

Akut:Kronik İş Yükü Oranı, Koşu Dengesizliği ve Profesyonel Futbolcularda Sakatlık Paradoksu: Tanımlayıcı Araştırma

Acute:Chronic Workload Ratio, Running Imbalance and Injury Paradox for Professional Footballers: A Descriptive Research

¹ Selçuk TARAKCI^a, ² Kaan KAYA^b, ³ Gülhan Erdem SUBAK^c

^aİstanbul Esenyurt Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu, Antrenörlük Eğitimi Bölümü, İstanbul, Türkiye

^bİstanbul Esenyurt Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu, Spor Yöneticiliği Bölümü, İstanbul, Türkiye

^cİğdır Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi, Beden Eğitimi ve Spor Öğretmenliği Bölümü, Beden Eğitimi ve Spor Öğretimi-Eğitimi AD, İğdır, Türkiye

ÖZET Amaç: Bu araştırma, Türkiye Süper Ligi'nde mücadele eden profesyonel futbolcuların temassız sakatlık geçirdikleri güne kadar olan antrenman yükleri ile akut:kronik iş yükü oranı ve koşu dengesizliği değerleri arasındaki ilişkileri incelemektedir. **Gereç ve Yöntemler:** Araştırmaya Türkiye Süper Ligi'nde mücadele eden 14 profesyonel futbolcu gönüllü olarak katılmıştır. Katılımcılardan elde edilen akut:kronik iş yükü oranı ve koşu dengesizliği verileri Küresel Konumlama Sistemi [Global Positioning System (GPS)] kullanılarak elde edilmiştir. GPS kullanılarak elde edilen veriler arasında; toplam mesafe, 20-25 km/s hız aralığında toplam mesafe, 25 km/s üzerinde toplam mesafe, antrenman ve maçlarda geçirdikleri toplam süre, oyuncu yükleri, yüksek metabolik güç mesafesi, belirli hızlarda ivmelenme ve yavaşlama mesafeleri ve ulaştıkları maksimal sürat değerleri bulunmaktadır. **Bulgular:** Akut:kronik iş yükü oranı ile incelenen parametreler arasında anlamlı bir korelasyon olmadığını, ancak koşu dengesizliği değeri ile bazı antrenman ve performans parametreleri arasında anlamlı korelasyonlar olduğunu göstermiştir. Özellikle, koşu dengesizliği ile toplam süre ($r=0,56$), toplam mesafe ($r=0,61$), oyuncu yükü ($r=0,73$), 2 m/s'den hızlı ivmelenme-yavaşlama mesafesi ($r=0,63$), toplam ivmelenme-yavaşlama mesafesi ($r=0,68$) ve yüksek metabolik güç mesafesi ($r=0,60$) arasında pozitif yönlü anlamlı korelasyonlar bulunmuştur. **Sonuç:** Bu araştırma, akut:kronik iş yükü oranının futbolcularda sakatlık riski ya da performans parametreleri için güvenilir bir gösterge olmayabileceğini, ancak koşu dengesizliği gibi daha spesifik parametrelerin sakatlık riski üzerinde anlamlı etkiler yaratabileceğini öne sürmektedir. Koşu dengesizliği, özellikle futbol gibi yüksek tempolu sporlarda sakatlık riskini tahmin etmek ve performansı optimize etmek için önemli bir gösterge olabilir. Bu sonuçlar, spor bilimciler, antrenörler ve sağlık profesyonelleri için oyuncuların antrenman programlarının düzenlenmesi ve sakatlık riskinin azaltılması açısından önemli stratejik bilgiler sunmaktadır.

ABSTRACT Objective: This research explores the relationships between the training loads until the day of non-contact injury occurrence and the acute:chronic workload ratio as well as running imbalance values among professional football players competing in the Turkish Super League. **Material and Methods:** Fourteen professional football players from the Turkish Super League participated in this study on a voluntary basis. Data on acute:chronic workload ratio and running asymmetry were collected using Global Positioning System (GPS) tracking. The GPS-tracked metrics included total distance, distance covered within the speed range of 20-25 km/h, distance covered above 25 km/h, total time spent in training and matches, player load, high metabolic power distance, acceleration and deceleration distances at specific speeds, and maximum speed achieved. **Results:** The findings revealed no significant correlation between the acute:chronic workload ratio and the examined parameters. However, significant correlations were found between running asymmetry and certain training and performance parameters. Specifically, positive correlations were observed between running asymmetry and total time ($r=0.56$), total distance ($r=0.61$), player load ($r=0.73$), distance of accelerations-decelerations over 2 m/s ($r=0.63$), total acceleration-deceleration distance ($r=0.68$), and high metabolic power distance ($r=0.60$). **Conclusion:** This study suggests that the acute:chronic workload ratio may not be a reliable indicator for injury risk or performance parameters in football players. However, more specific parameters, such as running asymmetry, may have significant impacts on injury risk. Running asymmetry, particularly in high-intensity sports like football, can be an important indicator for predicting injury risk and optimizing performance. These findings provide valuable strategic insights for sports scientists, coaches, and healthcare professionals in terms of adjusting training programs and minimizing injury risks.

Anahtar Kelimeler: Futbol; koşu dengesizliği; antrenman yükü; performans; sakatlık riski

Keywords: Football; running imbalance; training load; performance; injury risk

KAYNAK GÖSTERMEK İÇİN:

Tarakcı S, Kaya K, Subak GE. Akut:kronik iş yükü oranı, koşu dengesizliği ve profesyonel futbolcularda sakatlık paradoksu: Tanımlayıcı araştırma. Türkiye Klinikleri J Sports Sci. 2025;17(1):19-27.

Correspondence: Selçuk TARAKCI

İstanbul Esenyurt Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu, Antrenörlük Eğitimi Bölümü, İstanbul, Türkiye

E-mail: selcuktarakci@esenyurt.edu.tr



Peer review under responsibility of Türkiye Klinikleri Journal of Sports Sciences.

