



Sporda Proprioepsiyon ve Sıcak - Soğuk Uygulamalarla İlişkisi

Proprioception in Sport and Its Relations with Hot and Cold Applications

Haydar KAYNAK, Muammer ALTUN, Muhammet ÖZER, Devrim AKSEKİ

DERLEME

REVIEW

Haydar KAYNAK¹
Muammer ALTUN¹
Muhammet ÖZER²
Devrim AKSEKİ³

¹ Celal Bayar Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu
² Uşak Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Fakültesi
³ Balıkesir Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi, Ortopedi ve Travmatoloji

Yazışma Adresi/Correspondence:
Muammer ALTUN
Celal Bayar Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu,
Manisa, TÜRKİYE/TURKEY
haydarkaynak@hotmail.com
muammer-altun@hotmail.com
muhammet-ozer@hotmail.com
akseki3@hotmail.com

Geliş Tarihi/Received: 10/06/2015
Kabul Tarihi/Accepted: 23/07/2015

Özet:

Spor yaralanmalarıyla ilgilenen bilim dallarında proprioepsiyon kavramının önemi her geçen gün biraz daha fazla anlaşılmaktadır. Proprioseptif egzersizlerle tedavi sonuçları daha iyi hale getirilebilmekte, yeniden yaralanma riski azaltılabilmektedir. Ayrıca yaralanma öncesi proprioseptif eğitimle, yaralanma sıklığının da azaltılabildiğine inanılmaktadır. Bandajlama, breysleme, kas yorgunluğu, egzersiz ya da cerrahi tedavi gibi birçok faktörün proprioepsiyonu etkilediği gösterilmiştir. Sportif rehabilitasyonda sık kullanılan sıcak ya da soğuk uygulamalarının proprioepsiyona etkileri ise yeterince bilinmemektedir. Bu çalışmanın amacı, sıcak ve soğuk uygulamanın eklemlerde proprioepsiyonu etkileyip etkilemediğini ortaya koymaktır.

Sıcak uygulama sonrasında proprioepsiyon düzeyinin arttığı, soğuk uygulama ile proprioepsiyonun kötüleştiği saptanmıştır. Bu bulgular umut verici görünmektedir ve gelecekteki başka çalışmalarla da desteklenirse spor yaralanmalarının önlenmesi ya da tedavisinde yararlı olabilir.

Anahtar Kelimeler: Sporda Proprioepsiyon, Dirsek Eklemi, Diz Eklemi, Ayak Bileği Eklemi, Sıcak ve Soğuk Uygulama

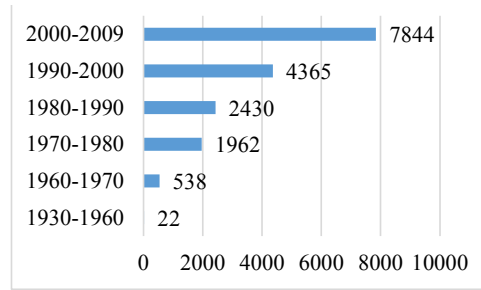
Abstract:

Importance of proprioception in the treatment and prevention of sports injuries has become increasingly clear. Outcome of treatments are increased through proprioceptive rehabilitation, and re-injury risk is reduced. It is also believed that incidence of injury may be reduced by using pre-injury proprioceptive education. Bracing, muscle fatigue, exercises and surgery has been shown to affect proprioception level. Little is known about the effect of heat and cold application on proprioceptive capability which is the most commonly used treatment modalities on sportive rehabilitation. Purpose of this study was to investigate the effects of cold and heat application on joints proprioception. In this study it has been identified that proprioception increased after hot application and it decreased after cold application. These findings seem to be promising and may be useful in prevention and treatment of sports injuries, if supported by future studies.

Keywords: Proprioception in Sports, Elbow Joint, Knee Joint, Ankle Joint, Hot and Cold Applications

Spor bilimlerinde proprioepsiyonun önemi her geçen gün daha fazla anlaşılmaktadır. Aslında proprioepsiyon kavramı beş yüzyıl kadar önceye dayanmaktadır. 1906 yılında Sherrington proprioepsiyon kelimesini ilk kez kullanmış ve bu alanda çalışmaların doğmasına öncülük etmiştir (Sherrington, 1906). Özellikle son 20 yılda yapılan çalışmalar ve araştırmaların ışığında, proprioepsiyon kavramı, bugün spor yaralanmaları ile ilgili pek çok konuda ışık tutan bilgileri literatüre kazandırmıştır (Şekil 1).

Şekil 1: 1930-2009 Yılları Arasında Proprioepsiyonla İlgili Çalışmaların Sayısı



Hala ölçme ve değerlendirme açısından standart test yöntemleri bulunamamış olsa da, son 20 yılda yapılan çalışmalarla proprioepsiyonun spor yaralanmaları açısından vazgeçilmez olduğu anlaşılmıştır.

Konuyla ilgili çalışmalar başlangıçta yaralanmalarda proprioepsiyonun azalıp azalmadığını anlamaya yönelik olmuştur. İlk deneme yıllarının ardından ortaya çıkan sonuçlar, değişik eklemlerde görülebilen pek çok spor yaralanmasında proprioepsiyonun önemli oranda azaldığını ortaya koymuştur (Barden, Balyk, Raso, Moreau, & Bagnall, 2004; Borsa, Lephart, Irrgang, Safran, & Fu, 1997; Garn & Newton, 1998).

Daha sonra proprioepsiyonun yaralanmalardan önce de az olup olmadığı sorusu ortaya atılmıştır. Bir başka deyişle proprioseptif düzeyi az olan bireylerin daha fazla yaralanıp yaralanmadığı tartışılmış, proprioepsiyonun azlığının mı yaralanmalara sebep olduğu yoksa yaralanmaların mı proprioepsiyonu azalttığı konusunda tam bir fikir birliğine varılamamıştır. Son bulgular bu iki kavramın da aynı anda doğru olabileceğini göstermektedir. Bir başka deyişle proprioepsiyon düzeyi az olan kişilerde yaralanmalar daha sık görülebilmekte, aynı zamanda yaralanmalar proprioepsiyonu daha kötüye götürebilmektedir.

Yaralanmaların proprioepsiyonu azalttığı anlaşıldıktan sonra, araştırmacılar değişik tedavi yöntemlerinin proprioepsiyona etkisini değerlendirmeye başlamışlardır. Bu yolla proprioepsiyona etki eden herhangi bir tedavi yönteminin varlığı ya da yokluğu bilimsel açıdan değerli bir soru olmuştur. Yapılan cerrahi ya da konservatif tedavilerin proprioseptif düzeye etkisi, özellikle son 10-15 yılda çalışmacıların en önemli merak konularından birisi olmuş ve konuyla ilgili fazla sayıda sonuç bildirilmiştir. Bu konuda tam bir görüş birliğine varılamamış olursa da, genel olarak tedavilerin proprioepsiyona faydası olduğu, bir başka bakış açısıyla anatomik, histolojik ya da fizyolojik iyileşme ile proprioseptif iyileşmenin genellikle paralel gittiği gözlenmektedir.

Her ne kadar proprioepsiyonla ilgili çeşitli tartışmalar bugün hala devam etse de, artık spor yaralanmalarından sonra proprioseptif duyuyu geliştirebilen özel egzersiz programlarının uygulanması gittikçe rutine girmektedir. Bu yolla hastaların tedaviden yararlanma oranları

arttırılmakta, spora dönüşleri hızlandırılmakta ve yeniden yaralanma olasılıkları ciddi oranda düşürülebilmektedir (Gilchrist, Mandelbaum, Melancon, Ryan et al., 2008; Kaminski, Buckley, Powers, Hubbard & Ortiz, 2003; Knobloch, Martin-Schmitt, Gösling, Jagodzinski, Zeichen & Krettek, 2005; Verhagen, Beek, Twisk, Bouter, Bahr & van Mechelen, 2004).

Proprioseptif eğitimin bir başka ilgi alanı ise yaralanmaların önlenmesidir. Son yıllarda yapılan çalışmalar, kullanılan basit proprioseptif eğitim tekniklerinin spor yaralanmalarının sıklığının ve şiddetinin azaltılmasında çok önemli katkılar sağladığını göstermektedir. Bu basit tekniklerle sporcuların örneğin ön çapraz bağ, kas yaralanması gibi spor yaşamlarını tehlikeye sokan, sezon kayıplarına ve ekonomik kayıplara neden olan yaralanmalarının azaltılması mümkün görülmektedir (Gilchrist et al., 2008; Knobloch et al., 2005).

Yıllar içerisinde propriosepsiyonla ilgili yapılan çalışmalarda ilgi odağı olan konulardan bir diğeri ise propriosepsiyonun ölçüm yöntemleri üzerinedir. Bugün, ileride detayları açıklanacak olan pasif hareketi algılama eşiği ve eklem pozisyon duyusu olarak adlandırılan iki temel teknik propriosepsiyon ölçümlerinde en sık kullanılan tekniklerdir. Ancak çalışmacılar, bu iki temel tekniği bile kendilerine göre modifiye etmişler ve asla standart bir ölçüm yöntemine ulaşmamışlardır.

İleride propriosepsiyon kavramının tanımı daha detaylı yapılacaktır. Ancak genel bir bakış açısıyla propriosepsiyon; eklemlerin, uzuvların, bağların, organellerin santral sinir sistemi tarafından algılanıp, bu bölgelerin en güvenli durumda tutulacağı yanıtların oluşturulması sürecinin genel adıdır ve bu proprioseptif süreç derin duyular tarafından yönetilir. Bu derin duyular pozisyon duyusu, kaslar ve tendonlara ait vibrasyon duyuları, basınç duyuları, denge duyuları, vücudun ve ekstremitenin genel durumu ile ilgili bilgi veren diğer duyuların tamamıdır. Bu duyular, doku içerisinde var olan mekanoreseptör denen özel algılayıcılar tarafından algılanarak santral sinir sistemine iletilirler. Santral sinir sistemi bu duyuları organize eder, analiz eder ve eklemi en güvenli pozisyonda tutacak yanıtları oluşturur. Bu yanıtlar yine sinir ağı aracılığıyla hedef ekleme, hedef bölgeye ulaşır ve eklem ya da ekstremiten en güvenli pozisyonda tutulacak şekilde gerekli önlemler alınır.

Bu kısa tanımlamadan da anlaşılacağı gibi, vücutta eklemlerin, organların, uzuvların ve organellerin sağlığını koruyabilmesi, yaralanmalara maruz kalmaması için proprioseptif sürecin önemi büyüktür. İşte bu nedenle proprioseptif sürece olumlu ya da olumsuz katkısı olan, bu süreci değiştirebilen her türlü içsel ve dışsal faktör spor yaralanmalarıyla ilgilenen bilim dalları tarafından çok fazla önemsenmektedir.

Bilim adamları proprioseptif sürece olumlu katkısı olabilecek değişik faktörleri ve tedavi yöntemlerini her geçen gün daha fazla deneyerek, bu yolla yaralanmaları daha hızlı ve daha etkin tedavi etmeye çalışmaktadırlar. Son dönemdeki çalışmalarda egzersizin, bandajların, breys uygulamalarının, yorgunluğun, lokal anestezinin proprioseptif kaliteyi etkilediği saptanmıştır (Kaminski et al., 2003; Perla, Frank & Fick, 1995; Feuerbach, Grabiner, Koh & Weiker, 1994; Fitzgerald, Axe & Mackler, 2000; Tropp, Askling & Gillquist, 1985; Forestier, Teasdale & Novgier, 2002).

Yukarıda sözü edilen her faktörün proprioseptif süreçle bir şekilde ilgisi olduğu düşünülmektedir. Örneğin egzersiz nedeniyle ortaya çıkan kas yorgunluğu ve farklı biyokimyasal

süreçlerin, mekanoreseptörden santral sinir sistemine, santral sinir sisteminden hedef ekleme doğru devam eden proprioseptif döngü içerisindeki yol ve yolaklarda negatif etki yapabileceği hipotezlenmiş ve önceki çalışmalarda yorgunluğun, egzersizde proprioepsiyonu kötüleştirdiği gösterilmiştir (Sandrey & Kent, 2008).

PROPRIOSEPSİYON VE PROPRIOSEPTİF SÜREÇ

Proprioepsiyonun Tanımı: İlk kez Scaliger 1557 yılında hareket hissinden bahsetmiştir (Jerosch & Prymka, 1996). 1826 yılında Bell “pozisyon ve hareketin algılanması” kavramlarını tanımlamıştır (Bell, 1826). Duchenne ise 1883’de “algılamada eklemlerin rolü” olarak ifade etmiştir (Duchenne, 1883). Ancak bugün üzerinde konuştuğumuz konunun temel tanımlayıcısı olan “proprioepsiyon” kelimesi, 1906 yılında ilk kez Sherrington tarafından kullanılmıştır (Sherrington, 1906). Bu kelime Latince *proprio* ve *ception* kelimelerinin birleşmelerinden oluşmaktadır. *Proprio* özelleşmiş, *ception* ise algılama anlamına gelmektedir. Bu yolla proprioepsiyonun, özelleşmiş algılama olarak tanımlandığını söylemek mümkündür. Ancak proprioepsiyon kelimesinin ilk kez kullanıldığı 1906 yılından günümüze kadar olan süreçte, konu ile ilgili yapılan çalışmalar ve değerlendirmeler proprioepsiyon kelimesinin tek başına bütün süreci anlatmaya yeterli olmadığını göstermektedir. Çünkü bu süreç sadece algılama süreci değil, aynı zamanda algılanan durumun analizi ve bu analiz sonucu risklerin ortaya konması, ortaya konan risklerin bertaraf edilmesi için santral sinir sistemi (SSS) tarafından periferde yanıtın da oluşturulmasını gerektirmektedir. Dolayısıyla sürecin iki temel komponenti vardır. Bunlardan bir tanesi durumun, pozisyonun, etkiyen güçlerin santral sinir sistemi tarafından algılanıp analiz edilmesi, ikincisi ise analiz sonucunda ortaya çıkan risk faktörlerinin ortadan kaldırılması için yanıtın oluşturulmasıdır.

Oysa proprioepsiyon kelimesi sadece algılama yani sürecin ilk komponentini tanımlamaya yetebilmekte, yanıt kısmında yetersiz kalmaktadır. Proprioepsiyon kavramının evrensel gelişme süreci içerisinde bilinçli, bilinçaltı, statik, dinamik gibi farklı farklı türlerinden de söz edilmiştir. Bilinçli proprioepsiyonun, günlük yaşam aktivitelerinde ya da sportif performans sırasında eklem fonksiyonlarını düzenleyen, herhangi bir amaca yönelik davranışların düzenli ve güvenli bir şekilde yapılmasını sağlayan bir proprioepsiyon türü olduğu, bilinçaltı proprioepsiyonun ise kas fonksiyonlarını ve kas reflekslerini düzenleyen farklı bir proprioepsiyon türü olduğu tanımlana gelmiştir (Johansson, 2000).

