

TENİS MÜSABAKALARINDA FİZYOLOJİK GEREKSİNİMLER

Bülent KİLİT¹, Erşan ARSLAN²

¹Hitit Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi, Çorum,
²Siirt Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu, Siirt

Geliş Tarihi: 31.03.2017
Kabul Tarihi: 18.04.2017

Öz: Bu derlemenin amacı tenis oyuncularının müsabaka sırasındaki fizyolojik gereksinimlerini detaylı olarak incelemektir. Tenis farklı hızlarda koşular, hızlanmalar, duraklamalar, dönüşler ve vuruşlar içeren anaerobik enerji sistemi ile karakterize olan bir spordur. Tenis performansı farklı zemin ve top gibi oyuna özel değişkenlerin yanında cinsiyet ve oyuncu seviyelerine göre farklılık göstermektedir. Bu nedenle gerçek maç koşullarına benzer yapıdaki (simule) müsabakalar sırasında ölçülen kalp atım hızı, oksijen tüketimi, kan laktat konsantrasyonu, algılanan zorluk derecesi ve diğer fizyolojik ve çevresel değişkenlerin belirlenmesi ile sporun ihtiyacı olan düzeyde uygun antrenman programları hazırlanabilir. Bu derlemede, son yıllarda tenis oyuncuları ile yapılan simule maçlardan elde edilen fizyolojik cevaplar detaylı şekilde incelenmiştir. Bu bilgilerin performansa yönelik olarak yapılan antrenman ve özel egzersiz programı hazırlamada antrenör ve spor bilimcilere yol gösterici nitelikte olacağı düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Tenis, fizyolojik cevap, performans, simule maç

PHYSIOLOGICAL DEMANDS DURING TENNIS MATCHES

Abstract: The purpose of this study was to investigate the physiological demands of tennis players during a tennis match. Tennis, a game which requires running at different speeds, accelerations, decelerations, turns, and strokes, is an anaerobic sport. Performance in tennis varies according to gender and skill levels of players as well as game specific variables such as different courts and balls. Therefore, appropriate training programs might be prepared according to the skill levels of players by measuring heart rate, oxygen consumption, blood lactate concentration, perceived exertion, and determining the other physiological and environmental variables during simulated tennis matches. In this review, physiological responses obtained from simulated tennis matches played in recent years have been examined. This study suggests that the information obtained might be a guide in preparing training and special exercise program for coaches and sports scientists in order to increase performance in tennis matches.

Key words: Tennis, physiological responses, performance, simulated match

GİRİŞ

Tenis her yaşta milyonlarca kişi tarafından oynanan rekreasyonel bir spor olmasının yanında sporcuların yıl içerisinde belli maç takvimine göre farklı ülke, seviye ve kortlarda müsabakalarının gerçekleştiği bir spordur (Renström, 2002). Tenis turnuvalarında oyuncular oyunun gerektirdiği yüksek düzeydeki performansı sergilemek için farklı düzeylerde fizyolojik yüklenmelere gereksinim duyarlar (Fernandez-Fernandez ve ark., 2007;

Girard ve ark., 2006; Hornery ve ark., 2007). Bu nedenle üst düzey performans sergileyen oyuncuların yıl içerisinde düzenlenen farklı turnuvalardaki maçlar öncesinde yaptıkları antrenmanlar ile fiziksel ve zihinsel olarak farklı kort (toprak, beton, çim) ve maç sürelerine (1-5 saat) uyum sağlaması önemlidir. Oynanan kortun ve farklı top türlerinin müsabaka sırasındaki fizyolojik cevapları etkilediği bilinmektedir (Smekal ve ark., 2001). Örneğin: çim kortta sürat ve güce dayalı servis-vole ile oynanan hızlı oyun tarzı gözlenirken,

bunun tersine toprak kortta oynanan maçlar daha yavaş ve ralli sayısının fazla olmasından dolayı daha fazla dayanıklılık gerektirmektedir (Norton ve Clarke, 2002; Miller, 2006; Cross ve Pollard, 2009; Del Corral, 2009). Bu nedenle yüksek düzeyde performans için dayanıklılık önemli bir bileşendir. Tenis müsabakalarında süre sınırı bulunmadığından maçlar 1 saatten az veya 5 saatten fazla oynanabilir (Schönborn, 2000; Kovacs, 2006a; Kovacs, 2007a; Fernandez-Fernandez ve ark., 2007-2009). Örnek olarak, 2010 yılında düzenlenen Wimbledon tenis turnuvasında John Isner ve Nicolas Mahut arasındaki müsabaka 11 saat sürerken, 2012 yılındaki Avustralya Açık Tenis turnuvasında Novak Djokovic ve Rafael Nadal arasındaki müsabaka 5 saat 53 dakikada tamamlanmıştır (Reid ve Duffield, 2014).