Received: 15 Jul 2024

Received in revised form: 11 Jan 2025

Accepted: 27 Jan 2025

Available online: 19 Feb 2025

2146-8885 / Copyright © 2025 by Türkiye Klinikleri. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Futbol, dünya genelinde en yaygın ve popüler spor dallarından birisidir.¹ Modern futbol daha yüksek şiddette, daha hızlı oyun kriterleriyle oynanmakta ve fiziksel açıdan önceki yıllara göre daha agresif bir şekilde oynanan bir oyun halini aldığı görülmektedir.² 2019 yılında yapılan bir çalışmada İspanya La Liga seviyesi için bir müsabakada oyuncu başına düşen ortalama koşu mesafesi 9.268±960 m olarak bildirilmiştir.³ Bunu destekleyici başka bir çalışmada aynı kıtada farklı ülkelerde oynanan müsabakalarda daha uzun koşu mesafeleri tespit edilmiş olsa da, futbolun yapısı gereği oyun tarzındaki taktiksel değişikliklerin ve oyun içindeki kısa ama 20 km/s gibi daha yoğun ve hızlı koşuların sergilenmesi, koşu mesafelerinin uzunluğunu etkileyebileceği belirtilmiştir.⁴ Modern futbolda oyunun fiziksel talepleri Avrupa Futbol Federasyonları Birliği (UEFA) internet sayfası verilerine göre takımlar müsabaka süreleri içerisinde 107.000-127.000 metre arasında mesafe kat ettikleri görülmektedir.⁵ İfade edilen fiziksel performansın yanında teknik çabalar açısından bakıldığında, profesyonel futbolcular tarafından koşulan mesafelerin yalnızca %1,2'si ile %2,4'lük bölümünde koşuların topla yapıldığı açıklanmıştır.⁶ Bu veriler, performansı optimize etmek ve sakatlık oluşum riskini azaltmak için oyuncuların kas-iskelet yapılarına ve bağ dokusuna binen yükün arttığını göstermektedir. Maçlardaki fiziksel taleplerdeki artışın bir sonucu olarak, profesyonel futbolcularda sakatlanma riskini arttırabileceği ve hatta oluşan sakatlıkların da son yıllarda artış gösterdiği anlaşılmaktadır.⁷ Bu nedenle, antrenman ve müsabakalar arasındaki doz-tepki ilişkisini anlamak için iç yük ve dış yük arasındaki ilişkileri iyi bilmek ve analiz etmek önemli hale gelmektedir.

Sakatlıkların oluşumu çok sayıda parametreyi (performans, iş yükü, fizyoloji, uyku, yorgunluk, toparlanma, psikoloji, yaşam tarzı) içeren karmaşık bir olgudur.⁸ Sporcularda antrenman yükü ile sakatlık arasındaki ilişki, son dönemlerde araştırma ve uygulama alanlarında giderek daha fazla ilgi görmeye başlayan araştırma konusu olmaktadır. Maç sırasında meydana gelen hızlanmalar ve yavaşlamalar farklı fizyolojik ve biyomekanik talepler içerir.⁹ Örneğin, hızlanma yüksek oranda kas kasılması ve metabolik stres içerir, buna karşın yavaşlama yüksek

oranda kas-iskelet sistemi yüklenmesi, yüksek yaralanma riski (örn. ön çapraz bağ yaralanmaları) ve gecikmiş kas ağrısına yol açan kas hasarını başlatan eksantrik kasılmaları içerir.¹⁰ Araştırmamızın değişkenleri içerisinde de yer alan hızlanma ve yavaşlama, antrenman ve müsabakalar sırasında sıklıkla ölçülen önemli fiziksel ölçütlerdir.¹⁰ Antrenman yüklerinin değerlendirilmesinde sıklıkla kullanılan ölçütlerden biri Akut:Kronik İş Yük Oranı (AKİYO) değeridir. AKİYO, kısa dönem (akut) ve uzun dönem (kronik) antrenman yüklerinin oranını ifade etmektedir. Akut yük genellikle son 7 gün içerisindeki antrenman yüklerinin ortalaması olarak hesaplanırken, kronik yük ise son 28 gün içerisindeki antrenman yüklerinin ortalaması olarak belirlenmektedir.^{11,12} Bu ölçümün oyuncunun yorgunluk (akut) ve kondisyon (kronik) arasındaki oranı yansıttığı öne sürülmüş ve birçok spor dalında sakatlıkların oluşumu ile ilişkilendirilmiştir.¹¹⁻¹⁶ Genel anlamda AKİYO, aralık olarak 0,8-1,3 aralığında olduğunda sakatlık riskinin düşük olduğu, değerlerin 1,5'i aştığında ise sakatlık riskinin 2 kattan fazla olduğu ileri sürülmektedir.¹¹ Yüksek AKİYO değerlerinin, oyuncuların sakatlık riskini arttırabileceği literatürde sıklıkla belirtilmiş, ancak bu ilişkinin tutarlılığı ve genel geçerliliği üzerine yapılan çalışmalar farklı sonuçlar ortaya koymaktadır.

Küresel Konumlama Sistemi [Global Positioning System (GPS)] (Vector S7; Catapult Sports, Melbourne, Avustralya) sistemi içerisinde yer alan koşu dengesizliği parametresi bir oyuncunun koşu sırasında sol ve sağ bacakları arasında kat ettiği mesafelerin farkını ifade etmektedir.¹⁷ Koşu simetrisi, ivme veya yer tepki kuvveti gibi koşu değişkenlerinin her iki taraftaki değerlerinin eşit olması olarak tanımlanmaktadır. Sağ ve sol ayak salınımı sırasında uygulanan eşit yer reaksiyon kuvvetleri "simetrik" olarak kabul edilirken, ayak vuruşu kuvvetlerinde fark olması ise "asimetrik" olarak tanımlanmaktadır.¹⁸⁻²⁰ Koşu dengesizliği, asimetrik koşu desenlerinin bir göstergesi olarak kabul edilir ve oyuncuların kas-iskelet sistemleri üzerindeki stresi arttırabilir. Bu durum, potansiyel sakatlık risklerini arttırabilirken, performans düşüşlerine de yol açabilmektedir. Koşu dengesizliğinin antrenman yükü ve performans parametreleri üzerindeki etkilerini anlamak, oyuncuların

antrenman programlarını optimize etmek ve sakatlık risklerini azaltmak için önemlidir.

Futbolcuların antrenman ve maç sırasında maruz kaldıkları fiziksel yüklerin değerlendirilmesi, performans ve sağlık yönetiminde kritik bir rol oynamaktadır. Kat edilen toplam mesafe, oyuncu yükü (oyuncunun maruz kaldığı fiziksel yük), yüksek hızlarda koşu ve sprint mesafeleri, hızlanma ve yavaşlama sayıları gibi parametreler, oyuncuların fiziksel performansını ve antrenman yoğunluğunu anlamada kullanılan temel ölçütlerdir. Özellikle, yüksek hızlarda kat edilen mesafeler ve hızlı ivmelenme-yavaşlama sayıları, oyuncuların ani ve yoğun fiziksel taleplere nasıl yanıt verdiklerini göstermektedir. Bu parametrelerin sürekli olarak izlenmesi ve analiz edilmesi, oyuncuların performansını optimize etme ve sakatlık risklerini minimize etme stratejilerinin geliştirilmesine katkı sağlamaktadır.

