

## GENÇ FUTBOL OYUNCULARINDA SUPRAMAKSİMAL BACAK EGZERSİZİ SONRASINDA PASİF VE DEĞİŞİK ŞİDDETE AKTİF TOPARLANMANIN KANDAN LAKTATIN UZAKLAŞTIRILMA HIZI ÜZERİNE ETKİSİ

Erşan ARSLAN, Tahir HAZIR, Zambak ŞAHİN,  
Sinem HAZIR, Barış KARAKOÇ, Alper AŞÇI, Caner AÇIKADA  
Hacettepe Üniversitesi Spor Bilimleri ve Teknolojisi Yüksekokulu

### ÖZET

Bu çalışmanın amacı, genç futbolcularda supramaksimal bacak egzersizi (Wingate Test) sonrasında pasif (PT) ve maksimal oksijen tüketiminin ( $VO_{2maks}$ ) % 40 ( $AT_{%40}$ ) ve % 60'ında ( $AT_{%60}$ ) aktif toparlanmanın (AT) kandan laktatın uzaklaştırılma hızı üzerine etkisini incelemektir. Çalışmaya, 7 genç erkek futbolcu (yaş:  $15.71 \pm 0.49$  yıl, boy:  $176.14 \pm 6.91$  cm, vücut ağırlığı:  $69.76 \pm 9.44$  kg,  $VO_{2maks}$ :  $57.32 \pm 3.92$  ml.kg<sup>-1</sup>.dk<sup>-1</sup>) gönüllü olarak katılmıştır. Deneklere iki gün arayla üç kez 30 sn'lik Wingate testi sonrasında rastgele sıra ile PT,  $AT_{%40}$  ve  $AT_{%60}$  uygulanmıştır. Toparlanma esnasında, 0., 1., 3., 6., 9., 12., 15., 18., 21. ve 24. dk'lerde kulak memesinden alınan kan örneklerinden laktat konsantrasyonu (LA) ölçülmüştür. LA - zaman grafiklerinden LA yarılanma süreleri hesaplanmıştır. Farklı toparlanma yöntemleri arasında değişkenler yönünden farklılık olup olmadığı Friedman testi ile belirlenmiştir. PT,  $AT_{%40}$  ve  $AT_{%60}$ 'da mutlak ve relatif zirve ve ortalama güç değerleri benzer bulunmuştur ( $p > 0.05$ ). PT,  $AT_{%40}$  ve  $AT_{%60}$ 'da dinlenik ve zirve LA değerleri benzerdir (sırasıyla,  $1.30 \pm 0.17$ ,  $1.08 \pm 0.24$ ,  $1.40 \pm 0.38$  ve  $12.90 \pm 2.85$ ,  $12.48 \pm 1.96$ ,  $12.80 \pm 1.53$ ,  $p > 0.05$ ).  $AT_{%40}$  ( $15.23 \pm 2.73$  dk) ve  $AT_{%60}$  ( $14.72 \pm 1.98$  dk) esnasında LA yarılanma süresi PT'den ( $23.32 \pm 4.90$  dk) önemli derecede kısa bulunmuştur ( $p < 0.05$ ).  $AT_{%40}$  ve  $AT_{%60}$ 'da LA yarılanma süreleri arasında anlamlı fark saptanmamıştır ( $p > 0.05$ ). Sonuç olarak, genç futbolcularda  $VO_{2maks}$ 'ın % 40 veya 60'ında aktif toparlanma esnasında LA'nın kandan uzaklaştırılma hızı pasif toparlanmadan önemli derecede yüksek, ancak her iki aktif toparlanmada benzer bulunmuştur.

**Anahtar Sözcükler:** Aktif toparlanma, Pasif toparlanma, Laktat, Futbol

### EFFECT OF PASSIVE AND ACTIVE RECOVERY AT VARIOUS INTENSITIES ON BLOOD LACTATE REMOVAL RATE AFTER SUPRAMAXIMAL LEG EXERCISE IN YOUNG SOCCER PLAYERS

#### ABSTRACT

The purpose of this study was to investigate the effect of passive recovery (PR), active recovery with 40% of maximal oxygen consumption ( $VO_{2max}$ ) ( $AR_{%40}$ ) and 60% of  $VO_{2max}$  ( $AR_{%60}$ ) on lactate removal rate after Wingate Test as supramaximal leg exercise. Seven young male soccer players (age:  $15.71 \pm 0.49$  years, height:  $176.14 \pm 6.91$  cm, body

weight:  $69.76 \pm 9.44$  kg,  $VO_{2max}$ :  $57.32 \pm 3.92$  ml.kg<sup>-1</sup>.dk<sup>-1</sup>) were voluntarily participated in this study and performed PR, AR<sub>%40</sub> and AR<sub>%60</sub> recovery methods after Wingate Test with two days interval. The order of the tests was randomly assigned. Blood samples were taken from ear-lobe at 0., 1., 3., 6., 9., 12., 15., 18., 21. and 24. minutes of recovery were used to analyse lactate (LA) level. Half-Life of blood lactate was estimated by using LA-time graphs. Friedman test was used to determine the differences among different recovery methods. Absolute and relative peak power, and average power values were similar for PR, AR<sub>%40</sub> and AR<sub>%60</sub> ( $p > 0.05$ ). Resting LA and peak LA values were found similar for PR, AR<sub>%40</sub> and AR<sub>%60</sub> ( $1.30 \pm 0.17$ ,  $1.08 \pm 0.24$ ,  $1.40 \pm 0.38$  ve  $12.90 \pm 2.85$ ,  $12.48 \pm 1.96$ ,  $12.80 \pm 1.53$  mmol.L<sup>-1</sup>, respectively,  $p > 0.05$ ). Half lives for AR<sub>%40</sub> ( $15.23 \pm 2.73$  min) and AR<sub>%60</sub> ( $14.72 \pm 1.98$  min) were significantly lower than PR ( $23.32 \pm 4.90$  min) ( $p < 0.05$ ). No significant difference was found in lactate between AR<sub>%40</sub> and AR<sub>%60</sub>. In conclusion; blood lactate removal rate for both AR<sub>%40</sub> and AR<sub>%60</sub> was significantly higher than PR, however, there was no significant difference between the two active recovery methods.

