

# Tenis Fizyolojisi ve Performans

## Tennis Physiology and Performance: Review

Tolga AKŞİT<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Antrenörlük Bölümü,  
Hareket ve Antrenman Bilimleri AD,  
Ege Üniversitesi Beden Eğitimi ve  
Spor Yüksekokulu, İzmir

Geliş Tarihi/Received: 16.08.2011  
Kabul Tarihi/Accepted: 21.01.2012

Yazışma Adresi/Correspondence:  
Tolga AKŞİT  
Ege Üniversitesi Beden Eğitimi ve  
Spor Yüksekokulu,  
Antrenörlük Bölümü,  
Hareket ve Antrenman Bilimleri AD, İzmir,  
TÜRKİYE/TURKEY  
tolga.aksit@ege.edu.tr

**ÖZET** Bu çalışmadan tenis oyuncularının karakteristikleri, oyun süreleri, tenis sporunun ihtiyaç duyduğu enerji sistemleri ve bazı performans kriterleri incelenmiştir. Tenisin kuvvet yetisini, kısa mesafeli koşuları ve dayanıklılık egzersizlerinin tümünü kapsamından dolayı fizyolojik gereksinimleri oldukça karmaşıktır. Performans tenisinde yüksek aerobik kapasite ile birlikte güç, çeviklik ve sürat gibi anaerobik yetiler gerekmektedir. Bu özellikleriyle aerobik ya da anaerobik enerji sistemlerinden hangisinin baskın olduğu sorusu ele alınmaktadır. Tenis oyunu, bilimsel antrenman ve maç sonrası toparlanma metodlarından dolayı gelişme göstermektedir. Oyuncular daha hızlı ve güçlü birer sporcu olmakta ve bu da tenis vuruşlarındaki hızların artmasını sağlamaktadır. Bir tenis maçı yüklenme: dinlenme süreleri açısından incelendiğinde bu ilişkinin 1:3 ve 1:5 arasında olduğu belirtilmiştir. Maksimal oksijen tüketimi ise 50-55 mL/dk/kg arasında olmaktadır. Kan laktat seviyelerinin maç sırasında bazı çalışmalarda yükseldiği görülürken bazı çalışmalarda ise çok az değiştiği ya da hiç değişmediği görülmüştür. Bir sayı için geçen süre ortalama 10 saniyenin altında olmaktadır. Sonuç olarak, tenis sporcusunun başarısını, antrenman yaşı, oyun stili, fiziksel ve teknik faktörler belirleyecektir. Sakatlanmayı azaltmak ve tenise özgü performansı geliştirmek için oyuncuların tenis gerektirdiği özellikler içinde antrenman yapması önerilir. Tenis performansının sürekli gelişimi ve sakatlanmayı önleyici unsurlar olan bu fizyolojik parametrelerle ilgili çalışmalar artmalı ve bu çalışmaların sonuçlarından antrenörlerin ve sporcuların yararlanması sağlanmalıdır.

**Anahtar Kelimeler:** Tenis; performans; kondisyon; laktat; aerobik/anaerobik enerji sistemleri

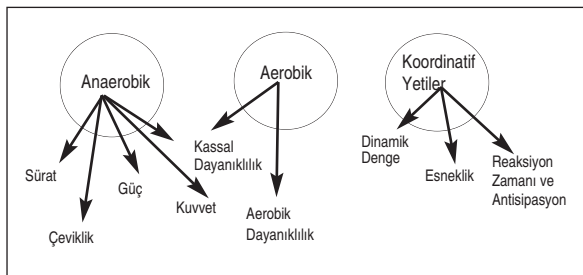
**ABSTRACT** In this study characteristics of tennis players, rally times, energy demands and some performance criterions of tennis sport were investigated. The physiological requirements of tennis are complicated because of including strength, short distance runs and endurance exercises in game. In performance tennis anaerobic abilities such as strength, agility and speed are required together with high aerobic capacity. Which energy systems from aerobic and anaerobic ways are dominant question with these properties is discussed. Tennis game showed a progress with scientific training and post-match recovery methods. Players become a faster and stronger athlete and this increases the stroke speeds. When a tennis match is analyzed in terms of work:rest ratio, it is indicated that this ratio is between the range of 1:3 and 1:5. Maximal oxygen consumption of players is ranged between 50-55 mL/min/kg. In some studies increments in blood lactate levels were found, whereas very little or no change in blood lactate levels were found in some other studies. Rally duration is under 10 seconds in avarage. In conclusion; training age, style of play, physical and technical factors will determine the tennis players's success. It is suggested to do tennis branch spesific training, to reduce injury and improve tennis-specific performance of tennis player, studies about these physiological parameters should be increased in order to maintain the consistent development of tennis performance and to serve as an injury prevention component. It should be provided that trainers and players benefit from the results of these studies.

**Key Words:** Tennis; performance; conditioning; lactate; aerobic/anaerobic energy systems

Teniste başarı, mükemmele yakın teknik, beceri, fiziksel hazırlık ve koruma, doğru psikolojik yaklaşım ile rakibe göre yapılacak kort taktiğine bağlıdır. Günümüz modern tenisinde kazanmak, bu unsurlar doğru yerde ve zamanda kullanmayı gerektirir.<sup>1,2</sup>

Tenisin oyun içerisinde kuvvet yetisini, kısa mesafeli koşuları ve dayanıklılık egzersizlerin tümünü kapsamasından dolayı fizyolojik gereksinimleri oldukça karmaşıktır. Bu özelliği ile birçok spor bilimcisi, tenis antrenörleri ve oyuncular arasında antrenman programların uygulanmasında tartışmalar ortaya çıkmıştır. Bu şekilde tenis aerobik ya da anaerobik enerji sistemlerinden hangisinin baskın olduğu sorusu ele alınmaktadır.<sup>3</sup>

Bu branş, birçok takım sporuna benzer fizyolojik gereksinimleri olan, değişik çevresel şartlar altında oynanan ve anaerobik sistemin daha baskın olduğu düşünülen, teknik, taktik, fiziksel ve psikolojik öğelerde üstün beceri isteyen aralıklı (toplam sürede belirli aralar verilen) bir spor dalıdır. Karakteristiği, orta şiddetli uzun süreli periyotlarla, kısa süreli maksimal ya da maksimale yakın yüklenmelerin birlikte yapıldığı, ani kısa koşular-durmalar, tekrarlayıcı baş üstü (smaç, servis) ve temel vuruş (forehand-backhand) hareketleri ile resmi kurallarla belirtilmiş dinlenme periyotlarından oluşur.<sup>3-5</sup> Buna göre tenis, farklı kort yüzeylerinde 3 set ya da 5 set olarak oynanır. Genelde hızlı kortlarda (sert, çim kort) oyuncular güçlü servisi tercih edip voleye hareket ederken geri çizgi oyuncuları toprak kortta daha etkilidir.<sup>6,7</sup> Diğer sporların aksine yüksek seviyede fiziksel yetilerin birkaç ögesini barındırır (Şekil 1).