Bu araştırmanın amacı, Türkiye Süper Ligi'nde mücadele eden profesyonel futbolcuların temassız sakatlık geçirdikleri güne kadar olan antrenman yükleri ile AKİYO ve koşu dengesizliği değerleri arasındaki ilişkileri incelemektir. Bu amaç doğrultusunda, profesyonel futbolcularda daha önce sakatlıkla ilişkilendirilmeyen GPS sistemi içerisinde yer alan "koşu dengesizliği" parametresinin de değerlendirilmesiyle birlikte literatürde bu konudaki eksikliğe katkıda bulunabileceği düşünülmektedir. AKİYO değeri ile oyuncuların toplam mesafeleri, sprint mesafeleri, oyuncu yükleri, yüksek metabolik güç mesafeleri, ivmelenme ve yavaşlama değerleri arasında anlamlı bir korelasyon olup olmadığı ve koşu dengesizliği değeri ile aynı parametreler arasında anlamlı bir korelasyon olup olmadığını test etmeyi amaçlamaktadır. Bu çalışmanın önemi ise, AKİYO ve koşu dengesizliği değerlerinin futbolcuların antrenman yükleri ve sakatlık riskleri üzerindeki potansiyel etkilerini anlamaya katkı sağlamasında yatmaktadır. Araştırmamız aynı zamanda bu alandaki yapılacak olan literatür çalışmalarına katkı olarak profesyonel futbolcuların antrenman yükü takibinde sadece performans parametrelerinin değil "koşu dengesizliği" parametresinin de kullanılmasının önemini ortaya koyacağı düşünülmektedir. AKİYO'nun sakatlık riski ile ilişkisi üzerine yapılan çalışmaların sonuçları tutarsız olabilmektedir. Bu nedenle, AKİYO'nun an-

trenman yükü ve performans parametreleri üzerindeki etkilerini daha iyi anlamak için ek çalışmalara ihtiyaç olduğu düşünülmektedir. Benzer şekilde, koşu dengesizliğinin antrenman yükleri ve performans parametreleri ile olan ilişkisi, oyuncuların fiziksel dengesizliklerinin ve potansiyel sakatlık risklerinin belirlenmesi açısından önemli bilgiler sunabileceği düşünülmektedir. Ayrıca, bu araştırma sonucunda elde edilecek bulgular, antrenman programlarının ve yük yönetim stratejilerinin optimize edilmesine yönelik öneriler sunarak, futbolcuların performanslarını artırmak ve sakatlık risklerini azaltmak için pratik uygulamalar sağlayabilecektir. Bu bilgiler, antrenörler, spor bilimciler ve sağlık profesyonelleri tarafından kullanılabilir ve futbolcuların performanslarını en üst düzeye çıkarırken sakatlık risklerini en aza indirmek için daha etkili stratejiler geliştirilmesine yardımcı olabilecektir.

GEREÇ VE YÖNTEMLER

ARAŞTIRMA TASARIMI

Bu çalışma, Türkiye Süper Ligi'nde mücadele eden profesyonel futbolcuların temassız sakatlık geçirdikleri güne kadar olan antrenman yükleri ile AKİYO ve koşu dengesizliği değerleri arasındaki ilişkileri incelemeyi amaçlayan prospektif bir kohort çalışmasıdır. Araştırmada, oyuncuların antrenman ve maç yükleri GPS kullanılarak detaylı bir şekilde kaydedilmiş ve bu verilerin sakatlıklarla ilişkileri analiz edilmiştir. Bu bağlamda, AKİYO ve koşu dengesizliği değerleri ile çeşitli performans ve yük parametreleri arasındaki korelasyonlar incelenmiştir.

Katılımcılar

Araştırmaya, 2023-2024 futbol sezonunda Türkiye Süper Ligi'nde mücadele eden ve sezon boyunca temassız sakatlık yaşayan 14 profesyonel futbolcu (Boy uzunluğu: 184,36±8,06 cm; Vücut ağırlığı: 79,39±10,05 kg; Vücut yağ yüzdesi: %4,94±1,94; Yaşı: 25,93±6,94 yıl) dâhil edilmiştir. Katılımcılar, yaş, pozisyon (5 savunma oyuncusu, 6 orta saha oyuncusu ve 3 hücum oyuncusu), oynama süresi (müsabakalarda en az 60dk ve üzeri oynayan oyuncular) ve sakatlık geçmişi gibi kriterler açısından homojen bir grubu temsil etmektedir. Araştırmaya

sakatlık geçirmeyen futbolcular, temaslı/darbeye bağlı sakatlık geçiren futbolcular, müsabakalarda 60 dk ve altında oynayan futbolcular dâhil edilmemiştir. Araştırma Helsinki Deklarasyonu prensipleri göz önünde bulundurularak gerçekleştirilmiş ve bu araştırma, İstanbul Esenyurt Üniversitesi Etik Kurulu tarafından 11 Temmuz 2023 tarih ve 2023/06-15 no'lu toplantısı sonucunda verilen sayılı onay alınarak gerçekleştirilmiştir. Katılımcılardan ayrıca yazılı onam formları imzalı şekilde alınmış ve çalışmanın amacı, süreci ve olası riskleri hakkında sözlü ve yazılı olarak detaylı bilgilendirme yapılmıştır. Katılımcıların mahremiyetine saygı gösterilerek, kişisel veriler anonim olarak analiz edilmiş ve sadece bu araştırma içerisinde kullanılmıştır.