Başka çalışmacılar proprioepsiyonu statik ve dinamik olarak ikiye ayırmışlar, statik proprioepsiyonu pozisyonun algılanması olarak açıklamaya çalışmışlardır. Herhangi bir eklem, ekstremitenin ya da uzvun uzaydaki pozisyonunun dört boyutlu olarak algılanmasına statik pozisyon demişlerdir. Dinamik proprioepsiyonu ise hareketin algılanması olarak açıklamışlardır. Eklemdeki hareketin santral sinir sistemi tarafından algılanmasına dinamik proprioepsiyon tanımlamasını uygun görmüşlerdir (Jerosch & Prymka, 1996). Ancak bu gün, proprioepsiyon kavramının bilinçli, bilinçaltı, statik ve dinamik gibi temel kavramlar içerisine sıkıştırılmayacak kadar geniş ve karmaşık bir süreç olduğunu anlıyoruz. Bu süreç içerisinde pek çok doku, ekstremit, sinir yolağı eş güdümlü olarak çalışır ve zaman zaman aynı proprioseptif eylem için hem bilinçli hem bilinçaltı, hem statik hem dinamik yolaklar eş güdümlü içerisinde ilgili eklem ya da uzvun en güvenli pozisyonda tutulmasını sağlayacak önlemleri alırlar.

Genel olarak ileride detayları açıklanacağı gibi bu süreç mekanoreseptör denilen özelleşmiş algılama hücrelerinden başlar, bu hücrelerin bağlı olduğu serbest sinir sonlanımları ve afferent yollar ile beyine santral sinir sistemine ulaşır, santral sinir sisteminde analiz edilen duruma bir yanıt oluşturularak getirici sinir ağları aracılığıyla hedef eklem ya da uzuva iletilir. Hedef eklem ve uzuvda bazı kaslar kasılır, bazı kaslar gevşer ve bu yolla eklem en güvenli pozisyonda tutulmaya çalışılır.

Proprioseptif Sürecin Normal İşleyişi: Yukarıda söz edildiği gibi proprioseptif süreç, ilk olarak mekanoreseptörlerin değişen pozisyon, durum ya da güçleri algılaması ile başlar. Mekanoreseptörlerin varlığı 1874 yılında Raober'in çalışmaları yayınlandığı andan itibaren bilinmektedir (Aydoğ ve ark, 2003). Daha sonrasında mekanoreseptörlerle ilgili pek çok çalışma yapılmış, bu anatomik, histolojik ve fizyolojik çalışmalarda mekanoreseptörlerin propriosepsiyon sürecinin ilk ayağını oluşturduğu anlaşılmıştır. Mekanoreseptörler, içerisinde sinir dokusu bulunan tüm dokularda bulunurlar. Ancak kıkırdak, kornea gibi dokularda mekanoreseptör varlığı henüz gösterilememiştir.

Deri, deri altı dokusu, tendonlar, eklem içindeki bütün dokular, organ ve organellerde mekanoreseptörlere rastlamak mümkündür. Bu konuda yapılan histolojik çalışmaların büyük bir kısmı diz ekleminde gerçekleştirilmiştir; menüsküslerde, kapsülde, çapraz bağlarda, menüskofemoral bağlarda, kollateral yan bağlarda ve hatta pilikalarda bile mekanoreseptörlerin varlığı kanıtlanmıştır (Mine, Kimura, Sakka & Kawai, 2000; Assimakopoulos, Katonis, Agapitos & Exarchou, 1992; Boyd, 1954; Halata & Haus, 1989; Schultz, Miller, Kerr & Micheli, 1984; Zimny, Schutte & Dabezies, 1986; Zimny, 1988; Zimny, Albright & Dabezies, 1988; Grigg & Hoffman, 1982; Halata & Groth, 1976).

Yapılan histolojik çalışmalar farklı farklı mekanoreseptörlerin varlığını ortaya koymuşlardır (Boyd, 1954; Halata & Haus, 1989; Schultz, Miller, Kerr & Micheli, 1984). En çok bilinenleri ruffini sonlanmaları, pacinian cisimcikleri, golgi tendon organ reseptörleri, kas içiği, serbest sinir sonlanmaları ve golgi tendon organı olarak özetlenebilir.

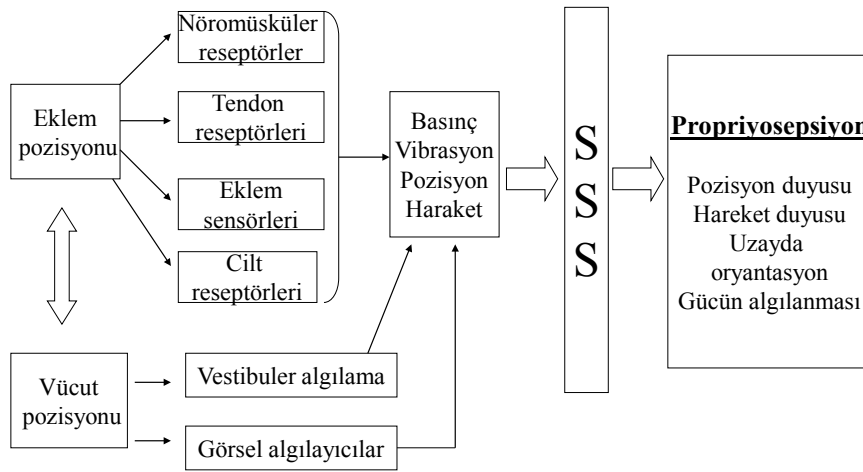
Bu küçük hücreler herhangi bir mekanik etki sonucu ortaya çıkan deformasyonu algırlar. Mekanik etki sonucu bu hücrelerin duvarlarında olan değişiklikler ve deformasyon, hücrelerin özel yetenekleri sayesinde elektriksel ya da kimyasal enerjiye çevrilebilir. Hücre kendi üzerine gelen kompresyon, traksiyon, bükülme ve rotasyonel deformasyonlar sonucunda hücre zarının özellikleri ile sodyum-potasyum iyon pompasına benzer bir yöntemle ortadaki mekanik etkiyi kimyasal etkiye dönüştürür ve bu kimyasal etki sonucu ortaya çıkan elektrik akımı her bir reseptör hücrenin bağlı olduğu serbest sinir sonlanmalarına iletilir. Serbest sinir sonlanmalarından alınan uyarı afferent sinir ağı ile medulla spinaliste bulunan dorsal kolon nükleusları boyunca yükselir ve burada ikincil sensoriyal nöronlar ile bağlantı yapar (Sharma, 1999). Buradan da medial laminisküs denilen bölge aracılığı ile bir sonraki kuşak olan üçüncü sensoriyal nöronların bulunduğu palemik nükleuslarla olan bağlantısı gerçekleştirilir ve süreç buradan somatosensoriyal kortekse ulaştırılmış olur.

Somatosensoriyal korteks, ilgili hedef dokudan gelen bütün bilgilerin sentezlendiği, analiz edildiği ve bu duruma verilecek yanıtın organize edildiği temel bölgedir. Elbette ilgili durum tek bir yol ya da yoldan iletilen bilgiler aracılığı ile olmaz. Örneğin diz eklemine öne doğru iten bir travmayı senarize edelim; bu durumda diz eklemi içerisinde ön çapraz bağ gerilecektir, ön

çapraz bağın içindeki mekanoreseptörler bu gerilmeyi algılayacak ve bu gerilmeyi elektriksel bir koda çevirerek santral sinir sistemindeki somatosensöriyel kortekse ulaştıracaktır. Ancak somatosensöriyel kortekse bilgi sadece buradan gelmeyecektir. Diz çevresinde ön çapraz bağ dışındaki deri, deri altı dokusundan, eklem içindeki menüskülere ve mekanoreseptörlerin bulunduğu herhangi bir bölgeye kadar bütün dokulardan somatosensöriyel kortekse aynı durumla ilgili pek çok ileti ulaşacaktır. Somatosensöriyel kortekste analiz edilen bu durum eklem veya dokunun risklerini ortaya koyacak, bu risklerin tamamen ortadan kaldırılması için hangi kasların kasılması, hangi kasların gevşemesi, bir başka deyişle hangi yanıtın oluşturulması gerektiğine karar verilecektir.

Bu karar efferent ağlar aracılığı ile ilgili dokuya, kas, kemik, tendon bölgesine ulaştırılacak ve yanıtın ortaya konmasıyla, eklem yaralanmalardan korunacak şekilde en güvenli pozisyonda tutulması sağlanacaktır (Şekil 2).

Şekil 2: Propriosepsiyon Sürecinin İşleyişi



Her mekanoreseptör aynı dokuda aynı oranda bulunmamaktadır. Bazı reseptörlerin bazı dokularda özellikle daha da yoğunlaştığı gözlenmektedir. Örneğin ruffini sonlanmalarının daha çok yüzeysel katmanlarda, pacinian cisimciklerinin daha çok derin dokularda, golgi tendon organ reseptörlerinin tendon bölgelerinde daha yoğun olduğu gözlenmektedir (Boyd, 1954; Halata & Haus, 1989). Kas içcikleri ise daha çok kas dokusu içerisinde bulunan kapsüllü yapılardır ve kas lifinin gerilme ve kışalmasına duyarlı dokulardır. Bu yoldan çıkan primer sensoriyel lifler kas aktivasyonu ve vibrasyonu ile eklem hareketinin hissedilmesini sağlarlar. Golgi tendon organı ise kas ve tendon birleşim yerlerinde daha çok gözlemlenir; gerilmesi ile spinal internöronal yolağını kullanarak motor nöronu inhibe eder ve kası aşırı gerilmeye karşı koruyarak tendonun kopmasını önlerler (Boyd, 1954; Halata & Haus, 1989).

Mekanoreseptörden sinir sistemine ve oradan tekrar hedef dokuya uzanan proprioseptif süreç içerisinde görsel ve vestibüler algılayıcıların da önemli rolleri bulunmaktadır. Gözler kapalı ya da açıkken, denge organı normal ya da hastayken proprioseptif algılama farklı farklıdır. Periferden mekanoreseptörler aracılığı ile sensoriyel kortekse (proprioseptif kortekse) ulaşan bilgilere, vestibüler ve görsel algılayıcılardan katılan bilgilerde eklendiğinde durumun daha net anlaşılması sağlanabilir (Şekil 2).

PROPRIOSEPSİYONUN DEĞERLENDİRİLME TEKNİKLERİ

Spor yaralanmalarında bu derece önemli olan bir sürecin uygun şekilde ölçülebilmesi ve değerlendirilebilmesi büyük önem taşımaktadır. Bu nedenle propiosepsiyon araştırmalarının içerisinde değerlendirme tekniklerinin özel bir yeri bulunmaktadır. Konu ile ilgili pek çok çalışma yapılmış, pek çok test yöntemi tanımlanmıştır. Bugün güncel propiosepsiyon biliminde en geçerli ölçme tekniklerinden birisi Eklem Pozisyon Duyusu (EPD), bir diğeri ise Pasif Hareketi Algılama Eşiğidir (PHAE).

Eklem Pozisyon Duyusu (EPD): Eklem pozisyon duyusu ölçümleri kişinin eklemının pozisyonunu ne kadar keskinlikte değerlendirebildiğini ölçen, özel bir propioseptif ölçüm tekniğidir (Beynnon et al., 2000). Farklı yöntemlerle yapılabilir. Genellikle kişiye öğretilen bir hedef açının, aktif (yani kişinin kendisinin eklemını hareket ettirmesi ile) ya da pasif (yani bir başkasının kişinin ekstremitelerini hareket ettirmesi ile) aynı keskinlikte saptanmaya çalışılmasıdır (Çetinkaya, 2005). Deneğin kendisine daha önceden öğretilen pozisyonu hangi keskinlikte tekrarlayabildiği genellikle açısal ölçüm yöntemleri kullanılarak değerlendirilir. Bu amaçla gonyometreler ya da dinamometrelerin açısı sonucu veren aparatları kullanılır. Kişi ilgili hedef açısına ne kadar yaklaştıysa o derecede iyi propiosepsiyonu olduğu, ne kadar uzaklaştıysa propiosepsiyonunun o derecede kötü olduğu sonucuna ulaşılır. Sadece eklem pozisyon duyusu ölçümlerinin bile farklı teknikleri ve pek çok farklı yöntemi bulunmaktadır. Aktif pozisyon duyusu ölçümü ve pasif pozisyon duyusu ölçümü bunlardan sadece bazılarıdır.

Pasif Hareketi Algılama Eşiği (PHAE): Bu yöntemde kişinin ilgili ekstremitesi bir düzeneğin içerisine yerleştirilir. Bilgisayar bağlantılı olan bu düzeneğe ilgili eklem çok yavaş hareket vermeye başlar. Bu hareketin hızı genellikle 0.2 ya da 0.5 derece/sn'dir. Tetkik sırasında kişinin gözleri kapalıdır ve elinde düzeneği durdurabilen bir buton bulunmaktadır. Kişiden hareketi ilk algıladığı anda butona basması ve sistemi durdurması istenir. Ne kadar kısa sürede hareketi algılıyor ise propiosepsiyonunun o kadar iyi olduğu düşünülür. Bu yöntemde kaslar aktif olarak çalışmadığından kas reseptörleri ile ilgili propioseptif yollar test edilmemekte, daha çok bağların gerginliği üzerinden işleyen süreçle bağ patolojilerinin saptanmasında tercih edilmektedir (Lephart, 1994; Boerboom et al, 2008).

Denge ve Stabilitate Testleri: Denge testlerinde vestibüler görsel algılarının katkısı ile propiosepsiyonun ne derecede olduğu test edilir. Aslında bu yöntem tek başına bir propiosepsiyon ölçüm yöntemi değildir. Bu yöntem dengeyi ölçer, denge ise propiosepsiyon ile direkt ilişkili bir durumdur. Vestibüler ve görsel algılayıcılardan gelen uyarılar bu test sırasında önem taşımaktadır. Genellikle sadece bir eklem değerlendirilmez, bütün bir beden ya da bütün bir dizilim hakkında fikir verebilen bir ölçüm yöntemidir. Deneklerin stabil olan ya da stabil olmayan yüzeyleri üzerinde durma yeteneklerinin ölçüldüğü tekniklere ise Postural Stabilitate Ölçümleri denir.

EMG ile Ölçüm Yöntemleri: EMG ile genellikle koordinasyon ve sinerjiyi ölçmek hedeflenir ve verilen elektriksel uyarılara oluşan yanıt ölçülür. Örneğin ayak bileğinde kurgulanan düzenekle, ani inversiyon zorlaması sırasında peroneoel kasların ilk kasıldığı süre ölçülür ve refleks peroneoel kas kontraksiyonunun hızlı sürede olması propiosepsiyonun iyi, yavaş ortaya çıkması kötü olduğunu gösteren bir sonuç olarak değerlendirilir.

