

## Futbolculardan Elde Edilen İç ve Dış Yüklerin İlişkilerinin İncelenmesi

*B.Utku ALEMDAROĞLU<sup>1,3</sup>, Erhan IŞIKDEMİR<sup>2</sup>, Harun Emrah TÜRKDOĞAN<sup>1</sup>, Yusuf KÖKLÜ<sup>1</sup>, Yunus ARSLAN<sup>1</sup>, Ayşenur AKBAŞ<sup>1</sup>, Ahmet EDREMİT<sup>3</sup>*

### ÖZET

**Amaç:** Antrenman yükü kavramı son dönemlerde yaygın şekilde kullanılan kavramların başında gelmektedir. Bu kavram sporcuların maruz kaldığı dış yüklerin (kat edilen mesafe, şut ya da atış sayısı v.b) sporcularda yarattığı iç yükler (fizyolojik cevaplar) olarak bilinmektedir. Bu çalışma, Antrenmanda elde edilen algılanan zorluk derecesi (AAZD) değerleri ile farklı hızlarda kat edilen mesafe değerleri arasındaki ilişkilerin belirlenmesi amacı ile yapılmıştır.

**Yöntem:** Bu çalışmaya Türkiye Birinci liginde oynayan 11 (yaş =  $22,7 \pm 2,3$ ; boy =  $177,6 \pm 7,1$ ;  $65 \pm 8$ ) profesyonel futbolcu gönüllü olarak katılmıştır. Sporcuların kuvvet antrenmanı dışında tüm saha antrenmanlarında GPSPORT (Cambera) cihazı ile yük takipleri yapılmıştır. Sezon başında gerçekleştirilen iki ayrı kamp sürecinde toplam 16 antrenmandan veri alınmıştır. Çalışmada kalecilere yer verilmezken, dört savunma, 5 orta saha ve 2 hücum oyuncusu dahil edilmiştir. Bu takipte sporcuların değişik hızlarda kat ettikleri mesafeler ile onluk algılanan zorluk derecesi ve antrenman süresinin çarpımından elde edilen antrenmanın algılanan zorluk derecesi (AAZD) belirlenmiştir. Elde edilen değerler arasındaki ilişkilere Pearson korelasyon testi ile her bir sporcu için tek tek bakılmıştır.

**Bulgular:** Sonuçlar incelendiğinde AAZD değerleri ile kat edilen mesafe değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki tespit edilmemiştir ( $p > .05$ ).

**Sonuç:** Bu sonuçlar göz önünde bulundurulduğunda futbolcuların antrenmanda algıladıkları zorluk derecesi ile kat edilen mesafeler arasında ilişki olmadığı ve algılanan zorluk derecesi farklı faktörlerin etkilemiş olabileceği söylenebilir. Bu neden ile antrenörlerin, spor bilimcilerin ve sağlık heyetlerinin bu değerlerin her birini kendi içinde değerlendirmesi gerektiği düşünülmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Algılanan zorluk derecesi, hızlanma, kalp atım hızı, kat edilen mesafe, metabolik yük.

### ABSTRACT

#### Investigation of The External and Internal Training Loads in Soccer Players

**Purpose:** The concept of training load is one of the most widely used concepts in recent years. This concept is known as the internal loads (physiological responses) created by the athletes during the external loads (distance covered, number of shots per shot, etc.) exposed by the athletes. This study was aimed to determine the relationships between the external and internal training loads in soccer players.

**Method:** Eleven male soccer players (age =  $22,7 \pm 2,3$  years; height =  $177,6 \pm 7,1$  cm) from a professional football club participated voluntarily in this study. In exception the strength training of the athletes, the GPSPORT (Cambera) device was used for 16 trainings in camp duration in all field workouts. Covered distance at various speeds and Rating of Perceived Exertion responses of soccer players (SRPE) were determined. The correlations between the values obtained were examined individually for each athlete by Pearson correlation test.

