

*Field : Coaching*

*Type : Research Article*

*Received: 09.04.2016 - Accepted: 02.06.2016*

## **Tenis Oyuncularının Maç Sırasındaki Aktivite Profillerinin İncelenmesi**

**Bülent KİLİT<sup>1</sup>, Erşan ARSLAN<sup>2</sup>, Sema CAN<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Hitit Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu, Çorum, TÜRKİYE

<sup>2</sup>Siirt Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu, Siirt, TÜRKİYE

**E-Posta: [bulentkilit@hotmail.com](mailto:bulentkilit@hotmail.com)**

### **Öz**

Bu araştırmanın amacı elit erkek tenis oyuncularının maç içerisindeki aktivite düzeylerinin incelenmesidir. Araştırmaya 26 erkek (yaş: 23.1±3.2 yıl; boy: 181±4.7 cm; vücut ağırlığı: 77.8±8.1 kg) tenis oyuncusu katılmıştır. Video kamerasına kaydedilen maç aktivitesinde BioHarness 3 model portatif göğüs bandı ve Qstarz BT-Q818XT model GPS cihazı ile fizyolojik ölçümler alınırken hissedilen zorluk derecesi 20' li Borg skalası ile değerlendirilmiştir. Maç sırasındaki aktivite değişkenleri; ralli sayısı 4.4±2.9, ralli süresi 6.4±4.1 s, efektif oyun süresi 19.2±3.4 s, çalışma-dinlenme oranı 1:3.4±0.4, dinlenme süresi 37.3±25.3 s, kalp atım sayısı 152.7±18 atım/dk, kalp atım yüzdesi 81.4±8.5, solunum sayısı 33.9±3.3, vücut sıcaklığı 38.25±0.34°, zirve hızlanma 1.63±1.36 g, oyun içerisindeki ortalama hareket hızı 2.41±2.25 km/s, kat edilen toplam mesafe 3113.1±565.3 m, algılanan zorluk derecesi 13.2±2.7 olarak bulunmuştur. Sonuç olarak, maç sırasında elde edilen fizyolojik ve kinematik bulguların sporcuların antrenman programlarının planlanmasında antrenör ve uygulamacılar için önemli olduğu düşünülmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Maç aktivitesi, çalışma-dinlenme oranı, algılanan zorluk derecesi

## **Investigation of Activity Profiles of Tennis Players during Matches**

### **Abstract**

The purpose of this study was to investigate the level of activity during match play in elite male tennis players. Twenty-six elite tennis players (age  $23.1 \pm 3.2$  years; height  $181 \pm 4.7$  cm; weight  $77.8 \pm 8.1$  kg) participated in this study. Match characteristics, which were determined from video recordings, were measured by portable BioHarness 3 chest strap and Qstarz BT-Q818XT GPS device. Match activity characteristics were determined: strokes per rally;  $4.4 \pm 2.9$ , duration of rallies;  $6.4 \pm 4.1$  s, effective playing time;  $19.2 \pm 3.4$  s, work-to-rest ratio;  $1:3.4 \pm 0.4$ , rest time;  $37.3 \pm 25.3$  s, heart rate;  $152.7 \pm 18$  beat/min, breath rate;  $33.9 \pm 3.3$ , core temperature;  $38.25 \pm 0.34^\circ$ , peak acceleration;  $1.63 \pm 1.36$  g, average speed of the game;  $2.41 \pm 2.25$  km/hr, covered distance;  $3113.1 \pm 565.3$  m and rating of perceived exertion;  $13.2 \pm 2.7$  during matches. The results indicate that these physiological responses and kinematic characteristics, it is important for coaches and practitioners might be used for the planning of the training required for tennis players.