ŞEKİL 1: Teniste biyomotor yetilerin görünümü.<sup>7</sup>

Profesyonel tenis oyuncularında yapılan bir çalışmada aerobik kapasitelerin 55-65 mL/dk/kg olarak bulunduğu ve oyuncuların yılda ortalama 40 turnuva oynandığı belirtilmiştir.<sup>8</sup> Ortalama sayı süresi bir ralli boyunca geri çizgi oyuncularında 15 saniyenin üstüne ulaşırken, atak oynayan servis vole oyuncuları ortalama 5 saniyenin altında ralli yaptıkları görülür.<sup>9</sup> Maç boyunca oyuncuların devamlı tekrarlanan dinamik hareketler içeren tenise spesifik hareketleri yapabilmeleri için, hızlanma, yavaşlama, ani yön değiştirmeler, çeviklik ve patlayıcı tarzda hareketleri antrenmanlarda devamlı çalışması gerekmektedir. Araştırmalar göstermiştir ki yorgunluk başladığı anda vuruş yüzdelerinde %81 kadar bir azalma görülmektedir.<sup>10,11</sup> Dikkatsiz bir planlama sonucu performansta gelişme, arzu edilen derecede olmayabilir ve sakatlanma potansiyeli artabilir. Tekrarlayıcı hareketler sonucu oluşan sakatlanmalar (overuse) tenis oyuncularında çok yaygın görülen bir sakatlanma tipidir. Bu sakatlanmaların en büyük nedeni olarak oyunun süratli olması sayılabilir. Atılan bir servis sırasında raketin zirve hızı 100-116 km/s olarak rapor edilirken top hızları ise 134-250 km/s olarak belirtilmiştir.<sup>12,13</sup>

Bu çalışmaların yapıldığı yıllardan bu yana tenis oyunu bilimsel antrenman, beslenme ve maç sonrası toparlanma metotlarından dolayı bir gelişme göstermiştir. Oyuncular daha hızlı ve güçlü birer sporcu olmakta ve bu da tenis vuruşlarındaki hızların artmasını sağlamaktadır. Tenis oyunu temel fizyolojik öğelerin bir kombinasyonunu gerektirir. Sakatlanmayı önlemek ve performansı arttırmak için genel kuvvet ve esneklik antrenmanları önerilir. Popüler sporlardan biri olmasına karşın tenis bilimcilere, antrenörlere ve oyunculara yardımcı olacak çok az sayıda bilimsel çalışma vardır. Bu tip çalışmalar oyuncuda sakatlık riskini önleme ve antrenman periyotlaması konularında temel oluşturabilecektir.<sup>14</sup> Bu çalışma tenise özgü çalışmaların bir incelemesi olarak özel antrenman planlanmasına yardımcı olmak üzere planlanmış ve tenis maçının karakteristikleri, oyun süreleri, yüklenme dinlenme ilişkileri, enerji metabolizması ve oyuncuların fizyolojik ölçümlerinin incelenmesi amaçlanmıştır.

## FİZYOLOJİK ÖLÇÜMLER

Antropometrik/fizyolojik testler, yetenek seçimi ve sporcuların performans takibi konularında antrenörlere ve tenis bilimcilerine yardımcı olmaktadır. Üniversite seviyesinde tenis oynayan oyuncuların vücut yağ oranları Tablo 1’de belirtilmiştir.

Elit tenisçilerde kalp hacmi (kalbin dakikada attığı kan miktarı) antrenmansız bireylere göre %30 daha fazladır. Yine amatör tenis oyuncuları ve antrenmansız bireylere göre maksimum oksijen tüketiminde (maks VO<sub>2</sub>) belirgin bir artma görülür.<sup>15</sup> Elit tenis oyuncuların kondisyon çalışmalarında hem aerobik hem de anaerobik çalışmalar (interval) olmalıdır. Bu tip antrenman sonucunda, anaerobik güç ve kapasite ile glikolitik ve oksidatif enzim aktiviteleri yükselir. Çok fazla aerobik tipte çalışmalar tenis için tavsiye edilmez. Dayanıklılık antrenmanı oksidatif kapasitesi ile yağların kullanım kapasitesini artırır. Yağların kullanımındaki bu artış glikolizi azaltarak yorgunluğun gecikmesine dolayısıyla dayanıklılık performansının artmasına katkıda bulunmasına rağmen hızlı kasılan yüksek oksidatif-glikolitik fibrillerden (tip IIa), düşük oksidatif fibrillere dönüşüme sebep olur. Bu yüzden patlayıcılık, sürat ve çeviklik azalır.<sup>16</sup>

Maks VO<sub>2</sub> maksimal egzersizde dokuların 1 dakikada kullandığı oksijen miktarıdır.<sup>17</sup> Tenis oyuncuların maks VO<sub>2</sub> düzeyleri gösteren çeşitli çalışmalar Tablo 2 ve 3’te yer almıştır. Genelde, bu değerlerin yaklaşık olarak bayanlarda 47 mL/kg/dk,

**TABLO 1:** Tenisçilerin vücut yağ oranları değerleri.<sup>7</sup>

Vücut Yağ Oranı (%) (ort±SD)	Seviye	Yaş (Yıl) (ort±SD)
10,6±4,5	Erkek	Üniversite
8±3	Erkek	Üniversite
21,3±4,6	Kadın	Üniversite
11,3±1,8	Erkek	Üniversite
13,6±2,2	Erkek	Üniversite

**TABLO 2:** Elit tenis oyuncuların maksimal oksijen tüketimi (Maks VO<sub>2</sub>) değerlerinin karşılaştırılması.<sup>7</sup>

Dünya Sıralaması (erkek)	Maks VO <sub>2</sub> (mL/kg/dk) (ort±SD)
10	58,5±9,4
8	65,9±6,3
7	65±4
8	54±1,9
20	57,3±5,1
72	62,3±4,8

erkeklerde ise 54-66 mL/kg/dk olarak saptandığı görülmüştür.<sup>16</sup> Maç sırasında ölçülebilen VO<sub>2</sub> tenis şiddeti hakkında bir veri verebilir ve bu yöntemle tenis oyuncularının profili ile (atak oynayan ve geri çizgi oyuncuları) bu oyuncuların kondisyon antrenmanlarını planlama hakkında uygulamada bilgi sağlar. Tenis maçının ortalama VO<sub>2</sub> ve maks VO<sub>2</sub> değerlerinin ölçümü için çok geçerli bir yöntem olan taşınabilir bir gaz analizörü kullanılır.<sup>18</sup> Bu sayede kortta ölçülen VO<sub>2</sub> analiz değerleri 23-

**TABLO 3:** Elit tenis oyuncularının kortta ve lab ortamındaki maks VO<sub>2</sub> değerleri.<sup>6</sup>

Cinsiyet/sıralama	Seviye	Maks, VO <sub>2</sub> (mL/kg/dk)	Kortta VO <sub>2</sub> (mL/kg/dk)	% Maks, VO <sub>2</sub>	Kort Yüzeyi
E (16)	Milli	-	27,3 (5,5)	50	-
E/K (12)	Veteran	41,1 (6)K	23,1(3)K	59,2K	Sert
	milli	47,5(4,3)E	24,2(2)E	54,3E	
E(8)	Kulüp	53,2(7,3)	-	-	Sert
E(8)	Kulüp	52,2(1,8)	-	74,4	Sert
K(30)	Üniversite	49,4(4,4)	-	-	-
E(10)	Kulüp	58,5(9,4)	-	-	Sert
E(7)	Kulüp	50,3(3,9)	40,3(5,7)	80,1(10,8)	Toprak
E(20)	Milli	57,3(5,1)	29,1(5,6)	51,1(5,6)	Toprak
E(6)	Uluslararası	58,2(2,2)	26,6	464	Toprak

40 mL/kg/dk aralığında bulunmuştur. Maksimal oksijen alımı, literatürde aerobik kapasitenin belirleyicisi olarak kullanılır. Maks VO<sub>2</sub> değerleri, dünya sıralamalarında en üst düzeyde yer alan elit tenis oyuncularında 57 ve 65 mL/kg/dk değerleri arasında bulunmuştur (Tablo 2).<sup>5,9,18-20</sup> Burada dikkat çekici nokta, devamlı servis vole oynayan agresif tipte oyuncuların VO<sub>2</sub> değerlerinin geri çizgi oyuncularından daha düşük çıkmış olmasıdır. Araştırmalar sonunda elit bir tenis oyuncusunun Maks VO<sub>2</sub> değeri 50 mL/kg/dk'den daha fazla olmalıdır.<sup>21</sup> Böylece performansını maç sonuna kadar sürdürebilir.