**Results:** When the results were examined, and there is no relation between the external loads and internal loads.

<sup>1</sup> Pamukkale Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi, Denizli/TÜRKİYE

<sup>2</sup> Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi Spor Bilimleri Yüksek Okulu, Nevşehir/TÜRKİYE

<sup>3</sup> Denizlispor Futbol Takımı, Denizli/TÜRKİYE

**Conclusion:** In the lights of these results, sport scientist, health staff and coach should examine each values separately.

**Keywords:** The distance covered, metabolic load, acceleration, rating of perceived exertion, heart rate

## **GİRİŞ**

Reily (1997), Impellizzeri ve ark. (2004;2005), Stolen ve ark. (2005) futbolu; genel yapısı itibari ile aerobik enerji metabolizmasının ağırlıklı olarak kullanıldığı, dinlenme zamanının ne zaman gerçekleşeceği belli olmayan bir yapıya sahip olduğunu ifade etmişlerdir (Eduardo ve ark., 2013). Futbolun genel yapısına bakıldığında, elit seviyelerde yapılan bir müsabakada ortalama sporcuların 10-12 km mesafe koştukları, kalp atım hızı ve maksimal oksijen tüketim seviyelerine bakıldığında anaerobik eşik seviyelere yakın olduğu, aynı zamanda sporcuyu müsabaka içerisinde yüksek iş yüküne ulaşmasında etkili olan sprint, sıçrama, yön değiştirmeli koşular, yüksek yoğunluklu koşular, rakibin baskısına maruz kaldığı durumlarda denge ve top kontrolünü sağlama gibi performans üzerinde belirleyici durumlarla karşılaştığı yapılan çalışmalar tarafından ifade edilmektedir (Stolen ve ark., 2005; Krustup ve ark., 2006, Bangsbo ve ark., 2008).

Takım sporlarında ve özellikle de futbol özelinde performansın etkili bir şekilde ortaya konabilmesi için dayanıklılık, hız, kuvvet ve güç gibi yardımcı unsurların da geliştirilmesi gerekmektedir. Bompa ve Haff (2009) antrenman yoğunluğundaki dengesiz artışın sporcu üzerinde büyük bir yük oluşturacağını, bu ani artışa bağlı oluşan yükün sporcuların sakatlanma riskini arttırdığı gibi tam tersi bir durum olan yetersiz bir yüklenmede ise sporcu performansının beklenen seviyelerde gerçekleşebilme ihtimalinin düşük olduğunu ve bu durumun da bir sakatlık riski oluşturduğunu ifade etmiştir (Vanrenterghem ve ark., 2017). Sporculardan maksimum performans almak ve daha uzun süre faydalanabilmek adına, sporcular üzerinde antrenman ve müsabaka sıklığının oluşturduğu yorgunluk, yorgunluğun sonrasında toparlanmanın istenilen seviyede olup olmadığının etkili bir şekilde değerlendirilebilmesi, buna uygun bir şekilde antrenman planlamasının yapılması, sporcu sağlığının korunması ve olası sakatlık riskini de azaltabilecek önlemlerin alınabilmesi noktasında antrenman yükü takibi (monitoring training load) kavramının ortaya çıktığı görülmektedir (Bartlett ve ark., 2017). Bununla birlikte profesyonel seviyede sporcular için sakatlık ve aşırı antrenmana maruz kalınma sıklığı arasındaki ilişki düşünüldüğünde, antrenman içi ve antrenmanlar arasındaki dengenin sağlanması ile aşırı yüklenmeye bağlı yada sporcuların yetersiz yüklenme sonrasında oluşabilecek sakatlık risklerinin minimize edilme noktasında oldukça önemli bir noktaya geldiği görülmektedir. Bu kapsamda yapılmış

araştırmalara bakıldığında antrenman ya da müsabaka yoğunluğuna bağlı değişiklik gösteren iç yükün (internal load) ve dış yükün (external load) takip edilmesi, sporcu sağlığının korunmasında anahtar bir rol oynadığı düşünülmektedir. Ayrıca antrenman yükünün doğru şekilde yönetilmesi ve dengelenmesini gösteren çalışmalarda sakatlık risk durumunun ciddi anlamda azaldığı (Hulin ve ark., 2016; Colby ve ark., 2014) ve sporcunun ortaya koyduğu performansta da pozitif yönde gelişmeler olduğu ifade edilmektedir (Gabbett ve ark., 2014).