**Key Words:** Active recovery, Passive recovery, Lactate, Soccer

## GİRİŞ

Futbol, düşük ve yüksek şiddette kesintili aktivitelerden oluşan bir spordur (Shephard, 1999). Maç esnasında ana enerji kaynağı aerobik metabolizma olmakla beraber, kan LA konsantrasyonunun 6-12 mmol/L arasında olması yüksek bir anaerobik metabolizmanın varlığını da gösterir (Ekblom, 1986). Kesintili yüksek şiddetteki aktivitelerde enerji başlıca kreatin fosfat ve anaerobik glikolizden karşılandığı için kas fosfojenlerinde azalma (Fox, Bowers ve Foss, 1989), laktik asit (LA) ve hidrojen iyon (H<sup>+</sup>) konsantrasyonlarında artış (Costill, Barnett, Sharp, Fink ve Katz, 1983), metabolik asidoz (Hargreaves ve ark., 1998) ve yorgunluk oluşur (Sahlin, 1992). LA üretimiyle sonuçlanan tekrarlı aktivitelerin kalitesi, toparlanmadan önemli ölçüde etkilenir. Anaerobik metabolizmanın baskın olduğu egzersizler sonrasında toparlanma hızı, LA'nın kas ve kandan uzaklaştırılma hızıyla yakından ilişkilidir (Sahlin ve Henriksson, 1984). Böylece, LA metabolizması ve onun kas ve kandan uzaklaştırılması yüksek şiddetteki aktiviteler sonrasında toparlanmanın

önemli bir bölümünü oluşturur (Rontoyannis, 1988). LA ve H<sup>+</sup> başlıca oksidasyonla kandan uzaklaştırıldığı için (Mazzeo, Brooks, Schoeller ve Budinger, 1986) toparlanmanın tipi LA'nın kandan uzaklaştırılma hızını önemli ölçüde etkiler (Gupta, Goswami, Sadhukhan ve Mathur, 1996). Bu nedenle, maksimal veya supramaksimal kesintili veya sürekli egzersizlerden sonra uygulanan toparlanma stratejileri bir sonraki egzersiz/maç performansı veya antrenman kalitesi için önem taşır.

Birçok çalışmanın sonuçları, kas ve kandan LA'nın uzaklaştırılma hızı ve sonraki egzersiz performansında aktif toparlanmanın pasif toparlanma ve diğer toparlanma tiplerinden (masaj, buz uygulaması vb.) daha değerli olduğunu göstermiştir (Ahmaidi ve ark., 1996; Bond, Adams, Tearney, Gresham ve Ruff, 1991; Gupta ve ark., 1996; Jemni, Sands, Friemel ve Delamarche, 2003; Spierer, Goldsmith, Baran, Hryniewicz ve Katz, 2004; Taoutaou ve ark., 1996; Thiriet ve ark., 1993). Bununla beraber, aktif toparlanma ile ilgili bazı çalışmaların sonuçları yukarı-

daki çalışmaların sonuçlarıyla ilişkilidir. Örneğin Lau, Berg, Latin ve Noble (2001) buz hokeycilerde aktif ve pasif toparlanmada, LA'nın kandan uzaklaştırılma hızı ve toparlanma sonrasında egzersiz performansları arasında önemli bir fark saptamamışlardır. Diğer çalışmalarda da benzer bulgular elde edilmiştir (Franchini, Yuri Takito, Yuzo Nakamura, Ayumi Matsushigue ve Peduti Dal'Molin Kiss, 2003; McAinch ve ark., 2004; Shelle, Berg, Latin ve Noble, 2001; Toubekis, Douda ve Tokmakidis, 2005; Watson ve Hanley, 1986). Bu çelişkiler araştırma dizaynı, spor dalı, denek sayısı, toparlanma süresi ve aktif toparlanmada egzersizin tipi ve şiddetindeki farklılıklardan kaynaklanıyor olabilir.

Aktif toparlanma esnasında egzersizin şiddeti, LA'nın kandan uzaklaştırılma hızı üzerinde önemli bir faktördür (Bonen ve Belcastro 1976; Dodd, Powers, Callender ve Brooks, 1984). LA, mitokondride aerobik enerji yolunda yakıt olarak kullanıldığı için kasın metabolik aktivitesi (egzersiz şiddeti) ve kan akım hızı (Gladden, 1991), LA'nın kaslar tarafından kandan alınma hızını etkiler. Aktif toparlanma esnasında belirlenen egzersiz şiddetleri değişken olup  $VO_{2maks}$ 'ın %30-70'i gibi çok geniş bir aralıktadır (Bonen ve Belcastro 1976; Dodd ve ark., 1984; Hermansen ve Stensvold, 1972). Bunun ötesindeki şiddetlerde LA'nın kandan uzaklaştırılma hızı azalmakta ve  $VO_{2maks}$ 'ın %80'inin üzerinde bozulmaktadır (Hermansen ve Stensvold, 1972). Buz hokeyciler ve basketbolcularda yapılan çalışmalar, sporcuların kendi seçtikleri tempoda yaptıkları aktif toparlanma sırasında LA'nın kandan uzaklaştırılma hızının pasif toparlanmadan farklı olmadığını ortaya koymuştur (Graham, Douglas Boatwright, Hunskor ve Howell, 2003; Shelle ve ark., 2001). Bu bulgular, sporcuların kendi belirledikleri tempoda kasta oluşan metabolik aktivitenin LA'nın

kandan uzaklaştırılma hızını etkilemeyecek kadar düşük olduğunu göstermektedir. Futbolcularda bireysel anaerobik eşikte ve bireysel anaerobik eşğin altında ve üstündeki şiddetlerde (%39-60  $VO_{2maks}$ ) yapılan farklı metabolik hızdaki aktif toparlanmalar esnasında LA'nın kandan uzaklaştırılma hızının pasif toparlanmadan daha yüksek ve birbirlerinden farklı olduğu saptanmıştır (Baldari, Videira, Madeira, Sergio ve Guidetti, 2004). Bireysel anaerobik eşik ve altındaki şiddetlerde LA'nın kandan uzaklaştırılma hızlarının benzer, fakat her ikisinin bireysel anaerobik eşğin üstündeki şiddette yapılan toparlanmadan daha yüksek olduğu belirlenmiştir (Baldari ve ark., 2004). Benzer şekilde, triatloncularda bireysel solunumsal eşikte ve bireysel solunumsal eşğin altında ve üstündeki şiddetlerde (%50-67  $VO_{2maks}$ ) yapılan aktif toparlanma esnasında LA'nın kandan uzaklaştırılma hızının bireysel solunumsal eşğin altındaki şiddette optimal olduğu gözlenmiştir (Baldari, Videira, Madeira, Sergio ve Guidetti, 2005). Genç atletlerde 130-150 atım/dk kalp atım hızına karşılık gelen egzersiz şiddetlerinin aktif toparlanma için uygun aerobik şiddet olduğu belirlenmiştir (Skinner ve McLellan, 1980).

