

Genç Futbolcuların Hız, Çeviklik, Dayanıklılık ve Kuvvet Performanslarının İncelenmesi: H/Q ve D/ND Oranlarının Değerlendirilmesi

Yusuf BUZDAĞLI^{1†}, İzzet UÇAN², Cemre Didem EYİPINAR³, Erdiñç ŞIKTAR², Murat OZAN⁴, Halil UÇAR²

¹Erzurum Teknik Üniversitesi, Spor Bilimler Fakültesi, Erzurum.

²Atatürk Üniversitesi, Spor Bilimler Fakültesi, Erzurum.

³Gaziantep Üniversitesi, Spor Bilimler Fakültesi, Gaziantep.

⁴Atatürk Üniversitesi, Kazım Karabekir Eğitim Fakültesi, Erzurum.

Araştırma Makalesi

Gönderi Tarihi: 31/12/2022

Kabul Tarihi: 05/03/2023

Online Yayın Tarihi: 30/06/2023

Öz

Bu çalışmanın amacı, 8 haftalık futbol antrenmanının genç futbolcularda hız, çeviklik, dayanıklılık ve kuvvet performansına olan etkisini incelemek ve alt ekstremite kuvvet düzeylerine bakılarak Fleksör/Extensör Hamstring/Kuadriseps tepe tork (H/Q) ve Dominant/Non dominant (D/ND) bacak kuvvetlerini sapma oranlarıyla sakatlık riskini tespit etmektir. Bu doğrultuda U19 takımında yer alan yirmi dört profesyonel erkek futbolcu (yaş;18.41±1.20 yıl, vücut ağırlığı; 74.61±4.32 kg, boy; 179.62±8.14 cm, beden kütle indeksi; 23.36±4.10 kg/m²) çalışmaya dâhil edilmiştir. Futbol antrenmanının etkilerini belirlemede Yo-Yo testi (aerobik dayanıklılık), 10 m ve 30 m sprint testleri (hız), çeviklik testi, leg extension, sağ leg extension, sol leg extension, leg curl, leg press, triceps pushdown, barbell curl ve chest press hareketlerinin tekrarlı maksimal kuvvetleri ölçülmüştür. Ön ve son-test deneysel dizaynı ile yürütülen çalışmada ölçümler, antrenman programı öncesi ve 8 hafta sonrasında alınmıştır. Ek olarak futbolcuların antrenmanın öncesi ve sonrasında Fleksör/Extensör (H/Q) ve Dominant/Nondominant (D/ND) bacak kuvvet oranları hesaplanmıştır. Ön ve son-test değişkenleri arasındaki farklılık düzeyinin belirlenmesinde "Paired-Samples t Tests" uygulanmıştır. Elde edilen verilerle antrenman sonrasında, antrenman öncesine kıyasla dayanıklılık (Yo-Yo), 30m (hız), çeviklik ve 1 tekrarlı maksimal kuvvet performansı parametrelerinde anlamlı farklılıklar olduğu (p<0.05) belirlenmiştir. Ayrıca, futbolculara uygulanan antrenmanın öncesi ve sonrasında H/Q ve D/ND bacak kuvvet oranlarını optimal düzeye yaklaştığından futbol antrenmanının sakatlık riskini azaltılabileceği tespit edilmiştir. Sonuç olarak düzenli olarak uygulanan futbol antrenmanlarının performansın aerobik dayanıklılık, maksimal kuvvet, hız bileşenlerini artırdığı ve sakatlanma riskini azalttığı söylenebilir.

Anahtar Kelimeler: Aerobik dayanıklılık, Fleksör, Extensör, Futbol.

Investigation of Speed, Agility, Endurance and Strength Performances of Young Football Players: Evaluation of H/Q and D/ND Ratios

Abstract

This study aims to examine the effect of 8-week football training on speed, agility, endurance, and strength performance in young football players and to determine Flexor/Extensor Hamstring/Quadriceps peak torque (H/Q) and Dominant/Non-dominant (D/ND) leg strengths via looking at lower extremity strength levels for to determine the risk of injury with deviation rates. In line with this, 24 professional male football players (age; 18.41±1.20 years, body weight; 74.61±4.32 kg, height; 179.62±8.14 cm, body mass index; 23.36±4.10 kg/m²) in the U19 team were included in the study. For detecting the effects of football training, the Yo-Yo test (aerobic endurance), 10 m and 30 m sprint tests (speed), agility test, repetitive maximal forces of leg extension, right leg extension, left leg extension, leg curl, leg press, triceps pushdown, barbell curl and chest press movements were measured. In the study carried out with the pre-post test experimental design, the measurements were taken before and eight weeks after the training program. In addition, the football players' Flexor/Extensor (H/Q) and Dominant/Nondominant (D/ND) leg strength ratios were calculated before and after the training. "Paired-Samples t Tests" was applied to determine the level of difference between pre-post test variables. With the data obtained, it was determined that there were significant differences (p<0.05) in the parameters of endurance (Yo-Yo), 30m (speed), agility, and 1-rep maximal strength performance after training compared to pre-training. It has been determined that football training can reduce the risk of injury as the H/Q and D/ND leg strength ratios approach the optimal level before and after the training applied to the football players. As a result, it can be said that regular football training increases the aerobic endurance, maximal strength, and speed components of performance and reduces the risk of injury.

Keywords: Aerobic endurance, Flexor, Extensor, Football.

GİRİŞ

Futbol maçlarının artan yoğunluğu, bu branşın fiziksel ve fizyolojik taleplerinde ciddi değişikliklere neden olmuştur (Carling ve ark., 2010; Clemente ve ark., 2013). Futbol oyunu, düşük yoğunluklu aktivitelerin daha uzun iyileşme periyotları ile serpiştirilmiş kısa lineer yüksek yoğunluklu koşu, sprint, hızlanma, yavaşlama ve çok yönlü aktiviteleri veya yön değiştirme hareketlerini içermektedir (Aughey ve Varley, 2013; Buzdağlı ve ark., 2022). Mevcut literatürden elde edilen bulgular, oyuncuların antrenman seansı ve müsabaka sırasında artan fiziksel ve fizyolojik talepleri karşılayabilmek için yüksek fiziksel uygunluk düzeylerini korumalarının önemini vurgulamaktadır (Coppalle ve ark., 2019). Bu nedenle, her bir oyuncunun antrenman yoğunluğunun izlenmesi ve takibi, antrenörler ve uygulayıcılar için, rekabetçi sezon boyunca oyuncuların optimal kondisyon seviyesini korumak (Gabbett ve ark., 2017) ve ayrıca yaralanma riskini azaltmak (Borresen ve Lambert, 2009) için bir gereklilik haline gelmiştir.

Futbolcuların fiziksel performanslarını en üst düzeye çıkarabilmek için, ayrıntılı bir şekilde atletik performans ölçümlerin yapılması ve analiz edilmesi gerekmektedir. Futbolcuların hız, çeviklik, dayanıklılık ve kas kuvvetlerinin doğru bir şekilde değerlendirilmesi, uygun antrenman programlarının oluşturulmasında, performansın artırılmasında, sporcunun atletik performansından kaynaklanan yaralanmaların önlenmesinde ve sakatlıkların tedavisindeki uygun programların oluşturulmasında önemli rol oynamaktadır (Miller ve ark., 2006).