Vibrasyon Ölçümleri: Literatürde vibrasyonun direkt olarak propriosepsiyon ölçüm yöntemi olarak kullanıldığı çalışma sayısı oldukça sınırlıdır. Daha önce vibrasyon duyusu bazı nöropatilerin değerlendirilmesinde, diyabetik ayakta nöropatinin derinliğini gösteren bir test yöntemi olarak kullanılmıştır (Whitton, Johnson & Lovell, 2005). Ancak proprioseptif ölçüm yöntemi olarak değerlendirilebileceği ilk kez Akseki ve ark.'nın çalışmasında ortaya konmuştur. Bu teknikler bilinen basit diyapozonlarla yapılabileceği gibi nörotesiometre ya da biyotesiyometre denen, vibrasyonun frekansını değiştirerek hastanın değişen vibrasyon eşiklerini algılamasını test eden tekniklerdir (Akseki, Erduran, Ozarlan & Pinar, 2010).

Bütün efor ve gayretlere rağmen, propriosepsiyon ölçümlerinde hala ciddi sorunlar bulunmaktadır. Bugün gelinen noktada hala ideal bir propriosepsiyon ölçüm yönteminin bulunmadığını söylemek hiç yanlış olmaz. Uygulanan güncel propriosepsiyon ölçüm tekniklerinden her biri çok karmaşık bir süreç olan ve çok değişik yol ve yolları içeren propriosepsiyonun bu yol ve yollarından sadece bir tanesinin durumunu sınırlı olarak değerlendirebilme yeteneğine sahiptir. Daha önce örneği verildiği gibi dizde, dizden aşağısını öne iten bir travma yaşandığında sadece ön çapraz bağ, diz içindeki sinovya ve menüsküslerden değil aynı zamanda cilt, cilt altı dokusu, çevre kas ve tendonlardan, vestibüler ve görsel algılayıcılardan santral sinir sistemine yoğun bir bilgi akışı olmakta ve bu bilgi akışının analizinden ortaya çıkan sonuç, yine sinir yolları ile ilgili eklem iletilmekte ve eklem en güvenli pozisyonda tutulmaya çalışılmaktadır. Ancak diz eklemine propriosepsiyonunu değerlendirmek için kullandığımız yöntemlerin çoğu sadece belirli bir bölgenin propriosepsiyonunu ölçmeye çalışmaktadır. Cilt, cilt altı reseptörleri, vestibüler ve görsel algılayıcıların tamamını aynı anda bu süreç içerisinde etkinliğini değerlendirebilen bir ölçüm yöntemi henüz bulunmamaktadır.

Ölçüm yöntemlerinin gerçeği ne oranda ve ne keskinlikte yansıtılabildiği de şüphelidir. Bir ön çapraz bağ yırtığının oluşma anında dize etkiyen güçler ve dizin pozisyonu diz eklemine propriosepsiyonunu ölçen tekniklerin hiç birisinde taklit edilememektedir. Yırtılma anında ortaya çıkan hareketin hızı çok yüksek iken, pasif hareketi algılama eşiği testi sırasında kullanılan hareketin hızı 0.2 ve 0.5 derece/sn civarındadır. Doğal olarak bu gün güncel ölçüm yöntemleri arasında en bilinen ve en kabul edilen yöntemlerden biri olan pasif hareketi algılama eşiği, asla yaralanma anındaki süreci taklit edememekte ve o süreçle ilgisi olmayan bir başka yöntemle propriosepsiyonun durumu değerlendirilmeye çalışılmaktadır.

Ölçüm yöntemleri ile ilgili diğer bir sorun ise genellikle yöntemlerin ve tekniklerin dokuya özgü olamayışından kaynaklanmaktadır. Diz eklemine propriosepsiyonunu ölçmek mümkündür. Ancak menüsküsün, ön çapraz bağın ya da diz eklemine oluşturan dokulardan herhangi birisinin tek tek propriosepsiyonunu ölçmek bugünkü tekniklerle mümkün görünmemektedir. Örneğin ön çapraz bağı yırtık olan bir dizin propriosepsiyonu ölçülürken aynı anda var olabilen menüsküs yırtığının ya da dizdeki diğer bir probleminde bu propriosepsiyon düzeyine etki etmesinin önüne geçilememektedir. Dolayısı ile sadece ön çapraz bağ yırtığının değil genel olarak diz eklemine propriosepsiyonu hakkında fikir sahibi olmak mümkün iken, özgün bir dokunun propriosepsiyondaki etkisi ya da bu dokuya yönelik bir tedavinin propriosepsiyona etkisini değerlendirmek şu anki tekniklerle mümkün görünmemektedir. Akseki ve ark.'nın çalışmasında kullanılan vibrasyon yöntemi ile, menüsküs ya da dizin ağrısında belirli bir bölgenin vibrasyon duyusu test edilse de, diyapozunun konulduğu cilt ve cilt altındaki reseptörlerin etkinliği bertaraf

edilememiştir (Akseki et al., 2010).

Sonuç olarak bugün travma anını yaralanma anını tam olarak taklit edebilen, aynı anda pek çok farklı yolağın proprioseptif sürece etkisini değerlendirebilen ve dokuya özgün bir ölçüm yöntemi bulunmamaktadır. Bu durum ileride değinilecek olan propriosepsiyonla ilgili olan çalışmaların sonuçlarında var olan çelişkilerin nedenleri üzerine önemli bir açıklama getirebilecek durumdadır.

PROPRİOSEPSİYONU ETKİLEYEN FAKTÖRLER

Propriosepsiyonun spor yaralanmalarındaki önemi her geçen gün daha fazla anlaşıldıkça, bilim adamları propriosepsiyonu olumlu ya da olumsuz etkileyen faktörleri açığa çıkarabilmek için önemli çabalar sarf etmeye başlamışlardır. Bu yolla propriosepsiyonu olumlu etkileyen faktörlerin nasıl tedaviye ya da yaralanmaların önlenmesine katkıda bulunabileceği ya da propriosepsiyonu olumsuz etkileyen faktörlerin nasıl azaltılarak spor yaralanmalarının sıklığının ve şiddetinin azaltılabileceği, son yıllarda konu ile ilgili çalışmaların temel hipotezlerini oluşturmuştur.

Özel rehabilitasyon teknikleri ile propriosepsiyon yöntemleri kullanılarak yaralanmaların sıklığı azaltılmaya çalışılmakta ya da şiddeti ve ortaya çıkması önlenmeye çalışılmaktadır (Verhagen et al., 2004; Kaminski et al., 2003; Knobloch et al., 2005; Gilchrist et al., 2008; Risberg, Holm, Myklebust & Engebretsen, 2007). Jerosch ve ark. (1997), patellofemoral ağrı sendromu olan olgu grubunda elastik bandajların propriosepsiyona etkisini değerlendirmişler ve elastik bandaj uygulamasının propriosepsiyonu iyileştirdiğini göstermişlerdir. Elastik bandajın statik ve dinamik koşullarda taktıl reseptörleri uyararak proprioseptif algıyı arttırdığını hipotezlemişlerdir. Breyslerin ve dizliklerin propriosepsiyona etkisi yine üzerinde en çok çalışmalar yapıldığı konulardan birisi olmuştur. Beynon, Good ve Risberg (2002), normal ve yaralanmış değişik bağ yaralanmalarının olduğu durumlarda kullanılan dizliklerin propriosepsiyonu iyileştirip iyileştirmedini incelemişlerdir. Bu çalışmaların sonucunda genel bir fikir birliği elde edilememiş olsa da breys kullanımının propriosepsiyonu arttırdığına yönelik inaniş hala devam etmektedir.

Roberts ve ark., 2003 yılında kısa süreli bisiklet egzersizlerinin sağlıklı bireylerde diz propriosepsiyonuna etkisini incelemişler ve kısa süreli egzersizlerin propriosepsiyonu iyileştirdiğini gözlemlemişlerdir (Roberts, Ageberg, Andersson & Fridén, 2003). Forestier ve ark. (2002), kas yorgunluklarının propriosepsiyon üzerindeki etkilerini değerlendirmişler ve genel anlamda yorgunluğun propriosepsiyonu kötüleştirdiğini saptamışlardır. Cerrahi tedavilerin propriosepsiyona etkisi yine önemli araştırma alanlarından biri olmuştur. Farklı görüşler olsa da genel kanı değişik cerrahilerin propriosepsiyonu iyileştirdiğini düşündürmektedir. Örneğin menüsküs yırtıklarında menisektominin propriosepsiyonu iyileştirdiğini (Karahan, Kocaoglu, Cabukoglu, Akgun & Nuran, 2010; Çetinkaya, 2005), ön çapraz bağ yırtıklarında ön çapraz bağ rekonstrüksiyonunun diz eklemi propriosepsiyonunu iyileştirdiği (Angoules et al., 2011), yine omuz ve başka eklem bölgelerinin yaralanmalarında uygulanan cerrahi tedavilerin propriosepsiyona olumlu yönde katkısı olduğu (Rokito, Birdzell, Cuomo, Di Paola & Zuckerman, 2010) gözlemlenmiştir.

SPOR YARALANMALARINDA PROPRIOSEPSİYON VE PROPRIOSEPTİF EGZERSİZLER

Ortopedistler, fizyoterapistler, spor hekimleri ve spor bilimleriyle ilgilenen diğer branşlar her geçen gün proprioepsiyon kavramına daha fazla önem vermekte ve konuyla ilgili yapılan çalışmaların sayısı giderek artmaktadır (Şekil 1). Dokudaki mikroskobik düzeyde yer alan deformasyonla başlayıp, değişik kas reflekslerine kadar uzayan ve temelde eklemlerin, uzuvların korunması anlamına gelen proprioseptif süreç, spor yaralanmalarının önlenmesinde, ortaya çıkmış yaralanmaların tedavisinde önemli bir rol oynamaktadır.

Fizik tedavi uzmanları, fizyoterapistler ve rehabilitasyon uzmanları yıllarca hangi egzersizlerin proprioepsiyona etkisi olup olmadığını araştırmışlar ve sonuçta bazı özel egzersizlerle proprioseptif düzeyin artırılarak, yaralanmaların daha hızlı ve daha etkin tedavi edilebileceğini göstermişlerdir (Verhagen et al., 2004; Kaminski et al., 2003).

Chemilevsky ve ark., ön çapraz bağ yaralanmaları sonrasında pertürbasyon egzersizlerinin diz eklemi kinematiğini düzelttiğini ve kasların ko-kontraksiyon etkisini normale döndürdüğünü göstermiştir (Chmielewski, Hurd, Rudolph, Axe & Snyder-Mackler, 2005). Pitman ve ark., bazı eklemlerde bağları elektriksel olarak uyardıklarında santral sinir sisteminde bunun bir karşılığını yakalamışlardır (Pitman, Nainzadeh, Menche, Gasalberti & Song, 1992). Diz ekleminde artroskopi uygulanan hastalarda, ön çapraz bağa elektriksel uyarı vererek kişilerin somato-sensoriyel evokt potansiyellerini ölçmüşler ve bu ölçüm sırasında beyinde saptanabilen elektriksel aktivite algılamışlardır. İşte bu, proprioseptif süreci tanımlarken söz ettiğimiz mekanoreseptörden, vestibüler algılayıcılardan, görsel algılayıcılardan, değişik doku ve eklemlerden gelen tüm bilgilerin toplandığı proprioseptif korteksteki elektriksel aktivite olmalıdır. Ülkemizden bir çalışma, benzer bir etkiyi medial menüsküsü uyardığında görebilmiştir (Akgun, Kocaoglu, Orhan, Baslo & Karahan, 2008).

Ön çapraz bağlar herhangi bir şekilde gerildiklerinde santral sinir sistemi bunu algılamakta ve hamstring grubu kasları kasarak proksimal tibiayı arkaya doğru çekmekte, böylelikle ön çapraz bağ üzerindeki gerginliği azaltarak ön çapraz bağa etkiyen güçlerin şiddetini düşürmektedir (Dyhre-Poulsen & Krogsgaard, 2000). Bu yolla ön çapraz bağ yaralanmalarının sıklığı azalmış olmaktadır. Sadece bu refleksin dikkate alınması bile ön çapraz bağ yırtıkları için yıllar önce bir süreliğine çok yoğun biçimde kullanılmış olan sentetik ön çapraz bağ greftlerinde yaşanan başarısızlığı açıklamaya yetebilir. Bilindiği gibi bundan sadece 20 yıl önce sentetik ön çapraz bağ greftleri çok popüler olmuş, çok yoğun biçimde kullanılmış, ancak normal ön çapraz bağdan çok daha fazla Newton gücüne dayanma özelliği olan bu sentetik greftler kısa süreler içerisinde yetmezliğe uğramış, kopmuş ve sonradan kullanımı terk edilmiştir. Organizmanın kendi ön çapraz bağından 4-5 kat daha fazla güce dayanıklı olan bu sentetik ligamentlerin kopmasının nedeni ne olabilirdi? Proprioepsiyonla ilgili bilgilerimiz her geçen gün arttıkça, bu sentetik bağların santral sinir sistemi tarafından algılanmadığını ve bu algı eksikliği nedeniyle koruyucu hamstring refleksinin devreye girmediği, dolayısıyla etkiyen güçlerin direkt olarak bağda biriktiği ve bu birikimin bağların erken dönemde kopmasına neden olduğunu söylemek çok yanlış görünmemektedir.

Benzer bir mekanizma ayak bileğinde peroneal tendonlar için geçerlidir. Ayak bileği

yaralanmaları bilindiği gibi sporda çok sık görülen yaralanmalardır. En sık ayak bileği yaralanmaları inversiyon burkulmaları şeklinde karşımıza çıkmaktadır ve bu burkulmalar sırasında ayak bileğinin dış bölgesinde bulunan bağ kompleksi yırtılarak bazen kalıcı sorunlara bile neden olabilmektedir. Ayak bileğinin inversiyon burkulması sırasında, travmanın ilk anında ayak bileği inversiyona giderken lateral korteksteki bağlar, cilt ve çevreden gelen bütün mekanoreseptör uyarıları santral sinir sisteminde algılandıktan sonra peroneal refleks ortaya çıkmaktadır (Konradsen & Ravn, 1991). Bu peroneal refleks ayak bileğinde inversiyona karşı yönde, eversiyon yönünde içeriden bir karşı hareket ve güç uygulayarak bağ yaralanmasının şiddetini azaltmaya çalışmakta ve ayak bileği eklemi, bağları korumaktadır.