Kort performansı sırasında ölçülen VO<sub>2</sub> seviyesinin ise 40 mL/kg/dk'dan daha fazla artmadığı saptanmıştır (Tablo 3).

Kalp atımı, antrenman sırasında egzersizin şiddetini saptamak amacıyla kullanılan pratik bir metottür. Maç sırasında kalp atımı değişme dereceleri izlendiğinde, bu aralıklı bir aktiviteyi yansıtır. Tenis maçlarında VO<sub>2</sub> ve kalp atımın da bir artma eğilimi vardır.<sup>9</sup> Bir ralli sırasında veya sonrasında kalp atımı maksimum kalp atım değerine yakın bir değere ulaşır ve bu değer oyuncuların saha değişimleri sırasında azalma gösterir. Elit oyuncuların oyunun ilk 5-6 dakikasında ortalama kalp atımı sayısı maksimalin %80-85'ine kadar yükselir ve oyuncu maç boyunca bu değerleri sürdürme eğilimindedir. Ralliler sırasında ortalama kalp atımı değerleri maksimal kalp atım yüzdesinin yaklaşık %60-80 arasındadır. 20-30 yaş arası antrenmanlı oyuncuların maç sırasındaki ortalama kalp atım hızları dakikada 140-160 atım/dk olarak saptanmıştır. Buna rağmen uzun süreli ve ralliler sırasında kalp atım hızı dakikada 190-200 atım/dk olarak bulunmuştur.<sup>22</sup>

Servis atımı ve karşılama sırasında da yüksek kalp atımı değerleri saptanmıştır.<sup>5</sup> Kalp atım hızı, tenisın doğası gereği aralıklı bir yapıda olmasına ve değişen şiddetlerde oynanmasına rağmen egzersiz öncesi seviyesine göre anlamlı olarak yükselir. Bazı çalışmalar sonunda tenisın oyun sırasında alınan kalp atım değerlerin ortalamalardan ve uzun süreli olmasından dolayı aerobik bir spor olduğunu söyleyebiliriz.<sup>22</sup> Buna rağmen, temel vuruşlarda vu-

ruşlarında ve servis atışlarında ki patlayıcı tarzında olan hareketler ve kort içindeki ani yön değiştirmeler yüksek anaerobik kapasite gerektirir. Ayrıca tenis sayılar arası toparlanmaya yardımcı olması ve yorgunluktan kaçınmak için yüksek oranda aerobik kapasite gerektiren anaerobik aktivitelerdir.<sup>14</sup> Bu yüzden teniste aerobik sistemin baskın olduğunu söylemek doğru olmaz. Yorgunluktan kaçınmak için belli bir seviye aerobik kondisyon gerektiren bir anaerobik aktivite olarak sınıflandırmak daha doğru olacaktır (Tablo 4).

Doksan dakikalık tenis maçı sırasında kan glikoz konsantrasyonunda istatistiksel anlamlı olarak artış görülmüş, yine 4 saatlik bir maç sonrası ise seviyede bir azalma görülmüştür.<sup>23</sup> Uzun süreli egzersizlerde kas glikojen seviyesi ve yorgunluk arasında yakın bir ilişki vardır. Glikojen metabolizmasını, kas glikojen depoları dolu iken glikojen seviyesi etkilemez. Ama glikojen seviyesi düşük ise glikojenden sağlanan adenozin-tri-fosfat (ATP) azalır. Tenis maçı sırasında kas glikojen seviyesinin azalması hakkında literatürde çok az bilgi vardır. Düşük kas glikojen seviyesi teorik olarak teniste performansı azaltır. Teniste kan glukoz seviyesi anlamlı olarak azalmaz hatta birçok durumda yükselir. Bu yüzden de hipoglisemi teniste yorgunluğa yol açan bir faktör değildir denebilir.<sup>24,25</sup>

Günümüz profesyonel tenisinde bir rallinin ortalama süresi yaklaşık 7-10 saniyedir. Ralliler oyunlar ve set değişimleri arasındaki dinlenmeler dikkate alınırsa ATP'nin yenilenmesinde başlıca

**TABLO 4:** Elit tenis oyuncularının kalp atım hızları ve laktat değerleri.<sup>6</sup>

Cinsiyet	Kalp atım hızı	LA (mmol/l)	Kort Yüzeyi
E	143	-	-
E	147	2,15	Sert
E	145	2	-
E	143	2,59	Toprak
E	144	2,3	Sert
E	144	2,0	Sert
K	146	-	Sert
E	181	3,08	Toprak
E	147	4	Toprak
E	151	2,07	Toprak

kaynak oksidatif aerobik sistemden olur. Ortalama laktat seviyesi tekler maçı sırasında iyi antrenmanlı tenisçilerde 3-4 mmol/L olarak ölçülmüştür. Buna rağmen uzun ve hızlı ralliler sırasında laktat seviyesi 6 mmol/L kadar çıkabilir ve sağlanan enerji anaerobik glikolitik süreçten sağlanır. Dolayısıyla geleneksel uzun mesafe dayanıklılık antrenmanları yerine aerobik performans için kısa süreli koşu-interval antrenmanlar yapılmalıdır.<sup>16</sup>

Laktik asit, glikojenin anaerobik yolla parçalanması sonucu oluşur. Laktik asit kas/kanda yüksek yoğunluğa ulaşırsa yorgunluğa yol açar ve aynı zamanda ortam pH'ını düşürür. "Kan laktat konsantrasyonu" glikolitik süreçlerden enerji üretiminin bir göstergesi olarak sıkça kullanılmaya başlanmıştır.<sup>26</sup> Dinlenik durumda kan laktat konsantrasyonu 1-2 mmol/L beklenirken, maç sırasında 3-4 mmol/L ve 10 mmol/L kadar çıkabilir Kan laktat konsantrasyonu bu değerleri aştığında, teknik ve taktik performanstaki düşüşle bir ilişki bulunmuştur.<sup>22</sup> Buna rağmen sayılar ve oyunlar arasındaki yeterli dinlenme aralıkları ve sürelerinden dolayı bu seviyelerde laktat birikimi beklenmez. Bazı antrenman periyotlarında 1-8 dakika arasında şiddetli antrenmandan dolayı yüksek seviyede laktat üretimi sağlanabilir.<sup>11</sup> Tenisçilerde antrenman planlanması yapılırken laktat seviyeleri göz önüne alınmalıdır. Teknik antrenmanlarda sporcunun dinlenik durumda antrenmana başlaması ve düşük laktat seviyelerinde tutulması son derece önemlidir.