Literatüre bakıldığında, antrenman yükünün takip edilmesi noktasında farklı yöntemlerin kullanıldığı ve bu takiplerin hem bireysel (Faude ve ark., 2007) olarak değerlendirilmesinin yapıldığı hem de takım (Castagna ve ark., 2003; Bangsbo ve ark., 2006) olarak değerlendirildiği görülmektedir. Antrenman veya müsabakaların sporcular üzerinde oluşturduğu fizyolojik, biyomekaniksel ve psikolojik unsurların yanında, sporcuların antrenman ya da müsabaka süresince yapmış olduğu toplam iş yoğunluğu (toplam kat edilen mesafe, düşük-orta ve yüksek yoğunlukta kat edilen mesafe toplamı, tekrar edilme sıklığı, hangi hızlara ulaştığı vb.) gibi performans belirlemede ve değerlendirme noktasında önemli kriterlere ilişkin bilgiler elde edilmektedir. Antrenman yükü takibinde, iç yük yoğunluğunu belirleyebilmek için kalp atım hızlarının takip edilmesi, kalp atım hızı üzerinden ayarlanmış farklı antrenman bölgelerinde geçirilen süreler, algılanan zorluk derecesi (AZD) (Borresen ve ark., 2008; Boressen ve Lambert, 2009; Gabbett, 2016; McLaren ve ark., 2015), laktat değerler (Ekblom, 1986; Bangsbo ve ark., 2008), hormonal değişimler, oksijen tüketim seviyesi üzerinden elde edilirken, dış yük izlemede ise, koşu temelli takım sporlarında sporcunun aktivite seviyesinin izlenmesinde güvenilir ve geçerli bir yöntem olarak son yıllarda sıkça tercih edilen, global positioning systems (GPS) kullanılmaktadır (Duffield ve ark., 2010; Varley ve ark., 2012; Barrett ve ark., 2014; ). Özellikle kinematik verilerin (koşu mesafesi, ortalama koşu hızı, hızlanma, yavaşlama vb.) elde edilebilmesini kolaylaştıran bir yapı olarak karşımıza çıkmaktadır (Prampero, 2005). Yapılan araştırmalar sonucunda ortaya çıkan bu unsurların birbirini etkileyen durumlar olduğunu göz önünde bulundurduğumuzda, antrenman ve müsabaka yükü takipleri sporcuların korunması, sakatlıkların ön görülerek antrenman planlarının oluşturulması, sporculardan daha uzun süre faydalanabilmek ve performans gelişimine destek olmak için önemli bir araç olduğu düşünülmektedir. Özellikle müsabaka anında ortaya çıkan bireysel performans farklılıkları kadar oyuncular arasında farklılık gösteren iç ve dış yük farklılıklarının dikkatli izlenmesi ve dinlenme sürelerinin buna uygun bir şekilde dizayn edilmesi sporcuların toparlanmayı sağlamadan yapılabilecek yüksek şiddetli yüklenmelerden de koruyacağı düşünülebilir.

Yapılan çalışmalar incelendiğinde, antrenman yükü takibi için farklı yöntem ve uygulamalar kullanıldığı gibi, farklı yaş gruplarında ve farklı spor branşlarında kullanıldığı görülmektedir. Birçok çalışma farklı yöntemleri ve uygulamaları kullanırken, bu yöntemlerin antrenman yükü takibi için ise altın bir standart oluşturmadığı görülmektedir (Alemdaroğlu ve ark, 2017). Yapılan çalışmalardan yola çıkarak bu çalışmanın amacı, futbolcularda sezon başı hazırlık kampı süresince yapılan antrenmanlarda farklı yöntemler ile elde edilen iç ve dış yük değerlerinin bireysel olarak değerlendirilerek yüklenme şiddeti ile antrenman sırasında elde edilen iç yük ve dış yük ilişkisini ortaya koymaktır.

