




Spor Teknolojisi ve İnovasyon ile Kas Yaralanmaları Engellenebilir mi?

Can Muscle Injuries be Prevented by Sports Technology and Innovation ?

 Osman ATEŞ^a,
 Anıl IŞIK^b,
 Kubilay TOPÇUOĞLU^c

^aİstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa Spor Bilimleri Fakültesi, Antrenörlük Eğitimi Bölümü, İstanbul, TÜRKİYE
^bAcibadem Sports Sporcu Sağlığı Merkezi, İstanbul, TÜRKİYE
^cMarmara Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi, İstanbul, TÜRKİYE

Yazışma Adresi/Correspondence:
Anıl IŞIK
Acibadem Sports
Sporcu Sağlığı Merkezi,
İstanbul, TÜRKİYE
anil.isik@acibademsports.com.tr

ÖZET Bilim ve teknoloji hayatın her alanında olduğu gibi, spor yaralanmalarını önleme konusunda da spor dünyasıyla entegre olmuş durumdadır. Sporcuların, yöneticilerin ve taraftarların yüksek performans beklentisi nedeniyle teknolojik araçlar spor dünyasında önemli bir rol oynamaktadır. Sporcuların antrenman ve müsabaka verileri ile birlikte test ve ölçümler aracılığıyla elde edilen tüm verilerin değerlendirilmesi, yaralanmalardan korunma ve antrenman programı dizaynı için kullanılması sporcu monitörizasyonu kavramını oluşturmaktadır. Antrenman ve müsabaka sırasında elde edilen dış yük ve fiziksel verilerin analizi için kullanılan tüm sistemlere EPTS adı verilmektedir. EPTS ile birlikte kalp hızı değişkenliği ölçümleri, biyomarker ölçümleri, kuvvet ölçüm teknolojileri, sıçrama testleri, kas sertliği ölçümleri ve termal kamera ölçümlerinin spor bilimleri alanında sıkça kullanılmasıyla birlikte tüm bu teknolojiler sporcu monitörizasyonun bir parçası olarak tercih edilmeye başlanmıştır. Spor teknolojisi alanındaki trendlerin çok iyi incelenmesi, hangi monitörizasyon verilerinin hangi hedefler ile takip edileceğine karar verilmesi ve bu takibi sağlayabilecek en pratik, hızlı ve basit teknolojilerin seçilmesi yaralanmaların inovasyon ile engellenebilmesi adına atılacak ilk adımlar olmalıdır. Sonuç olarak, teknolojinin sporcu yaralanmalarını tamamıyla engelleyeceğini söylemek zor olsa da, yaralanmaların öngörülmesinde ve azaltılmasında etkili bir yardımcı bileşen olarak kullanılabileceğini söylemek yanlış olmayacaktır.

Anahtar Kelimeler: Teknoloji; spor yaralanmaları; koruyucu hekimlik; takip, fizyolojik veri analizi

ABSTRACT Science and technology are integrated with the sports world in terms of preventing sports injuries, as in all areas of life. Technological tools play an important role in the sports world due to the high performance expectations of athletes, managers and fans. Evaluation of all athlete data obtained through the tests and measurements together with the training and competition to prevent injuries and to design training programs constitutes the concept of athlete monitoring. All technologies used to analyse external load and physical data gathered from training and competition are called EPTS. Also with the frequent use of heart rate variability and biomarker measurements, strength screening technologies, jump tests, muscle stiffness measurements and thermal camera screening in the field of sports science, all these technologies have started to be preferred as a part of athlete monitoring process. Being aware of trends in sports technology, deciding which monitoring metrics will be followed depending on the needs and choosing the most practical, fast and simple technologies that can provide this follow-up should be the first steps to prevent injuries with innovation. In conclusion, although it is difficult to say that technology will prevent sports injuries completely, it would not be wrong to say that it can be used as an effective and helpful component in reducing injuries.