Kas kuvveti, başarılı futbol performansının kilit faktörlerinden biridir ve futbolcularda sakatlanma riskinin önemli bir göstergesidir. Sporcuların performansını ve sakatlanan oyuncuların rehabilitasyon sürecini izlemek için çeşitli alt ekstremite kuvvet indeksleri araştırılmıştır. Bunlar arasında hamstring-kuadriseps tepe tork oranı (H:Q oranı) en yaygın olarak değerlendirilenlerden biridir. Agonist ve antagonist diz kaslarının gücünün bu oranı, hıza bağlı hareketler sırasında hamstringler ve kuadrisepsler arasındaki fonksiyonel yeteneği, diz eklemi stabilitesini ve kas dengesini incelemek için kullanılmıştır (Aagaard ve ark., 1995; Li ve ark., 1996; Wong ve Wong, 2009). Hamstringler hareketi yavaşlatmak için etkili eksantrik karşı tepki üretmezse, hızlı bir diz ekstansiyonu sırasında yaralanma meydana gelebilir (Croisier ve ark., 2008). Ayrıca hamstringler kalçayı uzatmak için hareket ettiğinde, eşmerkezli ve eksantrik kasılmalar arasındaki hızlı değişimler sırasında kas gerilmeleri meydana gelebilir (Petersen ve Hölmich, 2005). Hamstringlerin yardım ettiği ön çapraz bağ (ÖÇB), tibianın femur üzerinde öne translasyonunu önleyerek dizi stabilize eder (Pettitt ve Bryson, 2002). Kuadriseps, hamstringlere kıyasla önemli ölçüde daha büyük kuvvetler ürettiğinde, dinamik aktiviteler sırasında aşırı anterior translasyon meydana gelebilmektedir. Böylece, ÖÇB normalden daha yüksek kesme kuvvetlerine maruz kalacaktır. Hamstringler bu kuvvete karşı koyamayacak kadar zayıfsa, ÖÇB yaralanmalarına neden olacaktır.

Sağlıklı bireylerde tipik eşmerkezli H:Q oranları 0,5 ile 0,8 arasındadır ve izokinetik test sırasında daha hızlı açılmal diz hızlarında daha yüksek oranlar mevcuttur (Bennell ve ark., 1998; Orchard ve ark., 1997; Raunest ve ark., 1996). Eşmerkezli H:Q oranı 1.0'a yakın olan sporcuların hamstring gerilmesi riskinin azaldığı bulunmuştur (Orchard ve ark., 1997). Ayrıca,

ÖÇB yaralanması olan sporcularda H/Q oranı 1.00, D/ND oranı 1.175 yakın olmasının, tibianın anteriolateral sublüksasyon riskini azalttığı öne sürülmüştür (Li ve ark., 1996).

Profesyonel futboldaki uygulamaların daha iyi anlaşılması bir futbol sezonunun farklı aşamalarında oyuncuların fiziksel seviyelerini en üst düzeye çıkarabilmelerinde ve antrenman programlarının atletik performans ölçütlerine göre düzenlenmesinde son yıllarda oldukça önem kazanmıştır. Bu nedenle, futbolcuların atletik performans verilerinin ortaya konularak antrenmanın etkisini değerlendirmek oldukça önemli bir süreçtir. Dolayısıyla bu çalışmanın amacı, sezon öncesi genç futbolcularda uygulanan 8 haftalık futbol antrenmanının hız, çeviklik, dayanıklılık ve kuvvet performanslarını incelemektir. Daha önce yapılan çalışmalarda genellikle fiziksel uygunluk parametrelerin kıyaslanması yapılırken, mevcut çalışmayla birlikte genç futbolcularda yaralanma riski taraması için güç dengesizlikleri değerlendirilmiştir. Böylece özellikle futbol branşında fleksör/extensör tepe tork ve dominant/non dominant bacak kuvvetlerinin sapma oranlarının artmaması için uygulanan futbol antrenman programlarının bu durumu göz önünde bulundurularak hazırlanması gerekliliğini ortaya koymaktadır.

YÖNTEM

Bu çalışmada, 8 hafta boyunca uygulanan futbol antrenmanının hız, çeviklik, dayanıklılık ve kuvvet parametreleri üzerindeki etkilerini incelemek için tek gruplu ön test- son test deney tasarımı kullanılmıştır.

Araştırma Grubu

Bir profesyonel futbol kulübünün U19 takımında yer alan yirmi dört erkek futbolcu bu çalışmaya dâhil edilmiştir. Katılımcıların sezon öncesi ölçümleri yapılarak ön değerleri alınmıştır. Ön testleri alınan genç futbolculara 8 hafta boyunca futbol antrenmanı uygulanarak 8 haftanın sonunda ölçümleri yapılarak son değerleri kaydedilmiştir. Çalışmaya katılan futbolcuların yaşı 18.41 ± 1.20 yıl, vücut ağırlığı 74.61 ± 4.32 kg, boy 179.62 ± 8.14 cm, vücut kütle indeksi 23.36 ± 4.10 kg/m²'dir. Katılımcılardan yönelik (a) sağlıklı olma, (b) 8 hafta boyunca futbol antrenmanlarının tümüne katılma, (c) sakatlığa bağlı hareket kısıtlılığı olmama gibi dahil olma kriterleri istenmiştir. İstatistiksel analize sadece tüm antrenman seanslarına katılan futbolcular dâhil edilmiştir. Deneysel prosedürler sırasında karşılaşılabilecek olası riskler ve faydalar açıklandıktan sonra katılımcılardan ve kulübün yasal temsilcilerinden gönüllü katılımlarını gösteren yazılı bilgilendirilmiş onam formu alınmıştır. Katılımcılar, çalışmaya tamamen gönüllü olarak katılım göstermiş ve aksi takdirde istedikleri zaman herhangi bir gerekçe göstermeksizin çalışmadan çekilmekte serbest bırakılmıştır.

Araştırma Yayın Etiği

Bu araştırma için etik kurul onayı, Atatürk Üniversitesi Rektörlüğü, Spor Bilimleri Fakültesi Etik Kurulu tarafından (Tarih:15.12.2023, Karar No: E-70400699-000-2200435225) verilmiştir.

Antrenman Protokolü

Çalışmaya katılan tüm sporcular en az 5 yıllık futbol özgeçmişine sahiptirler. Yapılacak olan tüm testlere daha önceden tüm katılımcılar en az bir kez katılmış ve uygulanacak tüm antrenman programı hakkında katılımcılara bilgi verilmiştir. Antrenmanlar sezon öncesi (başlangıç) dönemde haftada beş gün toplam sekiz hafta süreyle yaptırılmıştır. Katılımcılara test protokollerini uygulatırken herhangi bir sorun ile karşılaşmamak için alıştırma seansı yaptırılmıştır. Futbol antrenmanın etkilerini belirlemek için şu testler seçilmiştir: aerobik dayanıklılık için Yo-Yo testi, hız için 10 m ve 30 m sprint testleri, çeviklik testi, kassal kuvvet için leg extension, sağ leg extension, sol leg extension, leg curl, leg press, triceps pushdown, barbell curl ve chest press hareketlerinin tekrarlı maksimal kuvvetleri ölçülmüştür. Sekiz haftalık antrenman programı öncesinde ve sonrasında testler yapılmıştır. Tüm test protokolleri çim sahada ve fitness salonunda gerçekleştirilmiştir. Test seanslar sırasında, katılımcılardan aynı atletik ekipmanları giymeleri istenmiştir. Ön-son test uygulamaları aynı çevresel koşullarda ve günün aynı saatinde yapılmıştır. Son olarak, kontrolsüz değişkenlerin etkisini en aza indirmek için, tüm katılımcılardan antrenman ve testlerden en az 3 saat öncesinde alışılmış yaşam tarzlarına uygun olarak beslenmeleri önerilmiştir.