## **YÖNTEM**

Bu çalışmaya Türkiye Birinci liginde oynayan 11 (yaş  $22,7 \pm 2,3$  yıl; boy  $177,6 \pm 7,1$  cm; ağırlık  $65 \pm 8$  kg) profesyonel futbolcu gönüllü olarak katılmıştır. Sezon başında gerçekleştirilen iki ayrı kamp sürecinde toplam 16 antrenmandan veri alınmıştır. Çalışmada kalecilere yer verilmezken, dört savunma, 5 orta saha ve 2 hücum oyuncusu çalışmaya dahil edilmiştir. Kuvvet antrenmanları (sahada ve salonda), toparlanma antrenmanları ve hazırlık müsabakalarında elde edilen veriler çalışmaya dahil edilmemiştir.

### ***Zamana Bağlı Hareket Analizi (GPS)***

Küresel Konumlama Sistemleri (Global Positioning System; GPS) futbolcular antrenmana gelmeden 30 dakika öncesi antrenman sahasında açılmıştır. Antrenmanlar sırasında futbolcuların kat ettikleri toplam mesafeleri, farklı hızlarda kat ettikleri mesafeleri belirlemek için saniyede 15 veri aktarabilen SPI-Prox Portatif Hareket Analiz Sistemi (GPSports, Canberra, Avustralya) kullanılmıştır. Elde edilen verilerin işlenmesinde GPS firmasının kendine ait Team AMS programı kullanılmıştır. Sporcuların sahaya adım attıkları andan, sahadan çıktıkları ana kadar olan süreler belirlenmiş ve aşağıdaki gibi programa girilen hız bölgelerinden hesaplamalar yapılmıştır.

Yürüyüş ( $0-7.1$  km\_h),

Düşük Hızlı koşu (DHK) ( $7.2-14.3$  km\_h),

Koşu ( $14.4-19.7$  km\_h),

Yüksek hızlı koşu (YHK) ( $19.8-25.1$  km\_h),

Sprint ( $25.2$  km\_h)

Yüksek şiddetli koşular (YŞK) ( $\geq 14.4$  km\_h).

Çok yüksek şiddetli koşular (ÇYŞK) ( $\geq 19.8$  km\_h).

Antrenmanın Algılanan Zorluk Derecesi (AAZD)



Foster ve arkadaşları (2001) tarafından geliştirilen AAZD hem maliyetsiz olması hem de kolay uygulanabilir olması açısından kalp atım hızı cevabına bir alternatif olarak kullanılabilir. Yapılan çalışmalar, AAZD ile kalp atım hızı arasında  $r= 0.75$  ile  $0.95$  yüksek ilişki belirlemişlerdir (Impellizzeri ve ark 2004, Manzi ve ark 2010). Çalışmamızda futbolcuların AZD (1-10 arası ölçek) değerleri antrenmandan en az yarım saat sonra sorularak belirlenmiş ve yapmış oldukları antrenmanın süresi (dakika cinsinden) ile çarpılarak AAZD tespit edilmiştir.

### ***İstatistiksel Analiz***

Ölçüm yapılan değişkenler için ortalama ve standart sapma değerleri hesaplanmıştır. Tüm değişkenlerin normal dağılıp dağılmadığını tespit etmek için yapılan Shapiro Wilk test sonuçlarına göre verilerin ( $p=0,854$  ile  $0.944$ ) arasında olduğu tespit edilmiştir. İç ve dış yüklerin ilişkilerinin belirlenmesinde Pearson korelasyon testi kullanılmıştır ve her bir sporcu için ayrı ayrı hesaplanmıştır. Anlamlılık düzeyi olarak  $0.05$  belirlenmiştir.

## **BULGULAR**

Futbolculardan elde edilen AAZD cevapları ile antrenmanlarda değişik hızlarda kat edilen mesafeler arasındaki ilişkiler tablo 1 de verilmiştir.