Kısa süreli ve sub-maksimal yoğunlukta (3-10sn) tekrarlanan hareketler ile uzun dinlenme periyotlarından (90-120 sn) oluşan aralıklı egzersizlerle karakterize olan tenis sporunda (Chrissmass ve ark., 1998; Ferrauti ve ark., 2001; Mendez-Villanueva ve ark., 2007; Fernandez-Fernandez ve ark., 2006) müsabakalarda üst düzey tenisçilerin ortalama puan süresi 8 sn, ortalama dinlenme süresi 15 sn ve egzersiz-dinlenme oranı 1:3 olarak belirlenmiştir (Fernandez-Fernandez ve ark., 2006; Kovacs, 2006a; Torres-Luque ve ark., 2011; Reid ve Duffield, 2014). Bu bilgilere ek olarak, puan sürelerine bakıldığında teklerde kadınlar maçlarının (7.1 sn) erkeklerin maçlarından (5.2 sn) önemli ölçüde daha uzun olduğu ve kadınların genelde dip çizgi bölgesinde oynadıkları belirlenmiştir (O'Donoghue ve Ingram, 2001). Aktif oyun süresi, toplam oyun süresinin % 20-26'sı arasında değişirken, bu süre farklı kortlarda oynanan müsabakalarda değişkenlik göstermektedir (Fernandez-Fernandez ve ark., 2006; Kovacs, 2006a; Torres-Luque ve ark., 2011). Genellikle etkin oyun süreleri çim kortta %7-8, toprak kortta %30 (Schönborn, 2000) düzeyindedir, böylelikle farklı kortlarda oynanan turnuvalar arasındaki en az oyundinlenme oranı hızlı zemine sahip kortlarda (çim kort) görülmektedir (O'Donoghue ve Ingram, 2001; Maquirriain ve ark., 2016). Oyuncular müsabaka esnasında ortalama 2-3 defa vuruş yaptıkları her sayı için, her vuruşta ortalama 3 m ve her puanda ortalama 8-15 m mesafe katederler. Bu verilerden yola çıkarak bir müsabaka sırasında 1 saatte yaklaşık 1.3-3.6 km mesafe kat edildiği belirlenmiştir (Fernandez-Fernandez ve ark., 2007-2009).

Bu çalışmada tenis müsabakaları sırasında elde edilen fizyolojik değişkenler; kalp atım hızı (KAH), oksijen tüketimi (VO_2), kan laktat konsantrasyonu (LA), algılanan zorluk derecesi (AZD) ve ısı dengesi detaylı şekilde incelenerek müsabakaya ait fizyolojik ihtiyaçların belirlenmesi amaçlanmıştır.

OYUNUN FİZYOLOJİK GEREKSİNİMLERİ

Kalp Atım Hızı

Antrenman ve müsabaka sırasında kalp atım hızının farklı değişkenlerden etkilendiği bilinmekle birlikte, ölçümünün kolay ve yapılan yüklenme hakkında anlık bilgi sağlamasından dolayı farklı sürelerle yapılan simule maçlarda KAH'nın ölçülmesi önemlidir. 20-30 yaş aralığındaki antrenmanlı sporcuların ortalama KAH 140-160 atım/dk olarak belirlenirken bu değerler uzun ve hızlı rallilerde 190-200 atım/dk'ya kadar çıkmaktadır (Fernandez-Fernandez ve ark., 2006; 2009; Kovacs, 2007a). Bir başka deyişle tenis müsabakalarında ölçülen ortalama KAH maksimum KAH'nın % 60-80 arasındadır (Fernandez-Fernandez ve ark., 2006; Kovacs, 2007a). Bu değerler egzersiz sırasında vücudun hem alt hem de üst ekstremitelerinin ileri derecede aktif olduğunu gösterir (Fernandez-Fernandez ve ark., 2006).

Yapılan çalışmalarda servisi atan oyuncunun servisi karşılayan oyuncudan önemli ölçüde daha yüksek KAH'a sahip olduğu bulunmuştur. Buna neden olarak oyuncunun servisi hızlı atmak için yüksek yoğunlukta bir vuruş gerçekleştirmesi ve servisi kullanan oyuncunun oyun içerisinde hücum rolü ile daha aktif bir rol almasıyla ilişkilendirilmiştir (Kilit ve ark., 2016a; Fernandez-Fernandez ve ark., 2007). Buna ek olarak, KAH ve oyun sırasında yapılan maç aktiviteleri (yön değiştirme, vuruş) arasında olumlu bir ilişki bulunmuştur (Fernandez-Fernandez ve ark., 2007). Smekal ve ark. (2001) yaptığı çalışmada, savunma oyuncularının ortalama KAH'larını 158 ± 16 atım/dk olarak belirlerken hücum oyuncularında bu değer 145 ± 19 atım/dk olarak ölçmüştür. Bu durumda savunma oyuncularının genellikle dip çizgiden daha fazla sayıda vuruş yaptıkları ve daha fazla strese maruz kaldıkları anlaşılabilir. Bir diğer çalışmada tenis müsabakasının aralıklı yapısı nedeniyle maç sırasında servis oyununda ölçülen ortalama KAH 146-157 atım/dk olurken karşılama oyununda 140-148