Laktat üretimi ve etkisi birçok spor dalında olduğu gibi teniste de performans için önemli bir faktördür.<sup>22</sup> Bir çalışmada maç öncesi plazma laktat seviyesi  $2,13 \pm 0,3$  mmol/L olarak saptanmış, maç süresi içerisinde anlamlı olarak artarak  $5,0 \pm 1$  mmol/L ulaşmıştır.<sup>7</sup> Tablo 2'deki veriler incelendiğinde, bir tenis maçı sırasında kan laktat konsantrasyonları ölçülmüş ve genelde düşük değerler bulunmuştur. Smekal ve ark., servis atan oyuncular ile bu servisleri karşılayan oyunculara laktat testi uygulamışlardır. Bu analizler sonucunda her iki grup arasında laktat konsantrasyonu açısından anlamlı bir fark bulunmamıştır. Buna karşın Fernandez ve ark. oyunculara servis-vole (servis attıktan sonra hızla voleye gelme) ( $4,61$  mmol/L) ve servis karşılama (sadece atılan servisleri karşılamaya yönelik oyun)

( $3,50$  mmol/L) oyunları arasında laktat değerleri açısından anlamlı fark bulmuşken, gerçek maç ortamı içerisinde, oyuncuların maç sonrası maksimal laktat değerlerini ortalama  $8,6$  mmol/l olduğunu ortaya koymuşlardır.<sup>7</sup>

## TENİSTE ENERJİ SİSTEMİNİN KULLANIMI

Bilindiği üzere ATP miktarı hücre içerisinde sınırlı olduğundan yenilenmesi için gereken enerji 3 farklı metabolizmadan sağlanır; ATP-CP (fosfojenalaktik), laktik asit (anaerobik glikoliz) ve oksijen (aerobik) sistemi.<sup>27</sup>

Antrenman programlarını dizayn ederken maç sırasındaki baskın enerji sisteminin antrenmanını yapmak çok önemlidir. Bu yüzden teniste ihtiyaç olan enerji sistemlerini incelemek gerekir. Daha önce yapılmış çalışmalarda ve literatürde tenisi yalnızca anaerobik olarak kategorize edildiği görülmektedir. Bu hipoteze göre oyun sırasında baskın enerji sistemi (%80) anaerobik alaktik sistem olarak kabul görür. Ama Bergeron ve ark., tenisin yüksek şiddetli eforlar içermesine rağmen tüm metabolik yanıtların uzun süreli orta şiddetli egzersiz içeren bir oyun olduğunu belirtir. Diğer bir anlatımla, bir ralli sırasında kullanılan ATP-CP'nin tekrar yenilenmesi için gerekli zaman (sayılar ve oyunlar arasında ki dinlenme süreleri) vardır.<sup>22</sup> Bu görüş tenis oyununun fizyolojik verileri incelendiğinde destek görmüştür. Çalışmalar göstermiştir ki kalp atımı egzersiz öncesi seviyesine göre anlamlı artış gösterir. Elliott ve ark., ortalama kalp atım oranını maksimum kalp atım yüzdesine göre %80 bulmaktadır.<sup>5,28</sup>

Glikolitik sisteminin katkısını araştıran çalışmalarda laktat seviyesi antrenman düzeyindeki maçlarda 2 mmol/L civarında, gerçek maç ortamında ise 3 mmol/L civarında, bir çalışmada ise 7,5 mmol/L olarak saptanmıştır.<sup>14</sup> Teniste fizyolojik performans kas CP seviyesinde ki düşmeden dolayı güçteki bir azalma ile sınırlandırılır. Yoğun egzersiz sonucunda boşalan CP depoların %50'sine yakın ilk 60 saniye içinde yenilenir. Uluslararası Tenis Federasyonu (ITF)'nin kurallarında ralliler arası 20 saniye ve oyunlar arası 90 saniye olduğuna göre maç içerisinde tek bir ralli kas CP depolarının

boşalması için yeterli değilken birbiri ardına gelen yüksek şiddetli ralliler sonucu kas CP depoları azalacak ve bunun sonucunda güç çıktısı azalacaktır.<sup>29</sup> Kısa süreli patlayıcı eforlar sırasında gereken enerji, kas aktivitesindeki fosfojen depolarından sağlanır. Ralli süreleri ve çeşitli çalışmalarda bulunan plazma laktat seviyesi enerji sisteminde anaerobik glikolitik sürecin çok az bir katılımı olduğunu gösterir. Bu katılım payında uzun ralli süreleri arttığında bir atış görülebilir.<sup>30</sup> Kas özelliklerine bakıldığında tip 2 kas fibrillerine sahip kısa mesafe koşucular ve haltercilerin ya da tip 1 kas fibrilleri özelliği gösteren maratoncuların aksine tenis oyuncularını hem hızlı hem de yavaş kasılan kas fibrillerine sahip sporcu tipi gösterebilirler.<sup>31</sup>

Tenis antrenmanlarında ve müsabakalarda performansın gelişimi ve periyotlamaya yardımcı olması için metabolizma ile enerji sistemlerinin ilişkisi iyi anlaşılmalıdır. Antrenmanlar sırasında enerji sistemlerini doğru kullanmak maçlardaki performansı arttıracaktır. Tenis yüksek şiddetli periyotlar olarak karakterize edilmesine rağmen maç içerisinde yer alan uzun süreli orta şiddet de egzersizlere benzeyen metabolik yanıtların sonuçları tartışılmaktadır.<sup>22</sup> Antrenörler ve sporcular bundan tenis müsabakalarının orta şiddetli bir egzersiz olduğu sonucunu çıkarmamalıdır. Servis atışlarında (200 km/s) ve temel vuruşlarda ulaşılan hızlar için (140 km/s) anaerobik ortamda yüksek ATP üretimi gerektirir. Bir sayı için geçen süre, maç boyunca ortalama 10 saniyenin altında olmaktadır.<sup>19,32,33</sup>

Bu bağlamda uygulamalardaki en yaygın hatalardan biri, tenis oyuncularını ve antrenörlerin elde edilen bu bulgular ışında değil de geleneksel tarzda; uzun süreli ve egzersiz şiddetini çok arttırmadan antrenman yapıyorlar olmasıdır.<sup>7</sup> Tenise özel kondisyon çalışmalarında genel vurgu anaerobik eşiğe yakın ama eşik üstünde olmayan egzersizlerdir.<sup>22</sup> Buna rağmen bu antrenman metodu tenis oyuncularının etkili vuruş ve hareketleri yapabilmeleri için gereken anaerobik güç ve patlayıcılığın gelişimine yeterli olmayabilir. Çünkü bir maç ya da antrenman boyunca teniste anaerobik enerji sistemleri ve hareketlere hedeflenmek önemlidir.<sup>7</sup> Bergeron ve ark. bir antrenman birimi içerisinde anaerobik antrenmanların çok fazla yer almasını savunmamış-

lardır. Sonuçta bu görüş, bir tenis maçı süresince ATP yenilenmesinde başlıca mekanizmanın oksidatif metabolizma olduğunu gösterdiğini ve bu adaptasyonun anaerobik eşiğin altında yapılacak antrenmanlarla sağlandığını savunur.<sup>22</sup> Bu teori toparlanma periyotları için yapılacak antrenmanlarda doğru olabilir. Bununla birlikte birim antrenman süresinin büyük bir çoğunluğunda yapılacak anaerobik enerji sistemlerini hedefleyen çalışmalar da çok yararlı olacaktır. Eğer yüksek şiddetli egzersizlerin toparlanma ve dinlenme periyot süreleri doğru olarak uygulanırsa bu tenisçilerin maç içerisinde daha iyi toparlanmalarını sağlayacaktır. Kovacs bir tenis oyuncusunun maç boyunca çok sayıda yüksek şiddetli kısa süreli koşu aktivitesi yaptığını belirtir. Bununla birlikte sporcuların yön değiştirmeli hareketler dahil kısa süreli sprintler (<1 dk) ve uygun dinlenme aralıklarını (1:3 yüklenme dinlenme oranı) kullanarak aerobik gelişimine yardımcı olacak antrenmanlar yapması gerektiğini savunur.<sup>34</sup> Şiddeti gittikçe artan bir egzersiz sırasında güçte azalma, CP'nin devamlı şekilde azalması ile ilişkilidir. ATP'nin anaerobik yolla yenilenmesi nedeniyle kas ve kanda laktat konsantrasyonu artar.<sup>35</sup> Bir tenis maçında bu yeterli dinlenme süreleri çoğunlukla oluşmaktadır. Ama birçok antrenör antrenmanlarında bu uygun dinlenme sürelerini uygulamaz. Özetleyecek olursak aralıklı ve "ani kısa koşular-durmalar" doğasına rağmen bu spor aerobik bir spor olarak da adlandırılır. Kaslar için gerekli acil enerji için kullanılan yüksek enerjili fosfatın yeniden sentezinde baskın enerji sistemi laktatın "pirüvata" çevrilmeksizin toparlanma periyotlarında sağlanır.<sup>14</sup>