Keywords: Technology; athletic injuries; preventive medicine; monitoring, physiologic data analysis

TEKNOLOJİ VE İNOVASYON

Teknoloji; bilim ve uygulama arasında bir köprü görevi gören, bilimsel ve sistematik bilgilerin pratik alanlarda sistemli bir şekilde uygulanması olarak tanımlanmaktadır.¹ Teknik, ekonomik ve sosyal süreçler bütünü olan inovasyon ise bilginin ekonomik ve toplumsal faydaya dönüştürülmesi olarak tanımlanmaktadır.² Teknolojik inovasyon ise yeni bir ürünün veya sürecin geliştirilmesi, mevcut ürün ve sü-

KAYNAK GÖSTERMEK İÇİN:

Ateş O, Işık A, Topçuoğlu K. Spor teknolojisi ve inovasyon ile kas yaralanmaları engellenebilir mi?. Dönmez G, editör. Sporcularda Kas Yaralanmalarına Güncel Yaklaşım. 1. Baskı. Ankara: Türkiye Klinikleri; 2021. p.131-5.

reçlerde teknolojik değişikliklerin yapılması olarak değerlendirilmektedir.³

SPOR VE SPOR YARALANMALARI

Bireyin sağlık durumunu ve fiziksel performansını geliştiren hareketler bütünü spor olarak adlandırılır.⁴ Spor yaralanmaları, vücudun tolere edebileceği şiddetin üzerinde bir direnç ile karşılaşması veya dayanıklılık yetisi sınırlarının aşılması neticesinde vücudun tamamında veya bir bölümünde ortaya çıkan hasarın kolektif adıdır. Spor yaralanmalarının genellikle kas iskelet sistemini etkilediği ve sıklıkla alt ekstremitelerde kas tendon yaralanmaları olarak karşımıza çıktığı bilinmektedir. Genellikle saha ve zeminlerin uygun kalitede olmaması ve sporcunun, spora özgü azami fizyolojik ve biyomotor ihtiyaçları karşılayamaması sonucunda gerçekleşmektedir.⁵

SPOR VE SPOR YARALANMALARINDA TEKNOLOJİ KULLANIMI

Bilim ve teknoloji hayatın her alanında olduğu gibi, spor yaralanmalarını önleme konusunda da spor dünyasıyla entegre olmuş durumdadır. Sporcuların, yöneticilerin ve taraftarların yüksek performans beklentisi nedeniyle teknolojik araçlar spor dünyasında daha önemli bir rol oynamaya başlamıştır. Sporcuların yetenekleri ve antrenman durumları, performans çıktılarını doğrudan etkilemektedir. Performans çıktılarının sürekliliği sporcuların yaralanmalardan korunmasıyla mümkün olmaktadır. Bu nedenle teknoloji, performansını geliştirip daha iyi hale getirmek ve spor yaralanmalarını azaltmak için etkili bir çözüm olarak kullanılabilir.⁶

Spor alanında, bilim ve teknolojiden yararlanarak sporcuların antrenman ve müsabaka sırasında gösterdikleri fizyolojik ve psikolojik tepkilerin takip edilip değerlendirilmesi kaçınılmaz hale gelmiştir. Bu durum spor teknolojisindeki son gelişmeler ile birlikte, sporcu performansının geliştirilmesi ve yaralanmaların azaltılması adına yeni ürünlerin ortaya çıkmasına sebep olmuştur. Son yıllarda spor bilimcilerin teknoloji vasıtasıyla sporcular hakkında elde ettikleri birçok veri, antrenman planlarının organizasyonunda ve yaralanmalardan korunma safhasında monitörizasyon kavramının anlaşılmasını zorunlu hale getirmiştir. Sporcuların antrenman ve müsabaka verilerinin yanı sıra yapılan testler ve ölçümler aracılığıyla elde edilen tüm verilerin birlikte değerlendirilerek, yaralanmalardan korunma ve antrenman programlarının dizayn edilebilmesi için kullanılması monitörizasyon kavramının temelinde yatmaktadır.