atım/dk, kısa dinlenme arasında 139-148 atım/dk iken uzun dinlenme (saha değişimi) arasında 108-128 atım/dk olarak belirlenmiştir (Davey ve ark., 2003). Bu bilgilerden yola çıkarak maçlarda uygulanan farklı taktiksel davranışların oyunun fizyolojik yapısını değiştirdiği görülebilmektedir.

Kalp atım hızını etkileyen bir diğer faktör ise müsabakaların oynandığı farklı zeminli kortlardır. Sporcuların ortalama KAH'ları toprak zeminde 154 ± 12 atım/dk, sert zeminde ise 141 ± 9 atım/dk olarak belirlenmiştir (Martin ve ark., 2011). Ayrıca, kadınların erkeklerden daha yüksek KAH'a sahip oldukları bu farklılığın nedeni olarak kadınların maç sırasında daha uzun ralli ve aktif oyun süresine sahip olması gösterilmiştir (Fernandez-Fernandez ve ark., 2007; Morante ve Brotherhood, 2007). Maç sırasındaki puanlarda ve dinlenmelerde kaydedilen KAH arasında önemli bir fark bulunmamıştır veya sadece dinlenmeler sırasında küçük bir artış gerçekleşebilir (Christmass ve ark., 1998; Ferrauti ve ark., 2001). Buna ek olarak, müsabaka sırasında kaydedilen KAH cevapları aynı zamanda tüketilen oksijen miktarı (VO_2) açısından bilgi vermekle birlikte bu değerler oyunun kesikli ve şiddetli yapısından dolayı gerçeği yansıtmıyor olabilir (Smekal ve ark., 2001; Ferrauti ve ark., 2001). Bu nedenle KAH değerlerini LA ve algılanan zorluk derecesi ile ilişkilendirerek yorumlamak daha doğru bir değerlendirme olabilir (Coutts ve ark., 2010).

Kan Laktat Konsantrasyonu

Pahalı olmayan, ölçümü kolay olduğu için antrenmanlarda yaygın şekilde kullanılan KAH ölçümünün yanında yapılan egzersiz veya sporun anaerobik ortamda yapıldığını gösteren bir diğer fizyolojik cevap kandaki laktat asit konsantrasyonu miktarıdır (LA) (Fernandez-Fernandez ve ark., 2006). Bu nedenle, birçok çalışmada egzersiz veya maçın şiddeti hakkında bilgi sahibi olmak için LA ölçümü gerçekleştirilmiştir (Ferrauti ve ark., 2001; Smekal ve ark., 2001; Fernandez-Fernandez ve ark., 2007-2008; Mendez-Villanueva ve ark., 2007-2010; Murias ve ark., 2007; Martin ve ark., 2011; Ojala ve Häkkinen, 2013). Çalışma sonuçlarına bakıldığında, LA düzeyinin maç genelinde düşük olduğu (Tablo 1) fakat oyun içerisinde gerçekleşen uzun ve yoğun ralliler gibi maç aktivitelerinin ve ayrıca oyun stillerinin LA düzeyini etkilediği görülmektedir (Fernandez-Fernandez ve ark., 2006; Kovacs, 2007a). Örnek olarak, servisi atan oyuncuların kan laktat konsantrasyonları 4.4-