## MAÇ ANALİZİ VE SAYI SÜRELERİ

Bir tenis maçında ralli süreleri motivasyon, vuruş hızı, oyun seviyesi, strateji, çevresel şartlar ve kort zemini gibi faktörlere bağlı olarak değişkenlik gösterir.<sup>14</sup> Bir tenis maçı, toplam süresi olarak uzun (1 ile 5 saat arası), rallileri değişkenlik gösteren ve yüksek şiddetli (4-10 saniye), kısa toparlanma periyotlu (10-30 saniye) egzersiz olarak adlandırılır.<sup>36</sup> Maksimum dinlenme zamanları ITF kuralları ile kontrol altına alınmıştır. Bu dinlenme zamanları; sayılar arasında 20 saniye, saha değişimleri

arasında 90 saniye ve setler arasında ise 120 saniyedir. Üç setlik bir maç içerisinde oyuncular ortalama 300-500 adet arasında yüksek şiddetli eforlar gösterirler.<sup>37</sup> Oyuncu kort yüzeyi, taktik/strateji ve oyun stiline göre bir ralli sırasında ortalama 2,5-3 vuruş yapar.<sup>36,38</sup> Yapılan bütün vuruşların %80'i oyuncuların hazır pozisyonundan 2,5 metrelik alanda gerçekleşir. %10'u baskın hareket kalıpları olarak kayar adım şeklinde 2,5-4,5 metre, %5'inden daha azı ise 4,5 metreden daha fazla mesafe kat ederek koşu şeklinde meydana gelir.<sup>39</sup> Bir maç boyunca oyuncu yaklaşık 1000 vuruş yapar ve 3 km koşar.<sup>39</sup> Bir turnuvada gösterilen performans ile gelişmiş nöromusküler koordinasyon yeteneği kadar güç, kuvvet, çeviklik, sürat ve patlayıcılık yeteneği gibi motor beceriler arasında da yüksek ilişki bulunmuştur. Profesyonel bir tenis maçı sırasındaki yüklenme-dinlenme ilişkisine bakıldığında 1:3 ve 1:5 arasında değişkenlik görülür.<sup>34</sup>

Bir tenis maçının topun oyunda kalma yüzdesi toplam zamanın (toprak kortta); atak oynayan oyuncular için %20, savunma/arka çizgi oyuncularını için ise %38 olarak saptanmıştır. Oyun stillerine göre bu zaman farklılıklarında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur.<sup>9,40</sup> Topun oyunda kalma süresi toplam maç süresinin %17-28 olmasına rağmen turnuva ve maç süresince tekrarlı yüksek şiddetli eforların etkisi sonucunda performans üzerinde sınırlayıcı ve vücudun iç dengesinin bozulma eğilimine girmesi kaçınılmazdır.<sup>5</sup>

## PERFORMANS

### TENİSİN KARAKTERİSTİĞİ

Oyuncuların fiziksel parametreleri kuvvette devamlılık, güç, dayanıklılık, esneklik, koordinasyon ve anaerobik ile aerobik kapasite gerektirir. Günümüzde, çeviklik ve çabukluğun çok önemli katkıları olmasından dolayı süratli olmayan tenis oyuncularının tekler maçında çoğu kez kazanma yüzdeleri düşük olacaktır. Diğer yandan yüksek aerobik kapasitesi olmayan tenis oyuncusunun, maç süresince erken yorgunluğa girme olasılığı artar ve performans kriterlerinde belirgin bir azalma görülebilir. 38-40 derece (kort yüzeyi sıcaklıkları yaklaşık 54 derece) 5 saat süren Grand Slam final

maçlarını örnek olarak verebiliriz. Bu şartlar altında oyuncular mutlaka yön değiştirmeleri, hızlanma ve yavaşlamayı, dengeyi korumayı ve çeviklik becerilerini en iyi biçimde uygulamalıdır. Yapılan bir çalışmada, tenisçilerin anaerobik eşik hızları koşu bandında %1,5 eğim ile erkeklerde 14,5 km/saat, kadınlarda ise 13 km/saat bulunmuştur.<sup>40</sup> Oyuncuların tepki süresi, denge, çeviklik ve hızlanma gibi spesifik faktörler kadar kuvvet, güç, kassal dayanıklılık, vücut kompozisyonu, esneklik ve dayanıklılığı içeren fiziksel karakteristiklerin görünümüleri önemlidir.<sup>41,42</sup> Tenis oyuncuların antropometrik özelliklerine bakacak olursak, somatotipi ektomezomorfik yapıdadır. Erkek ve kadın oyuncuların somatotipleri 2.2:6:3 ve 3.1:3.9:3.6 görünümündedir. Profesyonel oyuncuların amatör tenis oyuncularından daha mezomorfik yapıda oldukları görülmüştür.<sup>14</sup>

### KORT ZEMİNLERİNİN OYUNA ETKİSİ

Farklı kort yüzeylerinde oynanan turnuvalarda, arka çizgide alınan sayı yüzdeleri; Fransa açık: %51, Avustralya açık %46, Amerika açık %35, Wimbledon %19 olarak saptanmıştır. Elde edilen bulgular farklı kortlarda farklı stratejiler olduğu fikrini desteklemektedir.<sup>14</sup> Turnuvalar toprak, çim, sentetik gibi farklı kort yüzeylerinde oynanır. Oyuncular farklı kort zeminlerinde çeşitli ve farklı taktik uygulamalar. Toprak kortta özellikle servislerde oyuncular düz vuruştan daha çok açılarla ve spinlerle topa vurmaya tercih ederler. Servis karşılaşmalarda oyuncuların pozisyon olarak topa vurmaları için çok daha fazla zamanları vardır. Yüksek, derin vuruşlar çok sık uygulanan oyun taktikleridir. Bu taktikler daha çok arka çizginin arkasına atılan derin ve yüksek toplar ile oldukça uzun rallilerden oluşur. Orta kortta "hücuma yönelik voleler" ve açılı vuruşlar kullanılır. Hızlı kortların oyun özelliği toprak kortlara göre çok daha hızlı ve düz (flat) vuruşların kullanılmasıdır. Oyunun temel unsurları, file oyunu ve fileye yaklaşım ile derin topların bir kombinasyonunu içeren rallilerden oluşmasıdır. Hızlı servisler, spinden daha çok düz vuruşlar ve bunun sonucunda kısa süreli rallilerden oluşur. Literatürde kort yüzeyinin maç aktivitelerine etkileri tartışılmış ve Fransa açıkta oynanan ve yavaş kort

olarak adlandırılan yüzeylerde, hem erkek hem de kadınlarda ralliler anlamlı derecede diğer kort yüzeylerine göre uzun süreli olmuştur. Diğer taraftan Wimbledon'da oynanan ve hızlı kort olarak adlandırılan yüzeylerde diğer Grand Slam turnuvalarına göre ralli süreleri daha uzun süreli olmuştur (Tablo 5). Sonuçlar göstermiştir ki, kadınlar rallileri (7,1 sn) erkek ralli (5,2 sn) sürelerine göre daha uzundur. Oyuncuların oyun stilleri de bu sonucu şüphesiz etkisi olur. Erkekler kadınlara oranla servis vole oyununu daha çok kullanırlar; sonuçta ralli süreleri kısaldır. Elde edilen veriler oyuncuların farklı kort zeminlerinde oynarken farklı strateji ve özelliklerini kullandıklarını gösterir. Örnek olarak; çim zemin gibi hızlı kortlar daha atak oyun ile ilişkilidir.<sup>32,43</sup>