Yaralanmaların önlenmesi dışında aslında propriosepsiyon hayatımızın vazgeçilmez kavramlarından bir tanesidir. Günlük aktiviteler sırasında, yürürken, otururken, kalkarken, hareket halindeyken ya da hareketsiz durumdayken, santral sinir sistemi eklemlerin, uzuvların, organların ve organellerin durumu hakkında proprioseptif süreç aracılığıyla bilgilendirilir. Normalde proprioseptif süreç olmasaydı, basit bir adım atma hareketi sırasında bile menüsküslerimizin, bağlarımızın yırtılması, yaralanması mümkün olabilirdi. Ancak proprioseptif süreç sürekli santral sinir sistemini bilgilendirerek, organizmanın ve vücudun pozisyonunun, hareketlerinin algılanmasını sağlamakta, birçok hareketin yapılabilmesini mümkün kılmaktadır.

Yürüme, koşma gibi günlük aktivitelerde bile yukarıda özetlendiği şekli ile çok önemli olan proprioseptif süreç spor sırasında daha fazla önem kazanmaktadır. Bilindiği gibi sporda, günlük aktivitelerde eklemlerin karşılaştığı yüklerden çok daha fazlası eklemlere bindirilmekte ve normal yüklenmenin şiddeti daha fazla olmaktadır. Örneğin bir uzun atlamacının atlayışını gerçekleştirdikten sonra yere düşme anında herhangi bir şekilde ayak bileği, diz ya da diğer eklemlerini yaralamadan sabit bir şekilde durabilmesi ve yere düşebilmesi için gerekli olan proprioseptif süreç, günlük yaşamda aynı eklemlerin korunmasını gerektiren proprioseptif süreçten çok daha hızlı ve çok daha etkin olmak zorundadır. Ya da futbolda sporcuya bir başka oyuncu tarafından uygulanan darbenin dokudaki etkilerini yenmek için harcanması gereken aktivite, normal günlük yaşamdaki aktiviteden çok daha fazla olmalı, çok daha hızlı refleks yanıtların oluşması ve bu yanıtların normal fizyolojik yüklenmelere göre çok daha güçlü olması gerekmektedir.

Yaralanmaların önlenmesi amacı ile sporda bu kadar önemli olan proprioseptif süreç aynı zamanda yaralanma sonrasında tedavi sürecinde de büyük önem taşımaktadır. Pek çok çalışmada eklem yaralanmalarının ardından ilgili bölgede propriosepsiyonun azaldığı ortaya konmuştur. Bu azalmanın yaralanma sırasında mekanoreseptör hasarı ile ilgili olabileceği düşünülmektedir. Yaralanmanın ardından yaşayan mekanoreseptörlerin miktarının azalması ya da fonksiyonlarının inhibe olması eklem propriosepsiyonunu azaltmaktadır. Bu şekilde zaten yaralanan bağ ve dokular nedeni ile mekanik olarak zayıflamış bir eklem aynı zaman da proprioseptif yeteneğindeki azalma nedeni ile de refleks arkın zayıf ve yavaş işlemesi sonucunda tekrarlayan travmalara daha az duyarlı ve daha açık hale gelebilmektedir. İşte bu durumda spor yaralanmalarının cerrahi ya da cerrahi dışı yöntemler ile tedavisi sırasında propriosepsiyonun yerine konması ve tedavi edilmesi büyük önem taşımaktadır.

Sentetik ön çapraz bağ greftleri örneği ile söz edildiği gibi sadece sorunun mekanik boyutunu irdelemek ve bunu tedavi etmeye çalışmak problemi çözmeye yetmemekte, çok

kısa süre içerisinde başka sorunlar ortaya çıkmakta ve tedavi başarısızlığa uğrayabilmektedir. Bu nedenle herhangi bir spor yaralanmasının tedavisinde söz konusu mekanik sorunun düzeltilmesinin yanı sıra proprioseptif eksikliğin de giderilmeye çalışılması son yıllarda spor travmatolojisi ile uğraşan bilim adamları, cerrah ve hekimlerin temel bakış açısını oluşturmaya başlamıştır. Bir spor yaralanmasından sonra ilgili atletin eski performans düzeyine ulaşabilmesi, yaralanma sırasında ortaya konan mekanik ve proprioseptif yetmezliklerin tekrar yerine tam olarak konulabilmesi ile mümkün olacaktır.

Günümüzde spor yaralanmaları sonrası uygulanmaya başlanan özel rehabilitasyon teknikleri proprioseptif dengeyi sağlamada pozitif rol oynayabilmektedir (Verhagen et al., 2004; Kaminski et al. 2003; Chmielewski, Hurd, Rudolph, Axe & Snyder-Mackler, 2005). Risberg ve ark., ön çapraz bağ rekonstrüksiyonu yapılmış 74 kişiyi ameliyat sonrası dönemde iki farklı gruba ayırarak, gruplardan birine normal güç egzersizlerini, diğerine ise nöromusküler ya da başka bir deyişle proprioseptif egzersizleri uygulamışlar ve olguları spora dönüş açısından, yaralanma sıklığı açısından pek çok farklı değerlendirme kriterleri ile izlemişlerdir (Risberg, Holm, Myklebust & Engebretsen, 2007). Bu ileriye dönük, randomize klinik çalışmada proprioseptif egzersiz verilen grubun tüm parametrelerde daha hızlı iyileştiği ve daha iyi skorlara sahip olduğu bulunmuştur. Buna bağlı olarak çalışmacılar ön çapraz bağ rekonstrüksiyonu sonrası uygulanan rehabilitasyon programlarının içerisinde proprioseptif egzersizlerin mutlaka yer alması gerektiğini vurgulamışlardır.

Proprioseptif egzersizler sadece güç değil aynı zamanda denge ve koordinasyon yeteneğinin kazanılmasını hedefleyen özel egzersizlerden oluşur. Bu egzersizler hem yaralanma öncesi hem de yaralanma sonrası günlük kullanıma girmiş ve rutin uygulanır hale gelmeye başlamıştır (Verhagen et al., 2004; Kaminski et al., 2003; Knobloch et al., 2005; Gilchrist et al., 2008; Risberg et al., 2007). Özellikle denge tahtası egzersizleri, zemin desteğinin azaltılması, egzersizlerin gözlerin kapalı yapılması, tekrar sayısı, hızı ve egzersizlerin karmaşıklığının artırılması, aynı anda farklı görevlerin yapılması ve spora yönelik özgün egzersizler proprioseptif rehabilitasyonun temelini oluşturmaktadır.

Proprioepsiyon kavramı sadece spor yaralanmalarının tedavisinde, sonuçların iyileştirilmesinde değil; aynı zamanda spor yaralanmalarının önlenmesi konusunda da son yıllarda büyük değişimlere neden olmuştur. Almanya'da Knobloch ve ark. (2005), proprioseptif eğitim ve koordinasyon çalışmaları ile yaralanma sıklığının azaltılıp azaltılamayacağını incelemişlerdir. Her biri birinci lig takımından oluşan 24 bayan futbolcuda kas yaralanmalarının dört kat azaltıldığını gözlemlemişlerdir. Bu azalmanın oluşmasına temel etken olgulara proprioseptif eğitimin belirli aralıklarla sezon sırasında verilmesi olmuştur. Aynı zamanda çalışmacılar bu eğitimi alan sporcuların koordinatif yeteneklerinde, sıçrama gücünde, fırlatma gücünde ve fleksibilitelerinde yarım sezonluk sürede proprioseptif egzersiz uygulansa bile önemli gelişmeler olduğunu saptamışlardır.

Bu konuda ileriye dönük ve randomize bir başka çalışma da ABD'den gelmiştir. Gilchrist ve ark. (2008), ulusal düzeydeki birinci ligde oynayan bayan futbolcuları incelemişler, çalışmalarına 61 takımı ve bu takımlarda oynayan 1435 sporcuyu katmışlardır. 1435 futbolcunun 852'sini randomize olarak kontrol grubuna, 583'ünü yine randomize olarak proprioseptif egzersiz grubuna katmışlardır. Proprioseptif egzersiz verdikleri 583 futbolcunun yaralanma sıklıklarını diğer

kontrol grubu ile karşılaştırdıklarında, nonkontakt ön çapraz bağ yaralanma sıklığının diğerlerine göre 3.3 kat daha az görüldüğünü ortaya koymuşlar ve bu sonuçlara dayanarak nöromüsküler proprioseptif egzersiz programının bayan futbolcularda ön çapraz bağ yaralanma riskini önemli ölçüde azalttığını bildirmişlerdir.

Propriosepsiyonun spor yaralanmalarında ve ortopedik problemlerdeki önemi her geçen gün daha fazla anlaşıldıkça başka alanlarda da çalışmalar yapılmaya başlanmıştır. Örneğin, nörologlar denge bozukluklarını tedavi etmek için proprioseptif egzersizleri denemeye başlamışlardır (Horlings, Carpenter, Honegger & Allum, 2009). Görme ve el yazısının geliştirilmesinde propriosepsiyonun rolü araştırılmıştır (Hepp-Reymond, Chakarov, Schulte-Mönting, Huethe & Kristeva, 2009). Spor ile hiç ilgisi olmasada müzisyenlerin distonilerinde ve yazarların kramplarında tedavi amacı ile proprioseptif egzersizler uygulanmaya başlanmıştır (Rosenkranz et al., 2008). Riva ve ark., 2009 yılında yaptıkları bir çalışmada, astronotlarda ortaya çıkan kas atrofisinin ve osteoporozun önlenmesinde proprioseptif tedavi tekniklerinin rolünü incelemişlerdir (Riva, Rossittob & Battocchia, 2009). London ve ark. ise yine yakın dönemde yaptıkları bir çalışmada bir maymunun proprioseptif korteksinin elektriksel uyarısı ile maymunun hareketlerinin kontrolünün mümkün olup olmayacağını sorgulamışlar ve araştırmışlardır (London, Jordan, Jackson & Miller, 2008). Pittsburg Üniversitesi, 2007 yılında Amerikan hükümetinden yaklaşık beş milyon dolarlık bir fon olarak, Amerikan Silahlı Kuvvetlerinde çalışan askerlerin yaralanmalarının önlenmesi ve performanslarının optimize edilmesi için bir çalışma başlatmış, bu derecede ekonomik bir yatırım yapılan çalışma sonucunda askerlerin hedeflerini vurmaları ve performanslarının optimize edilmesi konusunda proprioseptif eğitim teknikleri kullanılmaya başlanmıştır (University of Pittsburgh Medical Center, 2008). Görüldüğü gibi propriosepsiyon sadece spor yaralanmalarının önlenmesi ve tedavisinde değil, yaşamın farklı farklı pek çok alanında her geçen gün önemi daha fazla anlaşılmaya başlanan bir kavramdır. Gelecekte propriosepsiyon ile ilgili çalışmaların çok daha yoğun bir şekilde yaşamımıza ve pratik tedavi uygulamalarına gireceği anlaşılmaktadır.

SPOR YARALANMALARINDA SICAK VE SOĞUK UYGULAMALARI

Sıcak ve soğuk uygulamalar spor yaralanmalarının tedavisi ve rehabilitasyonunda en sık kullanılan tedavi yöntemlerindedir ve etki mekanizmaları proprioseptif süreçle ve proprioseptif yollarla direkt ilişkilidir. Tarihteki hemen hemen tüm hekimler soğuk uygulamanın yararlı etkilerini bildirmişlerdir. Soğuk uygulama kar, buz ya da soğuk içeceklerin kullanılması yöntemleriyle pek çok farklı rahatsızlıkların tedavisinde, yüksek ateşte, ağrıda, enflemasyonda birer yöntem olarak kullanılmıştır. Özellikle enfeksiyon sırasında görülen enflemasyonun hemostazının sağlanmasında buz, bilimsel olarak tarihsel süreç boyunca kullanıla gelmiştir. Yüzyıldan daha uzun bir süredir sentetik buzlar üretilmiş ve değişik hastalıkların tedavisinde kullanılmaya başlanmıştır (Grana, 1994).

Buz uygulamayla enflemasyon önemli ölçüde azaltılsa ya da yavaşlatılsa da tam olarak ortadan kaldırılamamaktadır. Buz, dokudaki etkisini temel olarak dolaşım sistemi ve metabolizma üzerindeki yavaşlatıcı etkisiyle gösterir. Bu yolla damarlarda vazokonstrüksiyon meydana gelir, hematoma oluşumu sınırlanır ve enzimatik reaksiyonların hızı azalır (Grana, 1994). Soğuk uygulamanın hangi yolla vazokonstrüksiyona yol açtığı tam olarak bilinmemektedir. Ancak

vazokonstriksiyon üzerinden ödemin ve kanamanın azaltılması pek çok rahatsızlığın tedavisinde önemli bir faktör olarak değerlendirilmiştir.

Soğuk uygulamanın ağrı algılaması üzerinde ciddi bir etkisi olduğu temel çalışmalarla gösterilmiştir. Soğuk uygulamanın periferde ağrıyı oluşturan ve ileten sinir liflerinde sinir ileti hızlarında belirgin bir azalmaya neden olduğu, ayrıca kas dokusunda kas içiği üzerinden spazmı çözdüğü ve kası gevşettiği daha önceki çalışmalarda gösterilmiş önemli ve konuyla ilgili etkilerden bazılarıdır (Grana, 1994; Oğuz, 2004).

Propriosepsiyonla soğuk uygulamanın doku etkisini ilişkilendirmeye çalıştığımızda, gördüğümüz en önemli etkinin sinir ileti hızları üzerine olan etki olduğunu anlamaktayız. Soğuk uygulamayla proprioseptif düzey arasında ilişki kurarak bunu inceleyen sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır (Uchio, Ochi, Fujihara, Adachi, Iwasa & Sakai, 2003; Ozmun, Thieme, Ingersoll & Knight, 1996; Dover & Powers, 2004; Hopper, Whittington & Davies, 1997). İlerleyen bölümlerde bu konuya değinilecektir.

Soğuk uygulama amacıyla ise silikon jel paketleri, soğuk kompresler, soğuk paketleri ve özel spreyleyler kullanılabilir.

Sıcak uygulama ise herhangi bir dokuda soğüğün tam tersi etkiler yapmaktadır. Genel olarak sıcak uygulama, bir başka deyişle termoterapi, sıcaklığın herhangi bir seçilmiş dokunun sıcaklığının dışarıdan uygulanan yöntemlerle artırılması anlamını taşır ve pek çok ortopedik sorunun tedavisinde kullanılan bir yöntemdir.

1920'li yıllarda geliştirilen biotermi, derin dokuların ısıtılmasını hedefleyen ve bugün hemen hemen tüm fizik tedavi kliniklerinde bulundurulmuş önemli tedavi yöntemlerinden bir tanesidir. 1950'lerden sonra ise yine derin dokuların ısıtılması amacıyla ultrasonun kullanılmaya başlanması gözlenmektedir. Bu yolla yüksek frekanslı akustik vibrasyonların derin dokuda ısı artışına neden olduğu ve bununla bazı hastalıkların tedavisinde faydalı sonuçlar verdiği gözlenmiş ve kullanıla gelmiştir.