VERİ TOPLAMA

Bu araştırma kapsamında, katılımcıların koşu dengesizliği verileri 2022-2023 Türkiye Süper Ligi sezonu süresince GPS sistemi kullanılarak toplanmıştır. 10 Hz GPS cihazlarının mesafe ve hız ölçümlerinde hem geçerli hem de güvenilir olduğu daha önceki araştırmalarda gösterilmektedir.^{21,22} Bu cihazlar üretici firma tarafından özel olarak geliştirilen yeleklerin cep kısımlarına yerleştirilmektedir. Bu cepler katılımcıların sırt kısmında yer almakta ve iki scapula kemiğinin tam ortasına denk gelecek şekilde yerleştirilmektedir. Cihazlar 81 mm uzunluğa, 43,5 mm genişliğe ve 54 gr ağırlığa sahiptirler. Katılımcılar sezon boyunca aynı cihazı düzenli olarak kullanmaktadırlar ve bu düzenli kullanım, olası ölçüm hatalarını minimize etmektedir.²³ Üretici firmanın talimatları doğrultusunda GPS cihazları, her maç ve antrenmandan 15 dk önce aktif hale getirilerek gerekli uydu bağlantısının en iyi duruma getirilmesi ve doğru verilerin elde edilmesi sağlanmıştır.²⁴ Maçlardan ve müsabakalardan elde edilen veriler düzenli olarak bulut sistemi üzerinden düzenli takibinin yapılabilmesi amacıyla Excel'e (Microsoft, ABD) aktarılmış ve eksik ya da hatalı verilerin ayıklanması için gerekli kontrollerden geçirilmiştir. Toplanan veriler arasında; oyuncuların antrenman ve maç sırasında kat ettiği toplam mesafe, 20-25 km/s hız aralığında kat ettikleri toplam mesafe, 25 km/s üzerindeki hızda kat ettikleri toplam mesafe, antrenman ve maçlarda geçirdikleri toplam süre, an-

trenman ve maç sırasında maruz kaldıkları fiziksel yük (oyuncu yükü), yüksek metabolik güç mesafesi, belirli bir hızda ivmelenme ve yavaşlama toplam mesafeleri ve ulaştıkları maksimum hız bulunmaktadır. Bu veriler, oyuncuların sezon boyunca her antrenmanından ve maçından sonra düzenli olarak kaydedilmiştir.

Akut:Kronik İş Yük Oranı ve Koşu Dengesizliği Hesaplamaları

Araştırmada profesyonel futbolcuların sezon içerisinde (müsabaka dönemi) yaşadıkları sakatlıklar göz önünde bulundurularak değerlendirilmeler yapılmıştır. Araştırmaya dâhil olan tüm oyuncuların verileri aynı sezon ve döneme aittir. AKİYO, oyuncuların kısa dönem (akut) ve uzun dönem (kronik) antrenman yüklerinin oranını ifade etmektedir. Bu araştırmada, akut yük son 7 günlük antrenman yüklerinin ortalaması olarak, kronik yük ise son 28 günlük antrenman yüklerinin ortalaması olarak hesaplanmıştır. AKİYO değeri, bu 2 ortalamanın oranı alınarak elde edilmiş ve akut yükün kronik yüke bölünmesiyle hesaplanmıştır.²⁵ Bu araştırma kapsamında oyuncuların sakatlık oluşum tarihinden 6 hafta geriye giderek alınan değerler üzerinden hesaplamalar yapılmıştır. Koşu dengesizliği, oyuncuların sol ve sağ bacakları arasındaki koşu mesafesi farklarını ifade etmektedir. Bu parametre, GPS cihazlarından elde edilen verilerle hesaplanmıştır. Sol ve sağ bacak için kaydedilen mesafelerin farkı alınarak, oyuncuların simetrik veya asimetrik koşu davranışları değerlendirilmiştir. Bu araştırmada AKİYO şu aralıklara ayrılmıştır: 1) çok düşük, $\leq 0,49$, 2) düşük, $0,50-0,99$, 3) orta, $1,0-1,49$, 4) yüksek, $1,50-1,99$ ve 5) çok yüksek, $\geq 2,0$.^{13,15}

İSTATİSTİKSEL ANALİZ

Toplanan veriler, SPSS (IBM Corp., ABD) yazılımı kullanılarak analiz edilmiştir. Verilerin normallik dağılımı Kolmogorov-Smirnov testi ile değerlendirilmiş ve normallik varsayımı karşılanmayan veriler için non-parametrik testler kullanılmıştır. Normallik varsayımını karşılayan değişkenler arasında korelasyon analizi yapmak için Pearson korelasyon katsayısı kullanılmıştır. Bu analizde, AKİYO ve koşu dengesizliği değerleri ile toplam mesafe,

sprint mesafeleri, oyuncu yükleri, ivmelenme ve yavaşlama değerleri arasındaki ilişkiler incelenmiştir. Normallik varsayımını karşılamayan maksimal sürat ve yüksek metabolik güç mesafesi parametreleri için Spearman korelasyon katsayısı kullanılmıştır. Bu analiz, AKİYO ve koşu dengesizliği değerleri ile bu 2 parametre arasındaki ilişkileri değerlendirmek için kullanılmıştır.

Bu çalışmada, elde edilen bulguların güvenilirliği ve geçerliliğini sağlamak amacıyla, veri toplama sürecinde standardize edilmiş protokoller uygulanmış ve GPS cihazlarının kalibrasyonu düzenli olarak yapılmıştır. Ayrıca, antrenman ve maç yükleri arasındaki farklılıkları minimize etmek için her oyuncunun verileri kendi içinde karşılaştırılmıştır.

BULGULAR

Bu çalışmada, Türkiye Süper Ligi'nde mücadele eden 14 profesyonel futbolcunun temassız sakatlık geçirdikleri güne kadar olan antrenman yükleri ile AKİYO ve koşu dengesizliği değerleri arasındaki korelasyonlar analiz edilmiştir. Oyuncuların sakatlandıkları güne kadarki antrenman verilerinin ortalama, standart sapma, çarpıklık ve basıklık değerleri Tablo 1'de sunulmuştur.

Tablo 1'de görüldüğü üzere, oyuncuların sakatlanana kadar olan dönemlerdeki antrenman ve performans parametrelerinin deskriptif istatistikleri verilmiştir. Bu tablo, her bir parametrenin ortalama,

standart sapma, çarpıklık ve basıklık değerlerini içermektedir.

AKİYO değeri ile oyuncuların sakatlandıkları güne kadar olan antrenman verileri arasında anlamlı bir korelasyon gözlenmemiştir. Bu bulgu, AKİYO'nun bu parametrelerle (toplam süre, toplam mesafe, oyuncu yükü, İvme.-Yav. [İvmelenme- Yavaşlama (2 m/s), Toplam İvme.-Yav., maksimal sürat ve yüksek metabolik güç mesafesi (YMGM)] ilişkili olmadığını veya sakatlık riski ile doğrudan bir ilişki göstermediğini düşündürmektedir. Bununla birlikte, koşu dengesizliği değeri ile bazı antrenman ve performans parametreleri arasında anlamlı korelasyonlar bulunmuştur. Oyuncuların sakatlanana kadarki dönemde koşu dengesizliği ortalamaları ile toplam süre, toplam mesafe, oyuncu yükü, 2 m/s'den hızlı ivmelenme ve yavaşlama mesafesi, toplam ivmelenme ve yavaşlama mesafesi ve YMGM arasında pozitif yönlü anlamlı korelasyon gözlenmiştir. Bu korelasyonlar, Tablo 2'de detaylı olarak sunulmuştur (Tablo 2).