**Keywords:** Match activity, work-rest ratio, ratings of perceived exertion

## Giriş

Tenis, günümüzde dünya çapında milyonlarca oyuncuyu ve sporseverin ilgilendiği popüler bir rekabet sporudur. Yıl boyu birbirini takip eden turnuva programları yapılmaktadır. Katılım en üst düzey profesyonel sporcudan çocuk, veteran ve engelli sporculara kadar değişkenlik göstermesine rağmen tenis müsabakaları, uluslararası tenis federasyonunun (ITF) belirlediği kurallara göre oynanır (Fernandez ve ark. 2006). Tenis oyunu karakteristik olarak farklı şiddetlerde hızlı başlangıçlar, bitirişler ile kaymalar, vuruşlar ve dönüşler gibi anaerobik hareketleri içeren bir spordur (Murias ve ark. 2007; Reid ve ark. 2013). Bununla birlikte tenis oyuncularının antrenman ve maç performansının artması için maç sırasında gerekli olan fizyolojik ve kinematik gereksinimlerin spora özgü test ve uygulamalar ile laboratuvar ve spora özgü saha koşullarında belirlenmesi çok önemlidir (Baiget ve ark. 2014). Teknik, taktik, çevresel ve psikolojik birçok faktörün maç performansını etkilediği (Cooke ve ark. 2005; Fernandez ve ark. 2009) son zamanlardaki teknolojik gelişmelerle birlikte maç sırasında oyunda ortaya çıkan fizyolojik (kalp atım hızı, oksijen tüketimi, nefes frekansı) cevaplar ile kinematik bulgular (koşu hızları, katedilen mesafe) kolay ölçülebilir hale gelmesi (Fargeas-Gluck ve ark. 2012; Vickery ve ark. 2014) oyuncunun anlık durum takibi açısından da önemlidir. Buna ek olarak, maç esnasında kesintisiz ve anlık olarak yapılan ölçümler sonucunda maça ait bilgi edinilerek oyuncuların oyun profillerinin belirlenip uygun antrenmanların planlanması sağlanabilir (Hornery ve ark. 2007).

## Gereç ve Yöntem

Bu araştırmanın amacı, tenis oyuncularının maç sırasındaki aktivite düzeylerinin incelenmesidir. Maç sırasındaki aktivite düzeylerinin incelenmesi, tenis maçında meydana gelen fizyolojik yüklenmelerin belirlenmesi ile oyuna ait fizyolojik ve performans profiline ilişkin bilgileri arttırarak bu spora özgü gereksinimleri karşılayan en uygun antrenman programlarının geliştirilmesi amacıyla yapılmıştır.

Araştırmaya 26 erkek (yaş:  $23.1 \pm 3.2$  yıl; boy:  $181 \pm 4.7$  cm; vücut ağırlığı:  $77.8 \pm 8.1$  kg) tenis oyuncusunun gönüllü katılımıyla yapılmıştır. Çalışma öncesinde katılımcıların her birine çalışma ile ilgili ayrıntılı bilgi ve karşılaşılabilecek risk ve rahatsızlıkları içeren “Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu” imzalatılmıştır. Çalışmanın yapılabilmesi için Samsun Ondokuz Mayıs Üniversitesi Tıp Fakültesi’nden Etik Kurul izni alınmıştır.

## Verilerin Toplanması

Antropometrik ölçümler: Testlere katılan deneklerin boy uzunlukları hassasiyeti 0.01mm olan Seca marka stadiometre ile vücut ağırlıkları hassasiyeti  $\pm 0,1$  kg. olan Seca marka elektronik baskül ile ölçülmüştür. Vücut kompozisyonu ise biyoelektrik analiz (BC-418, Tanita, Tokyo, Japonya) yöntemi kullanılarak ölçülmüştür. Ölçümler ayakkabısız ve çorapsız olarak alınmıştır. Vücut kompozisyonu ölçümleri için; 24 saat öncesinden egzersiz yapılmaması, alkollü ve kafeinli içecekler içilmemesi, 12 saat öncesinden itibaren aç kalınması gibi kriterler konularak uygulanmıştır.