Monitörizasyon, iç ve dış yüklerin birlikte değerlendirilmesi sonucu oluşmaktadır. Dış yük; sporcunun kat ettiği toplam mesafe, sprint sayısı, antrenman hacmi, kaldırdığı ağırlık, set sayısı, sıçrama test sonuçları gibi parametrelerden oluşmaktadır. İç yük ise; kalp atımı, kalp hızı değişkenliği, biyokimyasal ölçümler ile ortaya çıkan sporcunun maruz kaldığı fizyolojik stresi işaret etmektedir. Dış yük yanıtları benzer olan sporcular aynı antrenmana farklı iç yük yanıtları verebileceğinden, sporcuların monitörizasyonunda iç ve dış yüklerin birlikte değerlendirilip yorumlanması gerekmektedir.⁷ Sporcularda iç ve dış yüklerin tespit edilmesi adına birçok test ve teknoloji bulunmaktadır. Bu değerlendirme yöntemlerinden hiçbiri tek başına bir anlam ifade etmez.⁸ Birçok yöntem belirtilmiş olsa da, spor branşının gereklilikleri ve sporcu ön planda tutularak bu iki parametreye özgü bir monitörizasyon süreci planlanmalıdır.

EPTS TEKNOLOJİLERİ

Sporcuların antrenman ve müsabakalardaki dış yük ve fiziksel verilerinin analizi için kullanılan tüm sistemlere EPTS (Electronic Performance Tracking Systems) adı verilmektedir. Bu teknolojilerden en yaygın kullanılanı ise GPS (Global Positioning System) ve akselerometre bazlı oyuncu takip sistemidir. GPS sistemlerinin kullanımı, sporcuların maruz kaldıkları dış yükün kontrol edilerek yaralanmaların minimize edilmesi ve performans artışı üzerindeki olumlu etkileri sayesinde daha da yaygınlaşmıştır. Çeşitli branşlardan farklı kulüpler ve performans antrenörleriyle yapılan bilimsel araştırmalar sonucunda katılımcıların %43'ü monitörizasyonun bir parçası olarak GPS sistemini kullandıklarını ifade etmişlerdir. Bununla birlikte Amerika, Avustralya ve Avrupa'da futbol takımları üzerinde yapılan bir başka çalışmada 41 spor kulübünün 40'ı her antrenman ve müsabakada GPS sistemini kullandıklarını belirtmişlerdir.⁹ GPS sistemi sporculara giydirilen bir yelek ve yeleğin arka, sırtın üst kısmında yer alan cebe yerleştirilen bir sensör ve bu sensörlere sürekli sinyaller gönderen bir dizi uydu vasıtasıyla çalışır.¹⁰ Sensörler bu uydulardan gelen sinyalleri yazılıma entegre ederek kat edilen mesafeleri ve hızları hesaplar.

GPS sensörlerinin yelek formunda kullanımı esnasında sporcu kaynaklı hoşnutsuzluklar ortaya çıkabildiğinden ayakkabılara monte edilebilen daha küçük cihazların geliştirilmesi, bu sorunların ortadan kaldırılmasına yardımcı olacaktır. GPS sistemleri ile hızlanma, yavaşlama sprint, yüksek şiddetli koşu sayısı, bölgesel ısı haritası, kalori miktarı, farklı hız aralıklarında kat edilen mesafeler ve koşu asimetrisi tespit edilebilmektedir.¹¹ Performansın ta-

kibi, antrenmanın şiddet ve hacminin kontrol altında tutulabilmesi, antrenman planlarının dizayn edilebilmesi ve sporcuların yaralanma risklerinin analiz edilebilmesi adına atletik performans antrenörleri ve spor bilimciler tarafından sıklıkla kullanılabilirlerdir.