Sıcak uygulamanın dokuda farklı etkileri vardır. Bunlardan en bilineni vazodilatasyon sonucu oluşan hiperemidir (Grana, 1994; Oğuz, 2004). Damarların kasılmasını sağlayan adrenerjik etkinin ortadan kalkması, ayrıca damar duvarında bulunan beta reseptörlerin sıcak aracılığıyla uyarılmasıyla vazodilatasyon oluşur (Wenger & Hardy, 1990). Bu yolla vazodilatasyon sonucunda doku arasına serum ya da kan akış hızı artar, daha fazla oksijen taşınır, metabolik atıklar bölgeden daha kolay uzaklaştırılarak hasarlı dokuların iyileşmesi ve hemostazi sağlanmaya çalışılır.

Aslında sıcaklığın damar dışında yarattığı etkilerden en önemlilerinden bir diğeri enzimatik etkinliğin artırılmasıdır. Örneğin kollejenaz enziminin etkinliği daha yüksek ısıda hızlanır, bu yolla fagositoz artar, hasarlı dokuların yenilenme süreci hızlanır (Castor & Yaron, 1976). Sıcak, kollejen, retikülin ve elastin liflerinin üzerinde gevşetici bir etki yaratarak kontraktürlerin tedavisinde kullanılabilir.

Sıcak uygulamanın sinir dokusu üzerine etkileri yine üzerinde çok çalışılan konulardan bir tanesidir. Sonuçlar, sıcaklığın sinir dokusu üzerinde, özellikle efferent sinirlerin uyarılma eşiklerini düşürerek, sinir ileti hızlarını arttırdığını göstermektedir (Grana, 1994; Oğuz, 2004). Yine golgi

tendon organları dediğimiz diğer reseptörlerinde uyarılma eşikleri sıcak ile düşerek daha kolay uyarılabilir hale gelirler, bu şekliyle iletim hızları artar ve kas spazmları çözülebilir (Castor & Yaron, 1976; Lehmann & De Lateur, 1990; Lehmann, Brunner & Stow, 1958; Mense, 1978). Tablo 1’de sıcak uygulama teknikleri özetlenmektedir.

Tablo 1: Sıcak Uygulama Yöntemleri

Sıcağın türü	Yöntem
Yüzeyel ısı	Sıcak paketler
	Sıcak su torbası
	Sıcak kompresler
	Sıcak su (sabit)
	Parafin
	Katı maddeler
	Fluidoterapi
	Sıcak su (hareketli)
	Nemli hava
	Işın tedavisi
Derin ısı	Mikrodalga
	Kısa dalga
	Ultrason

TARTIŞMA

Sıcak ve soğuk uygulamanın sinir ileti hızları üzerindeki etkisinden daha önce söz edilmiştir. Buna göre sıcak uygulama sinir ileti hızlarını artırıyor, soğuk uygulama sinir ileti hızlarını azaltıyordu. Temel çalışmalardan elde edilen bu bilgi eklemlerde sıcak ya da soğuk uygulamalarının propriosepsiyona mutlaka etki edebileceğini gösteren önemli bulgulardır. Doğal olarak propriosepsiyonu iyileştirmesi ya da kötüleştirilmesi beklenen bu iki farklı uygulamanın, herhangi bir eklemdaki propriosepsiyona etkisini gösteren çalışmalar oldukça kıymetli olarak değerlendirilebilir. Çok sık kullanılan tedavi yöntemleri olmasına ve proprioseptif sürecin direkt içerisinde bir etki mekanizması bulunmasına rağmen, sıcak ve soğuk uygulamaların değişik eklemlerdeki propriosepsiyona etkisi çok az incelenmiştir.

Literatüre baktığımızda sıcak ve soğuk uygulamaların propriosepsiyona etkisi ile ilgili oldukça kısıtlı bilgi varlığı dikkati çekmektedir. İngilizce literatürde soğuk uygulama ile ilgili sadece dört tane çalışma bulunurken (Uchio et al., 2003; Ozmun et al., 1996; Dover & Powers, 2004; Hopper et al., 1997), sıcak uygulamanın propriosepsiyona etkisi ile ilişkili herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Soğuk uygulama ile ilgili dört çalışma farklı farklı eklemlerle ilgili yapılmıştır, bunlardan ikisi diz (Uchio et al., 2003; Ozmun et al., 1996), biri omuz (Dover & Powers, 2004), bir tanesi ayak bileği eklemi (Hopper et al., 1997) ile ilgilidir. Ortaya çıkan sonuç soğuk uygulamanın üç çalışmada herhangi bir şekilde propriosepsiyona etkisi olmadığı yönünde iken, bir çalışmada soğuk uygulamanın propriosepsiyonu kötüleştirici bir etkisi olduğu ifade edilmiştir (Uchio et al., 2003).

Celal Bayar Üniversitesinde yapılan iki tezde sıcak uygulamanın hem normal bireylerde

hem hasta bireylerde proprioepsiyona etkisi değerlendirilmiş ve olumlu etkileri olduğu gözlemlenmiştir (Özer, 2007; Akaya, 2009). Söz konusu tezler diz eklemine yapılmış olup, tezlerden birinde sıcak uygulamanın normal bireylerde diz eklemine proprioseptif düzeyini arttırdığı saptanmıştır (Özer, 2007), diğerinde ise sporcularda çok sık görülen patellar kondromalazi hastalarında aralıklı sıcak uygulamanın diz eklemi proprioepsiyonu arttırdığı gözlemlenmiştir (Akaya, 2009).

Dirsek eklemi de sporda önemli bir eklemdir. Özellikle üst ekstremitte sporlarıyla ilgilenen sporcuların çok fazla dirsek yaralanmalarına maruz kaldığı bilinmektedir (Badia & Stennet, 2006). Tenis, masa tenisi, voleybol, basketbol gibi üst ekstremitenin yoğun kullanıldığı spor branşlarında, yaralanmaların azaltılmasını sağlayabilecek ya da ortaya çıkan yaralanmaların tedavi sürecini hızlandırabilecek, iyileştirebilecek herhangi bir dış etmenin literatüre katkısı tartışılmazdır. Genel olarak dirsek eklemine proprioepsiyonunu inceleyen literatür sayısı ne yazık ki çok azdır. Yine Celal Bayar Üniversitesinde yapılan bir başka tezde normal bireylerde dirsek eklemine sıcak ve soğuk uygulamanın proprioepsiyona etkisi değerlendirilmiştir. Bu çalışmada sıcak uygulama sonrasında, dirsek proprioepsiyonunda iyileşmeyi işaret eden iki hedef açıda (30°-60°) anlamlı derecede azalmış tekrarlamaya hataları saptandı. Soğuk uygulama sonrasında ise iki hedef açının birinde proprioepsiyonda kötüleşme anlamına gelen anlamlı artmış tekrarlamaya hataları olduğu gözlemlenmiştir (Kaynak, 2010).

Sporda dirsek eklemi yaralanmaları sanıldığından daha sık görülmektedir. Ortopedistler, rehabilitasyon uzmanları ve spor hekimleri sporla ilgili yaralanmaları değerlendirir ve bu konularda araştırmalar yaparken daha çok ayak bileği, diz, omuz gibi eklemler üzerinde durmuşlardır. Bu açıdan bakıldığında dirsek eklemine spor ile ilişkisi ihmal edilmiş gibi görünmektedir. Oysa dirsek eklemi sportif aktiviteler sırasında anahtar fonksiyonu olan elin uygun yerde tutulması, uygun yere konulması için yukarı ile bağlantısını kuran önemli bir eklemdir. Futbol gibi bazı sporlar daha çok alt ekstremitte ve yük alan eklemleri yaralasa da, ya da bu eklemler futbolda daha önemli gibi görünse de, pek çok spor için fırlatma, yakalama, itme, çekme, atma gibi aktiviteler gerekirken ve bu aktiviteler sırasında dirsek eklemi kilit rol oynamaktadır.

Her geçen yıl spora katılım arttıkça daha fazla sayıda kişinin dirsek yaralanmalarına maruz kaldığı gözlemlenmektedir. 1980-85 yılları arasında tıbbi kayıtlara göre 14 yaşın üstünde raket sporlarına katılarak sakatlananların sayısı %112 oranında artmıştır (Easterbrook, 1981). Dirsek yaralanmaları daha çok fırlatma sporları ile ilgili atletlerde görülse de içerisinde kaldırma, itme, çekme gibi hareketlerin yapıldığı pek çok sporda dirsek yaralanmaları sık olarak karşımıza çıkmaktadır. Dirsek eklemi ani düşmelerde ilk yere temas eden eklemlerden biri olabileceği için kırık ve çıkıklarına sık rastlanır. Sportif performans sırasında dirsek eklemine oluşturulan stres akut veya kronik sakatlanmalara neden olabilir. Bu sakatlanma türleri spor dallarına göre Tablo 2’de sıralanmıştır. Dirsek yaralanmalarının büyük çoğunluğu kronik aşırı kullanım yaralanmaları şeklinde karşımıza çıkar. Bu yaralanmalar ve sorunlar tekrarlayan intristik ve ekstristik aşırı yüklenme ya da her ikisinin varlığı sonucu dokularda mikrorüptürlerin meydana gelmesi sonucu oluşur. Akut yaralanmalar ise genellikle sportif performans sırasında oluşabilen ani düşmeler sonucu karşımıza çıkar.

Tablo 2: Farklı Spor Dallarında En Sık Görülen Dirsek Sorunları

Spor Dalı	Yaralanma Türü
Raket sporları	Lateral epikondilit,
Golf	Medial epikondilit
Basketbol	Posterior kompartman sorunları
Su kayağı	Valgus-ekstansiyon yüklenmesi
Bowling	Fleksör-pronator sorunları
Beyzbol	Valgus zorlanması
Voleybol	Valgus stres zorlanması
Futbol	Valgus stresi, olekranon bursiti, dislokasyon
Cimnastik	Radiokapitellar yüklenme, posterior impingement
Halter	Ulnar kollateral bağ sprain
Gülle	Posterior impingement
Cirit	Valgus ekstansiyon yüklenmesi, lateral kompresyon
Kano-Kayak	Distal bisipital tendinitis
Okçuluk	Ekstansör ka güçsüzlüğü, lateral epikondilit
Kaya tırmanışı	Brakialis ve biceps distal tendiniti
Kayak Kross	Ulnar sinir kompresyonu

Priest, Braden ve Gerberisch'in (1980) çalışmasında bir tenis kampında bulunan 2500 tenisçi değerlendirilmiş ve bunların % 50'sinde tenisçi dirseği bulgularının varlığı gözlenmiştir. Bir başka çalışmada ise 200 kişiden %50'si 30 yaşın üzerinde olan tenis oyuncularının %50'sinin altı aydan az bir süredir tenisçi dirseği ile ilgili semptomları olduğu, kalan %50'sinin ise iki buçuk yıldır tenisçi dirseği ile ilgili yakınmalarının olduğu saptanmıştır (Coonrad, 1986). Japonya'da yapılan bir başka çalışmada, yarısı 9-12 yaş grubun sporculardan oluşan 1500 civarında beysbol oyuncusu değerlendirilmiştir. Bu oyuncuların en az beşte birinde dirsek sorunlarına rastlanmıştır olup, bunların %89'unda medialde değişiklikler, %15'inde lateralde anormallikler, %5'inde posteriorde anormallikler radyografik olarak ortaya konmuştur (Iwase & Ikata, 1985).

Yukarıda sözü edilen tüm veriler, dirsek eklemine sporda ne derecede önemli olduğunu göstermektedir. Spor yaralanmaları arasında, dirsek sorunlarının sık görülmesi, bu eklemdaki yaralanmaların azaltılması ya da tedavisi konusunda yeni yöntemlerin geliştirilmesini gerekli kılmaktadır.

Dirsek eklemine propriosepsiyonunu inceleyen sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır. Spor yaralanmalarıyla ilgili yapılan propriosepsiyon çalışmalarının çoğu diz, omuz ve bir miktarda ayak bileği eklemine yoğunlaşmıştır. Dirsek sporda sıkça yaralanan, önemli eklemlerden biri olduğu halde, dirsek eklemiyle ilgili propriosepsiyon çalışmaları oldukça az sayıdadır.

Konuyla ilgili ilk çalışmalardan birinde Brockett ve ark. konsantrik ve egsantrik egzersizlerin dirsek eklemi propriosepsiyonuna etkisini incelemişlerdir. Araştırmacılar bu çalışmada kendi hazırladıkları bir düzenele dirsek eklemine pozisyon duygusunu egsantrik ve konsantrik rehabilitasyon verilen grupta değerlendirmiş ve karşılaştırmışlardır (Brockett, Warren, Gregory, Morgan & Proske, 1997). Jerosch ve ark. (1997), bandaj uygulamalarının ciltteki mekanosöptörleri uyararak, hareket ve yüklenme sırasında santral sinir sisteminin

bölge ile ilgili daha erken haberdar olunmasına sebep olduğu, bu yolla proprioepsiyonu arttırdığı savlanmıştır. Khabie ve ark., bandaj uygulamasının ve eklem içi anestezinin, normal bireylerde dirsek proprioepsiyonunu etkileyip etkilemediğine bakmışlardır (Khabie et al., 1998). Çalışmalarında modifiye biyolex dinamometresi kullanmışlar ve EPD ile PHAE tekniklerini kullanarak proprioepsiyonu ölçmüşlerdir. Çalışmacılar bandaj uygulandıktan sonra proprioepsiyonun iyileştiğini, ancak intraartiküler anesteziden sonra meydana gelen kötüleşmenin çok anlamlı olmadığı sonucuna ulaşmışlar; bu nedenle dirseğin proprioseptif sürecinde taktıl algının, eklem reseptörlerinden kaynaklanan algıdan daha fazla etkin olduğu yorumunu yapmışlardır. Bir başka çalışmada baş ve boyun pozisyonunun dirsek eklemi proprioepsiyonuna etkisi incelenmiştir (Knox et al., 2006). Sınırlı sayıdaki denek üzerinde yapılan bu çalışmada, baş ve boyun pozisyonunda oluşabilecek değişikliklerin dirsek eklemi proprioepsiyonu etkilediği gözlemlenmiştir. Juul-Kristensen ve ark. (2008) ise, tenisçi dirseği bulunan kişilerde proprioepsiyonun normal bireylere göre azalıp azalmadığını incelemişlerdir. Ölçüm yöntemi olarak aynı anda hem EPD hem de PHAE tekniklerini kullanan çalışmacılar proprioepsiyonun, lateral epikondilit ya da diğer adıyla tenisçi dirseği bulunan kişilerde normal bireylere göre belirgin bir şekilde azaldığını bulmuşlardır.