Uluslararası Tenis Numarası Testi: 2004 yılından itibaren Uluslararası Tenis Federasyonu tarafından dünyada tenis oynayan kişilerin oyun düzeylerini belirlemek için kullanılan bir uygulamadır. Bu testin yapılmasında kişilerin tenis vuruşlarının teknik özellikleri yerine, 5

oyun durumlarından olan servis, geri çizgi vuruşları ve vole vuruşlarındaki istikrar, derinlik ve güç unsurları ile fiziksel hareketlilik özelliklerine bakılmaktadır. Bu test 5 aşamadan oluşmaktadır. (1) Geri çizgi derinlik ve güç testi (10 vuruş), (2) Geri çizgi hassasiyet ve güç testi (12 buruş), (3) Vole vuruşları derinlik ve güç testi (8 vuruş), (4) Servis vuruşları testi (12 vuruş) ve (5) Çabukluk testi yapılır (ITF, 2010).

Tenis maçı: Deneklerin maç sırasındaki aktivite düzeylerini ve karakteristik özelliklerini belirlemek için tekler kategorisi 13 antrenman maçı yapılmıştır. Maçlar açık toprak zeminli (kırmızı toprak kort) tenis kortunda sabah 09.00–11.00 saatlerinde rastgele seçilen oyuncular arasında uluslararası tenis federasyonunun belirlemiş olduğu kurallar dâhilinde 3 set üzerinden (her sette tie-break uygulanarak ve maçlarda uluslararası tenis federasyonu onaylı 3 adet Wilson Usopen marka tenis topu kullanılmıştır) oynanmıştır. Maç sırasındaki tenis oyuncularının aktivite düzeylerini belirlemek amacıyla taşınabilir göğüs bandı “Bioharness 3” (Bio Harness 3; GPS Sports Systems Ltd., Annapolis, USA) ve göğüs bandı ile senkronize çalışan 10 Hz. Küresel Konumlama Sistemi (Qstarz BT-Q818XT) kullanılmıştır. Elde edilen veriler OmniSense Analiz programı ile değerlendirilmiştir. Yapılan çalışmalarda beş farklı fizyolojik ölçüm yapabilen (kalp atım sayısı, solunum frekansı, cilt sıcaklığı, aktivite, kat edilen mesafe) Göğüs bandı (Bioharness version 1) cihazının geçerlilik ve güvenilirlik çalışmaları yapılmıştır. Rapor edilen tüm ölçüm sonuçlarında iyi düzeyde ilişki çıkmıştır ( $r = 0.61$  to  $0.67$ ,  $p < 0.01$ ). Ölçümlerde hareket şiddetinin 8 km/saat daha fazla olması ile veri hataları artmaktadır (Johnstone ve ark., 2012a; 2012b; 2012c). Sporcuların maç esnasındaki karakteristik özelliklerini belirlemek için notasyonel maç analizi yapılmıştır (Smekal, 2001; Fernandez, 2006). Maç içerisindeki (1) ralli süresi, (2) dinlenme süresi, (3) çalışma-dinlenme oranı, (4) efektif oyun süresi, (5) rallilerdeki vuruş sayısı değerlendirilmiştir. Müsabaka analizi yapmak amacıyla SONY (HDRPJ410B.E35) marka (1920x1080, 29 fps) 2 adet kamera kullanılmıştır. Her maç yan plan (kameralar sahanın her iki bölümünü kapsayacak şekilde kortun yan tarafına ‘yaklaşık 6 metre’ yerleştirilmiştir) çekim yapılmıştır. Video analizlerini değerlendirmede Kinovea 0.8.15. ([www.kinovea.org](http://www.kinovea.org)) yazılımı kullanılmıştır. Aktivite sırasındaki sporcuların hissettiği zorlanma derecesini değerlendirmek için 20' li Borg Skalası kullanılmıştır. Kullanılan bu ölçek çalışma sırasında bireylerin hissettikleri zorlanma derecelerini kendilerinin belirlediği sübjektif bir yöntemdir. Yapılan çalışmalarda algılanan zorluk derecesi ile kalp atım hızı arasında 0.80-0.90 arasında ilişki bulunmuştur (Borg, 1982).