Aktif toparlanmada optimal egzersiz şiddeti tartışmalı ve değişken olmakla beraber, birçok araştırmacı  $VO_{2maks}$ 'ın %35-40'ına karşılık gelen egzersiz şiddetlerindeki metabolik hızın, LA'nın kandan uzaklaştırılması için en etkili ve optimal şiddetler olduğu konusunda hemfikirdir (Belcastro ve Bonen, 1975; Gollnick, Bayly ve Hodgson, 1986; Stamford, Weltman, Moffatt ve Sady, 1981). Ancak bu çalışmalar sedanter veya aktif yetişkinler üzerinde yapılmıştır. Bunun yanında, yüksek şiddette egzersiz sonrasında değişik toparlanma yöntemleriyle ilgili çalışmaların çoğu bireysel sporlar, mücadele sporları ve buzhokeyi, basketbol gibi salonda oy-

nanan takım sporlarına aittir. Genç ve yetişkin futbolcular üzerinde yapılan çalışmalar oldukça sınırlıdır. Böylece bu çalışmanın amacı, genç futbolcularda yüksek şiddette bacak egzersizi sonrasında pasif ve  $VO_{2maks}$ 'ın %40 ve 60'ındaki şiddetlerde aktif toparlanmanın kandan laktatın uzaklaştırılma hızı üzerine etkisini incelemektir

## **YÖNTEM**

**Araştırma Grubu:** Bu çalışmaya profesyonel bir takımın alt yapısındaki B Genç futbol takımında oynayan 15-16 yaşları arasındaki (yaş:  $15.80 \pm 0.42$ , boy:  $174.60 \pm 6.80$  cm, vücut ağırlığı:  $69.23 \pm 8.13$  kg,  $VO_{2maks}$ :  $57.32 \pm 3.92$  ml.kg<sup>-1</sup>.dk<sup>-1</sup>) 7 futbolcu gönüllü olarak katılmıştır. Deneklere araştırma ile ilgili ayrıntılı bilgi verildikten sonra aydınlatılmış onam formu imza-latılmıştır. Deneklerden teste girmeden önceki 24 saat içerisinde yüksek şiddette egzersiz yapmamaları ve alkol tüketmemeleri istenmiştir.

**İşlem Yolu:** Denekler üç gün ara ile dört kez laboratuvara gelmişlerdir. Birinci test gününde maksimum oksijen tüketimi ( $VO_{2maks}$ ), sonraki test günlerinde supramaksimal bacak egzersizi sonrasında rastgele sıra ile pasif toparlanma (PT),  $VO_{2maks}$ 'ın %40'ında (AT%40) ve  $VO_{2maks}$ 'ın %60'ında (AT%60) aktif toparlanma testleri yapılmıştır. Tüm testler sabah 9.00-12.00 saatleri arasında ve kefeli mekanik bisiklet ergometresinde (Monark 834E, İsveç) yapılmıştır.

**Antropometrik Ölçümler:** Katılımcıların laboratuvarı ilk ziyaretlerinde duvara monte bir stadiometer ile (Holtain Ltd., Birleşik Krallık) boy uzunlukları 1 mm hata ile, vücut ağırlıkları (VA) her test günü standart spor kıyafeti içerisinde (şort, atlet) ayakkabısız olarak 0.1 kg hata ile baskülle (Tanita TBF 401A, Japonya) ölçülmüştür.

**Maksimal Oksijen Tüketiminin Belirlenmesi:**  $VO_{2maks}$  50 devir/dk pedal hızında 50 W yükte başlanmış ve denek pedal hızını koruyamayana kadar her üç dk'da bir yük 50 W artırılmıştır. Test esnasında oksijen tüketimi her ekspirasyon havasındaki oksijen ve karbondioksiti ölçen otomatik gaz analiz sistemi (Quark b<sup>2</sup>, Cosmed, İtalya) ile ölçülmüştür. Testlerden önce analizörün türbini 3 L'lik bir şırınga kullanılarak, oksijen ve karbondioksit analizörleri konsantrasyonları bilinen referans gaz karışımı (%16 O<sub>2</sub>, %5 CO<sub>2</sub>, balans N<sub>2</sub>) ile üretici firmanın talimatları doğrultusunda kalibre edilmiştir.

Her yükün son dk'sında ölçülen solunumsal ve dolaşım parametrelerin ortalaması o yüke ait fizyolojik değerler olarak dikkate alınmıştır. Kalp atım hızı (KAH) telemetrik KAH monitörü (Polar, Finlandiya) ile kayıt edilmiştir. Her deneğin  $VO_{2maks}$ 'ının %40'ına ve %60'ına karşılık gelen çalışma yükleri,  $VO_{2maks}$  testinden elde edilen yük-oksijen tüketimi ilişkisinden bireysel regresyon formülü ile belirlenmiştir.

**Supramaksimal Bacak Egzersizi:** Her bir toparlanma testinden önce bisiklet ergometresinde 140-150 atım/dk KAH'da 6 dk bisiklet ve 2 dk germe egzersizleri içeren ısınmadan sonra standart Wingate testi (Inbar, Bar-Or ve Skinner, 1996) uygulanmıştır.

**Toparlanma Protokolü:** PT, AT%40 ve AT%60 'da toparlanma protokolleri rastgele sıra ile üç ayrı günde yapılmıştır. Wingate testinden sonra AT%40 ve AT%60 protokollerinde denekler 50 devir/dk pedal hızında önceden belirlenen yüklerde egzersiz yapmışlardır. Aktif toparlanma protokolü esnasında  $VO_2$  otomatik gaz analizörü, KAH'lar telemetrik KAH monitörü ile kaydedilmiştir. Aktif toparlanmalarındaki  $VO_2$  ve KAH için son 10 dk'nın ortala-

ma değerleri dikkate alınmıştır. PT protokolünde denek toparlanma boyunca bisikletin selesinde oturmuştur. Bu test esnasında sadece KAH'lar ölçülmüş ve son 10 dk'nin ortalaması dikkate alınmıştır.

**Laktat Analizi:**  $VO_{2maks}$  testinde LA, testten önce ve test sonunda ölçülmüştür. Toparlanma protokollerinde LA, Wingate testi öncesinde dinlenik ve test bittikten hemen sonra 0.,1.,3.,6.,9.,12.,15.,18., 21., 24. dk'lerde alınan kan örneklerinden ölçülmüştür. LA için kan örnekleri kulak memesinden alınmış ve hiç bir işlem yapmadan ve bekletilmeden elektroenzimatik olarak YSI Sport 1500 LA analizöründe (Yellow Spring Inst., ABD) ölçülmüştür. Analizör her test günü standart LA çözeltileriyle üretici firmanın yönergesi doğrultusunda kalibre edilmiştir.