Celal Bayar Üniversitesinde herhangi bir dirsek eklemi rahatsızlığı bulunmayan 82 Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu öğrencisi üzerinde yapılan çalışmada dirsek eklemine sıcak ve soğuk uygulamanın proprioepsiyona etkisi değerlendirilmiştir. Bu çalışmada sıcak uygulama sonrasında, dirsek proprioepsiyonunda iyileşmeyi işaret eden iki hedef açıda (30°-60°) anlamlı derecede azalmış tekrarlamaya hataları saptanmıştır. Soğuk uygulama sonrasında ise 30°'lik hedef açıda proprioepsiyonda kötüleşme anlamına gelen anlamlı artmış tekrarlamaya hataları olduğu, 60°'lik hedef açıda yine bir artış saptansa da aradaki farkın anlamlı olmadığı gözlenmiştir (Kaynak, 2010). Bu bulgulara dayanarak, sıcak uygulamanın dirsek eklemine her iki hedef açıda da proprioseptif kaliteyi anlamlı derecede arttırdığı; soğuk uygulamanın ise bir hedef açıda azalttığı söylenebilir.

Akaya (2009) tarafından yapılan bir tez çalışmasında aralıklı sıcak uygulamanın diz önu ağrısı bulunan kişilerde, hastalığın tedavisi süresince diz eklemi proprioepsiyonunun artmasına neden olduğu ortaya konmuştur. Söz konusu çalışmada proprioseptif iyileşmenin klinik iyileşme ile birlikte, paralel seyrettiği saptanmıştır (Akaya, 2009).

Özer'in (2007) yaptığı çalışmada, sıcak ve soğuk uygulamaların sağlıklı bireylerin proprioepsiyonuna olan etkisi değerlendirilmiştir. Herhangi bir diz rahatsızlığı bulunmayan 27 Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu öğrencisi üzerinde yapılan çalışmada, sıcak uygulamanın diz eklemi proprioepsiyonunu anlamlı derecede arttırdığı, soğuk uygulamanın ise diz eklemi proprioepsiyonunu anlamlı derecede azalttığı saptanmıştır. Söz konusu sonuçlar sıcak ve soğuk uygulamanın bilinen doku etkileri ve sinir dokusu üzerindeki bilinen etkileri dikkate alındığında beklenen sonuçlar gibi görünmektedir.

Sıcak uygulamanın proprioepsiyona olan etkisi ile ilgili literatürde çok az bilgi bulunmaktadır. Kaynak (2010) ve Özer (2007) tarafından yapılan çalışmaların sonuçları, sıcak uygulamanın sağlıklı bireylerde diz ve dirsek eklemi proprioepsiyonunu iyileştirdiğini, soğuk uygulamanın ise sağlıklı bireylerde diz ve dirsek eklemi proprioepsiyonunu kötüleştirdiğini göstermektedir. Her iki uygulamada spor yaralanmalarının tedavisinde kullanılan yardımcı

uygulama araçlarından biridir.

El bileği ile ilgili yakın zamanda yapılan bir çalışmada Tripp ve ark., elde tutulan bir cihazla uygulanan vibrasyonun el bileğinde EPD'yi iyileştirdiğini gözlemişlerdir (Tripp, Faust & Jacobs, 2009).

Herhangi bir tedavi yönteminin ya da yardımcı tedavi aracının bir eklemin propriosepsiyonunu iyileştirmesi pek çok açıdan dikkate değer bir bulgudur. Bugüne kadar yapılan propriosepsiyon çalışmaları daha çok diz, ayak bileği ve omuz eklemleri üzerine yoğunlaşmıştır. Bu çalışmalarda elastik bandaj uygulamasının, breyslerin diz ve ayak bileği ekleminde propriosepsiyonu iyileştirdiğine yönelik bilgiler literatüre sunulmuştur (Gilchrist et al., 2008; Perla et al., 1995; Feuerbach et al., 1994; Fitzgerald et al., 2000; Tropp et al., 1985; Forestier et al., 2002). Herhangi bir yardımcı tedavi aracının normal bireylerde propriosepsiyonu iyileştirebiliyor olması, yaralanmalardan korunma ve sakatlıkları önleme açısından bakıldığında büyük katkı sağlayacak bir durum olarak değerlendirilir. Bugüne kadar sıcak uygulama eklem kontraktürlerinin açılması, dokuların relaksasyonu amacıyla fizik tedavide kullanılırken, propriosepsiyonu iyileştirme aracı olarak kullanılması ayrı bir tedavi konseptinin yerleşmesine neden olabilir. Artık sıcak sadece kontraktürleri açmak ya da bilinen diğer etkilerini ortaya koymak için değil, herhangi bir eklemden bozulan propriosepsiyonu düzeltmek ya da mevcut propriosepsiyonu daha yüksek düzeylere taşıyarak yaralanmaların önlenmesi amacıyla kullanılabilir.

Yıllar içerisinde spor yapan insan sayısının artmasıyla birlikte spor yaralanmalarıyla daha sık karşılaşılır olmuştur. Yaralanmaların tedavisi ekonomik anlamda ülkelere büyük yük getirmekte, tedavide her zaman %100 sonuca ulaşamaması ve belli oranlarda başarısız sonuçların bulunması, spora katılan kişilerin eski performanslarına ulaşamaması sonucunu doğurmaktadır. Bu nedenle spor yaralanmalarının önlenmesi kavramı, her geçen gün üzerinde daha fazla durulması gereken bir kavram olarak karşımıza çıkmaktadır. Bir spor yaralanmasını önlemek, ortaya çıkmış bir yaralanmayı tedavi etmekten çok daha önemli görülmektedir. Çünkü tedavi sırasında bazen cerrahi bazen konservatif yöntemler kullanılacak, hasta bu tedavilerin komplikasyon ve riskleriyle yüzleşecek, tedavi belli oranda başarılı olacak ve bütün bu tedavinin yapılabilmesi için ciddi bir işgücü kaybı ve ekonomik kayıp ortaya çıkacaktır. Oysa ilgili sakatlanmanın ya da yaralanmanın başta basit yöntemlerle önenebilir duruma getirilmesi yukarıda sayılan sorunları ortadan kaldıracaktır.

61 adet 1. lig bayan futbol takımının incelendiği ve 1435 sporcunun çalışmaya dahil edildiği Risberg ve ark.'nın çalışmasında, haftada 3 seans şeklinde uygulanan basit proprioseptif egzersizlerin ön çapraz bağ yaralanmalarını 3.3 kat azalttığı saptanmıştır (Risberg, Holm, Myklebust & Engebretsen, 2007). Bu gözle bakıldığında, bu kadar yüksek sayıda sporcusunda ön çapraz bağ yaralanması meydana gelseydi, o sporcuların sezon kayıpları, tedavi için harcanacak para ve zaman çok büyük bir külfet olacaktı. Ancak haftada 3 gün 3 seans şeklinde yapılabilen basit nöromusküler egzersizlerle bu çapraz bağ yaralanmaları 3.3 kat azaltılabilmiş, hem hastaların cerrahi tedaviden doğan risklerle yüzleşmeleri önlenmiş, hem sezon kayıpları önlenmiş hem de büyük bir ekonomik kazanç sağlanmıştır. Bu olgular tek tek ön çapraz bağ yaralanmasına uğrayıp tedavi edilseydiler bile, mevcut literatür bilgilerine göre, %10-20 oranında başarısız sonuçlarla karşılaşacaklar ve daha büyük bir oranda da eski performanslarına geri dönemeyeceklerdi. İşte herhangi bir basit yardımcı tedavi aracının, spor yaralanmalarını belli oranda engelliyor olması

bu açıdan bakıldığında büyük önem taşımaktadır.

Kaynak (2010) ve Özer (2007) tarafından yapılan çalışmalarda, basit sıcak uygulaması tekniğinin normal bireylerde bile proprioseptif düzeyi arttırdığı saptanmıştır. Bu artışın spor yaralanmalarının önlenmesinde önemli katkı sağlayacağı hipotez edilebilir ve bu yöntem bundan sonraki çalışmalarda da desteklenirse, spor yaralanmalarının önlenmesi amacıyla şematize edilip pratik uygulamaya geçilebilir. Böylelikle müsabakaya ya da antrenmana katılacak atletlere, özellikle üst ekstremitelerde sporcularına basit aralıklı sıcak uygulama seanslarının dirsek eklemlerine verilmesi, akut ya da kronik yaralanma sıklığını azaltabilir.

Akut ya da kronik spor yaralanmalarının eklemlerdeki proprioepsiyon duyusunu azalttığı bilinmektedir. Her ne kadar dirsek ekleminde proprioepsiyonla ilgili çalışma sayısı az olsa da, Juul-Kristensen ve ark. (2008), bir kronik yaralanma türü olan, sporcu dirseklerinde çok sık görülen ve tenisçi dirseği olarak bilinen rahatsızlıkta, proprioepsiyonun normal bireylere göre azaldığını göstermiştir. Eğer 15 dk'lık sıcak uygulaması normal deneklerde proprioepsiyonu iyileştiriyorsa, yaralanma sonucu proprioepsiyon düzeyi normalden daha da azalmış olgularda daha büyük etki sağlaması beklenebilir.

Normal bireylerde bulunan ısı uygulaması sonucu proprioseptif iyileşmenin, ileri çalışmalarla değişik dirsek rahatsızlıklarında denenmesi ve proprioseptif düzeye iyi gelişmediğinin anlaşılması, eğer varsa bu proprioseptif iyileşmenin klinik iyileşmeyle olan ilişkisinin ortaya konması, gelecek açısından büyük önem taşıyor görünmektedir.

Soğuk uygulamanın proprioepsiyona etkisini inceleyen çalışmaların tümünde proprioepsiyonu değerlendirmek için kullanılan yöntem EPD tekniğidir. Çalışmalar arasındaki bu farkların neden kaynaklandığı tam olarak açıklanamayabilir. Ancak proprioepsiyon ölçen ölçüm yöntemlerinin her birisi arasında belirgin farklılıkların olması ve mevcut ölçüm yöntemlerinin gerçek durumu yansıtmada ne kadar tutarlı ve geçerli olduğu hala tartışmalı bir konudur. Bu çalışmanın giriş bölümünde belirtildiği gibi proprioepsiyon ölçüm yöntemleri arasında ciddi çelişkiler bulunmakta ve bu çelişkiler farklı merkezlerde yapılan çalışmaların aynı konu üzerinde çalışılmış olsa da farklı sonuçların doğmasına neden olabilmektedir. Kaynak (2010)'ın çalışmasında soğuk uygulama 30 derecelik hedef açıda normale göre anlamlı derecede proprioseptif bozulmaya neden olmuşken 60 derecede belli oranda proprioseptif bozulma meydana gelmiş olsa da, aradaki farkın anlamlı olmadığı gözlemlendi. Eklemin farklı derecelerdeki proprioseptif algılama farklı farklı olabileceği için her iki hedef açının da her zaman bir dış etmeden proprioseptif anlamda aynı derecede etkilenemeyeceği düşünülebilir. Ancak yine de iki hedef açıdan birisinde soğuk uygulamanın proprioepsiyona anlamlı derecede kötüleştirilmiş olması literatüre önemli bir katkı gibi görülmektedir.

Önceki bazı çalışmalarda ölçüm yöntemi olarak AEPD testi kullanılmıştır. Bu teknik daha önce diğer eklemlerde uzun süre kullanılmış ve hala kullanılmaya devam eden, güvenilirliği ve tekrarlanabilirliği kabul edilmiş bir yöntemdir (Akaya, 2009; Özer, 2007; Ozturan, Yucel, Cakici, Guven & Sungur, 2010; Cox, 1994). Literatürde geçerli bir başka yöntem olan PHAE yöntemi ise daha çok ligament patolojilerinde tercih edilmektedir. Çünkü tetkik sırasında aktif hareket yoktur, ekstremiteye bir düzenek tarafından pasif hareket uygulanır ve bu nedenle statik olarak ligamentlerin patolojileri hakkında daha çok fikir sahibi olunduğu kuramlaştırılır. Özellikle aktif yöntemle kullanılan EPD ölçümlerinde ise eklem ve kas reseptörleri aynı anda

değerlendirilebilir. Bu nedenle bazı çalışmacılar AEPD testinin diğerlerine göre daha fonksiyonel olduğunu düşünmüşlerdir (Lephart, 1994). Dirsek eklemünde proprioepsiyonu değerlendiren sınırlı sayıdaki çalışmalardan bir tanesinde, Juul-Kristensen ve ark., sağlıklı bireylerde PHAE ve EPD testlerini karşılaştırmışlar ve hangi testin daha iyi olduğu konusunda yorum yapmışlardır (Juul-Kristensen et al., 2008). Çalışmacıların sonuçlarına göre PHAE testinin daha fazla önerilen bir teknik olduğu vurgulanmıştır. Buna karşın PHAE için gerekli söz konusu düzenek zor bulunmaktadır. Ayrıca EPD'nun kas ve diğer reseptörlerini daha fazla uyardığı düşünüldüğü için EPD testi tercih edilmektedir.

Ozman ve ark. (1996), proprioepsiyon ve soğuk uygulama ile ilgili yaptıkları çalışmada soğuk uygulamanın proprioseptif düzeyde herhangi bir değişiklik yapmadığını ve bu neden ile rehabilitasyon sırasında egzersizleri kolaylaştırma amacı ile soğuk uygulamanın rahatlıkla kullanılabileceğini savunmaktadır. Diğer çalışmaların sonuçları ise Ozmun ve ark.'nın diz eklemünde yaptıkları çalışmanın sonuçları ile çelişiyor görünmektedir. Kaynak (2010) ve Özer (2007)'in çalışmalarına göre soğuk uygulama proprioepsiyonu kötüleştirmekte ve bu neden ile rehabilitasyon sırasında soğuk uygulanan tekniklerde proprioepsiyonun kötüleştiğinin dikkate alınması gerekmektedir. İki çelişkili sonuç veren çalışma arasındaki bir başka fark ise her ne kadar çalışma yöntemi bir açı tekrarlama testi olsa da kullanılan teknik diğer çalışmalarda uygulanan teknikten oldukça farklıdır. Ozmun ve ark., belirli hedef açıların tekrarlanmasını değil, belirli hareket aralıklarının tekrarlanmasını test ederek farklı bir eklem açısı tekrarlama testi kullanmışlardır. Dolaysız ile söz konusu çalışmada deneklerden belirlenen hedef açının tekrarlanması değil, belirlenen hedef hareket aralığındaki başlangıç, pik ve son açının tekrarlanması istenmiş ve her bir ölçüm için bu üç açıdan sapmalar dikkate alınmıştır. İşte bu karmaşık test sistemi, diğer iki çalışma sonuçlarından farklı sonuçların bulunmasına neden olmuş olabilir.