## Bulgular

**Tablo 1.** Deneklerin maç esnasındaki performans değişkenleri

Değişkenler	Ortalama±SS	Aralık
Kalp atım sayısı (atım/dk)	152.7±18	101-197
Kalp atım yüzdesi (%)	81.4±8.5	62-99
Solunum sayısı (solunum/dk)	33.9±3.3	23.6-41.5
Aktivite (VMU)	0.47±0.32	0.02-1.47
Vücut sıcaklığı (°C)	38.25±0.34	37.70-38.90
Zirve hızlanma (g)	1.63±1.36	0.08-7.28
Koşu hızı (km/saat)	2.41±2.25	0-20.19
Kat edilen mesafe (m)	3113.1±565.3	2091-3809
Toplam maç süresi (dk)	76.5±16.1	52.4-104.1
Toplam oyun sayısı	21.1±5	15-29
Toplam oyun sayısı	119.2±29.2	88-179
Toplam vuruş sayısı	578±116.7	410-821
Ralli sayısı (servis dahil)	4.4±2.9	1-17
Ralli süresi (s)	6.4±4.1	0.59-21
Efektif oyun süresi (%)	19.2±3.4	15-24
Çalışma-dinlenme oranı	1:3.4±0.4	1:2.6-1:3.9
Dinlenme süresi (s)	37.3±25.3	8.2-179
Algılanan zorluk derecesi (n=136)	13.2±2.7	8-18

## Tartışma ve Sonuç

Bu araştırmanın amacı tenis oyuncularının maç sırasındaki aktivite düzeylerinin incelenmesidir. Resmi tenis maçları sırasında fizyolojik ve kinematik performans ölçümleri için gerekli aletlerin kullanımı yasak olduğundan sporculara resmi olmayan fakat aynı şekilde performans göstermeleri istenen simüle tenis maçları yaptırılırken ölçüm alındığı bilinmektedir. Tenis maçlarında oyun şiddetinin sürekli değişmesi ve ralli aralıklarında dinlenme sürelerinin az olmasından dolayı bu durum enerji tüketiminde aerobik ve anaerobik enerji sistemlerinin farklı oranlarda rol aldıkları göstermektedir (Chrissmass. 1998). Bu nedenle, literatürde sporcuların maç ve antrenmana verilen fizyolojik yüklenme düzeylerini (içsel ve dışsal) ölçebilmek için sıklıkla kalp atımı, laktik asit seviyesi ve algılanan zorluk dereceleri gibi değişkenlerden yararlanılmıştır (Ferrauti ve ark., 2001; Reid ve ark., 2008). Örnek olarak, antrenmanlı tenis oyuncularında müsabaka sırasında ölçülen kalp atım hızları 140–180 atım/dk olarak belirlenirken, oyunun şiddeti maksimum kalp atım hızının %50-60'ında, laktik asit seviyesi 1.6-3.8 mmol/l ve algılanan zorluk derecesi 10-17 olarak belirlenirken bu cevapların oyuncuların seviyesi ve oyun durumuna (servis veya karşılama) göre değişiklik gösterdiği bilinmektedir (Konig ve ark., 2001; Kovacs. 2007; Fernandez ve ark, 2008).