**Tablo 1.** İç ve Dış Yüklerin Oyuncuların Kendi İçindeki İlişkileri

	Yürüyüş	DHK	Koşu	YHK	Sprint	Toplam M	ÇYŞK	YŞK
F1	,384	,011	,267	,239	,053	,312	,107	,327
F2	,310	,402	,401	,296	-,066	,466	,093	,387
<b>F3</b>	<b>,584*</b>	,148	-,084	-,056	,019	,296	-,029	-,084
F4	,339	,214	,208	,101	-,349	,377	,083	,210
F5	,481	,222	,194	,280	,370	,402	,315	,246
F6	,133	,248	,160	,013	-,257	,262	-,017	,142
F7	,160	,154	,238	,351	,008	,261	,276	,269
F8	,209	,020	-,241	,090	,067	,056	,100	-,161
<b>F9</b>	<b>,697**</b>	,166	,162	,027	-,507	,476	-,341	,045
F10	,241	-,179	,024	,174	-,377	-,015	,103	,042
F11	,799	-,626	,785	,540	,241	-,199	,542	,747

**Not:** *F*= futbolcu; *M*=mesafe; *DHK*= düşük hızlı koşu; *YHK*= yüksek şiddetli koşu; *ÇYŞK*= çok yüksek şiddetli koşu; *YŞK*= yüksek şiddetli koşu; \*= $p < ,05$ ; \*\*= $p < ,01$  anlamlılık düzeyinde fark.

Yapılan istatistiksel işlem sonucu sadece iki futbolcuda yürüyüş değerleri ile AAZD değerleri ile arasında anlamlı ilişki tespit edilirken diğer değişkenler ile AAZD arasında anlamlı bir ilişki bulunmamıştır.

## TARTIŞMA ve SONUÇ

Yapılan çalışmanın bulguları göz önünde bulundurulduğunda futbolcuların antrenman içinde karşı karşıya kaldıkları dış yükler ile fizyolojik cevapların birbirinden farklı olduğu ve bu yöntemlerin birbiri yerine kullanılamayacağı söylenebilir. İç yük ile dış yük değerlerinin farklılığının sebebi sporcuların fiziksel kapasitelerinin farklılığı olabileceği gibi, kat edilen mesafeler dışında kalan dış yüklerin (yavaşlama, hızlanma, ikili mücadele vb) etkisinin de olabileceği düşünülmektedir.

Yapılan birçok çalışmada farklı yöntemler ile elde edilen iç ve dış yüklerin birbiri arasındaki ve kendi içlerindeki ilişkiler incelenmiştir. Scott ve arkadaşlarının (2013) yapmış oldukları çalışmada 15 oyuncu 97 antrenman da takip edilmiş ve bu takip sonucu sporcuların AAZD değerleri ile farklı hızlarda kat ettikleri mesafelerin arasındaki ilişkiler incelenmiştir. Yapılan çalışmanın sonucunda; özellikle toplam ve düşük şiddet ile kat edilen mesafe ile AAZD arasında yüksek ilişki olduğu (sırası ile  $r= 0.72-0.86$  arası ve  $r= 0.71-0.86$  arası) daha hızlı hareketlerde ise ilişkide düşüş olduğu belirtilmiştir. Futbolcular üzerinde yapılan bir diğer çalışmada Casamichana ve arkadaşları (2013) 28 yarı profesyonel futbolcu 48 antrenmanda takip etmişler ve sonuç olarak toplam kat edilen mesafe ile AAZD değerleri arasında orta seviyeden yüksek seviyeye doğru bir ilişki olduğu tespit edilmiştir. Futbol dışında yapılan bir çalışmada; Avusturya futbolu oyuncuları üzerinde 27 haftalık bir antrenman takibi yapılmış ve kat edilen mesafe değerlerinin AAZD değerlerini ne kadar tahmin ettiği araştırılmıştır. Çalışmanın sonucunda toplam kat edilen mesafenin AAZD tahmininde en uygun yöntem olduğu rapor edilmiştir (Jonathan ve ark; 2016). Bu çalışmaların birinde, Lovely ve ark., (2013) 32 profesyonel rugby sporcusu hız odaklı koşu antrenmanları, teknik çalışmalar, toplam koşu mesafesi ile sRPE değerleri arasında ( $r=0.69-0.80$ ) arasında değişen yüksek bir ilişki olduğunu ifade ederek AAZD nin kullanışlı bir uygulama olabileceğini ifade etmişlerdir. Thomas ve ark., (2015) 14 uluslararası tekerlekli sandalye rugby oyuncusu ile 3 aylık bir süre boyunca yaptıkları çalışmada AAZD ( $r=0.59$ ) ile müsabaka sırasında ortaya çıkan toplam kat edilen mesafe arasında anlamlı bir ilişki olduğunu, yüksek yoğunluklu gerçekleşen aktiviteler ile AAZD arasında ( $r=0.32-0.35$ ) düşük bir ilişki olduğunu ifade etmişlerdir.