Aslında soğuk uygulama spor yaralanmalarının rehabilitasyonlarında ve tedavisinde sık kullanılan yöntemlerden bir tanesidir. Rehabilitasyon ve tedavi amacı ile sık kullanılan bir yöntemin proprioepsiyonu kötüleştirdiğinin gösterilmesi pek çok açıdan büyük önem taşımakta ve anlam içermektedir. Spor hekimlerinin, fizyoterapistlerin ödemi giderme, ağrıyı azaltma amaçları ile çok sık başvurdukları buz uygulamasının proprioepsiyonu kötüleştirmesi, hastalara yaklaşımda başka bir bakış açısının gerekliliğini ortaya koymaktadır. Örneğin bir basketbol karşılaşmasında sahada yaralanan bir sporcunun hemen saha kenarında yaralanan eklemine soğuk uygulanması ve belirli bir süre sonrası tekrar sahaya sokularak oyuna devam etmesinin sağlanması çok sık karşılaştığımız pratik bir durumdur. Oysa bu yazıda bahsedilen çalışmaların sonuçları soğuk uygulamanın proprioepsiyonu kötüleştirdiğini göstermektedir. Ayrıca sportif performans arasında ya da hemen öncesinde uygulanan soğukun performansı bozduğunu gösteren çalışmalar da bulunmaktadır (Altun, Kaynak, Unal, Ozer & Akseki, 2014; Dewhurst et al., 2010; Bergh & Ekblom, 1979). Yaralanmanın etkisiyle zaten kötüleşmiş olan proprioepsiyonun buz uygulama ile daha da kötüleştirilmesi ve sonra sporcunun tekrar sahaya sokularak oyuna devam etmesinin sağlanması pratikte yaralanmaların sıklığı ve şiddetinin artmasına neden olabilir. Bu çalışmaların sonuçları ile yanıtı alınamayacak bir soru ise soğuk uygulamanın proprioepsiyon üzerine olan etkisinin ne kadar süre devam ettiğidir. Daha önceki çalışmalarda soğuk uygulamanın doku üzerinde ağrı, ödem, elastizite gibi etkilerinin farklı çalışmalarda 3 ila 30 dk sonra ortadan kalktığı bildirilmiştir (Grana, 1994; Oğuz, 2004). Eğer proprioepsiyonda benzer bir şekilde en

fazla 30 dakikalık bir süre bozuluyor ise bu dikkate değer bir durumdur. İleri çalışmalarla soğuk uygulamanın propriosepsiyonu kötüleştirici etkisinin belirli spor branşlarında ne kadar süre devam ettiği ortaya konulursa en azından bu süre içerisinde oyuncunun tekrar sahaya girmesi önlenerek yeni ve daha ciddi bir yaralanmadan kaçınması mümkün kılınabilir.

Tartışılması gereken bir başka nokta ise uygulanan sıcak ya da soğukun doku üzerinde etkisinin hangi derinlikte ve ne kadar süre devam ettiğidir. Tedavi amaçlı uygulamalarda uygun sıcak uygulama süresi 20-30dk aralığında belirtilmiştir (Higgins & Kaminski, 1998). Enwemeka ve ark. (Enwemeka et al., 2002) 20dk cold-pack uygulamasıyla yüzeysel doku sıcaklığının ağrı duyusunu azaltacak ve uyuşturacak kadar anlamlı biçimde azaldığını buldular. Yanagisawa ve ark. (Yanagisawa, Homma, Okuwaki, Shimao & Takahashi, 2007) 30dk soğuk uygulamanın (0-10-20°C) deri ısını ve derinin 8mm ve 18mm altında kaslar arasındaki ısıyı anlamlı derecede azalttığını gösterdiler. Myrer ve ark.'nın araştırmasında (Myrer, Draper & Durrant, 1994), 40°C sıcak suda 4dk ve 15.6°C soğuk su içinde 1dk bekletilen bacakta derinin 1cm altında kas ısısında anlamlı farklar oluşmamıştır. Sonraki araştırmalarında (Myrer, Measom, Durrant & Fellingham, 1997) daha iyi bir etki için cold-hot pack ile 5'er dakika uygulama denediler ve önceki çalışmalarında olduğu gibi fizyolojik değişim yaratacak kas içi ısı değişikliği için yeterli olmadığını doğruladılar. Başka çalışmalarda da benzer sonuçlar rapor edildi (Higgins & Kaminski, 1998; Wertz & Myrer, 1997). Bu çalışmalara göre uygulanan tedavi yöntemlerinin eklemdeki derin dokuya daha az ulaştığını ön görmek zor değildir. Dolayısı ile sıcak uygulamanın ya da soğuk uygulamanın temel etkisinin deri ve deri altı dokusundaki nörosensoryel arkta etkin olduğu söylenebilir. Bir başka deyişle önceki birçok çalışmada uygulanan sıcak ve soğuk uygulamalar derindeki bağ, kapsül ve ligamentleri yeteri kadar ısıtamamış ya da soğutamamış olabilir. Doğal olarak deri ve deri altındaki mekano reseptörlerin etkinliği daha fazla değişmiş ve proprioseptif süreçteki değişiklik daha çok yüzeysel dokulardaki mekanoreseptör aktivitesinden kaynaklanmış olabilir. Bu nedenle çalışmalarda kullanılan tedavi yöntemleri eklemdeki derin dokulara olan etkisini değerlendirmek kolay görünmemektedir. Yine de bu bir eksiklik değildir; çünkü yapılan çalışmaların hedefleri eklemdeki farklı katmanlarındaki dokuların propriosepsiyon düzeyinin sıcak ve soğuk uygulamalarından ne kadar etkilendiğini ortaya koymak değil, daha öncede ifade edildiği gibi günlük pratikte uygulanan, basit tedavi yöntemlerini propriosepsiyona olan etkisini değerlendirmektir. Rehabilitasyon amaçlı kullanılan tedavi teknikleri arasında derin soğutucu kavramı bulunmamaktadır. Ancak bunun aksine derin ısıtıcı kavramı bulunmaktadır. Doğal olarak yüzeysel sıcak uygulamanın propriosepsiyonu iyileştirmesi söz konusu ise, bundan sonra yapılacak başka çalışmalarda derin ısıtıcıların eklemdeki daha derinde bulunan bağ, eklem kapsülü, sinovya gibi dokuları ısıtarak propriosepsiyona etkisinin olup olmadığının araştırılması iyi bir bilimsel çalışma konusu gibi görünmektedir. Fizik tedavi araçları arasında yer alan biyotermi ve ultrason ile derin dokuların ısıtılmasının mümkün olduğu bilinmektedir. Yapılan çalışmalarda biyoterminin dokunun üç beş santim altına kadar, ultrasonun ise on santim altına kadar olan bölgeleri ısıtabildiği ve sıcaklığını arttırabildiği bildirilmiştir (Cox, 1994). Bu nedenle derin ısıtıcıların kullanıldığı çalışmalarda eklem kapsülünün ve diğer eklem ile ilgili dokuların propriosepsiyona ne kadar katıldığını ve propriosepsiyonu ne kadar etkilediğini değerlendirmek mümkün olabilir.

ÖNERİLER

Sonuç olarak soğuk uygulamanın, diz ve dirsek eklemde sağlıklı bireylerde propriosepsiyon düzeyini kötüleştirdiğini, sıcak uygulamanın ise iyileştirdiğini söyleyebiliriz. Bu bulgular spor yaralanmalarının önlenmesi ya da tedavisi sırasında dikkate alınmalıdır. Başka çalışmalarda sıcak uygulamanın önleyici ya da tedavi edici etkisi, soğuk uygulamaların ise propriosepsiyonu kötüleştirici etkisinin, yaralanmalarla olan ilişkisi incelenmeli, araştırılmalı ve bu yolla pratik yaşama geçirilmelidir.

Sıcak uygulamanın diz ve dirsek eklemi propriosepsiyonunu iyileştirmesi gelecekte spor bilimi ve sporcularla ilgili olarak bazı pratik uygulamalara yansiyabilir. Eğer başka çalışmalarla da desteklenirse, bu eklemlerin sık kullanıldığı sporlarda, aralıklı sıcak uygulamayla yaralanmaları önleme söz konusu olabilir. Yine bu eklemlerin, sık görülen sporla ilgili kronik aşırı kullanım sorunlarında sıcak uygulamanın etkinliği başka çalışmalarla araştırılmalıdır. Başka çalışmalarla desteklenirse aralıklı sıcak uygulamanın eklem propriosepsiyonuna ve klinik iyileşmeye katkısı olabilir.

Sahada yaralanma geçiren bir sporcunun yaralanma görülen eklemine, saha kenarında hızlı soğuk uygulayıp bir süre sonra bu analjezik etkiden yararlanarak sporcuyu tekrar oyuna sokmak sık yapılan bir pratik uygulamadır. Oysa bu yazıda bahsedilen çalışmalar, soğuk uygulamanın diz ve dirsek eklemde propriosepsiyonu kötüleştirdiğini göstermektedir. Geçirilen yaralanma nedeniyle zaten proprioseptif düzeyi kötüleşmiş olan bir oyuncuya tekrar soğuk uygulayarak propriosepsiyon düzeyini kötüleştirmek ve sonrasında sahaya geri göndermek ilerleyici ve daha kötü tekrar eden yaralanmalara neden olabilir. Bu bilgiler ışığında söz konusu uygulama tekrar gözden geçirilmelidir. Soğuk ya da sıcak uygulamanın propriosepsiyon üzerine olan etkisinin ne kadar süre devam ettiğini gösteren başka çalışmalar bu anlamda daha fazla katkı sağlayabilir.

Önceki çalışmalardan elde edilen bulgular gerek başka çalışmalara ışık tutabilecek nitelikte, gerekse bazı pratik uygulamaların tekrar değerlendirilmesini gerekli kılacak güçte görünmektedir.

KAYNAKLAR DİZİNİ

- Akaya, M. G. (2009). Patellofemoral ağrı sendromunda ısı uygulamasının dizin proprioseptif düzeyine etkisi. *CBÜ Tıp Fakültesi Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı Uzmanlık tezi* (s. 4-85). Manisa: Celal Bayar Üniversitesi.
- Akgun, U., Kocaoglu, B., Orhan, E. K., Baslo, M. B., & Karahan, M. (2008). Possible reflex pathway between medial meniscus and semimembranosus muscle: an experimental study in rabbits. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, Sep;16(9):809-814.
- Akseki, D., Erduran, M., Ozarlan, S., & Pinar, H. (2010). Parallelism of vibration sense with proprioception sense in patients with patellofemoral pain syndrome: a pilot study. *Eklem Hastalik Cerrahisi*, Apr;21(1):23-30.
- Altun, M., Kaynak, H., Unal, A. M., Ozer, M., & Akseki, D. (2014). Effect of Hot and Cold Applications on Jump Performance. *Türkiye Klinikleri J Sports Sci*, 6(1):14-23.
- Angoules, A. G., Mavrogenis, A. F., Dimitriou, R., Karzis, K., Drakoulakis, E., Michos, J., & Papagelopoulos, P. J. (2011). Knee proprioception following ACL reconstruction; a prospective trial comparing hamstrings with bone-patellar tendon-bone autograft. *Knee*, March 18(2): 76-82.
- Assimakopoulos, A. P., Katonis, P. G., Agapitos, M. V., & Exarchou, E. (1992). The innervation of the human meniscus. *Clin Orthop Relat Res*, Feb; (275):232-6.
- Aydoğ, S. T., Tetik, O., Atay, A. O., Demirel, H., Leblebicioğlu, G., & Doral, M. N. (2003). Proprioepsiyonun önemi ve değerlendirilmesi. *9.Ulusal Spor Hekimliği Kongresi, Kongre Kitabı* (s. 82). Ankara: Nobel Yayın Dağıtım.
- Badia, A., & Stennet, C. (2006). Sports-related injuries of the elbow. *J Hand Therapy*, 19: 206-227.
- Barden, J. M., Balyk, R., Raso, V. J., Moreau, M., & Bagnall, K. (2004). Dynamic upper limb proprioception in multidirectional shoulder instability. *Clin Orthop Relat Res*, Mar;(420): 181-9.
- Bastian, H. C. (1880). *The brain as an organ of mind*. London, England: Kegan Paul.