Son zamanlarda teknolojik gelişmelerle birlikte ortaya çıkan ve hareket profillerinin belirlenmesinde kullanılan küresel konumlama sistemleri (GPS) ile yapılan birçok çalışma bulunmaktadır (Vickery ve ark. 2014; Martinez ve ark. 2013). Bunun yanında literatürde yapılan çalışmalarda, GPS cihazlarının geçerlilik ve güvenilirliğinin hareket şiddetinin artması ile birlikte güvenilirlik düzeyinin azaldığı ve tahmini hata aralığının %2-25 arasında olduğu belirlenmiştir (Couatts ve ark. 2010). Kort içi alıştırmalarda 1 ve 5 Hz lik GPS cihazlarının zirve hız ve ortalama hız değerlerinde %4-25 değişim ve cihazların arasında düşük ve orta düzeyde ilişki ( $r = 0.10-0.70$ ) rapor edilmiştir. Bundan başka kort üzerinde yapılan alıştırmalarda, GPS ölçümlerinde özellikle tekrarlar sırasında yanal hareketlerde (yana doğru) benzer sınırlılıklar görülürken, yavaş ve orta hızlarda düz çizgi aktiviteleri için düşük teknik hata ölçümü (%3-5) tespit edilmiştir (Duffield ve ark. 2010-2011). Bir başka çalışmada, 5-10 ve 15 Hz GPS cihazlarının tenis kortundaki alıştırmalarda (çalışma sırasındaki verilerin doğruluğu VICON (100 Hz) çoklu kamera sistemi ile yapılmıştır) testler sonrasında kat edilen mesafeler ve hızlanma değerlerinde GPS cihazları arasında anlamlı bir fark bulunamazken, kat edilen mesafelerde -0.50-0.86 ilişki ve %3-33'lük fark bulunmuştur (Vickery. 2014). Sonuç olarak, bazen GPS cihazlarının uydu sinyallerini yeterli hassasiyette algılayamadığı bu yüzden kat edilen mesafeler ve koşu hızlarının eksik tahmin edildiği görülmüştür (Duffield ve ark. 2010). Fizyolojik cevapların maç ve antrenman cevaplarını değerlendirmede yeterli olmadığı bunun yanında maç ve antrenman sırasında meydana gelen hareket profilleri ile birlikte değerlendirilmesi gerekliliği ortaya konulmuştur. Yapılan bir çalışmada, kort üzerindeki yaygın olarak kullanılan normal ve üst düzeyde müsabaka koşullarına yakın dört farklı tenis alıştırmasında fizyolojik cevaplar (kalp atım sayısı 160-182 atım/dk., algılanan zorluk derecesi (10 derecelik ölçek) 3.1-7.6, kan laktat değerleri 4.4-10.6 mmol/l) ve hareket profilleri (kat edilen mesafe 34-113.6 m) belirlenmiştir (Reid ve ark. 2008). Bu değerler oynanılan seviye, cinsiyet ve zemin koşullarına göre değişiklik göstermektedir.

Yapılan turnuva ve maçlar incelendiğinde, tenis müsabakaları ortalama 1-5 saat arasında (Avustralya açık 2009 erkek final müsabaka süresi: 4saat 23dk.) sürerken, toplam oyun süresinin yalnızca %20-30 efektif (gerçek) oyun süresi olarak gözlenmiştir. Bu sürede, oyuncular her vuruşta ortalama 3 m ve her puan için 8-15 m mesafe kat etmişlerdir. Sonuç olarak, müsabaka esnasında 1 saatte yaklaşık 1300-3600 m mesafe kat ettikleri belirlenmiştir (Fernandez ve ark. 2009). 2012 Avustralya açık tenis turnuvası final müsabakası 5 saat 53 dakika sürerken oyuncular 6 kilometreden (Novak Djokovic: 6625m ve Rafael Nadal: 6219m) fazla mesafe kat etmişlerdir. Puanların yaklaşık %40'ında (203 puan) 8 ve daha fazla vuruş yapılmış ve oyuncular 1100 den fazla geri çizgi vuruşu yapmışlardır (Reid ve ark. 2014). Yapılan çalışmada etkin oyun zamanı toplam müsabaka süresinin %20-26'sı arasında değiştiğini, bu sonuçlarla çalışma-dinlenme oranı 1:2, 1:4 arasında olduğunu tespit etmişlerdir (Torres-Loque ve ark. 2011). Elit erkek oyuncuların müsabaka analizlerinin yapıldığı çalışmada, Etkin oyun süresi  $21.02 \pm 3.38$ , vuruş sayısı  $3.62 \pm 2.29$ , ralli süresi  $5.71 \pm 4.87$  sn, maç süresince çalışma-dinlenme oranları 1:4,34 çıkmıştır (Kilit ve ark. 2012). Tenis turnuvalarının açık hava şartlarında ve sezonun bir bölümünün yaz aylarına denk gelmesi nedeniyle saha içerisinde yüksek sıcaklığın oluşması sonucu meydana gelen ısı stresi maç süresince oyuncuları etkileyen bir olgudur. Vücudun dinlenik durumdaki çekirdek vücut sıcaklığı 36.5-37.5 derece iken egzersiz sırasında çekirdek vücut sıcaklığı 41.9 dereceye kadar yükseldiği görülmüştür. Yapılan çalışmalarda tenis oyunu sırasında vücut çekirdek sıcaklığının 38.4 derece olduğu tespit edilmiştir. Morante ve ark. (2007) erkek tenisçilerde egzersiz sırasındaki ortalama rektal sıcaklığın 39.0 dereceden fazla olduğunu belirtirken bu