Yaş, Boy Uzunluğu ve Vücut Ağırlığı

Çalışmaya katılan sporcuların kimlik bilgileri alınarak yaşları kaydedilmiştir. Katılımcıların vücut ağırlığı ölçümlerinde 0,01 kg hassasiyetinde (Hüray, İstanbul) elektronik baskül kullanılmıştır. Katılımcıların üzerinde sadece şort olacak şekilde, çıplak ayak ve anatomik duruş pozisyonunda kayıt alınmıştır. Katılımcıların boy ölçümleri ise anatomik duruşta, çıplak ayak, topukları bileşik, katılımcı nefesini tutmuşken, baş frontal düzlemde, baş üstü tablası verteks noktasına değer şekilde pozisyon alındıktan sonra, ayakta dururken hassasiyeti ± 1 mm olan (Soehnle Ultrasonic Boy Ölçer) boy ölçer aracılığıyla elektronik olarak ölçülmüş ve değerler cm cinsinden kaydedilmiştir. Beden kitle indeksi (BKİ), $BKİ = \frac{\text{ağırlık}}{(\text{boy})^2}$ (kg/m^2) formülü kullanılarak hesaplanmıştır.

Yo-Yo Aralıklı Toparlanma Testi

Yo-Yo test protokolleri takım sporlarında fiziksel ve fizyolojik yapılarına uygun olarak geliştirilmesinin yanı sıra özellikle futbol ve basketbolda aerobik performansın belirlenmesi için en sık kullanılan aerobik kapasite testidir (Bangsbo ve ark., 2008). Testler 20m mekik koşusundan esinlenerek tasarlanmıştır. Yo-Yo testlerinin 20m mekik koşusu testinden farkı, her iki seviyesinde de 40m koşu sonunda 10 saniyelik aktif bir toparlanma evresi bulunmasıdır. Yo-Yo testlerinin 1. seviyesi elit olmayan rekreatif sporcular için, 2. seviyesi ise elit düzeydeki sporculara uygulanır (Krustrup ve ark., 2006). Çalışmaya katılan sporculara 2. seviye uygulanmıştır. Test 20 metrelik çizgilerle belirlenmiş koşu parkur alanı ve başlangıç çizgisinden 5 m'lik uzaklıktaki toparlanma alanı oluşturularak uygulanmıştır. Yo-Yo 2 Testi koşu hızı 13 km/s hızla başlatılmış ve protokole bağlı olarak koşu hızı artırılmıştır. Katılımcılar her iki test sırasında sinyal geldiği halde 40m mesafeyi kat edemediği ve bu durumu iki defa üst üste tekrarladığında test sonlandırılmıştır. Katedilen mesafe metre cinsinden kaydedilmiştir. Katılımcıların tahmini $VO_{2\text{maks}}$ değerleri Bangsbo ve ark. (2008) önerdiği

formül [$YYIR2 \text{ test: } VO^2 \text{ max (mL/kg} \cdot \text{1/min}^{-1}) = IR2 \text{ distance (m)} \times 0.0136 + 45.3]$ ile hesaplanmıştır.

10 m ve 30 m Hız Ölçümü

Teste başlamadan 20 dakika önce katılımcılardan bireysel ısınmaları istenmiştir. Test başlangıç yeri fotoselinin bir metre gerisinde olacak şekilde belirlenmiştir. Katılımcıların kendini hazır hissettiği zaman teste başlamıştır. Ölçümler 10 ve 30 m'lik koşu mesafesine yerleştirilen fotoseller (Microgate Opto Jump Next) aracılığıyla yapılmıştır. İki kez ölçüm alınmış ve iyi olan derece kaydedilmiştir. Ölçümler arası dört dakika dinlenme aralığı verilmiştir.

Çeviklik Ölçümü (Illinois Test)

5 m genişliğinde, 10 m uzunluğunda ve 3,3 m ortasında aralıklarla düz bir hat üzerine yerleştirilmiş dört koniden oluşan bir test parkurudur. Test parkuru hazırlandıktan sonra 0.01 saniyelik bir doğrulukla ölçüm yapan iki kapılı elektronik fotosel sistemi (Microgate Opto Jump Next) başlangıç ve bitiş çizgisine yerleştirilmiştir. Katılımcılar, koşu pozisyonuna hazır olduklarında test parkurunun başlangıç fotoselinin bir metre gerisinde bulunan başlangıç çizgisinden başlamıştır. İki kez ölçüm alınmış ve iyi olan derece değerlendirilmiştir. Ölçümler arasında dört dakika dinlenme verilmiştir.

Kuvvet Ölçüm Testi (Maksimum Tekrar Testi)

Bir maksimum tekrar testi (1 TM), spor bilimlerinde birçok kuvvet testi ya da protokolü için altın standart olarak değerlendirilmektedir. Test, maksimum kuvvetin tespit edilmesi gerektiği tüm durumlarda ihtiyaç duyulan ilk koşul olduğu için, çok geniş bir kullanım alanına sahiptir. Test, bireyin tek seferde kaldırabildiği maksimum ağırlığı ölçmektedir. 1 TM testi için çeşitli yöntemler mevcuttur. Fakat testi uygulamadan önce, test prosedürünün tam olarak ortaya koyulması gerekmektedir. Dinlenme süreleri ve tekrar sayısı mutlaka not edilerek, bir sonraki testte de aynı yöntem kullanılmalıdır. Doğrudan 1 maksimum tekrar değerinin tespit edilmesinin tehlikeli, riskli ya da olanaksız olduğu bazı durumlarda, 1 TM değeri dolaylı yöntemlerle hesaplanabilmektedir. Bundan dolayı mevcut çalışmada kullanılan yöntem ise şu şekildedir: Bireyin maksimum kaldırabileceği tekrar sayısı 10 veya altında olmalıdır (Mayhew ve ark., 2008). Aşağıdaki formüle göre 1 TM bulunmuştur (Brzycki, 1993).

$$1TM = (\text{Kaldırılan Ağırlık}) / [1,0278 - (\text{Tekrar} * 0,0278)].$$

Verilerin Analizi

İstatistiksel analizler için IBM SPSS versiyon 25.0 (IBM Statistical Package for Social Sciences Corp., Armonk, NY, ABD) kullanılmıştır. Veriler ortalama \pm standart sapma (SS) olarak verilmiştir. Verilerin normal dağılım varsayımının gerçekleşip gerçekleşmediğini belirlemek amacıyla Shapiro-Wilk testi yapılmıştır. Verilerin normal dağılım gösterdiği kabul edilmiştir. Ön-son test değişkenleri arasındaki farklılıkların önemliliğinin belirlenmesinde "Paired-Samples t Test" uygulanmıştır. Etki büyüklükleri Cohen's d kullanılarak belirlenmiştir. Hopkins ve arkadaşlarına göre, etki büyüklükleri önemsiz (0.0-0.2), küçük (0.2-0.6), orta (0.6-

1.2), büyük (1.2-2.0) ve çok büyük (>4.0) olarak gruplandırılmıştır (Hopkins ve ark., 2009). Tüm değişkenler için yüzdelerik değişim hesaplanmıştır [(son-ön/öntest) x 100]. Anlamlılık düzeyi $p \leq 0.05$ kabul edilmiştir.