4.6 mmol/L olarak belirlenirken servisi karşılayan oyuncularında 3-3.2 mmol/L olarak gözlenmiştir (Mendez-Villanueva, 2007-2010). LA değerleri arasında gözlenen fark, servis kullanan oyuncunun baskın ve oyunda daha aktif rol almasıyla açıklanabilir. Bu sonuçların aksine, yapılan diğer çalışmalarda kadın ve erkek tenis oyuncularının yaptığı maçlarda, servis atan ve servisi karşılayan sporcular arasında LA cevapları arasında önemli bir fark bulunmamıştır (Smekal ve ark., 2001; Fernandez-Fernandez ve ark., 2007-2008). Bu sonuçlardan yola çıkarak maçın yavaş tempoda gerçekleştiği söylenebilir. Bunun yanında antrenmanlılık durumu, test stresi, ölçüm süresi, maç koşulları ve çevresel faktörlerin de bu sonuçları etkileyebileceği bilinmektedir (Kovacs, 2007b). Tenis sporunun fizyolojik yapısına bakıldığında yüksek şiddetli aralıklı hareketlerin fazla olduğu ve bu tür aktivitelerde anlık LA düzeyini belirlemenin mümkün olmamasından dolayı ölçümler sonucu elde edilen LA cevaplarının ölçümden hemen önceki bir kaç dakika içinde yapılan aktivite düzeyini yansıttığı bilinmektedir (Smekal ve ark., 2001). Bu nedenle, müsabaka sırasındaki yüklenme ve dinlenmeleri daha iyi değerlendirmek için taşınabilir solunum cihazları ile kesintisiz olarak ölçülebilen oksijen tüketimi ile LA cevapları arasında ilişkinin önemli olduğu düşünülmektedir (Smekal ve ark., 2001; Ferrauti ve ark., 2001; Fernandez-Fernandez ve ark., 2009; Kilit ve ark., 2016a). Bu bilgilerden yola çıkarak, yüksek şiddette oynanan müsabakalarda yorgunlukla başa çıkmak için oyunculara yüksek şiddette ve aralıklı antrenman yaptırılması büyük önem taşır.

Oksijen Tüketimi

Uluslararası Tenis Federasyonu (ITF) tarafından belirlenen kurallara göre oynanan resmi tenis müsabakaları sırasında sporcuların üzerinde herhangi bir ölçüm cihazının kullanılmasına izin verilmediğinden oyuncuların simule maçlar sırasında oksijen tüketim (VO_2) cevapları portatif gaz analiz cihazları ile ölçülmektedir (Smekal ve ark., 2001; Fernandez-Fernandez ve ark., 2009). Yapılan çalışmalarda ortalama maksimum oksijen tüketim (VO_{2max}) değerleri kadın tenisçilerde 45 ml/kg/dk olarak belirlenirken erkek oyuncularında ise ortalama 55 ml/kg/dk seviyesindedir (Fernandez-Fernandez ve ark., 2006; Kovacs, 2007a). Tenis müsabakası sırasında ölçülen VO_2 değerleri ortalama 23-29 ml/kg/dk olarak belirlenirken maç sırasında tüketilen oksijenin oyuncuların sahip

olduğu VO_{2max} ' in % 50-70'i arasında olduğu görülmüştür (König ve ark., 2001; Smekal ve ark., 2001; Girard ve ark., 2006; Murias ve ark., 2007; Fernandez-Fernandez ve ark., 2009; Kilit ve ark., 2016a).

Oyuncuların müsabaka sırasında ortaya koydukları oyun stillerinin (hücum-savunma) oyunun gereksinimi olan oksijen tüketimini de etkilediği bilinmektedir. Müsabaka sırasında savunma yapan oyuncuların ortalama VO_2 değerleri 25-36 ml/kg/dk iken bu değer hücum oyuncularında 22-32 ml/kg/dk olarak ölçülmüştür (Smekal ve ark., 2001). Böylelikle dip çizgide oynayan savunma oyuncularının, hücumu yönelik oynayan bir oyuncuyla karşılaştırıldığında daha fazla enerji tüketimine sahip olduklarını söylemek mümkündür. Bu bilgilere ek olarak servis atan sporcuların VO_2 değerlerinin servisi karşılayan tenis oyuncularına göre daha yüksek olduğu görülmüştür (Kilit ve ark., 2016a). Buna neden olarak maç sırasında oyuncuların servis atmak için yüksek hızda etkili bir vuruş yapması gösterilebilir. Oyuncuların farklı VO_2 değerlerinin olmasına neden olan bir diğer faktör ise farklı kort zeminleri (beton, toprak) olarak belirlenirken toprak kortta ölçülen VO_2 değerlerinin sert korttaki ölçülen değerlerden daha fazla olduğu görülmüştür (Girard ve ark., 2004).

Algılanan Zorluk Derecesi

Egzersiz veya antrenman sırasında algılanan zorluk derecesini (AZD) belirlemek için maliyeti olmadan, uzmanlık gerektirmeden farklı versiyonları ile kolay uygulanabilen aynı zamanda öznel bir değerlendirmeyi yansıtan Borg skalası KAH ve LA gibi ölçülen diğer fizyolojik cevaplar ile birlikte daha doğru bir değerlendirme sağlayacağı düşünülmektedir (Borg, 1982; Reid ve ark., 2008; Coutts ve ark., 2010). Son yıllarda yapılan çalışmalarla tenis müsabakalarında yapılan aktivitenin şiddetini güvenilir şekilde yansıttığı bilinen bu skala ile elit tenis oyuncularında müsabakanın zorluk derecesi ortalama 12-13.5 (6-20 Skala) olarak belirtilmiştir (Tablo 1) (Ojala ve Häkkinen, 2013; Duffield ve ark., 2014; Murphy ve ark., 2014; Kilit ve ark., 2016a-2016b). Müsabaka sırasında gerçekleştirilen aktiviteler ile yüksek ilişkili olan AZD değerleri farklı oyun durumları ile (servis-karşılama) değişiklik göstermektedir (Mendez-Villanueva ve ark., 2007-2010; Kilit ve ark., 2016a). Aynı zamanda çevresel koşullardan hava durumunun (sıcaklık ve nem) oyunun akışını