değer kadınlarda ortalama 38.9 derece olarak belirlenmiştir. Tenis oyunu süresince termal stres genellikle sağlık açısından riskli değerlere ulaşmamaktadır. Bunun nedeni olarak, tenis oyunu süresince egzersiz şiddeti orta düzeyde olduğu söylenmektedir (Morante ve ark. 2007).

Sonuç olarak elde edilen bu veriler kullanılarak müsabakaya yönelik antrenman protokolleri hazırlanırken, 1:3-4 çalışma-dinlenme oranına sahip ralliler arası 3-5 metrelik yer değişmelerin olduğu ve antrenman süresince 2500-3600 metrelik mesafenin kat edilmesi gerektiği söylenebilir. Antrenman planlaması gerçek maç yoğunluğuna benzer nitelikte olmalı ve müsabakaya yönelik uygun oranlarda çalışma-dinlenme oranları olan aralıklı çalışmalar düzenlenmelidir. Ayrıca hazırlanacak antrenman protokollerinde; kalp atım sayısı, koşu hızı, toplam kat edilen mesafe, toplam maç süresi, toplam vuruş sayısı, ralli sayısı, ralli süresi, vücut sıcaklıkları ve aktivite seviyeleri değerlendirilerek uygun çalışmalar hazırlanabilir. Antrenmanların müsabakalara yönelik planlanmasıyla çalıştırıcı ve sporcular için daha verimli olacağı düşünülmektedir.

**Ek.** Bu çalışma Hitit Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından desteklenmiştir. Proje No: BYO19002.14.001

## KAYNAKÇA

Baiget E, Fernández-Fernández J, Iglesias X, Vallejo L, Rodríguez F A (2014). On-court endurance and performance testing in competitive male tennis players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 28(1), 256-264.

Borg G.A (1982). Psychophysical bases of perceived exertion. *Med sci sports exerc*, 14(5), 377-381.

Christmass M A, Richmond S E, Cable N T, Arthur P G, Hartmann P E (1998). Exercise intensity and metabolic response in singles tennis. *Journal of sports sciences*, 16(8), 739-747.

Cooke K, Davey P R (2005). Tennis ball diameter: the effect on performance and the concurrent physiological responses. *Journal of Sports Sciences*, 23(1), 31-39.

Coutts A J, Duffield R (2010). Validity and reliability of GPS devices for measuring movement demands of team sports. *Journal of science and Medicine in Sport*, 13(1), 133-135.

Duffield R, Bird S P, Ballard R J (2011). Field-based pre-cooling for on-court tennis conditioning training in the heat. *Journal of Sports Science and Medicine*, 10, 376-384.

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. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 13(5), 523-525.

Fargeas-Gluck M. A, Léger L. A (2012). Comparison of two aerobic field tests in young tennis players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 26(11), 3036-3042.

Fernandez-Fernandez J, Sanz-Rivas D, Fernandez-Garcia B, Mendez-Villanueva A (2008). Match activity and physiological load during a clay-court tennis tournament in elite female players. *Journal of Sports Sciences*, 26(14), 1589-1595.

Fernandez J, Mendez-Villanueva A, Pluim B M (2006). Intensity of tennis match play. *British journal of sports medicine*, 40(5), 387-391.