Tablo 2, Pearson ve Spearman korelasyon katsayılarını göstermektedir. Tablo, AKİYO ve koşu dengesizliği değerlerinin çeşitli performans ve antrenman parametreleri ile olan ilişkilerini içermektedir. Özellikle, koşu dengesizliği değeri ile toplam süre, toplam mesafe, oyuncu yükü, hızlı ivmelenme ve yavaşlama ile YMGM arasında anlamlı pozitif korelasyonlar bulunmuştur.

TABLO 1: Sakatlanma anına kadar oyuncu ölçümleri için tanımlayıcı istatistikler.

Değişkenler	n	\bar{X}	SS	Çarpıklık		Basıklık	
				Standart Hata	Standart Hata	Standart Hata	Standart Hata
AKİYO	14	0,9564	0,11719	0,517	0,597	0,172	1,154
Toplam süre (dk)	14	59,0193	7,0353	-0,349	0,597	-0,946	1,154
20-25 km/s mesafe (m)	14	185,4207	73,70293	0,24	0,597	-1,608	1,154
>25 km/s mesafe (m)	14	28,72	11,25564	1,142	0,597	1,598	1,154
Toplam mesafe (m)	14	4642,463	930,7694	-0,123	0,597	-0,665	1,154
Maksimal sürat (km/s)	14	26,8286	4,83098	2,196	0,597	4,114	1,154
Oyuncu yükü	14	514,8421	95,77881	-0,29	0,597	-0,91	1,154
YMGM (m)	14	557,5357	233,6591	1,624	0,597	2,661	1,154
İvme.-Yav. mesafesi >2m/s	14	289,3021	88,23666	-0,423	0,597	-1,009	1,154
Top. ivme.-Yav. mesafesi (m)	14	246,3436	68,42322	0,693	0,597	-0,17	1,154
Koşu dengesizliği	14	-0,6257	3,26848	-0,415	0,597	-0,792	1,154

SS: Standart sapma; AKİYO: Akut:Kronik İş Yükü Oranı; İvme.-Yav.: İvmelenme-yavaşlama; YMGM: Yüksek metabolik güç mesafesi.

TABLO 2: Bağımsız değişkenler ve performans metrikleri arasındaki Pearson ve Spearman korelasyon katsayıları.

Bağımsız değişkenler	Pearson (r)					Spearman (r)	
	Toplam süre	Toplam mesafe	Oyuncu yükü	İvme.-Yav. (2 m/s)	Toplam ivme.-yav.	Maksimal sürat	YMGM
AKİYO	0,06	0,02	0,12	-0,07	-0,04	-0,32	0,02
Koşu dengesizliği	0,56*	0,61*	0,73**	0,63**	0,68**	-0,24	0,60*

*p<0,05; **p<0,01; AKİYO: Akut:Kronik İş Yükü Oranı İvme.-Yav.: İvmelenme-yavaşlama; YMGM: Yüksek metabolik güç mesafesi.

TARTIŞMA

Bu çalışmada, Türkiye Süper Ligi'nde mücadele eden 14 profesyonel futbolcunun temassız sakatlık geçirdikleri güne kadar olan antrenman yükleri ile AKİYO ve koşu dengesizliği değerleri arasındaki ilişkiler incelenmiştir. Bulgular, AKİYO ile incelenen parametreler arasında anlamlı bir korelasyon olmadığını, ancak koşu dengesizliği değeri ile bazı antrenman ve performans parametreleri arasında anlamlı korelasyonlar olduğunu göstermiştir.

Sakatlık oluşumu, performans, iş yükü, fizyoloji, uyku, yorgunluk ve iyileşme, psikoloji ve yaşam tarzı gibi çeşitli parametreleri içeren ve bu parametreler arasındaki etkileşimlerin sonucu üzerinde daha belirleyici olabileceği karmaşık bir olgudur.⁸ Son dönemdeki araştırmalar, sakatlıklar ile yüksek AKİYO arasındaki ilişkilerin, bu 2 değişken arasındaki ilişkiyi değerlendirmek için kullanılan istatistiksel modellerdeki yapay sonuçların bir sonucu olduğunu ve bu durumun tahmin edilen etkiyi abarttığını göstermiştir.²⁶ Yapılan araştırmada elde edilen sonuçlara göre, AKİYO değerlerinin yaralanma riski açısından hiçbir tahmini avantaj sağlamadığı belirtilmiştir.²⁷ Araştırmamızda elde edilen bulgularda, AKİYO değeri ile toplam süre (59,0193±7,0353), toplam mesafe (4642,463±930,7694), oyuncu yükü (514,8421±95,77881), hızlı ivmelenme ve yavaşlama değerleri (289,3021±88,23666) arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki tespit edilememiştir. Bu sonuç, AKİYO'nun bu parametreler üzerinde sınırlı bir etkisi olduğunu veya doğrudan bir ilişki göstermediğini düşündürmektedir. Literatürde, AKİYO'nun sakatlık riski ile olan ilişkisi üzerine farklı bulgular mevcuttur.²⁸ Ancak bizim bulgularımız, AKİYO'nun tek başına sakatlık riski veya performans değişkenleri için güvenilir bir gösterge olmayabileceğini desteklemektedir.

Bazı araştırmalar AKİYO modellerinin tahmin yeteneğini test etmiş ve bu modellerin tek başına, sporla ilgili sakatlık geçirecek bireyleri tespit etme yeteneğinin zayıf veya hiç olmadığını bildirmiş, bu durumda yüksek sayıda yanlış pozitif tahminle sonuçlanmıştır.²⁹⁻³¹ AKİYO, sporcunun belirli bir uyarıyı benimseme yeteneğini veya modelin bireyin sakatlık hassasiyetini belirleyen karmaşık etkileşimleri yakalayamaması nedeniyle başarısız olduğu gözlenmektedir. Pratikte AKİYO kullanımı, sakatlığa neden olma ilişkisinin kanıtlanmamış olması, ölçümünün kesin olmaması ve birbirinden farklı sonuçların elde edildiği teorik bir arka plana sahip olması nedeniyle uygun olmayan tavsiyelere yol açabilmektedir. Bu durumda aslında sakatlık riski ile tutarsız ve tek taraflı ilişkili olması sebebiyle belirsiz bir gösterge ortaya çıkarmaktadır.³² Araştırmamızda, koşu dengesizliği değeri ile toplam süre, toplam mesafe, oyuncu yükü, 2 m/s'den hızlı ivmelenme ve yavaşlama mesafesi, toplam ivmelenme ve yavaşlama mesafesi ve YMGM arasında anlamlı pozitif korelasyonlar gözlenmiştir. Bu bulgular, koşu dengesizliğinin oyuncuların antrenman ve maç sırasında maruz kaldığı fiziksel yük ve performans parametreleri ile ilişkili olduğunu göstermektedir. Özellikle, koşu dengesizliğinin toplam mesafe ve oyuncu yükü ile olan pozitif ilişkisi, asimetrik koşu desenlerinin oyuncuların fiziksel yükünü artırabileceğini ve potansiyel olarak sakatlık riskini yükseltebileceğini düşündürmektedir.