etkilediği (Kovacs, 2007b; Morante, 2007; Bergeron 2009a) bu nedenle antrenman ve müsabaka sırasında yüklenmeyi değerlendirirken ısı dengesi ve sıvı tüketimi gibi diğer faktörlerinde göz ardı edilmemesi gerektiği düşünülmektedir.

Isı Dengesi ve Sıvı Tüketimi

Tenis genellikle açık, nemli ve sıcak ortamlarda oynanmasının yanında kapalı kortlarda da oynanabilen bir spordur. En önemli turnuvalardan olan Amerika ve Avustralya açık tenis turnuvalarında, maç sırasında saha içerisindeki hava sıcaklığı zaman zaman $40^{\circ}C$ ' yi aşmaktadır (Périard ve ark., 2014). Farklı çalışmalardan elde edilen bilgilere göre müsabaka sırasında ölçülen vücut sıcaklıkları yaş, cinsiyet ve oyuncu seviyesine göre değişiklik göstermektedir (ort $38.4-38.7^{\circ}C$) (Morante ve ark., 2007; Bergeron ve ark., 2007; Tippet ve ark., 2011). Maç sırasında artan vuruş sayısı ve ralli süresi oyuncuların vücut sıcaklıklarında artışa neden olmakla birlikte bu durum sıcak hava koşullarında oynanan maçlarda kritik vücut sıcaklığına ulaşılmasına neden olabilir (Morante ve ark., 2007; Hornery ve ark., 2007). Ayrıca elit tenis sporcularında müsabaka sırasında yaklaşık 2.5-3 litre sıvı kaybı olduğu belirlenirken (König ve ark., 2001; Kovacs, 2006b; Bergeron, 2009a), genç tenis oyuncularında müsabaka sırasında 1 litreyi aşan sıvı kaybı ölçülmüştür (Bergeron, 2009a). Sıvı kaybı ve sıcaklığın performans üzerine etkisini inceleyen bir çalışmada ise, dehidrasyona bağlı olarak vücut ağırlığındaki az miktarda bir azalmanın bile (< %3) kısa mesafeli (5-10 m) sürat performansı üzerinde olumsuz bir etkisi olduğu görülmüştür (Kovacs, 2006b). Ek olarak, sıcak ve nemli hava koşullarında aynı gün içerisinde birden fazla maç yapılması veya uzun süreli maçların oynanması ile sporcularda performans kayıpları ve kas krampları gibi negatif etkilerin görülme olasılığını artırabilir (Bergeron, 2009b). Bu nedenle, müsabaka sırasında performansın korunması ve söz konusu yan etkilerin yaşanmaması için, sporcuların her 15-20 dk'da veya her saha değişiminde 200-400 ml elektrolit ve karbonhidrat içerikli sıvıları içmeleri önerilmektedir (Marks, 2006; Kovacs, 2006b; Périard, 2014). Böylelikle çalışma sonuçlarından elde edilen bilgiler kullanılarak oyuncuların müsabaka ve antrenman koşullarında vücut sıcaklığının dengelenmesi ve yeterli sıvı tüketimi ile performansın sürekliliği için en uygun çalışma programı hazırlanabilir.