**LA Yarılanma Süresi:** Farklı tipte toparlanma esnasında kandan LA'nın uzaklaştırılma hızı, zirve LA'nın yarı değerine inme süresi üzerinden değerlendirilmiştir (Gupta ve ark., 1996). LA yarılanma süresi (LAYS) toparlanma esnasında ölçülen LA değerleri (bağımsız değişken; x) ile zaman (bağımlı değişken; y) arasındaki ilişkiden her toparlanma tipinde her denek için ayrı ayrı regresyon denklemi ( $y = a + bx$ ) ile belirlenmiştir. Denklemden  $y = LAYS$ ,  $a =$  regresyon sabiti,  $b =$  regresyon katsayısı,  $x =$  her bir testte her denekte ölçülen zirve LA'nın (LAZ) yarı değeridir. LAYS'yi belirlemek için regresyon denklemlerinde LAZ ve sonraki değerler dikkate alınmıştır. Tüm testlerde tüm denekler için modellenen regresyon denklemlerinde  $R^2 > 0.95$ 'dir.

**Verilerin Analizi:** Tüm değişkenlerin tanımlayıcı istatistikleri ( $\bar{X} \pm Ss$ ) yapılmıştır. Farklı toparlanma yöntemlerinde değişkenler arasında fark olup olmadığı Friedman testi ile belirlenmiştir. Tüm ista-

tistik işlemler SPSS (11. versiyon) programında yapılmış ve  $p < 0.05$  güven aralığı kullanılmıştır.

## BULGULAR

Çalışmaya katılan genç futbolcuların fiziksel özellikleri,  $VO_{2maks}$  ve maksimum kalp atım hızı ( $KAH_{maks}$ ) ortalamaları Tablo 1'de verilmiştir. Futbolcuların  $VO_{2maks}$ 'ları  $57.32 \pm 3.92$  ml.kg-1.dk-1,  $KAH_{maks}$ 'ları  $197.54 \pm 4.75$  atım.dk-1 ölçülmüştür. AT%40 ve AT%60 esnasında son 10 dk'da ölçülen ortalama  $VO_2$ 'ler sırasıyla  $25.54 \pm 3.94$  ml.kg-1.dk-1 ve  $34.38 \pm 2.35$  ml.kg-1.dk-1'dir. Bu değerler  $VO_{2maks}$ 'a oranlandığında AT%40,  $VO_{2maks}$ 'ın %  $44.5 \pm 6.1$ 'inde; AT%60,  $VO_{2maks}$ 'ın %  $58.9 \pm 5.6$ 'ında gerçekleşmiştir. AT%40'da egzersiz şiddeti belirlenen şiddetten % 4.5 yüksek olmakla beraber, bu şiddet için hesaplanan (% 40  $VO_{2maks}$ ) relatif  $VO_2$  ile gerçekleşen (% 44.5  $VO_{2maks}$ ) relatif  $VO_2$  arasındaki fark anlamlı bulunmamıştır ( $z = 1.52$ ;  $p > 0.05$ ). AT%40'da ortalama KAH,  $125.46 \pm 3.70$  atım.dk-1; AT%60'da  $141.3 \pm 10.5$  atım.dk-1, PT'de  $94.3 \pm 16.6$  atım.dk-1 ölçülmüştür.

Futbolcuların güç parametreleri Tablo 2'de verilmiştir. PT, AT%40 ve AT%60'da mutlak ve vücut ağırlığına oranlanmış Zgüç, Ogüç ve Yl değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır (sırasıyla,  $X^2 = 2.0$ ,  $X^2 = 2.3$ ,  $X^2 = 3.71$ ;  $p > 0.05$ ).

Dinlenik (LAD), supramaksimal egzersiz sonrası zirve LA (LAZ) konsantrasyonları, zirve LA'ya ulaşma süreleri (LAZS) ve kan LA yarılanma süreleri (LAYS) Tablo 3'de, PT, AT%40 ve AT%60 esnasında zamana bağlı olarak LA konsantrasyonlarındaki değişim Şekil 1'de sunulmuştur.

Üç supramaksimal testte hem LAD hem de LAZ konsantrasyonları arasında anlamlı fark saptanmamıştır (sırasıyla,  $X^2 = 3.71$ ,  $X^2 = 1.14$ ;  $p > 0.05$ ). AT%40 ve AT%60'da LAZS benzer, her ikisi PT'den önemli derecede kısadır ( $X^2 = 6.33$ ;  $p < 0.05$ ).

## Supramaksimal Egzersiz, Aktif Toparlanma, Laktatın Uzaklaştırılması

**Tablo 1.** Futbolcuların fiziksel özellikleri,  $VO_{2maks}$  ve  $KAH_{maks}$  değerleri.

	$\bar{X}$	Ss
Yaş (yıl)	15.71	0.49
VA (kg)	69.76	9.44
Boy (cm)	176.14	6.91
$VO_{2maks}$ (ml.kg <sup>-1</sup> .dk <sup>-1</sup> )	57.32	3.92
$KAH_{maks}$ (atım.dk <sup>-1</sup> )	197.54	4.75

**Tablo 2.** Üç farklı toparlanmada futbolcuların mutlak ve relative güç parametreleri, yorgunluk indeksleri ve Friedman Testi sonuçları ( $\bar{X} \pm Ss$ ).

	PT	AT%40	AT%60	$X^2$
Zgüç (W)	691.01 ± 95.88	755.65 ± 59.19	732.94 ± 82.51	2.00
Zgüç (W.kg <sup>-1</sup> )	10.34 ± 0.82	10.66 ± 0.77	10.34 ± 1.06	0.52
Ogüç (W)	451.32 ± 67.97	433.60 ± 78.55	440.03 ± 65.70	0.0
Ogüç (W.kg <sup>-1</sup> )	6.75 ± 1.17	6.21 ± 0.67	6.24 ± 0.70	2.0
Yİ (%)	16.86 ± 6.38	22.53 ± 3.93	20.89 ± 5.99	3.71

Zgüç: Zirve gücü; Ogüç: ortalama gücü; Yİ: Yorgunluk İndeksi

Tablo 3). PT, AT%40 ve AT%60 esnasında LAZS değerleri arasında anlamlı fark bulunmuştur ( $X^2=10.57$ ;  $p<0.05$ ). PT'de LAZS diğer iki aktif toparlanmadan önemli derecede uzundur ( $p<0.05$ ). Buna karşılık AT%40 ve AT%60'da belirlenen LAZS'ler arasında anlamlı fark saptanmamıştır ( $p>0.05$ ).