Spor sakatlıkları ile antrenman yükü arasındaki etiyoloji daha net bir şekilde kurulmalıdır.³³ Bu nedenle, günümüzde mevcut parametrelerin kapasitesinin sınırlı olduğu düşünülmektedir. Konuyla ilgili olarak daha kesin sonuçların olduğu yaklaşımlar ve daha somut sakatlık risk değerlendirmelerinin aranması gerekmektedir.³³ Tüm bunlar göz önüne alındığında koşu dengesizliği parametresi, özellikle futbola

özgü sakatlık risk değerlendirmesi için kullanılabilir. Koşu dengesizliğinin antrenman yükü ve performans parametreleri üzerindeki etkileri, literatürde giderek daha fazla dikkat çekmektedir. Daha önceki araştırmalar, asimetrik koşu desenlerinin kas-iskelet sistemi üzerindeki stresi artırabileceğini ve bu durumun sakatlık riskini artırabileceğini göstermiştir.¹⁷ Bizim bulgularımız da bu literatürü destekler niteliktedir. Özellikle, toplam süre ve toplam mesafe gibi uzun süreli fiziksel aktiviteler sırasında ortaya çıkan dengesizliklerin, kas yorgunluğu ve sakatlık riskini artırabileceği düşünülmektedir.

Normallik varsayımını karşılamayan YMGM parametresi için yapılan non-parametrik Spearman korelasyon analizi sonucunda, YMGM ile koşu dengesizliği arasında anlamlı bir korelasyon bulunmuştur ($r=0,60$). Bu bulgu, yüksek metabolik güç gerektiren mesafelerin, oyuncuların koşu simetrisi ile ilişkili olabileceğini göstermektedir. YMGM'nin koşu dengesizliği ile olan pozitif ilişkisi, asimetrik koşu desenlerinin enerji tüketimini artırabileceğini ve oyuncuların fiziksel performansını etkileyebileceğini düşündürmektedir.

Bu araştırmanın birkaç sınırlaması bulunmaktadır. İlk olarak, örneklem büyüklüğü sınırlı olup, sadece 14 oyuncudan elde edilen veriler analiz edilmiştir. Bu durum, sonuçların genellenebilirliğini kısıtlayabilir. İkinci olarak, araştırma yalnızca temasız sakatlıkları incelemiş olup, temasla oluşan sakatlıklar hariç tutulmuştur. Bu nedenle, farklı sakatlık türleri ile AKİYO ve koşu dengesizliği arasındaki ilişkiler hakkında genel bir yargıya varmak mümkün değildir. Üçüncü olarak, antrenman yükü ve performans parametrelerinin kaydedilmesi sırasında kullanılan cihazların doğruluğu ve hassasiyeti, sonuçları etkileyebilmektedir. GPS cihazları ve ivmelenme sensörlerinin kalibrasyon hataları, veri kalitesini düşürebilmektedir. Gelecek araştırmalar, daha geniş örneklem büyüklükleri ile yapılmalı ve farklı ligler veya yaş gruplarındaki oyuncular üzerinde de benzer analizler gerçekleştirilmelidir. Ayrıca, temaslı sakatlıklar da dâhil edilerek, farklı sakatlık türleri ile AKİYO ve koşu dengesizliği arasındaki ilişkiler daha kapsamlı bir şekilde incelenmelidir. Son olarak, daha uzun süreli araştırmalar yapılarak, AKİYO ve koşu dengesizliğinin zaman

içindeki değişimleri ve bu değişimlerin sakatlık riski üzerindeki etkileri daha detaylı bir şekilde araştırılmalıdır.

Carbone ve ark.nın “Yük ve sakatlık arasındaki ilişkiyi açıklamak için AKİYO kullanımının doğru bir öngörü olmadığını varsaydıkları” araştırmanın sonucunda; Yük ve sakatlık arasındaki ilişkinin nedenselliğini analiz etmek için AKİYO'nun tek başına kullanılmaması gerektiği sonucuna varmışlardır.³⁴

AKİYO bir orantı olduğundan ve dolayısıyla paydaya bağımlı olduğundan, düşük mutlak akut iş yüklerine sahip bireysel oyuncular daha büyük AKİYO oranlarına sahip olma eğilimindedir. Bu durum kullanılan modelin yanlış kalibrasyonuna neden olmaktadır. Örneğin, en düşük akut iş yükü değerlerine sahip sakat oyuncular AKİYO'nun daha yüksek kategorisine geçme eğiliminde olduğu gözlenmektedir. Bu durum da göstermektedir ki tek başına AKİYO kullanımı ve sakatlıkların oluşumu ile ilişkilendirmek, bu modelin arkasında yer alan matematiksel ve mantıksal oluşuma ters düşmektedir.

AKİYO'nun sakatlık oluşum insidansını diğer risk faktörlerinden bağımsız olarak tahmin edip etmediğini açıklamak için daha fazla araştırmaya ihtiyaç olduğu görülmektedir. AKİYO ile ilişkili temel fizyolojik parametreler tanımlanmalıdır. Ayrıca AKİYO ile ilişkili fizyolojik mekanizmalar hakkındaki bilgi artışı, AKİYO'nun sakatlık oluşumu için gerçek öngörücü potansiyelinin daha iyi anlaşılmasını sağlayabilecektir.³⁵

Ne AKİYO ne de akut yükün tek başına yaralanmayı tahmin etmek için yararlı bilgi/sonuç içermez; bu nedenle literatürde bildirilen AKİYO'ya dayalı bulguların hepsi, veri özelliklerine bağlı olarak negatif, pozitif veya hiç ilişkiye neden olmayan araştırmalardan etkilenmektedir. AKİYO ve bileşenleri göz ardı edilmelidir. Önceki çalışmaların sonuçları yeniden gözden geçirilmeli ve yazarlar ve editörler yayımlanan hatalı mesajları düzeltmek için çaba göstermeli ve ilişkili teorik çerçeveler gözden geçirilmelidir. Literatürde yer alan çalışmaların sonuçlarına dayandıran uluslararası ve ulusal kuruluşlar ve sporcu yönetim sistemleri, bu eserleri ve öngörülemezliğin eksikliğini kabul ederek önerilerini gözden geçirmelidir.^{25,27}