Yapılan çalışmaların toplam mesafenin AAZD değerlerini daha iyi yansıttığını gösterirken, kullanan farklı hız bölgelerinin ve antrenman verilerinin toplandığı dönemin bu sonuçları etkileyebileceği unutulmamalıdır. Bunlara ek olarak futbol performansının asıl

belirleyicisi olan yüksek şiddetli işlerde ilişkinin düşüyor olması dikkate alınması gereken diğer bir problem olarak dikkati çekmektedir.

Sonuç olarak antrenörlerin ve sağlık ekiplerinin mümkün olduğu kadar iç ve dış yük takibi yöntemlerini birlikte kullanmaları gerektiği düşünülmektedir, ancak ucuz, kolay ve yaygın kullanımı sayesinde AZD ve AAZD kullanılabilir güvenilir bir yöntem gibi gözükmektedir. Antrenörlerin takımlarına özgü uygun antrenman yüklerini belirlemesi ve bunlar uygun yöntemler ile takip etmesi sadece performansın gelişimi için değil aynı zamanda sakatlıkların önlenmesi için de son derece önemlidir.

## **KAYNAKLAR**

- Alemdaroğlu U, Köklü Y. (2017). Antrenman yükü takibi ve sakatlık önlemedeki rolü. *Turkiye Klinikleri J Sports Med-Special Topics*. 3(3),184-90.
- Bangsbo J, Iaia FM, Krstrup P. (2008). The Yo-Yo intermittent recovery test: a useful tool for evaluation of physical performance in intermittent sports. *Sports Med*, 38(1), 37-51.
- Bangsbo J, Mohr M, Krstrup P. (2006). Physical and metabolic demands of training and match-play in the elite football player. *J Sports Sci*. 24(7), 665-674.
- Barrett S, Midgley A, Lovell R, (2014). Player load TM: Reliability, convergent validity, and influence of unit position during treadmill running. *Int J Sports Physiol Perform*, 9(6), 945-52.
- Bartlett JD, O'Connor F, Pitchford N, Torres-Ronda L, Robertson SJ. (2017). Relationships between internal and external training load in team-sport athletes: Evidence for an individualized approach, *Int J Sports Physiol Perform*, 12(2), 230-234.
- Borresen J, Lambert MI. (2009). The Quantification of training load, the training response and the effect on performance. *Sport Med*. 39(9),779-95.
- Borresen J, Lambert MI. Quantifying training load: a comparison of subjective and objective methods. *Int J Sports Physiol Perform*, 3(1),16-30.
- Bompa TO, Haff GG. (2009). *Periodization: Theory and Methodology of Training*. Human Kinetics Publishers.
- Scott BR, Lockie RG, Knight TJ, Clark AC, Janse de Jonge XA. (2013). A Comparison of methods to quantify the in-season training load of professional soccer players, *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 8(2), 195-202.
- Casamichana D, Castellano J, Calleja-Gonzalez J, San Román J, Castagna C. (2013). Relationship between indicators of training load in soccer player, *J. Strength Cond Res*, 27(2), 369-74.
- Castagna C, D'Ottavio S, Abt G, (2003). Activity profile of young soccer players during actual match play. *J Strength Cond Res*, 17(4),775-780.
- Colby MJ, Dawson B, Heasman J, Rogalski B, Gabbett TJ. Accelerometer and GPS-derived running loads and injury risk in elite Australian footballers. *J Strength Cond Res*, 28(8), 2244-2252.