## TEMEL FİZİKSEL YETİLER

### SÜRAT, ÇEVİKLİK VE ESNEKLİK

Teniste bir vuruşu yaparken rakibe gelen top farklı hızlarda, spinlerde gelir ve kortun farklı birçok bölgesine gidebilir.<sup>44</sup> Bu durum tenis oyuncusunun çevik ve iyi bir reaksiyon süratinin olmasını gerektirir. Oyuncuların kortta hareketleri sadece dikey yönünde değil aynı zamanda yana doğru ve çok yönlü hareketler içermektedir ve maç sırasında karşılaşılan spesifik hareketler oyuncular için önemlidir. Bu unsurlar göz önüne alınarak antrenmanlar uygulanmalıdır. Buna göre antrenman programlarında 15-20 metreyi geçmeyen sürat ve çeviklik çalışmaları yapılmalıdır.

Tenis oyuncularını için 3 farklı tipte esneklik antrenmanları uygulanabilir. Statik germe tenis oyuncular için uzun yıllar çok yaygın olarak antrenman programlarında uygulanmıştır ve önerilen süre 15-30 saniye arasındadır. Statik germe programları kasları aktiviteye hazırlamak ve sakatlanmayı önlemek amacıyla yararlı olabilir. Son yapılan çalışmalarda maksimal performans testleri öncesinde hemen yapılan statik germelerin akut etkileri araştırılmış ve kas performansında bir azalma görülmüştür. Bu nedenle incelenen bir çalışmada antrenman ve/veya müsabakadan 20-30 dakika önce statik germe programı önerilmemektedir.<sup>14</sup> Maçtan ya da antrenmandan hemen önce dinamik tarzda esneklik programları uygulamak daha doğru olacaktır. Dinamik germe, oyun sırasında kullanılan hareketler için kasları hazır hale getirilmesine yardımcı olacaktır.<sup>14</sup>

Tenisin spesifik fiziksel hareketleri kas iskelet sisteminin adaptasyonunda bazen pozitif yönde (kuvvette artış), bazen de negatif yönde [eklem hareket genişliğinde (ROM)] kas esnekliğinde azalmaya neden olabilir. Tenis oyuncularında diğer sporculara göre baskın kolda internal omuz hareket genişliğinde ki artış çok daha fazla olmasına rağmen eksternal omuz hareket genişliğinde bu oran tam tersidir. Bunun en büyük nedeni muhtemelen tekrarlayıcı servis hareketleridir. Bu hareketler sonucunda omuzda internal ROM artar. Eğer eksternal ROM ayrıca geliştirilmezse oranlarda bir dengesizlik oluşur ve kısa dönemde performans ar-

**TABLO 5:** Çeşitli seviyede ve kort yüzeylerinde ki turnuvalarda ki maç analizi.<sup>6</sup>

Seviye (Cinsiyet)	Ortalama Ralli Süresi (sn)	Topun Oyunda Kalma Süresi (%)	Yüklenme Dinlenme Oranı	Kort Yüzeyi
Uluslararası (E ve K)	6,3 (1,8)	-	-	Sert
	7,7 (1,7)			Toprak
	4,3 (1,6)			Çim
	5,8 (1,9)			Sert
Milli Tk (E)	6,4 (4,1)	16,3 (6,6)	1:3,4	Toprak
Kulüp (E)	5,3 (1,0)	27,9 (3,9)	1:2,5	Sert
Ulusal (E)	10,2	23,3 (1,4)	1:1,7	Sert
Üniversite (E)	4,0	26,5 (3,5)	1:3,1	Sert
Bölgesel (E)	7,2 (1,7)	-	-	Toprak
Uluslararası (E)	7,5	18,2 (5,8)	1:2,2	Toprak
	5,9	-	1:2,6	Sert



tışı olmasına rağmen uzun dönemde kas ve eklemde sakatlık meydana gelebilir. Yalnızca sezon öncesi değil aynı zamanda müsabaka döneminde omuz esnekliğini geliştirici programlar uygulamak gerekir.<sup>14</sup> Egzersiz olarak internal rotasyon açısının etkilendiği omuz yaralanmalarında internal rotasyon germe egzersizleriyle birlikte horizontal addüksiyon germe egzersizleri de önem kazanmıştır.<sup>45</sup> Yine elit oyuncuların sıkıntı çektikleri bölgelerden biride sırt bölgesidir. Oyuncular özellikle turnuva dönemlerinde sırt sakatlıklarından ve dolayısıyla maçı bırakma ya da performansta bir azalmadan yakınırlar. Bu sakatlık zayıf sırt kasları ve hamstring kasındaki ROM oranının düşüklüğü ile ilişkilidir. Tenis oyuncuları özellikle hamstringde zayıf esneklik gösterirler.<sup>46</sup> Eğer esneklik yetersizse oyuncularda performansı etkileyebilecek ve sakatlık oluşma oranı artacaktır. Bu yüzden antrenmanlarda esnekliği artırıcı ve onu koruyucu programlar uygulamak gerekir.

## ■ YORGUNLUK

Tenis performansına etkisi olan yorgunluğun spesifik yönünü tanımlayan çok az çalışma vardır. Yorgunluk fizyolojik olarak motor kontrol fonksiyonlarında ki yetersizlik sonucu egzersiz performansında bir azalma olarak tanımlanabilir.<sup>47</sup>

Bir tenis oyuncusunda yorgunluk, antrenman ve maçlardaki son saatlerinde ortaya çıkar. Bu yorgunluk hali oyuncunun top hızının azalması (performans) ve kuvvette azalma nedeniyle mekanizmasının etkisinde ortaya çıkar. Yorgunluk eklem hareket duyarlılığını azaltır, sportif performans azalır ve omuz fonksiyon bozukluğu ile ilişkili yorgunluk artar.<sup>48</sup> Yorgunluğun biyomekanik sonucundan başka, sporcunun metabolik ve fizyolojik fonksiyonlarında da aynı zamanda bir azalma meydana gelir. Toparlanmanın süresi, egzersiz şiddetinin süresinin yanında bir aralıklı egzersiz (tenis gibi) boyunca fizyolojik zorlanmanın düzenlenmesine bağlıdır. Ağırılık ve sürat ile ilgili yapılan çalışmalar performansta toparlanmanın önemini ortaya koyar.<sup>49,50</sup> Teniste spesifik hareketlerin koordinasyonu ve kort hareketlerinin kalitesi kısa süreli aralıklı egzersiz sırasında, oluşan fizyolojik yüklerle