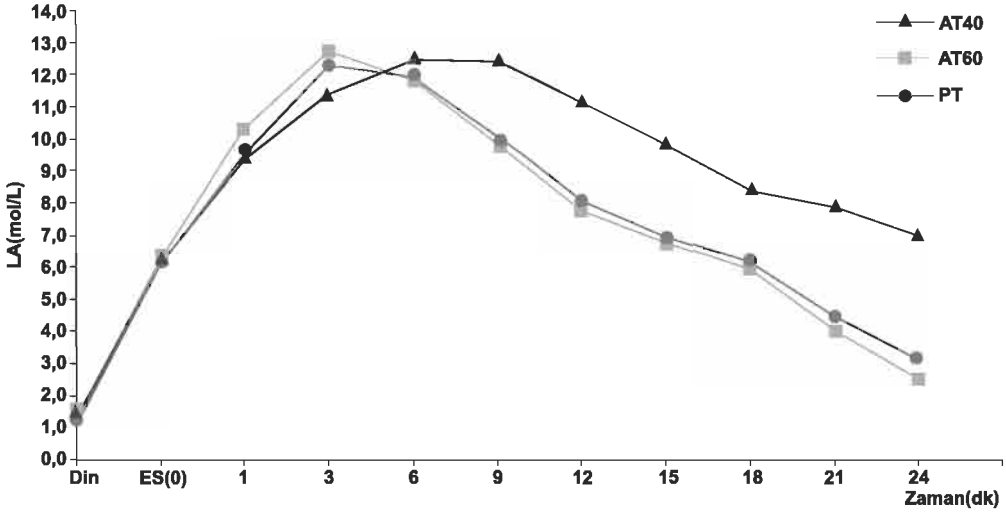
### TARTIŞMA

Bu çalışmanın ana bulgusu;  $VO_{2maks}$ 'ın %40 ve %60'ına karşılık gelen metabolik hızlarda kandan LA'nın uzaklaştırılma hızının benzer, her iki metabolik şiddetin PT'den önemli derecede yüksek olduğunu göstermiştir. Üç farklı toparlanmada yapılan supramaksimal testlerde LAD ve LAZ

**Tablo 3.** Üç farklı toparlanmada futbolcuların dinlenik ve zirve LA, LAZS, LAYS ve Friedman Testi sonuçları ( $\bar{X} \pm Ss$ ).

	PT	AT%40	AT%60	$X^2$
LAD (mmol.l <sup>-1</sup> )	1.30 ± 0.17	1.08 ± 0.24	1.40 ± 0.38	3.71
LAZ (mmol.l <sup>-1</sup> )	12.93 ± 2.85	12.48 ± 1.96	12.8 ± 1.53	1.14
LAZS (dk)	6.86 ± 2.27	3.85 ± 1.46	4.28 ± 1.60	6.33*
LAYS (dk)	23.32 ± 4.90	15.23 ± 2.73	14.72 ± 1.98	10.57*

\*  $p<0.05$ , LAD: Dinlenik laktat; LAZ: Zirve laktat; LAZS: Kanda zirve laktata ulaşma süresi, LAYS: Kanda laktat yanılma süresi.



Şekil 1. PT, AT%40 ve AT%60'da zamana bağlı olarak LA konsantrasyonlarındaki değişim.

değerlerindeki değişkenlik çok küçük ( $<0.5$  mmol.L<sup>-1</sup>) ve istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır (Tablo 3). Bu çalışmada, genç erkek futbolcularda supramaksimal test sonunda ölçülen LAZ değerleri benzer yaşta aktif bireyler (Beneke, Hutler, Jung ve Leithauser, 2005) ve orta mesafe koşucularında (Thomas ve ark., 2005) ölçülen LAZ değerlerine benzerdir. LA'nın kandan uzaklaştırılma hızı, kandaki konsantrasyonu ile yakından ilgilidir (Bonen, Campbell, Kirby ve Belcastro, 1979; Freund ve Zouloumian, 1981). Supramaksimal bacak egzersizleri sonrasında ölçülen LAZ değerlerinin benzer olması, deneklerin farklı toparlanma yönteminde aynı hormonal ve metabolik düzeyde olduklarını göstermektedir. Bu bulgular, farklı toparlanma tiplerinde kandan LA'nın uzaklaştırılma hızının LAZS üzerinden değerlendirilmesini olanaklı kılmıştır.

AT%40 ve AT%60'da (sırasıyla,  $3.85 \pm 1.46$  dk ve  $4.28 \pm 1.60$  dk) LAZS benzer, her ikisi PT'den ( $6.86 \pm 2.27$  dk) istatistiksel olarak önemli derecede kısa bulunmuştur ( $p < 0.05$ ). Egzersiz sonrasında kan LA konsantrasyonunun zirveye ulaşma süresi 0

ile 10 dk gibi çok geniş bir aralıkta olup tümüyle bireyseldir (Bishop ve Martino, 1993). LAZS'nin PT'de aktif toparlanmalardan daha uzun olması, kan akımı ve metabolik hızın toparlanmanın erken döneminde kastan kana LA geçişini etkileyen faktörler olarak değerlendirilebilir. Aktif toparlanmaların 4. dk'sindeki KAH'lar AT%40 için  $138$  atım.dk<sup>-1</sup>, AT%60 için  $150$  atım.dk<sup>-1</sup> hesaplanmıştır. Aynı zaman diliminde PT'de KAH  $115.6$  atım.dk<sup>-1</sup> olup aktif toparlanmaya göre oldukça düşük metabolik profili yansıtmaktadır.

Bu çalışmanın aksine Dodd ve arkadaşları (1984) VO<sub>2maks</sub>'ın % 150'sine karşılık gelen 50 sn supramaksimal egzersizler sonrasında kanda LA konsantrasyonunun zirveye ulaşma süresinin farklı metabolik şiddetlerdeki toparlanmalardan bağımsız ve 6. dakika civarında olduğunu saptamışlardır. Jorfeldt, Juhlin-Danfelt ve Karlsson (1978), kastan kana LA'nın geçiş hızının kas içi LA konsantrasyonu ile doğrusal ilişki içerisinde olduğunu ve bir maksimal hıza ulaştıktan sonra sabitleştiğini göstermişlerdir.