KALP HIZI DEĞİŞKENLİĞİ ÖLÇÜMÜ

Kalp hızı değişkenliği (HRV) kardiyak otonom dengesinin bir göstergesidir ve ard arda gelen iki kalp vuruşu arasındaki sürenin değişimi olarak tanımlanmaktadır. Sempatik ve parasempatik denge yoluyla kardiyovasküler fonksiyonu kontrol eder ve 1 dakikadan daha kısa bir süre içerisinde sırtüstü yatarak, oturarak veya ayakta durur pozisyonlarda yapılabilirlerdir.

HRV cevabında meydana gelen akut düşüşlerin temel sebebi yüksek şiddet ve hacimde gerçekleşen antrenman veya müsabakalar sonucu oluşan yorgunluk ve toparlanmanın yetersiz kalması olarak gösterilebilirken, HRV cevabında meydana gelen artışın ise parasempatik sinir sistemi baskınlığının artışı, antrenman adaptasyonunun ve performans artışı olarak gösterilebilirlerdir.¹² Spor bilimcilerin ve atletik performans antrenörlerinin HRV'ye olan ilgisi gün geçtikçe artmaktadır. Akıllı telefon uygulamaları, kalp atım hızı monitörleri gibi modern teknoloji kullanımının bu alanda güvenilir sonuçlar vermesi ve verilere ulaşmanın kolay olması HRV'nin sporcu monitörizasyonunda kullanılmasının önünü açmaktadır.¹³

BİYOMARKER ÖLÇÜMLERİ

Sporcu monitörizasyonunda çeşitli biyomarker ölçümleri de kullanılmaktadır. Bu ölçümlerden en güvenilir cevabı elde edebilmek için haftada en az 1 kez yapılması önerilmektedir.¹⁴ Kan biyomarkerları (kreatin kinaz, laktat) ve tükürük biyomarkerları (Ig A, kortizol, testosteron, Na) sıklıkla analiz edilen ve kullanılan biyomarkerlardır. Bu ölçümlerin yaş, cinsiyet, beslenme ve antrenman durumu, çevresel faktörler gibi unsurlardan doğrudan etkilenebileceği mümkün olduğundan bu durumlar göz önünde bulundurularak yapılmasında fayda olduğu düşünülmektedir.¹⁵

Kan ve tükürük ölçümlerinin cevaplarının arasında güçlü bir korelasyon vardır. Antrenörlerin tercihi ise ölçümlerin daha kolay elde edilmesi sebebiyle tükürük ölçümleridir. Ayrıca tükürük numuneleri biyolojik olarak aktif serbest hormon seviyelerinin analiz edilmesine de izin vermektedir. Birçok sporcu kan alımını stresli bulur ve bu durum stres hormonunun da yükselmesine neden olduğundan daha az tercih edilmektedir.¹⁶ İdrar analizi ise belirli hormonal ve biyokimyasal belirteçleri ölçmek için nispeten inzavif olmayan başka bir yöntemdir.¹⁷

KUVVET ÖLÇÜM TEKNOLOJİLERİ

Kas kuvveti; performans çıktısının temelinde bulunan ve modern sporun en önemli unsurlarından biridir. Çoğu spor branşında ani dönüş, sprint, hızlanma, yavaşlama, kontakt, sıçrama gibi yüksek şiddetli aktiviteler bulunmaktadır. Bu durum alt ekstremiteleri yüksek stres altında bırakmaktadır. Bu denli bir mekanik yüke maruz kalan sporcunun yaralanma riskini azaltmak ve performans artışı sağlamak için dengeli bir kuvvet ihtiyacı vardır. Spor yaralanmalarını azaltmak için öncelikle yaralanma mekanizmasının ve risk faktörlerinin doğru şekilde tespit edilmesi gerekmektedir.

Yapılan çalışmalar sporcuların geçirdiği yaralanmaların çoğunun alt ekstremitelerde ve kas asimetrisi sebebiyle hamstring ve addüktör kas grubunda gerçekleştiğini göstermektedir.¹⁸ Bu durum kuvvet asimetrisi verilerini kolayca elde etmemizi sağlayan ölçüm teknolojilerinin kullanımını, yaralanmalardan korunma hususunda önemli hale getirmektedir. Uzun yıllar boyunca kullanılan izometrik kas kuvvet ölçümlerinin yanı sıra son dönemde ekسانtrik ve otomatize izometrik kas kuvveti ölçüm teknolojileri çok daha popüler hale gelmiştir.