- Bell, C. (1826). On the nervous circle which connects the voluntary muscle with the brain. *Philos Trans*, 116: 163-173.
- Bergh, U., & Ekblom, B. (1979). Influence of muscle temperature on maximal muscle strength and power output in human skeletal muscles. *Acta Physiol Scand*, Sep 107(1):33-7.
- Beynon, B. D., Good, L., & Risberg, M. A. (2002). The effect of bracing on proprioception of knees with anterior cruciate ligament injury. *J Orthop Sports Phys Ther*, Jan; 32(1):11-5.
- Beynon, B. D., Renström, P. A., Konradsen, L., Elmqvist, L. G., Gottlieb, D., & Dirks, M. (2000). Validation of techniques to measure knee proprioception. S. M. Lephart, & F. H. Fu içinde, *Proprioception and neuromuscular control in joint stability*. (s. 127-39). Illinois: Human Kinetics.
- Boerboom, A. L., Huizinga, M. R., Kaan, W. A., Stewart, R. E., Hof, A. L., Bulstra, S. K., & Diercks, R. L. (2008). Validation of a method to measure the proprioception of the knee. *Gait Posture*, Nov;28(4):610-4. Epub 2008 Jun 2.
- Borsa, P. A., Lephart, S. M., Irrgang, J. J., Safran, M. R., & Fu, F. H. (1997). The effects of joint position and direction of joint motion on proprioceptive sensibility in anterior cruciate ligament deficiency athletes. *Am J Sports Med*, 25: 336-340.
- Boyd, I. A. (1954). The histological structure of the receptors in the knee joint of the cat correlated with their physiological response. *J Physiol*, 124:476-88.
- Brockett, C., Warren, N., Gregory, J. E., Morgan, D. L., & Proske, U. (1997). A comparison of the effects of concentric versus eccentric exercise on force and position sense at the human elbow joint. *Brain Res*, Oct 17;771(2):251-8.
- Castor, C. W., & Yaron, M. (1976). Connective tissue activation: VIII. The effects of temperature studied in vitro. *Arch Phys Med Rehabil*, 57(1): 5-9.
- Chmielewski, T. L., Hurd, W. J., Rudolph, K. S., Axe, M. J., & Snyder-Mackler, L. (2005). Perturbation training improves knee kinematics and reduces muscle co-contraction after complete unilateral anterior cruciate ligament rupture. *Phys Ther*, Aug;85(8):740-749.
- Coonrad, R. W. (1986). Tennis elbow. *Instr Course Lect*, 35:94-101.
- Cox, J. S. (1994). Heat Modalities. J. Delee, & D. Drez içinde, *Orthopaedic Sports Medicine: Principles and Practice* (s. Vol 1, 208-212). Philadelphia: W.B. Saunders Co.
- Çetinkaya, O. (2005). Medial menisküs yırtıklarında proprioepsiyon. *Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı Uzmanlık tezi* (s. 2-55). Manisa: CBÜ Tıp Fakültesi.
- Dewhurst, S., Macaluso, A., Gizzi, L., Felici, F., Farina, D., & De Vito, G. (2010). Effects of altered muscle temperature on neuromuscular properties in young and older women. *Eur J Appl Physiol*, 108:451-458.
- Dover, G., & Powers, M. E. (2004). Cryotherapy does not impair shoulder joint position sense. *Arch Phys Med Rehabil*, Aug;85(8):1241-6.
- Duchenne, P. (1883). Paralysis of muscular and articular sensibility. G. V. Poore içinde, *Selections from the clinical works of Dr. Duchenne* (s. 378-398). London: New Sydenham society.
- Dyhre-Poulsen, P., & Krogsgaard, M. R. (2000). Muscular reflexes elicited by electrical stimulation of the anterior cruciate ligament in humans. *J Appl Physiol*, 89(6):2191-2195.
- Easterbrook, M. (1981). Eye injuries in rocket sports. *Int Ophthalmol Clin*, 4: 87.
- Enwemeka, C. S., Allen, C., Avila, P., Bina, J., Konrade, J., & Munns, S. (2002). Soft tissue thermodynamics before, during, and after cold pack therapy. *Med and Sci in Sports and Exercise*, 34(1): 45-50.
- Feuerbach, J. W., Grabiner, M. D., Koh, T. J., & Weiker, G. G. (1994). Effect of ankle orthosis and ankle ligament anesthesia on ankle joint proprioception. *Am J of Sports Med*, Mar-Apr;22(2):223-9.
- Fitzgerald, G. K., Axe, M. J., & Mackler, L. S. (2000). The efficacy of perturbation training in nonoperative anterior cruciate ligament rehabilitation programs for physically active individuals. *Physical Therapy*, 80, 2: 128-140.
- Forestier, N., Teasdale, N., & Novgier, V. (2002). Alteration of the position sense at the ankle induced by muscular fatigue in humans. *Med Sci Sports Exerc*, Jan;34(1):117-22.
- Garn, S. N., & Newton, R. A. (1998). Kinesthetic awareness in subjects with multiple ankle sprains. *Phys Ther*, 68:1667-71.
- Gilchrist, J., Mandelbaum, B. R., Melancon, H., Ryan, G. W., Silvers, H. J., Griffin, L. Y., . . . Dvorak, J. (2008). A randomized controlled trial to prevent noncontact anterior cruciate ligament injury in female collegiate soccer players. *Am J Sports Med*, Aug;36(8):1476-83.
- Grana, W. A. (1994). Therapeutic modalities. In J. C. DeLee, & D. Drez, *Orthopaedic Sports Medicine, Principles and Practise*. (pp. 1: 203-257). Philadelphia: W.B. Saunders.
- Grigg, P., & Hoffman, A. H. (1982). Properties of Ruffini afferents revealed by stress analysis of isolated sections of cat knee capsule. *J Neurophysiol*, 47:41-54.
- Halata, Z., & Groth, H. P. (1976). Innervation of the synovial membrane of the cats joint capsule: An ultrastructural study. *Cell Tissue Res*, 169:415-18.
- Halata, Z., & Haus, J. (1989). The ultrastructure of sensory nerve endings in human anterior cruciate ligament. *Anat Embryol (Berlin)*, 179:415-21.
- Hepp-Reymond, M. C., Chakarov, V., Schulte-Mönting, J., Huethe, F., & Kristeva, R. (2009). Role of proprioception and vision in handwriting. *Brain Res Bull*, Aug 14;79(6):365-70.
- Higgins, D., & Kaminski, T. W. (1998). Contrast therapy does not cause fluctuations in human gastrocnemius intramuscular temperature. *J Athletic Training*, 33(4); 336-340.
- Higgins, D., & Kaminski, T. W. (1998). Contrast therapy does not cause fluctuations in human gastrocnemius intramuscular

- temperature. *J Athletic Training*, 33(4), 336–340.
- Hopper, D., Whittington, D., & Davies, J. (1997). Does ice immersion influence ankle joint position sense? *Physiother Res Int*, 2(4):223-36.
- Horlings, C. G., Carpenter, M. G., Honegger, F., & Allum, J. H. (2009). Vestibular and proprioceptive contributions to human balance corrections: aiding these with prosthetic feedback. *Ann N Y Acad Sci*, May;1164:1-12.
- Iwase, T., & Ikata, T. (1985). Baseball elbow of young players. *Tokushima J Exp Med*, Dec;32(3-4):57-64.
- Jerosch, J., & Prymka, M. (1996). Proprioception and joint stability. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 4(3), 171-179.
- Jerosch, J., Schmidt, K., & Prymka, M. (1997). Proprioceptive capacities of patients with retropatellar knee pain with special reference to effectiveness of an elastic knee bandage. *Unfallchirurgica*, Sep;100(9):719-23.
- Johansson, H. (2000). Peripheral Afferents of the Knee: Their Effects on Central Mechanisms Regulating Muscle Stiffness, Joint Stability, and Proprioception and Coordination. S. M. Lephart, & F. H. Fu içinde, *Proprioception and neuromuscular control in joint stability* (s. 5-22). USA: Human Kinetics.
- Juul-Kristensen, B., Lund, H., Hansen, K., Christensen, H., Danneskiold-Samsøe, B., & Bliddal, H. (2008). Poorer elbow proprioception in patients with lateral epicondylitis than in healthy controls: a cross-sectional study. *J Shoulder Elbow Surg*, Jan-Feb;17(1 Suppl):72-81 Epub 2007 Nov 26.
- Kaminski, T. W., Buckley, B. D., Powers, M. E., Hubbard, T. J., & Ortiz, C. (2003). Effect of strength and proprioception training on eversion to inversion strength ratios in subjects with unilateral functional ankle instability. *Br J Sports Med*, 37(5):410-5.
- Karahan, M., Kocaoglu, B., Cabukoglu, C., Akgun, U., & Nuran, R. (2010). Effect of partial medial meniscectomy on the proprioceptive function of the knee. *Arch Orthop Trauma Surg*, Mar;130(3): 427-31.
- Kaynak, H. (2010). Sıcak ve Soğuk Uygulamaların Dirsek Eklemi Eklem Pozisyon Duyusuna Etkisi. *Sağlık Bilimleri Enstitüsü Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi* (s. 1-45). Celal Bayar Üniversitesi.
- Khabele, V., Schwartz, M. C., Rokito, A. S., Gallagher, M. A., Cuomo, F., & Zuckerman, J. D. (1998). The effect of intraarticular anesthesia and elastic bandage on elbow proprioception. *J Shoulder Elbow Surg*, Sep-Oct;7(5):501-4.
- Knobloch, K., Martin-Schmitt, S., Gössling, T., Jagodzinski, M., Zeichen, J., & Krettek, C. (2005). Prospective proprioceptive and coordinative training for injury reduction in elite female soccer. *Sportverletz Sportschaden*, Sep;19(3):123-9.
- Knox, J. J., Beilstein, D. J., Charles, S. D., Aarseth, G. A., Rayar, S., Treleaven, J., & Hodges, P. W. (2006). Changes in head and neck position have a greater effect on elbow joint position sense in people with whiplash-associated disorders. *Clin J Pain*, Jul-Aug;22(6):512-8.
- Konradsen, L., & Ravn, J. B. (1991). Prolonged peroneal reaction time in ankle instability. *Int J Sports Med*, Jun;12(3):290-292.
- Lehmann, J. F., & De Lateur, B. J. (1990). Therapeutic heat. J. F. Lehmann içinde, *Therapeutic Heat and Cold* (s. 417-562). Baltimore: Williams and Wilkins.
- Lehmann, J. F., Brunner, G. D., & Stow, R. W. (1958). Pain threshold measurements after therapeutic application of ultrasound, microwaves and infrared. *Arch Phys Med Rehabil*, Sep;39(9):560-5.
- Lephart, S. M. (1994). Reestablishing proprioception, kinesthesia, joint position sense, and neuromuscular control in rehabilitation. W. E. Prentice içinde, *Rehabilitation Techniques in Sports Medicine* (s. 118-125). St Louis: CV Mosby.
- London, B. M., Jordan, L. R., Jackson, C. R., & Miller, L. E. (2008). Electrical stimulation of the proprioceptive cortex (area 3a) used to instruct a behaving monkey. *IEEE Trans Neural Syst Rehabil Eng*, Feb;16: 32–36.
- Mense, S. (1978). Effects of temperature on the discharges of muscle spindles and tendon organs. *Pflugers Arch*, May 374(2): 159-166.
- Mine, T., Kimura, M., Sakka, A., & Kawai, S. (2000). Innervation of nociceptors in the menisci of the knee joint. *Arch. Orthop Trauma Surg*, 120:204-210.
- Myrer, J. W., Draper, D. O., & Durrant, E. (1994). Contrast therapy and intramuscular temperature in the human leg. *J Athletic Training*, 29(4): 318–322.
- Myrer, J. W., Measom, G., Durrant, E., & Fellingham, G. W. (1997). Cold- and hot-pack contrast therapy: subcutaneous and intramuscular temperature change. *J Athletic Training*, 32(3); 238–241.
- Oğuz, H. (2004). Tedavide sıcak ve soğuk. H. Oğuz içinde, *Tıbbi rehabilitasyon* (s. 333-353 (2. Baskı Cilt-1)). İstanbul: Nobel Tıp Kitabevleri.
- Ozmun, J. C., Thieme, H. A., Ingersoll, C. D., & Knight, K. L. (1996). Cooling does not affect knee proprioception. *J Athl Train*, Jan-Mar; 31(1): 8–11.
- Özer, M. (2007). Sıcak ve Soğuk Isı Uygulamasının Diz Eklemi Propriyosepsiyonuna Etkisi. *Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi* (s. 3-39). Manisa: CBÜ Sağlık Bilimleri Enstitüsü.
- Perlau, R., Frank, C., & Fick, G. (1995). The effect of elastic bandages on human knee proprioception in the uninjured population. *Am J Sports Med*, 23: 251-255.
- Pitman, M. I., Nainzadeh, N., Menche, D., Gasalberti, R., & Song, E. K. (1992). The intraoperative evaluation of the neurosensory function of the anterior cruciate ligament in humans using somatosensory evoked potentials. *Arthroscopy*, 8(4):442-7.
- Priest, J. D., Braden, V., & Gerberich, J. G. (1980). The elbow and tennis, Part 1: An analysis of players with and without pain. *Physician and Sportsmedicine*, 8(4):80-91.
- Risberg, M. A., Holm, I., Myklebust, G., & Engebretsen, L. (2007). Neuromuscular training versus strength training during first 6 months after anterior cruciate ligament reconstruction: a randomized clinical trial. *Phys Ther*, Jun; 87(6):737-50.

- Riva, D., Rossittob, F., & Battocchia. (2009). Postural muscle atrophy prevention and recovery and bone remodelling through high frequency proprioception for astronauts. *Acta Astronautica*, 65:813–819.
- Roberts, D., Ageberg, E., Andersson, G., & Fridén, T. (2003). Effects of short-term cycling on knee joint proprioception in healthy young persons. *Am J Sports Med*, Nov-Dec; 31(6): 990-4.
- Rokito, A. S., Birdzell, M. G., Cuomo, F., Di Paola, M. J., & Zuckerman, J. D. (2010). Recovery of shoulder strength and proprioception after open surgery for recurrent anterior instability: a comparison of two surgical techniques. *J Shoulder Elbow Surg*, Jun;19(4):564-9.
- Rosenkranz, K., Butler, K., Williamson, A., Cordivari, C., Lees, A. J., & Rothwell, J. C. (2008). Sensorimotor reorganization by proprioceptive training in musician's dystonia and writer's cramp. *Neurology*, Jan 22;70(4):304-15.
- Sandrey, M. A., & Kent, T. E. (2008). The effects of eversion fatigue on frontal plane joint position sense in the ankle. *J Sport Rehabil*, Aug;17(3):257-68.
- Schultz, R. A., Miller, D. C., Kerr, C. S., & Micheli, L. (1984). Mechanoreceptors in human cruciate ligaments. A histological study. *J Bone Joint Surg*, 1072-1076.
- Sharma, L. (1999). Proprioceptive impairment in knee osteoarthritis. *Rheum Dis Clin North Am*, 25(2):299-314.
- Sherrington, C. S. (1906). On the proprioceptive system, especially in its reflex aspect. *Brain*, 29: 1-28.
- Tripp, B. L., Faust, D., & Jacobs, P. (2009). Elbow joint position sense after neuromuscular training with handheld vibration. *J Athl Train*, Nov-Dec; 44(6): 617–623.
- Tropp, H., Askling, C., & Gillquist, J. (1985). Prevention of ankle sprains. *Am J Sports Med*, 13:259-62.
- Uchio, Y., Ochi, M., Fujihara, A., Adachi, N., Iwasa, J., & Sakai, Y. (2003). Cryotherapy influences joint laxity and position sense of the healthy knee joint. *Arch Phys Med Rehabil*, Jan;84(1):131-5.
- University of Pittsburgh Medical Center, M. (2008, Apr 17). *University of Pittsburgh/UPMC Sports Medicine Researchers Create Human Performance Research Laboratory For Naval Special Warfare*. Medical News Today: <http://www.medicalnewstoday.com/articles/104347.php> adresinden alındı
- Verhagen, E., Beek, A., Twisk, J., Bouter, L., Bahr, R., & van Mechelen, W. (2004). The effect of a proprioceptive balance board training program for the prevention of ankle sprains: A prospective controlled trial. *Am J Sports Med*, Sep;32(6): 1385-93.
- Wenger, C. B., & Hardy, J. D. (1990). Temperatuer regulation and exposer to heat and cold. J. F. Lehmann içinde, *Therapeutic Heat and Cold*. (s. 150-178). Baltimore: Williams and Wilkins.
- Wertz, A. S., & Myrer, J. W. (1997). Intramuscular and Subcutaneous Temperature Changes in the Human Leg due to Contrast Hydrotherapy. *J Athletic Training*, Apr-Jun97 Supplement, 32(2), 33.
- Whitton, T. L., Johnson, R. W., & Lovell, A. T. (2005). Use of the Rydel-Seiffer graduated tuning fork in the assessment of vibration threshold in postherpetic neuralgia patients and healthy controls. *Eur J Pain*, Apr;9(2):167-71.
- Yanagisawa, O., Homma, T., Okuwaki, T., Shimao, D., & Takahashi, H. (2007). Effects of cooling on human skin and skeletal muscle. *Eur J Appl Physiol*, 100:737–745.
- Zimny, M. L. (1988). Mechanoreceptors in articular tissues. *Am J Anat*, 182:16-32.
- Zimny, M. L., Albright, D., & Dabezies, E. (1988). Mechanoreceptors in the human medial meniscus. *Acta Anat (Basel)*, 133:35-40.
- Zimny, M. L., Schutte, M., & Dabezies, E. (1986). Mechanoreceptors in the human anterior cruciate ligament. *Anat Rec*, 214:204-209.