BULGULAR

Bu çalışmada, futbolculara uygulanan 8 haftalık futbol antrenmanının dayanıklılık, hız, çeviklik ve kuvvet parametreleri üzerindeki etkilerini incelemek amacıyla ele alınmıştır. Tablo 1’de çalışmaya dâhil edilen katılımcıların yaş, vücut ağırlığı, boy ve BKİ değerleri, Tablo 2’de ön ve son-test arasındaki değişiklikler için ortalama ve standart sapma ve etki büyüklükleri verilmiştir. Tablo 3’te ise katılımcılara uygulanan antrenmanın öncesi ve sonrasında Fleksör/Extensör (H/Q) ve Dominant/Nondominant (D/ND) bacak kuvvet oranları sunulmuştur.

Tablo 1. Katılımcıların tanımlayıcı özellikleri

Değişkenler (n=24)	Ort±SS
Yaş (yıl)	18.41±1.20
Vücut Ağırlığı (kg)	74.61±4.32
Boy (cm)	179.62±8.14
BKİ (kg/m ²)	23.36±4.10

Notlar: Veriler ortalama ve standart sapma (Ort±SS) olarak sunulmuştur. BKİ: Beden kitle indeksi.

Yo-Yo Ölçümleri

8 haftalık futbol antrenman programıyla birlikte Yo-Yo ölçümlerinde ön ve son değerleri arasındaki yüzdelerik değişim, etki büyüklüğü ve anlamlılık düzeyi sırasıyla ($\Delta\% = 19.84$, Cohen's $d = 2.53$, $P = < 0.001$) olarak belirlenmiştir.

10 m, 30 m Hız ve Çeviklik Ölçümleri

8 haftalık futbol antrenman programıyla birlikte 10 m, 30 m ve çeviklik ölçümlerinde ön ve son değerleri arasındaki yüzdelerik değişim, etki büyüklüğü ve anlamlılık düzeyi sırasıyla ($\Delta\% = -2.31$, Cohen's $d = 0.05$, $P = 0.058$; $\Delta\% = -3.30$, Cohen's $d = 0.08$, $P = 0.003$; $\Delta\% = -2.91$, Cohen's $d = 0.77$, ; $P = 0.005$) olarak belirlenmiştir.

Kuvvet Ölçüm Testi (1TM)

8 haftalık futbol antrenman programıyla birlikte alt ekstremite kas grupları leg extension, sağ leg extension, sol leg extension, leg curl ve leg press ölçümlerinde ön ve son değerleri arasındaki yüzdelerik değişim, etki büyüklüğü ve anlamlılık düzeyi sırasıyla ($\Delta\% = 18.05$, Cohen's $d = 2.16$, $P = < 0.001$; $\Delta\% = 17.30$, Cohen's $d = 0.81$, $P = < 0.001$; $\Delta\% = 18.15$, Cohen's $d = 0.82$, $P = 0.003$; $\Delta\% = 30.03$, Cohen's $d = 1.69$, $P = 0.003$; $\Delta\% = 20.82$, Cohen's $d = 0.94$, $P = < 0.001$) olarak belirlenmiştir.

8 haftalık futbol antrenman programıyla birlikte üst ekstremite kas grupları triceps pushdown, barbell curl ve chest press ölçümlerinde ön ve son değerleri arasındaki yüzdelerik

değişim, etki büyüklüğü ve anlamlılık düzeyi sırasıyla ($\Delta\%$ = 46.75, Cohen's $d=1.93$, $P<0.001$; $\Delta\%$ = 53.46, Cohen's $d=2.50$, $P<0.001$; $\Delta\%$ = 29.76, Cohen's $d=1.28$, $P<0.001$) olarak belirlenmiştir.

Tablo 2. Futbolculara uygulanan antrenmanın fiziksel performanslarının ön-son, yüzdellik ve etki büyüklükleri

Değişkenler	Ön-test	Son-test	Δ (%)	Cohen's d	t	p
Yo-Yo (mL/kg/dk)	53.46±4.64	64.07±3.67	19.84	2.53	9.477	<0.001
10m (sn)	1.73±0.70	1.69±0.70	-2.31	0.05	1.929	0.058
30m (sn)	4.24±1.94	4.10±1.30	-3.30	0.08	3.046	0.003
Çeviklik (sn)	16.11±0.68	15.64±0.52	-2.91	0.77	2.868	0.005
Leg Extension (1 _{TM}) (kg)	86.46±5.80	102.07±8.40	18.05	2.16	8.031	<0.001
Sağ Leg Extension (1 _{TM}) (kg)	72.97±14.63	85.60±16.42	17.30	0.81	3.039	<0.001
Sol Leg Extension (1 _{TM}) (kg)	71.73±15.05	84.75±16.45	18.15	0.82	3.087	0.003
Leg Curl (1 _{TM}) (kg)	78.90±15.60	102.60±12.10	30.03	1.69	6.334	0.003
Leg Press (1 _{TM}) (kg)	175.77±42.65	212.37±34.78	20.82	0.94	3.518	<0.001
Triceps Pushdown (1 _{TM}) (kg)	57.75±10.89	84.75±16.45	46.75	1.93	4.952	<0.001
Barbell Curl (1 _{TM}) (kg)	27.12±5.41	41.62±6.15	53.46	2.50	9.364	<0.001
Chest Press (1 _{TM}) (kg)	57.93±12.33	75.17±14.51	29.76	1.28	4.790	<0.001

Notlar: Veriler ortalama ve standart sapma (ort±SS) olarak sunulmuştur. Δ (%): Yüzdellik değişim, Cohen's d : etki büyüklüğü, *Ön ve son testler arasında önemli fark ($p<0.05$).

Tablo 3. Futbolculara uygulanan antrenmanın öncesi ve sonrasında Fleksör/Extensör (H/Q) ve Dominant/Nondominant (D/ND) bacak kuvvet oranları

Değişkenler	H/Q	D/ND	t	p
Ön-leg extension/leg curl (ratio)	0.90	-	1.571	<0.001
Son-leg extension/leg curl (ratio)	1.01	-		
Ön-sağ leg extension/sol extension (ratio)	-	1.017	2.122	<0.001
Son-sağ leg extension/sol extension (ratio)	-	1.171		

Sakatlanma riskini azaltmak için H/Q oranı 1.00, D/ND oranı 1.175 yakın olmalıdır (Li ve ark., 1996). Müdahale programı öncesi ön-leg extension/leg curl H/Q oranı 0.90 iken 8 haftalık futbol antrenman programıyla birlikte bu oran 1.00 olarak belirlenmiştir. Ön-son değerleri arasında H/Q oranlarında anlamlı bir farklılık gözlenmiştir. Müdahale programı öncesi ön-sağ leg extension/sol extension D/ND oranı 1.017 iken 8 haftalık futbol antrenman

programıyla birlikte bu oran 1.010 olarak belirlenmiştir. Ön-son değerleri arasında D/ND oranlarında anlamlı bir farklılık gözlenmiştir ($p<0.001$).

TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu çalışmanın birincil amacı, 8 hafta boyunca uygulanan futbol antrenmanının futbolcularda dayanıklılık, hız, çeviklik ve kuvvet parametreleri üzerindeki etkisini incelemektir. İkincil amacı ise futbolcuların alt ekstremite kuvvet performansları belirlenerek H/Q ve D/ND bacak kuvvetlerini sapma oranları belirlenip en uygun düzeye ulaştırarak sakatlık riskini azaltmaktır. Mevcut çalışmanın bulgularına göre 8 haftalık futbol antrenmanının dayanıklılık (Yo-Yo), 30m (hız), çeviklik ve 1 tekrarlı maksimal kuvvet performanslarını geliştirmiştir. Ayrıca, futbolculara uygulanan antrenmanın öncesi ve sonrasında H/Q ve D/ND bacak kuvvet oranlarını optimal düzeye yaklaştığından futbol antrenmanının sakatlık riskini azaltılabileceğini tespit edilmiştir.

Futbolcuların haftalık yoğunluğu, sezon içindeki maç sayısına ve yıllık planın aşamasına göre değişmektedir (Bangsbo ve ark., 2006). Sezon öncesi dönemdeki amaç, sezon dışı dönemden sonra oyuncuların kondisyon seviyelerini yeniden inşa etmektir. Bununla birlikte, sezon içindeki amaç ise sezon öncesi dönemde geliştirilen spesifik kondisyon bileşenlerini korumak ve mümkünse iyileştirmektir (Jeong ve ark., 2011). Profesyonel futbolcular, müsabaka sezonu boyunca haftada dört ila altı seans antrenman yaparken, sezon öncesi haftada on seansa kadar artabilmektedir (Impellizzeri ve ark., 2006). Antrenman modellerindeki bu tür farklılıklar, oyunculara yüklenen fizyolojik talepleri büyük ölçüde etkilemektedir ve fizyolojik strese neden olabilmektedir (Goto ve ark., 2007). Bu nedenle, sezonun farklı aşamalarındaki yoğunluğa ilişkin bilgiler, antrenörlere futbola özgü periyodik antrenman rutinlerini tasarlamada ve uygulama konusunda büyük önem arz etmektedir. Yapılan mevcut çalışmayla birlikte sezon öncesi başlanılan antrenmanın anatomik adaptasyon sürecinin tamamlanmasıyla ön değerleri kaydedilmiş, antrenman sonrasında ise son değerleri alınmıştır. Antrenman öncesi ve sonrası değerlerine bakılarak hem antrenmanın etkisi hem de futbolcularda sakatlanma riskini artıran H/Q ve D/ND sapma değerleri ortaya koyularak antrenman programlarının yapılandırılmasına katkıda bulunulmuştur.

Aerobik kapasite, maç boyunca yüksek bir performansın sağlanması ve maçın %90'ından fazlası aerobik metabolizma ile oynandığından, futbolcuların tüm oyun süresine dayanabilmeleri için önemli bir fiziksel uygunluk yoludur (Impellizzeri ve ark., 2006). Bu aerobik baskınlık, maçın süresi (yaklaşık 90 dakika) ve sporcuların oyun sırasında kat ettikleri yüksek mesafe ile ilgilidir. Kulüplerin büyük çoğunluğunun maddi sınırlamaları nedeniyle, doğrudan ölçümlerin kullanılmasını zorlaştırmıştır. Böylece, saha ölçümleri her geçen gün daha da önem kazanmıştır. YoYo2 maksimum VO₂ ölçümü için dolaylı bir test olmasına rağmen, değerleri koşu bandı testi ile yaklaşık değerler sunmaktadır (Da Silva ve ark., 2011). Mevcut çalışmada futbol antrenmanının uygulanmasıyla Yo-Yo2 testinde anlamlı fark olduğu tespit edilmiştir ($p=0.001$). Sekiz haftalık futbol antrenmanının dayanıklılık performansında $\Delta\%= 19.84$ değişim göstermiştir. Dayanıklılık bulgularındaki iyileştirmelere

bakıldığında yapılan araştırmaların mevcut bulgumuz olan futbol antrenman programlarının aerobik kapasiteyi geliştirdiğini doğrulamaktadır (Castagna ve ark., 2009; Helgerud ve ark., 2001; Kramer ve ark., 2022).

Hız ve çeviklik, birçok futbol antrenörü tarafından futbol performansının en önemli yönlerinden biri olarak kabul edilmektedir. Bu yetenek genetik olarak belirlenmiş bir faktör olarak belirtilmektedir, ancak uygun antrenman programı ile geliştirilebilmektedir (Jeffreys, 2008). Mevcut çalışmada futbol antrenmanın 10m hız testinde anlamlı bir fark tespit edilmez iken 30m hız testinde anlamlı fark olduğu tespit edilmiştir ($p=0.003$). Ön ve son değerlerin incelendiğinde $\Delta\% = -3.30$ değişim gösterdiği görülmektedir. Çeviklik performansında ise ön-son değerlerin incelendiğinde $\Delta\% = -2.91$ değişim göstererek anlamlı farklılık bulunmuştur. Futbol branşının doğası göz önüne alındığında bu değişiminin katkısı oldukça önemli olduğu düşünölmektedir. Hız testlerinin ölçümü beklendiği gibi pozitif yönde gelişimi birbiriyle ilişkili olduğu görülmektedir. 10m hız testinin $\Delta\% = -2.31$ gelişimi 30 m ve çeviklik performansını da pozitif yönde etkilediği düşünölmektedir. İyi çeviklik ve iyi azami hız için başlangıç hızının yüksek olması gerektiğine inanılmaktadır. Yüksek güçlü "başlangıç" nedeniyle kas ön aktivasyonunun çevikliği ve maksimum hızı etkileyebileceği düşünölmektedir (García-Pinillos ve ark., 2014; Sekulic ve ark., 2013). Ancak çalışmamızdaki önemli bir kısıtlılık, hız analizlerinin yapılmamış olmasıdır.

Hız için elde edilen iyileştirmelere odaklanarak, ivme kazanımları ve sprint hızındaki diğer yapılan araştırmalar mevcut bulgularımızı doğrulamaktadır (Alves ve ark., 2010; Kotzamanidis ve ark., 2005; Kraemer ve ark., 2000; Ronnestad ve ark., 2008). Alves ve ark. (2010) yapmış olduğu çalışmada, genç futbolcularla 6 haftalık bir antrenman programından sonra 5m (-0,1 saniye), 15m sprintlerde (-0,18 saniye) daha fazla gelişme gösterirken, 10 ve 30 metrelik sprintlerde daha küçük gelişmeler kaydedilmiştir. Daha önceki çalışmalarla karşılaştırıldığında bu çalışmada gözlenen değişimin büyüklüğünün daha fazla olmasının önceki çalışmalarda kullanılan antrenman süresinin kısalığından kaynaklanabileceği düşünölmektedir. Kotzamanidis ve ark., (2005) 9 hafta boyunca antrenman programı uygulandıktan sonra 30 m sprint süresi futbolcularda bulgularımıza çok benzer şekilde bir azalma saptamıştır. Impellizzeri ve ark., (2008) amatör futbolcuların 10 ve 20 m sprint süreleri üzerinde 4 haftalık bir antrenman programının herhangi bir etkisi olmadığı rapor etmiştir. Yukarıda adı geçen yazarlar tarafından bulunan sonuçlar, futbol antrenman programlarının 5 ila 30 m arasındaki mesafelerde hızı artırmak için yararlı bir uygulama olduğunu ve antrenman program süresinin etkili bir faktör olduğu görülmektedir.