LA'nın kas hücre zarından sabit hız-

da difüzyonlanması bir başka deyişle doygunluğa ulaşan bir işlem olması, bir taşıyıcı mekanizmanın varlığına işaret etmektedir. Son yıllarda LA'nın kas hücre zarında taşınımında rol oynayan monokarboksil taşıyıcı proteinler (MTC) üzerinde yapılan çalışmalarda MCT1 ve MCT4'ün LA'nın kastan kana veya ters yönde taşınımında ve metabolize edilmesinde anahtar rol oynadığı saptanmıştır (Juel ve Halestrap, 1999). LA'nın kandan uzaklaştırılma hızı ile kas hücre zarındaki MCT1 protein konsantrasyonu arasındaki yüksek ilişki de laktat metabolizmasında taşıyıcı proteinlerin rolünü desteklemektedir (Thomas ve ark., 2005).

MCT proteinlerinin LA taşınımında ve metabolizmasındaki rolünün yanında, yüksek kan akımı ve metabolik hızında toparlanmanın erken döneminde kastan kana LA geçişinde önemli bir faktör olduğunu göstermektedir.

PT'de kan LA'sının yarılanma süresi hem AT%40 hem de AT%60'dan önemli derecede uzundur (Tablo 2). Bu bulgular, pasif ve düşük şiddette aerobik egzersizler içeren aktif toparlanma esnasında LA'nın kandan uzaklaştırılmasıyla ilgili olarak daha önce yapılan karşılaştırma çalışmalarından elde edilen bulgulara benzerdir (Baldari ve ark., 2004; Belcastro ve Bonen, 1975; Gupta ve ark., 1996; Rontoyannis, 1988). Bu çalışmada, PT ve iki farklı şiddette aktif toparlanma esnasında belirlenen LAYS'ler aynı yöntemle belirlenen yarılanma süreleri ile uyumludur. PT esnasında LA'nın yarılanma süresi 23.32 dk, AT%40'da 15.23 dk AT%60'da 14.72 dk hesaplanmıştır. Gupta ve arkadaşları (1996) bisiklet ergometresinde  $VO_{2maks}$ 'in % 150'sine karşılık gelen iş yükünde 15 sn arayla birkaç kez yapılan egzersiz sonrasında pasif toparlanmada LA'nın yarılanma süresini 21.5 dk,  $VO_{2maks}$ 'in % 30'una karşılık gelen aktif toparlanmada 15.7 dk bulmuşlardır.

Egzersiz sonrası aktif toparlanmada LA'nın kandan uzaklaştırılması ile ilgili çalışmalarda, toparlanma esnasında belirlenen metabolik hızlar (egzersiz şiddetleri) tutarlı olmayıp  $VO_{2maks}$ 'in %30'u ile %70'i gibi çok geniş bir aralıkta değişkenlik göstermektedir (Bonen ve Belcatro, 1976; Gupta ve ark., 1996; Monedero ve Donne, 2000). AT%40 ve AT%60'da ortalama KAH sırasıyla  $125.46 \pm 3.70$  atım.dk<sup>-1</sup> ve  $141.3 \pm 10.5$  ölçülmüştür. Bu KAH'lar aktif toparlanma esnasında genç atletler için uygun görülen KAH şiddetleriyle uyumludur (Skinner ve McLellan, 1980).

LA'nın kandan uzaklaştırılmasında ana metabolik yol oksidasyon (Mazzeo ve ark., 1986) olduğu için kasın metabolik hızı ( $VO_2$  tüketimi) toparlanma sırasında LA'nın uzaklaştırılmasında en önemli faktörlerden birisidir (Gladden, 1991). Ayrıca LA'yı metabolize eden dokulardaki kan akım hızı da dokuların LA alımını önemli ölçüde etkiler (Gladden, 1991). Egzersizin şiddetindeki artış LA'nın kandan uzaklaştırılma hızında önemli rol oynayan bu iki faktörün (metabolik hız ve kan akım hızı) önemli ölçüde yükselmesine neden olur. Bununla beraber, AT%60'da LAYS'nin AT%40'dan farklı olmaması (Tablo 2) LA'nın kandan uzaklaştırılma hızı üzerinde yüksek metabolik hızın ve kan akım hızının dışında başka faktörlerin de etkili olduğunu göstermektedir. Baldari ve arkadaşları (2004); futbolcularda bireysel anaerobik eşik (% 50  $VO_{2maks}$ ), bireysel anaerobik eşiğin üstünde (% 60  $VO_{2maks}$ ) ve bireysel anaerobik eşiğin altında (% 39  $VO_{2maks}$ ) olmak üzere üç farklı metabolik şiddette aktif toparlanmada LA'nın kandan uzaklaştırılma hızının pasif toparlanmadan daha yüksek olduğunu göstermişlerdir. Bununla beraber, aktif toparlanma şiddetlerinde de LA toparlanma eğrilerinin birbirinden önemli derecede farklı ve  $VO_{2maks}$ 'in %50'sinin altında kalan şiddetlerin  $VO_{2maks}$



in %60'ına karşılık gelen şiddetten daha verimli olduğunu saptamışlardır. Aynı araştırmacılar triatloncularda  $VO_{2maks}$ 'ın %50-67'sine karşılık gelen bireysel solunumsal eşik ve bunun altında ve üstündeki şiddetlerde aktif toparlanma esnasında LA'nın kandan uzaklaştırılma hızı üzerinde bireysel anaerobik eşik altında kalan şiddetin ( $VO_{2maks}$ 'ın %50'si) en verimli şiddet olduğunu belirlemişlerdir. Dodd ve arkadaşları (1984) pasif toparlanma,  $VO_{2maks}$ 'ın %35, %65 ve kombine (%35-65) egzersiz şiddetlerinde aktif toparlanma esnasında LA'nın kandan uzaklaştırılma hızının %35 ve kombine şiddetlerde benzer, her ikisinin pasif ve %65'den önemli derecede yüksek olduğunu saptamışlardır. Ayrıca en yüksek metabolik hızda (%65) LA'nın kandan uzaklaştırılma hızının, en düşük metabolik hızdan (pasif toparlanma) daha yavaş olduğunu belirlemişlerdir. Buna karşılık Stamford ve arkadaşları 1981;  $VO_{2maks}$ 'ın %40 ve %70'ine karşılık gelen şiddette aktif toparlanmalarda LA'nın kandan uzaklaştırılma hızının benzer ve her iki şiddetinde pasif toparlanmadan daha verimli olduğunu göstermişlerdir. Bu çalışmaya katılan deneklerin  $VO_{2maks}$  ( $57.8 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{dk}^{-1}$ ) değerleri, Dodd ve arkadaşları (1984) ile Stamford ve arkadaşlarının (1981) deneklerinin  $VO_{2maks}$  değerlerinden yüksek (sırasıyla  $48.7 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{dk}^{-1}$ ,  $47.7 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{dk}^{-1}$ ) ancak Baldari ve arkadaşlarının (2004 ve 2005) deneklerinden (futbolcu ve triatloncu) (sırasıyla  $62.3 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{dk}^{-1}$ ,  $69.7 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{dk}^{-1}$ ) düşüktür. Bu çalışmanın bulgularının Stamford ve arkadaşlarının (1981) bulgularıyla uyumlu diğerleriyle çelişkili olması, benzer veya farklı  $VO_{2maks}$  değerine sahip bireylerin submaksimal şiddette laktat cevaplarının değişken olduğunu göstermektedir.