bağlıdır. Yine raket sporlarında stres ve aşırı kullanma yaralanmaları sıklıkla oyuncuların karşısına çıkmaktadır.<sup>51</sup> Bu tür sakatlanmalar özellikle omuz bölgesinde servis atışı sırasında ve yorgunluğa bağlı olarak oluşmaktadır. Raket kullanımının “karpal tünel sendromu” için bir risk faktörü olduğu da çalışmalarda belirtilmiştir.<sup>52</sup> 1998 ve 2002 yılları arasında, Vergauwen ve Dave tenis performansında yorgunluğun etkisini araştıran çok benzer çalışmalara öncülük etmişlerdir.<sup>2,11</sup> Her iki çalışmada tenise özel yorgunluk oluşturan modeller geliştirilmiş ve top makinasından faydalanarak kortta beceri değerlendirilmeleri yapmışlardır. Sonuç olarak bu iki çalışmada servis ve temel vuruşların kalitesinde bir azalma görülmüştür. Yorgunluk başladığı andan itibaren tenis vuruşlarındaki isabetin %81 kadar azaldığı görülmüştür. Yine başka bir çalışmada maksimal şiddette yapılan bir tenis çalışması ile beraber oluşan yorgunluk sonucu temel vuruş isabetlerinde %69, servis atışlarında ise %30'luk bir azalma görülmüştür. Bu test sonucunda oyuncularda kan laktat konsantrasyonu 9,6 mmol/L ulaşmıştır.<sup>10,11</sup> Laktat oluşumu ile birlikte pH düşer ve pH'nın azalması ile glikoliz yavaşlar, enerji verici maddeler azalarak kas kasılması sınırlanır. Bu sayede kas içinde ve kanda biriken laktatın yorgunluğa yol açtığı çalışmalarca belirtilmektedir. Yorgunluğa yol açan laktik asitin kandan uzaklaştırılması üzerine aktif toparlanmanın pasif toparlanmadan çok daha etkili bir yöntem olduğu bütün araştırmacılar tarafından vurgulanırken diğer yöntemlerle ilgili çelişkili sonuçlar bulunmaktadır.<sup>53</sup>

## ■ UYGULAMADA ÖNERİLER

Tenis antrenmanları (özellikle fiziksel performans), maç süresinin belirsizliği ve değişken dinlenme aralıklarının olması nedeniyle karmaşık bir yapıdadır. Bu yüzden kesin ve genel bir antrenman programı uygulanamaz. Buna karşın kişiye özel antrenman programları yapılmalıdır. Elit seviyede tenis oyuncuların antrenman programlarını için öneriler şöyle sıralanabilir.

1. Hızlı kort oyuncuları ve atak oynayan oyuncular için antrenmanlarda kısa süreli yüksek şiddette koşular ve dril aktiviteleri.

2. Daha çok savunma ve yavaş kortları tercih eden oyuncular için, uzun süreli ralliler ve kas dayanıklılığını ön planda tutan antrenmanlar.

3. Antrenmanlarda yüklenme-dinlenme oranları tenise spesifik dayanıklılık hedeflendiğinde 1:3 ile 1:5 arasında olmalıdır.

4. Sürat, çeviklik ve kuvvet antrenmanlarında uygun dinlenme süreleri mutlaka verilmelidir.

5. Yorgunluk arttığında vuruş yüzdelerinde hatalar da arttığından dolayı, teknik ve taktik antrenmanlar, mutlaka oyuncu dinlenik durumda iken verilmelidir.

6. Tenis oyuncularının vücut yağ oranları yüzdesi erkeklerde <%12, kadınlarda <%20 olmalıdır.<sup>14</sup>

7. Maks VO<sub>2</sub> seviyesi erkeklerde 50 mL/kg/dk, kadınlarda 42 mL/kg/dk'dan fazla olması önerilir.

8. Etkin bir toparlanma için aktif toparlanma metodu seçilmeli ve antrenman ile müsabaka sonrası en az 15 dakika düşük tempolu aktiviteler yapılmalıdır.

9. Uygulanacak driller uzun süreli orta şiddette, kısa süreli gittikçe artan şiddette ve interval şeklinde olması önerilir.<sup>14</sup>

## SONUÇ

Tenis performansının geliştirilmesi şüphesiz her tenisle uğraşan spor bilimcisinin, antrenörün ve sporcunun temel amaçlarındandır. Tenisçilere bu bilgiler ışığı altında antrenman programları hazırlanıp uygulanmalıdır. Sakatlıklardan korunma ve tenise özgü performansı geliştirmek için oyuncuların tenisin gerektirdiği özellikler içinde antrenman yapması önerilir. Antrenmanlar yüklenme-dinlenme oranlarına uygun ve bir tenis maçı taklit edecek şekilde (5-20 sn) uygulanmalıdır. İyi bir temel yeti olarak antrene edilmiş yüksek aerobik kapasite, sporcularda oyun sırasında ve dinlenme aralarında toparlanma için önemlidir. Bir tenis oyuncusu fiziksel performans antrenmanlarını tenisin gerektirdiği özelliklerle birlikte, spesifik çalışmalar şeklinde yaparsa maça da o kadar hazır hale gelecektir.

## KAYNAKLAR

- Smekal G, Pokan R, von Duvillard SP, Baron R, Tschan H, Bachl N. Comparison of laboratory and "oncourt" endurance testing in tennis. *Int J Sports Med* 2000;21(4):242-9.
- Vergauwen L, Spaepen AJ, Lefevre J, Hespel P. Evaluation of stroke performance in tennis. *Med Sci Sports Exec* 1998;30(8):1281-8.
- Richers TA. Time-motionanalysis of the energy systems in elite and competitive singles tennis. *J Hum Mov Stud* 1995;28(2):73-86.
- Perry AC, Wang X, Feldman BB, Ruth T, Signorile J. Can laboratory-based tennis profiles predict field tests of tennis performance? *J Strength Cond Res* 2004;18(1):136-43.
- Elliott B, Dawson B, Pyke F. The energetics of single tennis. *J Hum Mov Stud* 1985; 11(1):11-20.
- Fernandez J, Mendez-Villanueva A, Plum BM. Intensity of tennis match play. *Br J Sports Med* 2006;40(5):387-91.
- Kovacs MS. Tennis physiology: training the competitive athlete. *Sports Med* 2007;37(3): 189-98.
- Banzer W, Thiel C, Rosenhagen A, Vogt L. Tennis ranking to exercise capacity. *Br J Sports Med* 2008;42(2):152-4.
- Bernardi M, De Vito G, Falvo ME, Marino S, Montellanico F. Cardiorespiratory adjustment in middle-level tennis players: Are long term cardiovascular adjustments possible? In: Lees A, Maynard I, Hughes M, Reilly T, eds. *Science and Racket Sports II*. 2<sup>nd</sup> ed. London: E & FN Spon; 1998. p.20-6.
- Davey PR, Thorpe RD, Williams C. Simulated tennis matchplay in a controlled environment. *J Sports Sci* 2003;21(6):459-67.
- Davey PR, Thorpe RD, Williams C. Fatigue decreases skilled tennis performance. *J Sports Sci* 2002;20(4):311-8.
- Chandler TJ. Conditioning for tennis: Preventing injury and enhancing performance. In: Lees A, Maynard I, Hughes M, eds. *Science and Racket Sports*. 2<sup>nd</sup> ed. London: E&FN Spon; 1998. p.77-85.
- Chandler TJ. Exercise training for tennis. *Clin Sports Med* 1995;14(1):33-46.
- Kovacs MS. Applied physiology of tennis performance. *Br J Sports Med* 2006;40(5):381-6.
- Keul J, Stockhausen W, Pokan R, Huonker K, Berg A. Metabolic adaptation cardio-circulatory adaptation and performance of professional tennis players. *Drish Med Wschr* 1991;116(5):761-7.
- König D, Huonker M, Schmid A, Halle M, Berg A, Keul J. Cardiovascular metabolic and hormonal parameters in professional tennis players. *Med Sci Sports Exerc* 2001;33(4): 654-7.
- Çolakoğlu M. [The basic of endurance to the development of metabolic and physiological]. *Journal of Physical Education and Sport Science* 1995;1(1):34-45.
- Smekal G, von Duvillard SP, Rihacek C, Pokan R, Hofmann P, Baron R, et al. A physiological profile of tennis match play. *Med Sci Sports Exerc* 2001;33(6):999-1005.
- Christmass MA, Richmond SE, Cable NT, Arthur PG, Hartmann PE. Exercise intensity and metabolic response in singles tennis. *J Sports Sci* 1998;16(8):739-47.
- Smekal G, von Duvillard SP, Pokan R, Tschan H, Baron R, Hofmann P, et al. Changes in blood lactate and respiratory gas exchange measures in sports with discontinuous load profiles. *Eur J Appl Physiol* 2003;89(5):489-95.
- Green JM, Crews TR, Bosak AM, Peveler WW. A comparison of respiratory compensation thresholds of anaerobic competitors, aerobic competitors anduntrained subjects. *Eur J Appl Physiol* 2003;90(5-6):608-13.