- Duffield R, Reid M, Baker J, Spratford W. (2010). Accuracy and reliability of GPS devices for measurement of movement patterns in confined spaces for court-based sports. *J Sci Med Sport*, 13(5), 523–525.
- Costa EC, Vieira CM, Moreira A, Ugrinowitsch C, Castagna C, Aoki MS. (2013). Monitoring external and internal loads of Brazilian Soccer Referees during official matches, *J Sports Sci Med*, 12(3), 559-564.
- Ekblom B. (1986). Applied physiology of soccer. *Sport Med*, 3(1), 50–60.
- Faude O, Meyer T, Rosenberger F, Fries M, Huber G, Kindermann W. (2007). Physiological characteristics of badminton match play. *European Journal of Applied Physiology*, 100(4), 479–485.
- Foster C, Florhaug JA, Franklin J, Gottschall L, Hrovatin LA, Parker S, et al. (2001). A new approach to monitoring exercise training. *J Strength Cond Res*, 15(1), 109–115.
- Gabbett TJ, Whyte DG, Hartwig TB, Wescombe H, Naughton GA. (2014). The relationship between workloads, physical performance, injury and illness in adolescent male football players. *Sports Med*, 44(7), 989–1003.
- Gabbett TJ. (2016). The training-injury prevention paradox: should athletes be training smarter and harder? *Br J Sports Med*, 50, 273–80.
- Hulin BT, Gabbett TJ, Lawson DW, Caputi P, Sampson JA. (2016). The acute:chronic workload ratio predicts injury: high chronic workload may decrease injury risk in elite rugby league players. *Br J Sports Med*, 50(4), 231–236.
- Impellizzeri FM, Rampinini E, Coutts AJ, Sassi A, Marcora SM. (2004). Use of RPE based training load in soccer. *Med Sci Sports Exerc*, 36(6), 1042-1047.
- Impellizzeri FM, Rampinini E, Marcora SM. (2005). Physiological assessment of aerobic training in soccer. *J Sports Sci*, 23, 583-592.
- Jonathan DB, Fergus O, Nathan P, Lorena TR, Samuel JR. (2016). Relationships between internal and external training load in team sport athletes: Evidence for an individualised approach, *International Journal of Sports Physiology and Performance*. 12(2), 230-234.
- Krustrup P, Mohr M, Steensberg A, Bencke J, Kjaer M, Bangsbo J. (2006). Muscle and blood metabolites during a soccer game: implications for sprint performance, *Medicine and Science in Sports and Exercise* 38, 1165-1174.
- Lovell TWJ, Sirotic AC, Impellizzeri FM, Coutts AJ. (2013). Factors affecting perception of effort (session rating of perceived exertion) during rugby league training. *Int J Sports Physiol Perform*, 8, 62–69.
- Mclaren SJ, Weston M, Smith A, Cramb R, Portas MD. (2015). Variability of physical performance and player match loads in professional rugby union. *J Sci Med Sport*, 19(6), 493–497.
- Manzi V, D'Ottavio S, Impellizzeri FM, Chaouachi A, Chamari K, Castagna C. (2010). Profile of weekly training load in elite male professional basketball players. *J. Strength Cond. Res*, 24(5), 1399–1406.
- Prampero PE, Fusi S, Sepulcri L, Morin JB, Belli A, Antonutto G. (2005). Sprint running: A new energetic approach. *Journal of Experimental Biology*, 208, 2809-2816.
- Reilly T. (1997). Energetics of high-intensity exercise (soccer) with particular reference to fatigue. *J Sports Sci*. 15,257-263.



- Thomas AWP, Barry M, James R, Victoria L, Goosey T. (2015). Individualized internal and external training load relationships in elite wheelchair rugby players, *Front Physiol*, 6, 388.
- Stølen, T, Chamari K, Castagna C, Wisløff U. (2005). Physiology of soccer: an update. *Sports Medicine*, 35, 501-536.
- Varley MC, Fairweather IH, Aughey RJ. (2012). Validity and reliability of GPS for measuring instantaneous velocity during acceleration, deceleration, and constant motion. *J Sports Sci*, 30(2), 121-127.
- Vanrenterghem J, Nedergaard NJ, Robinson MA, Drust B. (2017). Training load monitoring in team sports: A novel framework separating physiological and biomechanical load-adaptation pathways. *Sports Med*, 47(11), 2135-2142.