Tablo 1: Tekler Kategorisi Tenis Maçı Sırasındaki Fizyolojik Değişkenler

Kaynaklar	Cinsiyet	Zemin	KAH (atım/dk)	LA (mmol/l)	VO ₂ (ml/kg/dk)	AZD (6-20)	VS (°C)
Ferrauti, 2001	Kadın	Toprak	141±19	1,2±0,4	23,1±3,1	-	-
	Erkek		142±13	1,7±0,5	25,6±2,8	-	-
Smekal, 2001	Erkek	Sert	151±19	2,1±0,9	29,1±5,6	-	-
Fernandez-Fernandez, 2007	Kadın	Sert	161±5	2,0±1,0	-	-	-
Hornery, 2007	Erkek	Sert	152±15	-	-	-	38,9±0,3
		Toprak	146±19	-	-	-	38,5±0,6
Mendez, 2007	Erkek	Toprak	-	3,8±2	-	13±2	-
Morante, 2007	Erkek	Sert	140±13	-	-	12,9±1,8	38,5±0,4
	Kadın		150±6	-	-	13,2±1	38,4±0,3
Murias, 2007	Erkek	Toprak	143±22	1,6±0,6	26,3±3,2	-	-
		Sert	135±21	1,2±0,3	27,5±2,5	-	-
Fernandez-Fernandez, 2008	Kadın	Toprak	-	2,2±0,8	-	12,1±2,3	-
Morante, 2008	Erkek – Kadın	Sert	137±14	-	-	12,9±1,9	38,4±0,4
Fernandez-Fernandez, 2009	Erkek	Toprak	150±8	-	24,5±4,1	-	-
	Erkek		149±7	-	23,3±3	-	-
Mendez, 2010	Erkek	Toprak	-	4,4±2,4 / 3,0±1,3	-	13,5±1,9 / 12,2±2	-
Martin, 2011	Erkek – Kadın	Toprak	154±12	5,7±1,8	-	-	-
		Reçine	141±9	3,6±1,2	-	-	-
Tippet, 2011	Kadın	Sert	-	-	-	-	38,6±0,2
Ojala, 2013	Erkek	Sert	142±16 / 150±11	3,4±1,2 / 4,1±1,1	-	12,8±1,7 / 14,4±1,5	-
Hoppe, 2014	Erkek	Toprak	159±12	-	-	-	-
Périard, 2014	Erkek	Sert	-	-	-	-	38,7±0,2
Kilit, 2016a	Erkek	Sert	143±9	-	26,6±2,7	12,7±2,1	-
Kilit, 2016b	Erkek	Sert	153±18	-	-	13,2±2,7	38,2±0,4

KAH= Kalp atım hızı; LA= Kan laktat konsantrasyonu; VO₂= Oksijen tüketimi; AZD= Algılanan zorluk derecesi; VS= Vücut sıcaklığı.

SONUÇ

Tenis müsabakası düşük ve yüksek şiddetteki hareketlerin birleşiminden oluşan kesintili ve anaerobik sayılabilecek bir spor olduğundan sayı veya sonuca gidecek hareketler kısa süreli ve şiddetli olmasının yanında etkin oyun süresine göre kullanılan enerji metabolizması değişiklik göstermektedir. Müsabaka sırasında vuruşların patlayıcı güç ile yapılması laktik asit üretimine yol açarken, sayı aralarındaki dinlenme süresinin uzunluğu metabolizmanın toparlanmasını hızlandırmaktadır. Maçın genelinde oksidatif enerji sistemi kullanılırken, vuruşların yapıldığı sırada fosfojen (ATP-CP) sistemi kullanılır. Tenis maçı doğası gereği kesintili olmasına rağmen, antrenman veya maç süresinin uzamasıyla artan fizyolojik yükü, tolere edilebilir homeostatik aralıkları aşan aşırı artışlarla sonuçlanabilir (Bergeron ve ark., 1991; Christmass ve ark., 1998; Ferrauti ve

ark., 2001; König ve ark., 2001; Smekal ve ark., 2001; O'Donoghue ve Ingram, 2001).

Bu çalışma sonucunda, tekler kategorisi tenis müsabakaları sırasında ölçülen ortalama KAH 120-180 atım/dk (Ferrauti ve ark., 2001; Smekal ve ark., 2001; Davey ve ark., 2003; Hornery ve ark., 2007; Fernandez-Fernandez ve ark., 2007-2009; Morante ve Brotherhood, 2007-2008; Murias ve ark., 2007; Martin ve ark., 2011; Ojala ve Häkkinen, 2013; Hoppe ve ark., 2014; Kilit ve ark., 2016a-2016b), VO₂ 10-40 ml/kg/dk (Ferrauti ve ark., 2001; Smekal ve ark., 2001; Murias ve ark., 2007; Fernandez-Fernandez ve ark., 2009; Kilit ve ark., 2016a), LA 1-8 mmol/L (Ferrauti ve ark., 2001; Smekal ve ark., 2001; Fernandez-Fernandez ve ark., 2007-2008; Mendez-Villanueva ve ark., 2007-2010; Murias ve ark., 2007; Martin ve ark., 2011; Ojala ve Häkkinen, 2013), AZD 9-17 (Mendez-Villanueva ve ark., 2007-2010; Morante ve Brotherhood, 2007-2008;

Fernandez-Fernandez ve ark., 2008; Ojala ve Häkkinen, 2013; Kilit ve ark., 2016a- 2016b), VS 37.9-39.0 °C (Hornery ve ark., 2007; Morante ve Brotherhood, 2007-2008; Tippet ve ark., 2011; Périard ve ark., 2014; Kilit ve ark., 2016b) ve vücut sıvı kaybı 1-2 kg (Hornery ve ark., 2007; Bergeron ve ark., 2009a; Duffield ve ark., 2011) olarak belirlenmiştir.