Hamstring Eksantrik Kuvvet Ölçüm Teknolojisi; Bu teknolojinin çıkış noktası, nordic curl egzersizidir. Bu egzersiz hamstring kas grubunda yüksek düzeyde ekسانtrik kuvvet üretimi sağlaması sebebiyle yaralanmaları azaltmada etkili olduğu yapılan çalışmalar sonucu bilinmektedir. Aynı zamanda nordic curl egzersizinin hamstring/kuadriseps asimetrisini düşürerek de yaralanmaları azaltma konusunda etkili olduğu yine yapılan çalışmalarca saptanmıştır.¹⁹

Hamstring ekسانtrik kuvvetinin yanında son dönemde yaralanmaların önlenmesi adına monitörizasyon amacı ile sıklıkla kullanılan bir başka yöntem de Addüktör Sıkıştırma Testi'dir. Bu test otomatize izometrik kas kuvveti ölçüm cihazları sayesinde en az hata payı ile yapılabilir ve, çok daha ulaşılabilir basit bir yöntem ile de sıklıkla uygulanmaktadır.

Bu uygulama 45°'de bacaklar arasında konumlandırılmış bir sfigmomanometre yardımıyla sırtüstü pozisyonda yapılmaktadır. Sporcu; manşonu kasıklarıyla olabildiğince sert bir şekilde sıkar ve ulaşılan maksimum basınç kaydedilir. Yapılan çalışmalarda alt ekstremitelerdeki kuvveti ve test esnasında gerçekleşen kasık ağrısı seviyeleri arasında bir ilişki bulunmuştur. Yine yapılan bir çalışmada; oynanan resmi bir ragbi müsabakasından 2 gün sonra tekrarlanan ölçümlerde değerlerde düşüş tespit edilmiştir. Bu durum testin yorgunluğa karşı hassas olduğunun bir göstergesi olarak kabul edilmiştir.²⁰

SIÇRAMA TESTLERİ

Nöromüsküler yorgunluğu saptamaya yönelik testler, sporcu monitörizasyonu için performans sporlarında yaygın olarak kullanılmaktadır. Nöromüsküler yorgunluk; sinir kas ileti hızındaki azalmayı ifade eder ve bunun sonucunda güç çıktısında bir düşüş meydana gelir.²¹ Nöromüsküler yorgunluk sebebiyle meydana gelen kas ve bağ yaralanmalarını öngörmek ve azaltmak amacıyla saha ve salon ortamında kolayca yapılabilecek sıçrama testleri bulunmaktadır. Sıçrama matları, ivme ölçerler, akıllı telefon uygulamalarının yardımıyla bu testler kolayca yapılabilmektedir.

Sporcularda nöromüsküler yorgunluğu değerlendirmede dikey sıçrama testleri sıklıkla kullanılmaktadır. Yapılan bir ankette nöromüsküler yorgunluk takibi amacıyla atletik performans antrenörlerinin %54'ünün dikey sıçrama testlerinden en az birini kullandığı tespit edilmiştir.¹⁴ Dikey sıçrama, squat sıçrama, derinlik sıçraması ve aktif sıçrama testleri sonucunda sıçrama yüksekliği, havada kalma süresi, zemin temas süresi gibi veriler kolayca elde edilerek atletik performans antrenörleri tarafından sporcu monitörizasyonunda kullanılmaktadır.²²