Mevcut çalışmada antrenman programından sonra çeviklik sürelerinde önemli iyileşmeler gözlenmiştir. Önceki araştırmalar, futbol antrenmanı programlarından sonra çeviklik performansında önemli gelişmeler olduğunu göstermiştir. Thomas ve ark., (2009) 6 haftalık antrenmanın yarı profesyonel ergen futbolcularda çevikliği önemli ölçüde iyileştirdiğini (%9) gözlemlemiştir. Çeviklikteki en büyük gelişme (%10), 8 haftalık pliometrik antrenmandan sonra futbol oynayan çocuklarda bulunmuştur (Meylan ve Malatesta, 2009). G. Miller ve ark. (2006) 6 haftalık antrenmandan sonra sırasıyla t-çeviklik ve illinois çeviklik testlerinde %5 ve %3'lük iyileşmeler göstermiştir. Váczi ve ark., (2013) hem t-çeviklik testinde (%2,5) hem de Illinois çeviklikte (%1,7) önemli gelişmeler rapor etmiştir. Buna karşılık, altı

haftalık bir antrenman programından sonra genç futbolcularda 505 çeviklik testinde önemli değişiklikler olmadığı tespit etmişlerdir (Alves ve ark., 2010). Diğer araştırmacıların bu sonuç için yaptıkları açıklama ise çeviklik testlerinin gerektirdiği şekilde sporcuların yön değiştirmeleri, kıvrılmalarını ve hareketleri başlatmaları gereken herhangi bir egzersizi içermediği gerçeğidir. Çevikliği değerlendirmek için kullanılan testlerin çeşitliliği nedeniyle elde edilen sonuçları karşılaştırmak oldukça risklidir. Çeviklikteki iyileşmenin büyüklüğü, katılımcıların antrenman durumundan veya yaşından etkilenebilmektedir.

Futbolda başarı için kritik olan bir diğer bileşen ise kuvvet ve güç eylemleridir (Haugen ve ark., 2014; Stølen ve ark., 2005). Bunların özel antrenman programlarıyla geliştiği kanıtlanmıştır ve doğası gereği iyileştirilmiş özellikler genel maç performanslarıyla doğrudan ilişkilidir (Impellizzeri ve ark., 2006). Maksimum güç olarak ifade edilen bu tür performans seviyeleri, futbolcuların rekabetçi seviyeleri arasında ayırım yapabilir ve maksimum güç ile diğer motorik özellikler ve fiziksel beceriler arasında güçlü bir ilişki olduğu görülmektedir. Mevcut çalışmada futbol antrenmanının uygulanmasıyla alt ve üst ekstremitelerde alınan tekrarlı maksimal kuvvet ölçümlerinde anlamlı fark olduğu tespit edilmiştir ($p=0.001$). Bunun yanı sıra müdahale programı öncesi H/Q oranı 0.90 iken D/ND oranı 1.017 olarak tespit edilmiştir. Önsön değerleri arasında H/Q ve D/ND oranlarında anlamlı bir farklılık gözlenmiştir ($p<0.001$).

Futbol, diğer spor branşlarıyla karşılaştırıldığında daha yüksek oranda iskelet-kas yaralanmalarına sebebiyet oluşturmaktadır. Bu durum ise maçlar ve antrenman sırasında yüksek tıbbi izin gerektirmektedir (Ekstrand ve ark., 2011; Pfirrmann ve ark., 2016). Bunlar arasında hamstring yaralanmaları (yani temassız yaralanma) erkek futbolcularda genel bir sorun haline gelmiştir (Fousekis ve ark., 2010; Lehance ve ark., 2009). Genel olarak, bu yaralanmalar hamstringlerin eksantrik hareketi sırasında (geç salınım fazında alt ekstremitenin yavaşlaması) ve eksantrikten konsantrik harekete hızlı geçişler sırasında, esas olarak hamstringler kalça eklemi aktif ekstansörleri haline geldiğinde meydana gelmektedir (Ribeiro-Alvares ve ark., 2020). Bu nedenle, futbolcularda yaralanma riski taraması için güç dengesizlikleri değerlendirilmiştir (Boccia ve ark., 2018; Croisier ve ark., 2008; Ekstrand ve ark., 2011; Fousekis ve ark., 2010; Lehance ve ark., 2009). Yapılan bu çalışmalar sırasında H/Q (1.00) ve D/ND (1.175) oranlarının beklenen düzeyden fazla sapsması yaralanma olasılığını artırmıştır (Li ve ark., 1996). Böylece özellikle futbol branşında Fleksör/Extensör (H/Q) tepe tork ve Dominant / Non dominant (D/ND) bacak kuvvetlerinin sapsma oranlarının artmaması için uygulanan futbol antrenman programlarının bu durumu göz önünde bulundurularak hazırlanması gerekliliğini savunmaktayız. Mevcut çalışmada uygulanan antrenman programının H/Q (1.00) ve D/ND (1.175) sapsma oranlarını optimal düzeye yaklaştırdığı, hız (30m), dayanıklılık, çeviklik ve 1 tekrarlı maksimal kuvveti geliştirdiği görülmektedir.

Sonuç olarak, alt ekstremitelerde kas kuvveti, aerobik ve anaerobik güç, futbol da dahil olmak üzere birçok spor aktivitesinde performansı etkileyen nöromusküler değişkenlerdir. Literatürdeki sık çelişkilere rağmen, hedeflenen akut kas yaralanmalarında kas kuvveti ve dengesinin anahtar rol oynadığı varsayılabilir. Bununla birlikte, bu çalışma, kas kuvveti, aerobik ve anaerobik gücün, yaralanmayı önleme kadar performans için de önemli olabileceğini düşündürmektedir. Spor biliminin futbol yeteneğini belirlemeye yardımcı

olmadaki rolü dikkate alınmalıdır. İyi anaerobik güç potansiyeline sahip oyuncuların belirlenmesi, bu genç oyuncuların yetenek geliştirme sürecini hızlandırmak için özel koçluk ve eğitim almalarını sağlamaya yardımcı olacaktır. Ayrıca, rasyonel antrenmandaki yeni eğilimler, kas kuvveti dengesizliğinin gerektirdiği riske daha fazla odaklanabilir ve yaralanmayı önlemeyi amaçlayan antagonist güçlendirmeyi uygulayabilir. Böyle bir müdahale sadece sakatlıktan kurtulan sporcular için değil, aynı zamanda sakatlanmayan oyuncular için de faydalı olabileceği düşünülmektedir.

Çıkar Çatışması: Çalışma kapsamında herhangi bir kişisel ve finansal çıkar çatışması bulunmamaktadır.

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyanı: Araştırma Dizaynı YB, İU, CDE; İstatistik analiz YB, EŞ, CDE; Makalenin hazırlanması YB, İU, CDE, EŞ, MO, HU; Verilerin Toplanması YB, CDE, HU tarafından gerçekleştirilmiştir.