SONUÇ

Bu araştırma, futbolcuların temassız sakatlık geçirdikleri güne kadar olan antrenman verileriyle AKİYO'nun sakatlık riski veya performans parametreleri üzerinde anlamlı bir korelasyon göstermediğini ortaya koymuştur. AKİYO'nun sakatlık riski ile ilişkili olduğuna dair yaygın kabul gören görüşlere rağmen, bu çalışmada AKİYO'nun oyuncuların antrenman yükleri ile doğrudan ilişkili olmadığı ve dolayısıyla güvenilir bir sakatlık göstergesi olarak tek başına yeterli olmayabileceği gözlenmiştir. Buna karşın, çalışmada koşu dengesizliği ile belirli antrenman ve performans parametreleri arasında anlamlı korelasyonlar tespit edilmiştir. Özellikle, koşu dengesizliği ile toplam süre, toplam mesafe, oyuncu yükü, hızlı ivmelenme ve yavaşlama mesafesi gibi performans ölçütleri arasında güçlü pozitif yönlü ilişkiler tespit edilmiştir. Bu bulgular, asimetrik koşu desenlerinin oyuncuların kas-iskelet sisteminde yarattığı dengesizliklerin antrenman yüklerini artırabileceğini ve bu durumun performans düşüşlerine ve sakatlık riskinin artmasına yol açabileceğini göstermektedir. Koşu dengesizliği, futbolcuların maruz kaldığı fiziksel yükü doğrudan etkileyen bir parametre olarak öne çıkmakta ve bu alanda dikkatle izlenmesi gereken önemli bir gösterge olarak değerlendirilmektedir. Bu sonuçlar, spor bilimciler, antrenörler ve sağlık profesyonelleri için oyuncuların antrenman programlarının düzenlenmesi ve sakatlık riskinin azaltılması

açısından önemli stratejik bilgiler sunmaktadır. Ayrıca, sakatlık riskini daha doğru tahmin etmek için AKİYO ve koşu dengesizliği gibi parametrelerin birlikte ele alınması, antrenman yükleri ile sakatlık riski arasındaki ilişkinin daha kapsamlı anlaşılmasına katkı sağlayabilir.

Finansal Kaynak

Bu çalışma sırasında, yapılan araştırma konusu ile ilgili doğrudan bağlantısı bulunan herhangi bir ilaç firmasından, tıbbi alet, gereç ve malzeme sağlayan ve/veya üreten bir firma veya herhangi bir ticari firmadan, çalışmanın değerlendirme sürecinde, çalışma ile ilgili verilecek kararı olumsuz etkileyebilecek maddi ve/veya manevi herhangi bir destek alınmamıştır.

Çıkar Çatışması

Bu çalışma ile ilgili olarak yazarların ve/veya aile bireylerinin çıkar çatışması potansiyeli olabilecek bilimsel ve tıbbi komite üyeliği veya üyeleri ile ilişkisi, danışmanlık, bilirkişilik, herhangi bir firmada çalışma durumu, hissedarlık ve benzer durumları yoktur.

Yazar Katkıları

Fikir/Kavram: Selçuk Tarakçı; **Tasarım:** Selçuk Tarakçı, Kaan Kaya; **Denetleme/Danışmanlık:** Selçuk Tarakçı, Gülhan Erdem Subak; **Veri Toplama ve/veya İşleme:** Selçuk Tarakçı, Kaan Kaya, Gülhan Erdem Subak; **Analiz ve/veya Yorum:** Gülhan Erdem Subak, Selçuk Tarakçı, Kaan Kaya; **Kaynak Taraması:** Kaan Kaya, Selçuk Tarakçı; **Makalenin Yazımı:** Selçuk Tarakçı, Kaan Kaya; **Eleştirel İnceleme:** Selçuk Tarakçı, Gülhan Erdem Subak; **Kaynaklar ve Fon Sağlama:** Selçuk Tarakçı, Kaan Kaya; **Malzemeler:** Selçuk Tarakçı.

KAYNAKLAR

1. Kaya K, Gürol B. Futbolda dar alan oyunları değişkenlerinin incelenmesi [Review of small-sided games variables in football]. *Sportive*. 2021;4(2):117-31. [Crossref]
2. Bush M, Barnes C, Archer DT, Hogg B, Bradley PS. Evolution of match performance parameters for various playing positions in the English Premier League. *Hum Mov Sci*. 2015;39:1-11. [Crossref] [PubMed]
3. Rivilla-García J, Calvo LC, Jiménez-Rubio S, Paredes-Hernández V, Muñoz A, van den Tillaar R, et al. Characteristics of very high intensity runs of soccer players in relation to their playing position and playing half in the 2013-14 Spanish La Liga season. *J Hum Kinet*. 2019;66:213-22. [Crossref] [PubMed] [PMC]
4. Dellal A, Chamari K, Wong DP, Ahmaidi S, Keller D, Barros R, et al. Comparison of physical and technical performance in European soccer match-play: FA Premier League and La Liga. *European Journal of Sport Science*. 2011;11(1):51-9. [Crossref]
5. UEFA [Internet]. Fixtures&results. [Cited: April 19, 2020] Available from: [Link]
6. Di Salvo V, Baron R, Tschan H, Calderon Montero FJ, Bachl N, Pigozzi F. Performance characteristics according to playing position in elite soccer. *Int J Sports Med*. 2007;28(3):222-7. [Crossref] [PubMed]
7. Ekstrand J, Waldén M, Hägglund M. Hamstring injuries have increased by 4% annually in men's professional football, since 2001: a 13-year longitudinal analysis of the UEFA Elite Club injury study. *Br J Sports Med*. 2016;50(12):731-7. [Crossref] [PubMed]
8. Bittencourt NFN, Meeuwisse WH, Mendonça LD, Nettel-Aguirre A, Ocarino JM, Fonseca ST. Complex systems approach for sports injuries: moving from risk factor identification to injury pattern recognition-narrative review and new concept. *Br J Sports Med*. 2016;50(21):1309-14. [Crossref] [PubMed]
9. Caldbeck P, Dos'Santos T. How do soccer players sprint from a tactical context? Observations of an English Premier League soccer team. *J Sports Sci*. 2022;40(23):2669-80. [Crossref] [PubMed]