KAS SERTLİĞİ ÖLÇÜMÜ

Kas sertliği, aşırı antrenman, yetersiz toparlanma ve yorgunluk ile bağlantılı olarak ortaya çıkmaktadır.²³ Myotonometre cihazı ile sporcu monitörizasyonunda sıklıkla kullanılabilen, kas tonusu ve elastik yapının ölçülebilmesi sağlanabilmektedir. Bu cihaz yüzeysel kas dokusuna 0.40 newton kuvvetle bir titreşim uygulayarak, kas tonusu ve sertliğini ölçmemizi sağlar. Kas viskoelastik özelliği sayesinde doğal bir salınım gerçekleştirir ve bu salınım ile birlikte kasın eski halini alma süresi kaydedilerek cihaza aktarılır.²⁴

TERMAL KAMERA ÖLÇÜMLERİ

Termal görüntüleme ilk olarak 1950'lerde, özellikle gece görüşü için askeri amaçla tasarlanmıştır. Termal görüntüleme yöntemlerinde son yıllarda ortaya çıkan teknolojik gelişmeler sayesinde tıp, spor, elektrik ve mekanik gibi birçok alanda kullanılmaya başlanmıştır. Yüzeyden yayılan ısı enerjisini, bir termal görüntüye dönüştüren IR termografi olarak adlandırılan bir teknikte veriler elde edilir.²⁵

Termal kameralar sporcu monitörizasyonunda da sıklıkla kullanılmaktadır. Sporcuların kas asimetrisinin ve aşırı kullanıma bağlı kas hasarlarının tespitinde spor yaralanmalarını azaltmak ve öngörmek için başvurulan yöntemlerden biridir. Güvenilir bilgiler elde etmek adına maç

takvimine göre maçı sonraki veya önceki aynı günlerde, aynı koşul ve ortamda uygulanmalıdır.²⁶

SONUÇ

Spor dünyasında monitörizasyon sistemlerine yapılan yatırımlar gün geçtikçe artmaktadır. Elit seviyede bir sporcunun yaralanma sebebiyle müsabakadan uzak kalması maddi açıdan ve performans açısından kulüpleri zor durumda bırakmaktadır. Yaralanma sonrası sporcuların performans dönüşü ise yine kulüpleri ve sporcuları zorlamaktadır. Sporcunun monitörize edilmesi bir antrenman seansına veya müsabakaya verdiği akut cevapların takip edilmesini ve bu cevaplar ışığında antrenman planlarının gözden geçirilmesini sağlar. Etkili bir monitörizasyon sistemi antrenman yükü ile sporcuların bu yükü tolere edebilme yetenekleri arasında var olan ilişkideki hata payını en aza indirir. Aynı yüklenme şiddetinin, sporcularda farklı akut ve kronik yanıtlara sebep olduğu bilinmektedir.²⁷ Sporcuların antrenman yüklerine verdiği cevapların teknoloji yardımıyla bireysel olarak değerlendirilmesi ve bunların antrenman programlarına yansıtılması sporcularda yaralanma riskini en aza indirecektir.

Antrenman programlarındaki ani yük artışı ve düşüşlerinin kas yaralanmalarına sebep olduğu bilinmektedir.²⁸ Sporcuları bu ani değişimlere maruz bırakmamak adına, yük takibinin yapılması yine yaralanma riskini azaltacaktır.

Sporcuların HRV ölçümleri esnasında 2 kalp atımı arasındaki sürenin azalması sporcuların toparlanamama durumunun göstergesi olduğu bilinmektedir.²⁹ Bu durum yaralanma riskini öngörmek ve sporcuların antrenman programlarını yeniden organize edebilmek için performans antrenörü adına bir çıktıdır. Bu durumu öngörebilmek sporcuların yaralanma riskini azaltacaktır.

Sporcularda kas asimetrisinin yaralanmaya sebep olduğu bilinmektedir.³⁰ Kas asimetrisinin kuvvet ölçüm cihazları ile tespiti ardından bu asimetrisinin giderilmesini sağlayacak düzeltici egzersiz programlarının uygulanması yine yaralanma riskini azaltacaktır.