Etik Kurul İzni ile ilgili Bilgiler

Kurul Adı: Atatürk Üniversitesi Rektörlüğü/ Spor Bilimleri Fakültesi Dekanlığı

Tarih: 15/12/2022

Sayı/Karar No: E-70400699-000-2200435225

KAYNAKLAR

- Aagaard, P., Simonsen, E., Trolle, M., Bangsbo, J., & Klausen, K. (1995). Isokinetic hamstring/quadriceps strength ratio: Influence from joint angular velocity, gravity correction and contraction mode. *Acta Physiologica Scandinavica*, 154(4), 421-427. <https://doi.org/10.1111/j.1748-1716.1995.tb09927.x>
- Alves, J. M. V. M., Rebelo, A. N., Abrantes, C., & Sampaio, J. (2010). Short-term effects of complex and contrast training in soccer players' vertical jump, sprint, and agility abilities. *The Journal of Strength Conditioning Research*, 24(4), 936-941. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181c7c5fd>
- Aughey, R., & Varley, M. (2013). Acceleration profiles in elite Australian soccer. *International Journal of Sports Medicine*, 34(03), 282-282. <https://doi.org/10.1055/s-0032-1316315>
- Bangsbo, J., Iaia, F. M., & Krstrup, P. (2008). The Yo-Yo intermittent recovery test. *Sports Medicine*, 38(1), 37-51. <https://doi.org/10.2165/00007256-200838010-00004>
- Bangsbo, J., Mohr, M., & Krstrup, P. (2006). Physical and metabolic demands of training and match-play in the elite football player. *Journal of Sports Sciences*, 24(07), 665-674. <https://doi.org/10.1080/02640410500482529>
- Bennell, K., Wajswelner, H., Lew, P., Schall-Riaucour, A., Leslie, S., Plant, D., & Cirone, J. (1998). Isokinetic strength testing does not predict hamstring injury in Australian Rules footballers. *British Journal of Sports Medicine*, 32(4), 309-314. <https://doi.org/10.1136/bjism.32.4.309>
- Boccia, G., Brustio, P. R., Buttacchio, G., Calabrese, M., Bruzzone, M., Casale, R., & Rainoldi, A. (2018). Interlimb asymmetries identified using the rate of torque development in ballistic contraction targeting submaximal torques. *Frontiers in Physiology*, 9, 1701. <https://doi.org/10.3389/fphys.2018.01701>
- Borresen, J., & Lambert, M. I. (2009). The quantification of training load, the training response and the effect on performance. *Sports Medicine*, 39(9), 779-795. <https://doi.org/10.2165/11317780-000000000-00000>
- Brzycki, M. (1993). Strength testing-predicting a one-rep max from reps-to-fatigue. *Journal of Physical Education, Recreation Dance*, 64(1), 88-90. <https://doi.org/10.1080/07303084.1993.10606684>
- Buzdağlı, Y., Günay, M., Şıktar, E., Murat, O., Yılmaz, U., & Savaş, A. (2022). Futbolculara uygulanan aralıklı ve sürekli egzersizin fiziksel ve bilişsel performansa etkisi. *The Online Journal of Recreation Sports*, 11(4), 22-35. <https://doi.org/10.22282/ojrs.2022.106>
- Carling, C., Orhant, E., & LeGall, F. (2010). Match injuries in professional soccer: Inter-seasonal variation and effects of competition type, match congestion and positional role. *International Journal of Sports Medicine*, 31(04), 271-276. <https://doi.org/10.1055/s-0029-1243646>
- Castagna, C., Impellizzeri, F., Cecchini, E., Rampinini, E., & Alvarez, J. C. B. (2009). Effects of intermittent-endurance fitness on match performance in young male soccer players. *The Journal of Strength Conditioning Research*, 23(7), 1954-1959. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181b7f743>
- Clemente, F. M., Couceiro, M. S., Martins, F. M. L., Ivanova, M. O., & Mendes, R. (2013). Activity profiles of soccer players during the 2010 world cup. *Journal of Human Kinetics*, 38, 201. <https://doi.org/10.2478/hukin-2013-0060>
- Coppalle, S., Rave, G., Ben Abderrahman, A., Ali, A., Salhi, I., Zouita, S., Zouita, A., Brughelli, M., Granacher, U., & Zouhal, H. (2019). Relationship of pre-season training load with in-season biochemical markers, injuries and performance in professional soccer players. *Frontiers in Physiology*, 409. <https://doi.org/10.3389/fphys.2019.00409>
- Croisier, J.-L., Ganteaume, S., Binet, J., Genty, M., & Ferret, J.-M. (2008). Strength imbalances and prevention of hamstring injury in professional soccer players: a prospective study. *The American Journal of Sports Medicine*, 36(8), 1469-1475. <https://doi.org/10.1177/0363546508316764>
- Da Silva, J. F., Dittrich, N., & Guglielmo, L. G. A. (2011). Avaliação aeróbia no futebol. *The Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano*, 13(5), 384-391. <https://doi.org/10.5007/1980-0037.2011v13n5p384>
- Ekstrand, J., Häggglund, M., & Waldén, M. (2011). Epidemiology of muscle injuries in professional football (soccer). *The American Journal of Sports Medicine*, 39(6), 1226-1232. <https://doi.org/10.1177/0363546510395879>
- Fousekis, K., Tsepis, E., & Vagenas, G. (2010). Lower limb strength in professional soccer players: profile, asymmetry, and training age. *Journal of Sports Science and Medicine*, 9(3), 364. Erişim adresi: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3761700/>