Kan LA konsantrasyonu; laktik asidin üretimi ile eliminasyonu arasındaki dengeyi yansıtır. Egzersizin şiddetindeki artışa paralel olarak kan akımındaki artış, LA'nın aktif dokulara (iskelet, kalp kasına)

taşınımını hızlandırırken, aynı zamanda splanik alana taşınımını azaltarak karaciğerin LA alımını olumsuz yönde etkiler (Ahlborg, Wahren ve Felig, 1986; Rowell ve ark., 1966). Kas LA'nın hem en önemli üretici hem de en önemli tüketicisi olduğundan (Gladden, 1991) aktif toparlanmada uygulanan egzersiz şiddetinin anaerobik eşik üstünde olması kasın LA üretimini uzaklaştırma hızının üzerine çıkarabilir (Stamford, Moffatt, Weltman, Maldonado ve Curtis, 1978). Kasın oksidatif kapasitesi ile LA'nın uzaklaştırılma hızı arasında yüksek ilişki olduğu için (Thomas, Sirvent, Perrey, Raynaud ve Mercier, 2004), aktif toparlanma esnasında optimal metabolik hız belirlenirken sporcunun fizyolojik özelliklerinin dikkate alınması ve dikkatli olunması gerekir.

Bu araştırmanın bulguları, genç futbolcularda  $VO_{2maks}$ 'ın %40 ve %60'ına karşılık gelen aktif toparlanma şiddetlerinin LA'nın kandan uzaklaştırılma hızında önemli bir değişim yaratmadığını ve her iki toparlanma tipinin pasif toparlanmadan daha verimli olduğunu göstermiştir. Bu sonuçlar, genç futbolcularda maç veya antrenman sonrasında  $VO_{2maks}$ 'ın %40 ile %60 arasındaki aerobik egzersizlerin toparlanma için yeterli olabileceğini göstermektedir.

#### **Yazışma Adresi (Corresponding Address)**

*Dr. Tahir HAZIR*

*Hacettepe Üniversitesi*

*Spor Bilimleri ve Teknolojisi Yüksekokulu*

*06800 Beytepe / ANKARA*

*e-posta: thazir@hacettepe.edu.tr*

#### **KAYNAKLAR**

Ahlborg, G., Wahren, J. & Felig, P. (1986).

Splanchnic and peripheral glucose and lactate metabolism during and after prolonged arm exercise. *J Clin Invest*, 77(3), 690-699.

Ahmaidi, S., Granier, P., Taoutaou, Z., Mercier, J., Dubouchaud, H. Prefaut,

- C.(1996).Effects of active recovery on plasma lactate and anaerobic power following repeated intensive exercise. **Med Sci Sports Exer**, 28, 450-456.
- Baldari, C., Videira, M., Madeira, F., Sergio, J. & Guidetti, L. (2004). Lactate removal during active recovery related to the individual anaerobic and ventilatory thresholds in soccer players. **Eur J Appl Physiol**, 93(1-2), 224-230.
- Baldari, C., Videira, M., Madeira, F., Sergio, J. & Guidetti, L. (2005). Blood lactate removal during recovery at various intensities below the individual anaerobic threshold in triathletes. **J Sports Med Phys Fit**, 45(4), 460-466.
- Belcastro, A.N. & Bonen, A. (1975). Lactic acid removal rates during controlled and uncontrolled recovery exercise. **J Appl Physiol**, 39, 932-936.
- Beneke, R., Hutler, M., Jung, M. & Leithauser, R.M. (2005). Modeling the blood lactate kinetics at maximal short-term exercise conditions in children, adolescents, and adults. **J Appl Physiol**, 99(2), 499-504.
- Bishop, P., & Martino, M. (1993). Blood lactate measurement in recovery as an adjunct training. Practical Considerations. **Sports Med**, 16(1), 5-13.
- Bond, V., Adams, R.G., Tearney, R.J., Gresham, K. & Ruff, W. (1991). Effects of active and passive recovery on lactate removal and subsequent isokinetic muscle function. **J Sports Med Phys Fit**, 31, 357-361.
- Bonen, A. & Belcastro, A.N. (1976). Comparision of self-selected recovery methods in lactic acid removal rates. **Med Sci Sports Exer**, 8, 176-178.
- Bonen, A., Campbell, C.J., Kirby, R.L. & Belcastro, A.N. (1979). A multiple regression model for blood lactate removal in man. **Pflugers Arch**, 380(3), 205-210.
- Costill, D.L., Barnett, A., Sharp, R., Fink, W.J. & Katz, A. (1983). Leg muscle pH following sprint running. **Med Sci Sports Exer**, 15(4), 325-329.
- Dodd, S., Powers, S.K., Callender, T. & Brooks, E. (1984). Blood lactate disappearance at various intensities of recovery exercise. **J Appl Physiol**, 57(5), 1462-1465.
- Ekblom, B. (1986). Applied physiology of soccer. **Sports Med**, 3(1), 50-60.
- Fox, E.L., Bowers, R.W. & Foss, M.L. (1988). The Physiological Basis of **Physical Education and Athletics**. Fourth Edition, Philadelphia: W.B. Saunders Company.
- Franchini, E., Yuri Takito, M., Yuzo Nakamura, F., Ayumi Matsushigue, K. & Peduti Dal'Molin Kiss, M.A. (2003). Effects of recovery type after a judo combat on blood lactate removal and on performance in an intermittent anaerobic task. **J Sports Med Phys Fit**, 43(4), 424-431.
- Freund, H. & Zouloumian, P. (1981). Lactate after exercise in man: I. Evolution kinetics in arterial blood. **Eur J Appl Physiol**, 46(2), 121-133.
- Gladden, L.B. (1991). Net lactate uptake during progressive steady-level contractions in canine skeletal muscle. **J Appl Physiol**, 71(2), 514-520.
- Gollnick, P.D., Bayly, W.M. & Hodgson, D.R. (1986). Exercise intensity, training, diet, and lactate concentration in muscle and blood. **Med Sci Sports Exer**, 18, 334-340.
- Graham, J.E., Douglas Boatwright, J., Hunskor, M.J. & Howell, D.C. (2003).