Sonuç olarak; tenis müsabakası süresince artan stres ile baş edebilmek ve performansın devamlılığını sağlamak için metabolizmayı etkileyen fizyolojik değişkenlerin iyi bilinmesi gereklidir. Bu çalışma tenis oyuncularını ile ilgili daha kapsamlı bilgi vermek ve bu bilgilerle tenise özgü etkili antrenman ve müsabaka programı hazırlamak amacıyla antrenörler ve kondisyonerler tarafından kullanılabilir.

KAYNAKLAR

- Bergeron MF, Maresh C, Kraemer WJ, ve ark. (1991): Tennis: a physiological profile during match play. *International Journal of Sports Medicine*, 12(05), 474-479.
- Bergeron MF, McLeod KS, Coyle JF (2007): Core body temperature during competition in the heat: national boys' 14s junior tennis championships. *British Journal of Sports Medicine*, 41(11), 779-783.
- Bergeron MF (2009a): Dehydration and thermal strain in junior tennis. *American Journal of Lifestyle Medicine*. 3(4), 320-325.
- Bergeron MF (2009b): Youth sports in the heat. *Sports Medicine*, 39(7), 513-522.
- Borg GA (1982): Psychophysical bases of perceived exertion. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 14(5), 377-381.
- Christmass MA, Richmond SE, Cable NT, ve ark. (1998): Exercise intensity and metabolic response in singles tennis. *Journal of Sports Sciences*, 16(8), 739-747.
- Cross R, Pollard G (2009). Grand Slam men's singles tennis 1991-2009 serve speeds and other related data. *International Tennis Federation Coaching and Sport Science Review*, 49, 8-10.
- Coutts AJ, Gomes RV, Viveiros L, ve ark. (2010): Monitoring training loads in elite tennis. *Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano*, 12(3), 217-220.
- Davey PR, Thorpe RD, Williams C (2003): Simulated tennis matchplay in a controlled environment. *Journal of Sports Sciences*, 21(6), 459-467.
- Del Corral J (2009): Competitive balance and match uncertainty in grand-slam tennis: effects of seeding system, gender, and court surface. *Journal of Sports Economics*, 10(6), 563-581.
- Duffield R, Bird SP, Ballard RJ (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, Murphy A, Kellett A, ve ark. (2014): Recovery from repeated on-court tennis sessions: Combining cold-water immersion, compression, and sleep interventions. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 9(2), 273-282.
- Fernandez-Fernandez J, Mendez-Villanueva A, Pluim BM. (2006): Intensity of tennis match play. *British Journal of Sports Medicine*, 40:387-391.
- Fernandez-Fernandez J, Mendez-Villanueva A, Fernandez-Garcia B, ve ark. (2007): Match activity and physiological responses during a junior female singles tennis tournament. *British Journal of Sports Medicine*, 41(11), 711-716.
- Fernandez-Fernandez J, Sanz-Rivas D, Fernandez-Garcia B, ve ark. (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-Fernandez J, Sanz-Rivas D, Sanchez-Muñoz C, ve ark. (2009). A comparison of the activity profile and physiological demands between advanced and recreational veteran tennis players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 23(2), 604-610.
- Ferrauti A, Bergeron MF, Pluim BM, ve ark. (2001). Physiological responses in tennis and running with similar oxygen uptake. *European Journal of Applied Physiology*, 85(1), 27-33.
- Girard O, Millet GP (2004): Effects of the ground surface on the physiological and technical responses in young tennis players. *Science and Racket Sports III*. London: E & FN Spon, 43-48.
- Girard O, Chevalier R, Leveque F, ve ark. (2006): Specific incremental field test for aerobic fitness in tennis. *British Journal of Sports Medicine*, 40:791-796.
- Hoppe MW, Baumgart C, Bornefeld J, ve ark. (2014): Running activity profile of adolescent tennis players during match play. *Pediatric Exercise Science*, 26(3), 281-290.
- Hornery DJ, Farrow D, Mujika I, ve ark. (2007): An integrated physiological and performance profile of professional tennis. *British Journal of Sports Medicine*, 41(8), 531-536.
- Impellizzeri FM, Rampinini E, Coutts AJ, ve ark. (2004). Use of RPE-based training load in soccer. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 36: 1042-1047.
- Kilit B, Şenel Ö, Arslan E, ve ark. (2016a): Physiological responses and match characteristics in professional tennis players during a one-hour simulated tennis match. *Journal of Human Kinetics*, 51(1), 83-92.