10. Harper DJ, McBurnie AJ, Santos TD, Eriksrud O, Evans M, Cohen DD, et al. Biomechanical and neuromuscular performance requirements of horizontal deceleration: a review with implications for random intermittent multi-directional sports. *Sports Med.* 2022;52(10):2321-54. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)] [[PMC](#)]
11. Malone S, Owen A, Newton M, Mendes B, Collins KD, Gabbett TJ. The acute:chronic workload ratio in relation to injury risk in professional soccer. *J Sci Med Sport.* 2017;20(6):561-5. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
12. Hulin BT, Gabbett TJ, Caputi P, Lawson DW, Sampson JA. Low chronic workload and the acute:chronic workload ratio are more predictive of injury than between-match recovery time: a two-season prospective cohort study in elite rugby league players. *Br J Sports Med.* 2016;50(16):1008-12. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
13. Hulin BT, Gabbett TJ, Blanch P, Chapman P, Bailey D, Orchard JW. Spikes in acute workload are associated with increased injury risk in elite cricket fast bowlers. *Br J Sports Med.* 2014;48(8):708-12. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
14. Malone S, Roe M, Doran DA, Gabbett TJ, Collins K. High chronic training loads and exposure to bouts of maximal velocity running reduce injury risk in elite Gaelic football. *J Sci Med Sport.* 2017;20(3):250-4. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
15. Murray NB, Gabbett TJ, Townshend AD, Hulin BT, McLellan CP. Individual and combined effects of acute and chronic running loads on injury risk in elite Australian footballers. *Scand J Med Sci Sports.* 2017;27(9):990-8. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
16. Weiss KJ, Allen SV, McGuigan MR, Whatman CS. The relationship between training load and injury in men's professional basketball. *Int J Sports Physiol Perform.* 2017;12(9):1238-42. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
17. Saba DJ. Validation of running symmetry using trunk mounted accelerometry: Clinical trial and case study. Virginia Polytechnic Institute: Virginia Tech; 2016. [[Link](#)]
18. Staab W, Hottowitz R, Sohns C, Sohns JM, Gilbert F, Menke J, et al. Accelerometer and gyroscope based gait analysis using spectral analysis of patients with osteoarthritis of the knee. *J Phys Ther Sci.* 2014;26(7):997-1002. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)] [[PMC](#)]
19. Kim MK, Lee YS. Kinematic analysis of the lower extremities of subjects with flat feet at different gait speeds. *J Phys Ther Sci.* 2013;25(5):531-3. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)] [[PMC](#)]
20. Vogt L, Banzer W, Bayer I, Schmidtbleicher D, Kerschbaumer F. Overground and walkway ambulation with unilateral hip osteoarthritis: comparison of step length asymmetries and reproducibility of treadmill mounted force plate readings. *Physiother Theory Pract.* 2006;22(2):73-82. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
21. Crang ZL, Duthie G, Cole MH, Weakley J, Hewitt A, Johnston RD. The inter-device reliability of global navigation satellite systems during team sport movement across multiple days. *J Sci Med Sport.* 2022;25(4):340-4. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
22. Scott TJ, Black CR, Quinn J, Coutts AJ. Validity and reliability of the session-RPE method for quantifying training in Australian football: a comparison of the CR10 and CR100 scales. *J Strength Cond Res.* 2013;27(1):270-6. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
23. Asian-Clemente JA, Rabano-Munoz A, Requena B, Santalla A, Suarez-Arrones L. The influence of the floater position on the load of soccer players during a 4 vs 4 + 2 game. *Kinesiology.* 2022;54(1):82-91. [[Crossref](#)]
24. Duffield R, Reid M, Baker J, Spratford W. Accuracy and reliability of GPS devices for measurement of movement patterns in confined spaces for court-based sports. *J Sci Med Sport.* 2010;13(5):523-5. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
25. Impellizzeri FM, Tenan MS, Kempton T, Novak A, Coutts AJ. Acute:chronic workload ratio: conceptual issues and fundamental pitfalls. *Int J Sports Physiol Perform.* 2020;15(6):907-13. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
26. Impellizzeri FM, Woodcock S, Coutts AJ, Fanchini M, McCall A, Vigotsky A. Acute to random chronic workload ratio is 'as' associated with injury as acute to actual chronic workload ratio: Time to dismiss ACWR and its components. *SportRxiv.* 2020. [[Crossref](#)]
27. Impellizzeri FM, Woodcock S, Coutts AJ, Fanchini M, McCall A, Vigotsky AD. What role do chronic workloads play in the acute to chronic workload ratio? Time to dismiss ACWR and its underlying theory. *Sports Med.* 2021;51(3):581-92. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
28. Seco-Sema R, Lago-Fuentes C, Barcala-Furelos M. The acute: chronic workload ratio and injury risk in semiprofessional football players. *Int J Sports Med.* 2024;45(9):684-9. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
29. McCall A, Dupont G, Ekstrand J. Injury prevention strategies, coach compliance and player adherence of 33 of the UEFA Elite Club Injury Study teams: a survey of teams' head medical officers. *Br J Sports Med.* 2016;50(12):725-30. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
30. Delecroix B, McCall A, Dawson B, Berthoin S, Dupont G. Workload and non-contact injury incidence in elite football players competing in European leagues. *Eur J Sport Sci.* 2018;18(9):1280-7. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
31. Fanchini M, Rampinini E, Riggio M, Coutts AJ, Pecci C, McCall A. Despite association, the acute: chronic work load ratio does not predict non-contact injury in elite footballers. *Science and Medicine in Football.* 2018;2(2):108-14. [[Crossref](#)]
32. Impellizzeri FM, Menaspà P, Coutts AJ, Kalkhoven J, Menaspà MJ. Training load and its role in injury prevention, part i: back to the future. *J Athl Train.* 2020;55(9):885-92. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)] [[PMC](#)]
33. Kalkhoven JT, Watsford ML, Coutts AJ, Edwards WB, Impellizzeri FM. Training load and injury: causal pathways and future directions. *Sports Med.* 2021;51(6):1137-50. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
34. Carbone L, Sampietro M, Cicognini A, Garcia-Sillero M, Vargas-Molina S. Is the relationship between acute and chronic workload a valid predictive injury tool? A Bayesian analysis. *J Clin Med.* 2022;11(19):5945. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)] [[PMC](#)]
35. Zouhal H, Boulosa D, Ramirez-Campillo R, Ali A, Granacher U. Editorial: acute: chronic workload ratio: is there scientific evidence? *Front Physiol.* 2021;12:669687. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)] [[PMC](#)]