- Effect of active vs. passive recovery on repeat suicide run time. **J Strength Cond Res**, 17(2), 338-341.
- Gupta, S., Goswami, A., Sadhukhan, A.K. & Mathur, D.N. (1996). Comparative study of lactate removal in short term massage of extremities, active recovery and a passive recovery period after supramaximal exercise sessions. **Int J Sports Med**, 17(2), 106-110.
- Hargreaves, M., McKenna, M.J., Jenkins, D.G., Warmington, S.A., Li, J.L., Snow, R.J. & Febbraio, M.A. (1998). Muscle metabolites and performance during high-intensity, intermittent exercise. **J Appl Physiol**, 84, 1687-1691.
- Hermansen, L. & Stensvold, I. (1972). Production and removal of lactate during exercise in man. **Acta Physiol Scand**, 86(2), 191-201.
- Inbar, O., Bar-Or, O. & Skinner, S.J. (1996). The Wingate Anaerobic Test. Champaign: Human Kinetics Books. Jemni, M., Sands, W.A., Friemel, F. & Delamarche, P. (2003). Effect of active and passive recovery on blood lactate and performance during simulated competition in high level gymnasts. **Can J Appl Physiol**, 28(2), 240-256.
- Jorfeldt, L., Juhlin-Danfelt, A. & Karlsson, J. (1978). Lactate release in relation to tissue lactate in human skeletal muscle during exercise. **J Appl Physiol: Respirat Environ Exercise Physiol**, 44, 350-352.
- Juel, C. & Halestrap, A.P. (1999). Lactate transport in skeletal muscle - role and regulation of the monocarboxylate transporter. **J Physiol**, 15, 517 (Pt 3), 633-642.
- Lau, S., Berg, K., Latin, R.W. & Noble, J. (2001). Comparison of active and passive recovery of blood lactate and subsequent performance of repeated work bouts in ice hockey players. **J Strength Cond Res**, 15(3), 367-371.
- Mazzeo, R.S., Brooks, G.A., Schoeller, D.A. & Budinger, T.F. (1986). Disposal of blood [1-13C] lactate in humans during rest and exercise. **J Appl Physiol**, 60(1), 232-241.
- McAinch, A.J., Febbraio, M.A., Parkin, J.M., Zhao, S., Tangalakis, K., Stojanovska, L. & Carey, M.F. (2004). Effect of active versus passive recovery on metabolism and performance during subsequent exercise. **Int J Sport Nutr Exe**, 14(2), 185-196.
- Monedero, J. & Donne, B. (2000). Effect of recovery interventions on lactate removal and subsequent performance. **Int J Sports Med**, 21(8), 593-597.
- Rontoyannis, G.P. (1988). Lactate elimination from the blood during active recovery. **J Sports Med Phys Fit**, 28, 115-123.
- Rowell, L.B., Kraning K.K., Evans, T.O., Kennedy, J.W., Blackmon, J.R. & Kusumi, F. (1966). Splanchnic removal of lactate and pyruvate during prolonged exercise in man. **J Appl Physiol**, 21(6), 1773-1783.
- Sahlin, K. & Henriksson, J. (1984). Buffer capacity and lactate accumulation in skeletal muscle of trained and untrained men. **Acta Physiol Scand**, 122, 331-339.
- Sahlin, K. (1992). Metabolic factors in fatigue. **Sports Med**, 13, 99-107.
- Shelle, L., Berg, K., Latin, R.W. & Noble, J. (2001). Comparison of active and passive recovery of blood lactate and

- subsequent performance of repeated work bouts in ice hockey players. **J Strength Cond Res**, 15(3),367–371.
- Shephard, R.J. (1999). Biology and medicine of soccer, an update. **J Sports Sci**, 17, 757–786.
- Skinner, J.S. & McLellan, T.M. (1980). The transition from aerobic to anaerobic metabolism. **Res Quart**, 51, 234–248.
- Spieler, D.K., Goldsmith, R., Baran, D.A., Hryniewicz, K. & Katz, S.D. (2004). Effects of active vs. passive recovery on work performed during serial supramaximal exercise tests. **Int J Sports Med**, 25(2), 109-114.
- Stamford, B.A., Moffatt, R.J., Weltman, A., Maldonado, C. & Curtis, M. (1978). Blood lactate disappearance after supramaximal one-legged exercise. **J Appl Physiol**, 45(2), 244-248.
- Stamford, B.A., Weltman, A., Moffatt, R. & Sady, S. (1981). Exercise recovery above and below anaerobic threshold following maximal work. **J Appl Physiol**, 51, 840-44
- Taoutaou, Z., Granier, P., Mercier, B., Mercier, J., Ahmaidi, S. & Prefaut, C. (1996). Lactate kinetics during passive and partially active recovery in endurance and sprint athletes. **Eur J Appl Physiol O**, 73(5), 465-470.
- Thiriet, P., Gozal, D., Wouassi, D., Oumarou, T., Gelas, H. & Lacour, J.R. (1993). The effect of various recovery modalities on subsequent performance in consecutive supramaximal exercise. **J Sports Med Phys Fit**, 33, 118–129.
- Thomas, C., Sirvent, P., Perrey, S., Raynaud, E. & Mercier, J. (2004). Relationships between maximal muscle oxidative capacity and blood lactate removal after supramaximal exercise and fatigue indexes in humans. **J Appl Physiol**, 97(6), 2132-2138.
- Thomas, C., Perrey, S., Lambert, K., Hugon, G., Mornet, D. & Mercier, J. (2005). Monocarboxylate transporters, blood lactate removal after supramaximal exercise, and fatigue indexes in humans. **J Appl Physiol**, 98(3), 804-809.
- Toubekis, A.G., Douda, H.T. & Tokmakidis, S.P. (2005). Influence of different rest intervals during active or passive recovery on repeated sprint swimming performance. **Eur J Appl Physiol**, 93(5-6), 694 - 700.
- Watson, R.C., & Hanley, R.D. (1986). Application of active recovery techniques for a simulated ice hockey task. **Can J Appl Sport Sci**, 11, 82-87.