- Gabbett, T. J., Nassis, G. P., Oetter, E., Pretorius, J., Johnston, N., Medina, D., Rodas, G., Myslinski, T., Howells, D., & Beard, A. (2017). The athlete monitoring cycle: a practical guide to interpreting and applying training monitoring data. *British Journal of Sports Medicine*, 51(20), 1451-1452. <http://dx.doi.org/10.1136/bjsports-2016-097298>
- García-Pinillos, F., Martínez-Amat, A., Hita-Contreras, F., Martínez-López, E. J., & Latorre-Román, P. A. (2014). Effects of a contrast training program without external load on vertical jump, kicking speed, sprint, and agility of young soccer players. *The Journal of Strength Conditioning Research*, 28(9), 2452-2460. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000000452>
- Goto, K., Ishii, N., Mizuno, A., & Takamatsu, K. (2007). Enhancement of fat metabolism by repeated bouts of moderate endurance exercise. *Journal of Applied Physiology*, 102(6), 2158-2164. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.01302.2006>
- Haugen, T. A., Tønnessen, E., Hisdal, J., & Seiler, S. (2014). The role and development of sprinting speed in soccer. *International Journal of Sports Physiology Performance*, 9(3), 432-441. <https://doi.org/10.1123/ijspp.2013-0121>
- Helgerud, J., Engen, L. C., Wisloff, U., & Hoff, J. (2001). Aerobic endurance training improves soccer performance. *Medicine Science in Sports Exercise*, 33(11), 1925-1931. <https://doi.org/10.1097/00005768-200111000-00019>
- Hopkins, W., Marshall, S., Batterham, A., & Hanin, J. (2009). Progressive statistics for studies in sports medicine and exercise science. *Medicine Science in Sports Exercise*, 41(1), 3. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e31818cb278>
- Impellizzeri, F. M., Marcora, S., Castagna, C., Reilly, T., Sassi, A., Iaia, F., & Rampinini, E. (2006). Physiological and performance effects of generic versus specific aerobic training in soccer players. *International Journal of Sports Medicine*, 27(06), 483-492. <https://doi.org/10.1055/s-2005-865839>
- Impellizzeri, F. M., Rampinini, E., Castagna, C., Martino, F., Fiorini, S., & Wisloff, U. (2008). Effect of plyometric training on sand versus grass on muscle soreness and jumping and sprinting ability in soccer players. *British Journal of Sports Medicine*, 42(1), 42-46. <http://dx.doi.org/10.1136/bjism.2007.038497>
- Jeffreys, L. (2008). Movement training for field sports: Soccer. *Strength Conditioning Journal*, 30(4), 19-27. <https://doi.org/10.1519/SSC.0b013e31818021c1>
- Jeong, T.-S., Reilly, T., Morton, J., Bae, S.-W., & Drust, B. (2011). Quantification of the physiological loading of one week of “pre-season” and one week of “in-season” training in professional soccer players. *Journal of sports sciences*, 29(11), 1161-1166. <https://doi.org/10.1080/02640414.2011.583671>
- Kotzamanidis, C., Chatzopoulos, D., Michailidis, C., Papaikovou, G., & Patikas, D. (2005). The effect of a combined high-intensity strength and speed training program on the running and jumping ability of soccer players. *The Journal of Strength Conditioning Research*, 19(2), 369-375. <https://doi.org/10.1519/R-14944.1>
- Kraemer, W. J., Ratamess, N. A., Volek, J. S., Mazzetti, S. A., & Gomez, A. L. (2000). The effect of the meridian shoe on vertical jump and sprint performances following short-term combined plyometric/sprint and resistance training. *The Journal of Strength Conditioning Research*, 14(2), 228-238. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000000838>
- Kramer, M., Sparks, M., & Coetzee, B. (2022). Physiological and Sprint Kinetics Associated With the Yo-Yo Intermittent Recovery Test Level 1 Performances in Soccer Players. *International Journal of Sports Physiology Performance*, 1(aop), 1-9. <https://doi.org/10.1123/ijspp.2021-0483>
- Krustrup, P., Mohr, M., Nybo, L., Jensen, J. M., Nielsen, J. J., & Bangsbo, J. (2006). The Yo-Yo IR2 test: physiological response, reliability, and application to elite soccer. *Medicine Science in Sports Exercise*, 38(9), 1666-1673. <https://doi.org/10.1249/01.mss.0000227538.20799.08>
- Lehance, C., Binet, J., Bury, T., & Croisier, J.-L. (2009). Muscular strength, functional performances and injury risk in professional and junior elite soccer players. *Scandinavian Journal of Medicine Science in Sports*, 19(2), 243-251. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2008.00780.x>
- Li, R., Maffulli, N., Hsu, Y. C., & Chan, K. M. (1996). Isokinetic strength of the quadriceps and hamstrings and functional ability of anterior cruciate deficient knees in recreational athletes. *British Journal of Sports Medicine*, 30(2), 161-164. <https://doi.org/10.1136/bjism.30.2.161>
- Mayhew, J. L., Johnson, B. D., LaMonte, M. J., Lauber, D., & Kemmler, W. (2008). Accuracy of prediction equations for determining one repetition maximum bench press in women before and after resistance training. *The Journal of Strength Conditioning Research*, 22(5), 1570-1577. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e31817b02ad>

- Meylan, C., & Malatesta, D. (2009). Effects of in-season plyometric training within soccer practice on explosive actions of young players. *The Journal of Strength Conditioning Research*, 23(9), 2605-2613. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181b1f330>
- Miller, E., Pierson, M., Nickols-Richardson, M., Wootten, F., Selmon, E., Ramp, K., & Herbert, G. (2006). Knee extensor and flexor torque development with concentric and eccentric isokinetic training. *Research Quarterly for Exercise Sports Medicine*, 77(1), 58-63. <https://doi.org/10.1080/02701367.2006.10599332>
- Miller, G., Herniman, J., Ricard, D., Cheatham, C., & Michael, J. (2006). The effects of a 6-week plyometric training program on agility. *Journal of Sports Science Medicine Science in Sports Exercise*, 5(3), 459. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24353464/>
- Orchard, J., Marsden, J., Lord, S., & Garlick, D. (1997). Preseason hamstring muscle weakness associated with hamstring muscle injury in Australian footballers. *The American Journal of Sports Medicine*, 25(1), 81-85. <https://doi.org/10.1177/036354659702500116>
- Petersen, J., & Hölmich, P. (2005). Evidence-based prevention of hamstring injuries in sport. *British Journal of Sports Medicine*, 39(6), 319-323. <https://doi.org/10.1136/bjism.2005.018549>
- Pettitt, R. W., & Bryson, E. R. (2002). Training for women's basketball: a biomechanical emphasis for preventing anterior cruciate ligament injury. *Strength Conditioning Journal*, 24(5), 20-29. [https://doi.org/10.1519/1533-4295\(2002\)024<0020:TFWBAB>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1519/1533-4295(2002)024<0020:TFWBAB>2.0.CO;2)
- Pfirschmann, D., Herbst, M., Ingelfinger, P., Simon, P., & Tug, S. (2016). Analysis of injury incidences in male professional adult and elite youth soccer players: a systematic review. *Journal of Athletic Training*, 51(5), 410-424. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-51.6.03>
- Raunest, J., Sager, M., & Burgener, E. (1996). Proprioceptive mechanisms in the cruciate ligaments: an electromyographic study on reflex activity in the thigh muscles. *Journal of Trauma Acute Care Surgery*, 41(3), 488-493. <https://doi.org/10.1097/00005373-199609000-00017>
- Ribeiro-Alvares, J. B., Dornelles, M. P., Fritsch, C. G., de Lima-E-Silva, F. X., Medeiros, T. M., Severo-Silveira, L., Marques, V. B., & Baroni, B. M. (2020). Prevalence of hamstring strain injury risk factors in professional and under-20 male football (soccer) players. *Journal of Sport Rehabilitation*, 29(3), 339-345. <https://doi.org/10.1123/jsr.2018-0084>
- Rønnestad, B. R., Kvamme, N. H., Sunde, A., & Raastad, T. (2008). Short-term effects of strength and plyometric training on sprint and jump performance in professional soccer players. *The Journal of Strength Conditioning Research*, 22(3), 773-780. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e31816a5e86>
- Sekulic, D., Spasic, M., Mirkov, D., Cavar, M., & Sattler, T. (2013). Gender-specific influences of balance, speed, and power on agility performance. *The Journal of Strength Conditioning Research*, 27(3), 802-811. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e31825c2cb0>
- Stølen, T., Chamari, K., Castagna, C., & Wisløff, U. (2005). Physiology of soccer. *Sports Medicine*, 35(6), 501-536. <https://doi.org/10.2165/00007256-200535060-00004>
- Thomas, K., French, D., & Hayes, P. R. (2009). The effect of two plyometric training techniques on muscular power and agility in youth soccer players. *The Journal of Strength Conditioning Research*, 23(1), 332-335. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e318183a01a>
- Vácz, M., Tollár, J., Meszler, B., Juhász, I., & Karsai, I. (2013). Short-term high intensity plyometric training program improves strength, power and agility in male soccer players. *Journal of Human Kinetics*, 36, 17. <https://doi.org/10.2478/hukin-2013-0002>
- Wong, D. P., & Wong, S. H. (2009). Physiological profile of Asian elite youth soccer players. *The Journal of Strength Conditioning Research*, 23(5), 1383-1390. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181a4f074>