- Fernandez-Fernandez J, Sanz-Rivas D, Mendez-Villanueva A (2009). A review of the activity profile and physiological demands of tennis match play. *Strength & Conditioning Journal*, 31(4), 15-26.
- Ferrauti A, Bergeron M F, Pluim B M, Weber K (2001). Physiological responses in tennis and running with similar oxygen uptake. *European journal of applied physiology*, 85(1-2), 27-33.
- Hornery D J, Farrow D, Mujika I, Young W (2007). An integrated physiological and performance profile of professional tennis. *British Journal of Sports Medicine*, 41(8), 531-536.
- ITF (International Tennis Federation), ITN on court assessment [http://www.itftennis.com/shared/medialibrary/pdf/original/IO\\_2885\\_original.PDF](http://www.itftennis.com/shared/medialibrary/pdf/original/IO_2885_original.PDF). (Erişim tarihi: 10 ağustos 2010).
- Johnstone J. A, Ford P. A, Hughes G, Watson T, Garrett A.T (2012a). Bioharness™ multivariable monitoring device: Part I: Validity. *Journal of Sports Science and Medicine* 11(3), 400-408.
- Johnstone J A, Ford P A, Hughes G, Watson T, Garrett A.T (2012b). BioHarness™ Multivariable Monitoring Device: Part. II: Reliability. *Journal of sports science & medicine*, 11(3), 409.
- Johnstone J A, Ford P A, Hughes G, Watson T, Mitchell A C, Garrett A T (2012c). Field based reliability and validity of the BioHarness™ multivariable monitoring device. *Journal of sports science & medicine*, 11(4), 643.
- Kilit B, Arslan C, Akçınar F, Rad A G (2012). A notational analysis of elite men's tennis matches. *International Journal of Human Sciences*,9(2), 1311-1320.
- Konig D, Huonker M, Schmid A, Halle M, Berg A, and Keul J. (2001). Cardiovascular, metabolic, and hormonal parameters in professional tennis players. *Med Sci Sport Exerc* 33: 654-658.
- Kovacs M.S (2007). Tennis physiology: training the competitive athlete, *Sports Med*, 37:189-198.
- Martínez-Gallego R, Guzmán J. F, James N, Pers J, Ramón-Llin J, Vuckovic G (2013). Movement characteristics of elite tennis players on hard courts with respect to the direction of ground strokes. *Journal of sports science & medicine*, 12(2), 275.
- Morante S M, Brotherhood J R (2007). Air temperature and physiological and subjective responses during competitive singles tennis. *British journal of sports medicine*, 41(11), 773-778.
- Murias J M, Lanatta D, Arcuri C R, Laino F A (2007). Metabolic and functional responses playing tennis on different surfaces. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 21(1), 112-117.
- Reid M M, Duffield R, Minett G M, Sibte N, Murphy A P, Baker J (2013). Physiological, perceptual, and technical responses to on-court tennis training on hard and clay courts. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 27(6), 1487-1495.
- Reid M, Duffield R (2014). The development of fatigue during match-play tennis. *British journal of sports medicine*, 48(Suppl 1), i7-i11.



Reid M, Duffield R, Dawson B, Baker J, Crespo M (2008). Quantification of the physiological and performance characteristics of on-court tennis drills. *British Journal of Sports Medicine*, 42(2), 146-151.

Smekal G, Von Duvillard S P, Rihacek C, Pokan R, Hofmann P, Baron R, Tschan H, Bachl N (2001). A physiological profile of tennis match play. *Medicine and science in sports and exercise*, 33(6), 999-1005.

Torres-Loque G, Sanchez-Pay A, Bozaco MJ, Moya M. (2011). Functional aspects of competitive tennis, *J Hum Sports Exerc.* 6: 528–539.

Vickery W M, Dascombe B J, Baker J D, Higham D G, Spratford W A, Duffield R (2014). Accuracy and reliability of GPS devices for measurement of sports-specific movement patterns related to cricket, tennis, and field-based team sports. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 28(6), 1697-1705.

[www.kinovea.org/](http://www.kinovea.org/) (Erişim tarihi: 04 řubat 2015).