Tüm bu ölçüm ve değerlendirmeler sırasında bireysel farklılıklar ve branşın gereklilikleri göz ardı edilmemelidir. Monitörizasyon ölçüm organizasyonlarını dizayn ederken kullanışlı, hızlı ve sporcu konforunu rahatsız etmeyecek değerlendirme yöntemlerinin tercih edilmesi ölçümlerin sürdürülebilir kılınmasını sağlayacaktır. Bu süreçte kullanılacak metodun ve teknolojilerin seçimi de oldukça önemli bir aşamadır. Spor teknolojisi alanındaki trendlerin çok iyi incelenmesi, hangi monitörizasyon veri-

lerinin hangi hedefler ile takip edileceğine karar verilmesi ve bu takibi sağlayabilecek en pratik, hızlı ve basit teknolojilerin seçilmesi çok daha uygun olacaktır. Spor kulüplerindeki sağlık, performans ve teknik departmanların bu verilerin değerlendirilmesi aşamasında anlaşılır ortak bir dil ve raporlama sistemi oluşturması gerekmektedir. Aynı şekilde, sporcuların ölçüm çıktıları hakkında bilgilendirilmesi ve bilinçlendirilmesi de oldukça önemlidir. Bu doğrultuda, otomatize veri analizi ve eş zamanlı raporlama yapabilen dijital veri yönetim sistemleri spor teknolojisi-

nin yeni trendlerinden birisi haline gelmiştir. Bu sistemler artık, makine öğrenmesi ve yapay zeka algoritmaları kullanılarak arşivlenen büyük veri ve sahada gerçekleşen senaryolar üzerinden hem yaralanma hem de düşük performans tahminleri yapmaya çalışmaktadır.

Sonuç olarak, teknolojinin sporcu yaralanmalarını tamamıyla engelleyeceğini söylemek zor olsa da, yaralanmaların öngörülmesinde ve azaltılmasında etkili bir yardımcı bileşen olarak kullanılabileceğini söylemek yanlış olmayacaktır.