22. Bergeron MF, Maresh CM, Kraemer WJ, Abraham A, Conroy B, Gabaree C. Tennis: a physiological profile during match play. *Int J Sport Med* 1991;12(5):474-9.
23. Ferrauti A, Pluim BM, Busch T, Weber K. Blood glucose responses and incidence of hypoglycaemia in elite tennis under practice and tournament conditions. *J Sci Med Sport* 2003;6(1):28-39.
24. Mitchell JB, Cole KJ, Grandjean PW, Sobczak RJ. The effect of a carbohydrate beverage on tennis performance and fluid balance during prolonged tennis play. *J Appl Sport Sci Res* 1992;6(2):96-102.
25. Therminari A, Dansou P, Chirpaz-Oddou MF, Gharib C, Quirion A. Hormonal and metabolic changes during a strenuous tennis match. Effect of ageing. *Int J Sports Med* 1991;12(1):10-6.
26. Baldwin J, Snow RJ, Febbraio MA. Effect of training status and relative exercise intensity on physiological responses in men. *Med Sci Sports Exerc* 2000;32(9):1648-54.
27. Fox EL, Bowers RW, Foss ML. [Energy resources]. Çeviri: Cerit M. *Beden Eğitimi ve Sporun Fizyolojik Temelleri*. 2. Baskı. Ankara: Bağırhan Yayinevi; 1999. p.11-12.
28. Morgan LF, Jordan DL, Baeyens DA, Franciosa JA. Heart rate responses during singles and doubles tennis competition. *Physician Sports* 1987;15(1):67-74.
29. Ferrauti A, Bergeron MF, Pluim BM, Weber K. Physiological responses in tennis and running with similar oxygen uptake. *Eur J Appl Physiol* 2001;85(1-2):27-33.
30. Christmass MA, Richmond SE, Cable NT, Arthur PG, Hartmann PE. Exercise intensity and metabolic response in singles tennis. *J Sports Sci* 1998;16(8):739-47.
31. Mero A, Jaakkola L, Komi PV. Relationship between muscle fibre characteristics and physical performance capacity in trained athletic boys. *J Sports Sci* 1991;9(2):161-71.
32. Kovacs MS, Strecker E, Chandler WB, Smith JW, Pascoe DD. Time analysis of work/rest intervals in men's collegiate tennis. *J Strength Cond Res* 2004;18(2):364.
33. Dawson B, Elliott B, Pyke F, Rogers R. Physiological and performance responses to playing tennis in a cool environment and similar intervalized treadmill running in a hot climate. *J Hum Mov Stud* 1985;11(1):21-4.
34. Kovacs MS. Energy system-specific training for tennis. *Strength & Cond J* 2004;26(5):10-3.
35. Ferrauti A, Pluim BM, Weber K. The effect of recovery duration running speed and stroke quality during intermittent training drills in elite tennis players. *J Sports Sci* 2001;19(3):235-42.
36. Pluim B. Physiological demands of the game. In: Pluim B, Safran M, Safran MR, eds. *From Breakpoint to Advantage: A Practical Guide to Optimal Tennis Health and Performance*. 1<sup>st</sup> ed. Vista CA: USRSA; 2004. p.17-23.
37. Deutsch E, Deutsch SL, Douglas PS. Exercise training for competitive tennis. *Clin Sports Med* 1998;2(3):417-27.
38. Cooke K, Davey P. Tennis ball diameter: The effect on performance and the concurrent physiological responses. *J Sport Sci* 2005;23(1):31-9.
39. Reid M, Schneiker K. Strength and conditioning in tennis: current research and practice *J Sci Med Sport* 2008;11(3):248-56.
40. Docherty D. A comparison of heart rate responses in racquet games. *Br J Sports Med* 1982;16(2):96-100.
41. Chandler TJ. Exercise training for tennis. *Clin Sports Med* 1995;14(1):33-46.
42. Bergeron MF, Armstrong LE, Maresh CM. Fluid and electrolyte losses during tennis in the heat. *Clin Sports Med* 1995;14(1):23-32.
43. O'Donoghue P, Ingram B. A notational analysis of elite tennis strategy. *J Sport Sci* 2001;19(2):107-15.
44. Groppe JL. The biomechanics of tennis: An overview. *Int J Sport Biomech* 1986;2(2): 141-55.
45. Çınar Ö, Baltacı G, Yiğiter K. [Affect of horizontal adduction on internal rotation in tennis players]. *Türkiye Klinikleri J Sports Sci* 2010;2(1):38-45.
46. Chandler TJ, Kibler WB, Uhl TL, Wooten B, Kiser A, Stone E. Flexibility comparisons of junior elite tennis players to other athletes. *Am J Sports Med* 1990;18(2):134-6.
47. St Clair Gibson A, Baden DA, Lambert MI, Lambert EV, Harley YX, Hampson D, et al. The conscious perception of the sensation of fatigue. *Sports Med* 2003;33(3):167-76.
48. Carpenter JE, Blasler RB, Pelizzan GG. The effects of muscle fatigue on shoulder joint position sense. *Am J Sports Med* 1998;26(2): 262-5.
49. Hargreaves M, McKenna MJ, Jenkins DG, Warmington SA, Li JL, Snow RJ, et al. Muscle metabolites and performance during high-intensity intermittent exercises. *J Appl Physiol* 1998;84(5):1687-91.
50. Balsom PD, Seger JY, Sjödın B, Ekblom B. Maximal-intensity intermittent exercises: Effect of recovery duration. *Int J Sport Med* 1992;13(7):528-33.
51. Armangil M, Adıyaman S. [Hand and wrist injuries in athletes]. *Türkiye Klinikleri J Orthop & Traumatol-Special Topics* 2010;3(1):101-4.
52. Şahin Ö, Şenocak E, Üzüm H, Kıyan A, Çoğalgil Ş. [Ultrasonographic evaluation of median nerve in tennis training]. *Erciyes Medical Journal* 2010;32(4):247-52.
53. Alemdaroğlu U, Koz M. [Recovery after exercise; types and methods of recovery]. *Türkiye Klinikleri J Sports Sci* 2011;3(1):38-46.