24. Kilit B, Arslan E, Can S (2016b): Tennis Oyunculunun Maç Sırasındaki Aktivite Profillerinin İncelenmesi. *International Journal of Science Culture and Sport (IntJSCS)*, 4(4), 557-565.
25. Kovacs MS (2006a): Applied physiology of tennis performance. *British Journal of Sports Medicine*, 40(5), 381-386.
26. Kovacs MS (2006b): Hydration and temperature in tennis—a practical review. *Journal of Sports Science and Medicine*, 5, 1-9.
27. Kovacs MS (2007a): Tennis physiology. *Sports Medicine*, 37(3), 189-198.
28. Kovacs MS, Pritchett R, Wickwire PJ, ve ark. (2007b): Physical performance changes after unsupervised training during the autumn/spring semester break in competitive tennis players, *British Journal of Sports Medicine*, 41, p705–710.
29. König D, Huonker M, Schmid A, ve ark. (2001): Cardiovascular, metabolic, and hormonal parameters in professional tennis players. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 33, 654-658.
30. Maquirriain J, Baglione R, Cardey M (2016): Male professional tennis players maintain constant serve speed and accuracy over long matches on grass courts. *European Journal of Sport Science*, 16(7), 845-849.
31. Marks BL (2006): Health benefits for veteran (senior) tennis players. *British Journal of Sports Medicine*, 40(5), 469-476.
32. Martin C, Thevenet D, Zouhal H, ve ark. (2011): Effects of playing surface (hard and clay courts) on heart rate and blood lactate during tennis matches played by high-level players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 25(1), 163-170.
33. Mendez-Villanueva A, Fernandez-Fernandez J, Bishop D, ve ark. (2007): Activity patterns, blood lactate concentrations and ratings of perceived exertion during a professional singles tennis tournament. *British Journal of Sports Medicine*, 41(5), 296-300.
34. Mendez-Villanueva A, Fernandez-Fernández J, Bishop D, ve ark. (2010): Ratings of perceived exertion-lactate association during actual singles tennis match play. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 24(1), 165-170.
35. Miller S (2006): Modern tennis rackets, balls, and surfaces. *British Journal of Sports Medicine*, 40(5), 401-405.
36. Morante SM, Brotherhood JR (2007): Air temperature and physiological and subjective responses during competitive singles tennis. *British Journal of Sports Medicine*, 41(11), 773-778.
37. Morante SM, Brotherhood JR (2008): Autonomic and behavioural thermoregulation in tennis. *British Journal of Sports Medicine*, 42(8), 679-685.
38. Murphy AP, Duffield R, Kellett A, ve ark. (2014): Comparison of athlete-coach perceptions of internal and external load markers for elite junior tennis training. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 9(5), 751-756.
39. Murias JM, Lanatta D, Arcuri CR, ve ark. (2007): Metabolic and functional responses playing tennis on different surfaces. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 21(1), 112-117.
40. Norton P, Clarke SR (2002): Serving up some grand slam tennis statistics. In *Proceedings of the 6M&CS*, G. Cohen and T. Langtry Ed (pp. 202-209).
41. O'Donoghue P, Ingram B (2001): A notational analysis of elite tennis strategy. *Journal of Sports Sciences*, 19, 107-115.
42. Ojala T, Häkkinen K (2013): Effects of the tennis tournament on players' physical performance, hormonal responses, muscle damage and recovery. *Journal of Sports Science and Medicine*, 12(2), 240-248.
43. Périard JD, Racinais S, Knez WL, ve ark. (2014): Thermal, physiological and perceptual strain mediate alterations in match-play tennis under heat stress. *British Journal of Sports Medicine*, 48(Suppl 1), i32-i38.
44. Renström Per AFH (2002): *Handbook of sports medicine and science tennis*, Blackwell Publishing Company.
45. Reid M, Duffield R, Dawson B, ve ark. (2008): Quantification of the physiological and performance characteristics of on-court tennis drills. *British Journal of Sports Medicine*, 42(2), 146-151.
46. Reid M, Duffield R (2014): The development of fatigue during match-play tennis. *British Journal of Sports Medicine*, 48(Suppl 1), 7-11.
47. Schönborn R (2000): *Advanced techniques for competitive tennis*, 2 nd, meyer&meyer sport, 136-140.
48. Smekal G, Von Duvillard SP, Rihacek C, ve ark. (2001). A physiological profile of tennis match play. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 33(6), 999-1005.
49. Tippet ML, Stofan JR, Lacambra M, ve ark. (2011): Core temperature and sweat responses in professional women's tennis players during tournament play in the heat. *Journal of Athletic Training*, 46(1), 55-60.
50. Torres-Luque G, Cabello-Manrique D, Hernandez-Garcia R, ve ark. (2011): An analysis of competition in young tennis players. *European Journal of Sport Science*, 11(1), 39-43..