KAYNAKLAR

- Koç M. Öğretim Teknolojileri ve Materyal Geliştirme. Konya: Atlas Kitabevi; 2004.
- Arıkan C, Aksoy M, Durgut M, Göker A. Ulusal İnovasyon Sistemi Kavramsal Çerçeve, Türkiye İncelemesi ve Ülke Örnekleri, Yayın No. TüSİAD-T/2003/10/362.
- Cannarella C, Piccioni V. İnnovation Transfer and Rural Smes, Journal of Central European Agriculture. 2003;4:4.
- Akgün N. Spor hekimliği kavramı. Spor Hekimliği. Ankara: Maya Matbaacılık Yayıncılık Ltd. Şti. ;1992: 1-3.
- Hootman JM, Dick R, Agel J. Epidemiology of collegiate injuries for 15 sports: summary and recommendations for injury prevention initiatives. J Athl Train. 2007;42:311-9.
- Kingsley D. How Have New Technologies Improved Athletic Performances? | Articles | Analytics 2020. -how-have-new-technologies-improved-athletic-performances
- Sparks M, Coetzee B, Gabbett T. Internal and external match loads of university-level soccer players: A comparison between methods. J Strength Cond Res 2017;31(4):1072-7.
- Mujika I. Quantification of training and competition loads in endurance sports: methods and applications. Int J Sports Physiol Perform. 2017;12(Suppl 2):29-217.
- Akenhead R, Nassiss GP. Training load and player monitoring in high-level football: Current practice and perceptions. Int J Sports Physiol Perform. 2016;11:587-93.
- Larsson P. Global positioning system and sport-specific testing. Sports Med. 2003;33:1093-101.
- Scott MT, Scott TJ, Kelly VG. The Validity and Reliability of Global Positioning Systems in Team Sport: A Brief Review. J Strength Cond Res. 2016;30(5):1470-90.
- Flatt A, Esco MR, Nakamura FY. Individual heart rate variability responses to preseason training in high level female soccer players. J Strength Cond. Res. 2017;31:531-8.
- Nardelli M, Vanello N, Galperti G, Greco A, Scilingo EP. Assessing the Quality of Heart Rate Variability Estimated from Wrist and Finger PPG: A Novel Approach Based on Cross-Mapping Method. Sensors. 2020;20(11):3156.
- Taylor KL, Chapman DW, Cronin JB, Newton MJ, Gill N. Fatigue monitoring in high performance sport: A survey of current trends. J Aust Strength Cond. 2012;20:12-23.
- Kraemer WJ, Ratamess NA. Hormonal responses and adaptations to resistance exercise and training. Sports Med. 2005; 35:339-61.
- Crewther BT, Cook C. Measuring the salivary testosterone and cortisol concentrations of weightlifters using an enzyme-immunoassay kit. Int J Sports Med. 2010;31:486-9.
- Gouarné C, Groussard C, Gratas-Delamarche A, Delamarche P, Duclos M. Overnight urinary cortisol and cortisone add new insights into adaptation to training. Med Sci Sports Exerc. 2005;37(7):1157-67.
- Orchard J, Seward H. Epidemiology of injuries in the Australian Football League, seasons 1997-2000. Br J Sports Med. 2002;36:39-44.
- Islam MS. Functional Hamstring to Quadriceps Strength Ratio (H: Q) and Hamstrings Injury of Soccer Players: A Qualitative Analysis. Orthop Sports Med Open Access J. 2018; 2:126-32.
- Roe GA, Phibbs PJ, Till K, Jones BL, Read DB, Weakley JJ, et al. Changes in Adductor Strength After Competition in Academy Rugby Union Players. J Strength Cond Res. 2016;30(2):344-50.
- Cormack SJ, Mooney MG, Morgan W, McGuigan MR. Influence of neuromuscular fatigue on accelerometer load in elite Australian football players. Int J Sports Physiol Perform. 2013;8:373-8.
- Gathercole R, Sporer B, Stellingwerff T, Sleivert G. Alternative countermovement-jump analysis to quantify acute neuromuscular fatigue. Int J Sports Physiol Perform. 2015;10(1):84-92.
- McKeown I, Chapman DW, Taylor KL, Ball NB. Time Course of Improvements in Power Characteristics in Elite Development Netball Players Entering a Full-Time Training Program. J Strength Cond Res. 2016;30(5):1308-15.
- Aird L, Samuel D, Stokes M. Quadriceps muscle tone, elasticity and stiffness in older males: reliability and symmetry using the MyotonPRO. Arch Gerontol Geriatr. 2012;55:e31-e9.
- Nazmul H, Taib S. Application of infrared thermography for predictive/preventive maintenance of thermal defect in electrical equipment. Appl. Therm. Eng. 2013;61:220-7.
- Mendonça Teixeira R, Dellagrana RA, Priego-Quesada JI, Machado JCBP, Fernandes da Silva J, Pacheco dos Reis TM, et al. Muscular Strength Imbalances Are not Associated with Skin Temperature Asymmetries in Soccer Players. Life. 2020;10:102.
- Gabbett TJ. The training-injury prevention paradox: should athletes be training smarter and harder?. Br J Sports Med. 2016;50(5):273-80.
- Gabbett TJ. Quantifying the physical demands of collision sports: does microsensor technology measure what it claims to measure? J Strength Cond Res. 2013;27(8):2319-22.
- Plews DJ, Laursen PB, Le Meur Y, Hausswirth C, Kilding AE, Buchheit M. Monitoring training with heart rate-variability: how much compliance is needed for valid assessment? Int J Sports Physiol Perform. 2014;9(5):783-90.
- Timmins RG, Bourne MN, Shield AJ, Williams MD, Lorenzen C, Opar DA. Short biceps femoris fascicles and eccentric knee flexor weakness increase the risk of hamstring injury in elite football (soccer): a prospective cohort study. Br J Sports Med. 2016;50(24):1524-35.