

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
Spor Bilimleri Anabilim Dalı

TAURİNİN YORGUNLUĞU GECİKTİRME
ZAMANI ÜZERİNE ETKİSİNİN
İNCELENMESİ

Neşe TOKTAŞ TORUN

Doktora Tezi

Antalya, 2013

**T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
Spor Bilimleri Anabilim Dalı**

TAURİNİN YORGUNLUĞU GECİKTİRME ZAMANI ÜZERİNE ETKİSİNİN İNCELENMESİ

Neşe TOKTAŞ TORUN

Doktora Tezi

Tez Danışmanı

Prof. Dr. Akın YEŞİLKAYA

Bu çalışma Akdeniz Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Yönetim Birimi
Tarafından Desteklenmiştir. (Proje No:2010.03.0122.001)

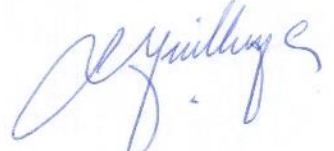
“Kaynakça Gösterilerek Tezimden Yararlanılabilir”

Antalya, 2013

Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğüne;

Bu çalışma jürimiz tarafından Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu Spor Bilimleri Programında Doktora tezi olarak kabul edilmiştir. 19/02/2013

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Akın YEŞİLKAYA
Akdeniz Üniversitesi Tıp Fakültesi
Biyokimya Anabilim Dalı



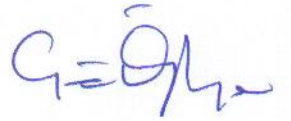
Üye : Prof. Dr. Ümit Kemal ŞENTÜRK
Akdeniz Üniversitesi Tıp Fakültesi
Fizyoloji Anabilim Dalı



Üye : Prof. Dr. Aysel Pehlivan
Marmara Üniversitesi
Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu
Hareket ve Antrenman Bilimleri



Üye : Doç. Dr. Gül ÖZKAYA
Akdeniz Üniversitesi
Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu
Spor Sağlık Bilimleri



Üye : Yrd. Doç. Dr. Kemal Alparslan ERMAN
Akdeniz Üniversitesi
Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu
Spor Yönetimi Bilimleri



ONAY :

Bu tez, Enstitü Yönetim Kurulunca belirlenen yukarıdaki jüri üyeleri tarafından uygun görülmüş ve Enstitü Yönetim Kurulu'nun/...../..... tarih ve /..... sayılı kararı ile kabul edilmiştir.

Prof. Dr. İsmail ÜSTÜNEL
Enstitü Müdürü

Sağlık Bilimleri Enstitüsü Kurulu ve Akdeniz Üniversitesi Senato Kararı

Sağlık Bilimleri Enstitüsü'nün 22/06/2000 tarih ve 02/09 sayılı Enstitü Kurul kararı ve 23/05/2003 tarih ve 04/44 sayılı senato kararı gereğince "Sağlık Bilimleri Enstitülerinde lisansüstü eğitim gören doktora öğrencilerinin tez savunma sınavına girebilmeleri için, doktora bilim alanında SCI tarafından taranan dergilerde en az bir yurtdışı yayın yapması gerektiği" ilkesi gereğince yapılan yayınların listesi aşağıdadır (orijinalleri ekte sunulmuştur).

1. Toktaş N, Kerpiç A, Erman A, Gürler A, Özçelik MA, Çetinkaya V. The effect of energy drinks consumption on quality of life and sleep quality in university soccer players. Scientific Report Series Physical Education and Sport, 15(1):254-256, 2011.

ÖZET

Taurin, memeli hücrelerinde en çok bulunan, metiyonin, sistein ve homosisteini içine alan sülfür içeren aminoasit ailesinin bir üyesidir. Taurinin, safra asidi konjugasyonu, plazma membran stabilizasyonu, osmoregülasyon, nöromodülasyon, nörotransmisyon, antioksidasyon ve detoksifikasyon gibi farmakolojik ve fizyolojik rolleri olduğu belirtilmektedir. Taurin ve egzersiz performansı ile ilgili yeterli çalışma bulunmamakta ve taurin yüklemesinin, egzersiz süresince azalan iskelet kas taurin içeriğini koruyarak, kalsiyum homeostazısını düzenleyerek, egzersize bağlı oksidatif stresi azaltarak, egzersize bağlı kas hasarını azaltarak, egzersiz süresince kardiyak ve iskelet kas kontraktilitesini arttırarak, egzersize bağlı kan laktat üretimini engelleyerek, tüm vücut yağ oksidasyonunda anlamlı artışlar yaratarak, uzun süreli egzersizde kan glukoz konsantrasyonunu koruyarak egzersiz performansını artırabileceği ile ilgili bilgiler bulunmaktadır.

Sağlıklı, aktif olmayan erkek bireylerde farklı doz taurin uygulamasının, akut egzersizde yorgunluğu geciktirme zamanı, toplam antioksidan-oksidan statüsü üzerine etkilerinin incelenmesi amacıyla planlanmış olan çalışmada, taurin yüklemesinin, 1.1. solunum değişim oranına ulaşma zamanını uzatacağı, 3 g ve 6 g yükleme dozları arasında fark olmayacağı hipotezi kurulmuştur.

Çalışmaya yaş ortalaması 23.56 ± 0.56 yıl, boy ortalaması 176.26 ± 1.59 cm olan 21 birey katılmış, 1 haftalık plasebo, 3 g taurin ve 6 g taurin yükleme dönemi öncesinde ve sonrasında bireylere Bruce Testi yapılmıştır. Yapılan Bruce testlerinin oluşturabileceği antrenman etkisinin önüne geçebilmek amacıyla plasebo, 3 g taurin ve 6 g taurin yükleme sırası 7'şer kişilik üç gruba ardışık randomize edilerek uygulanmıştır.

Sonuç olarak, plasebo, 3 g taurin ve 6 g taurin yükleme dönemlerinde ölçülen solunum değişim oranı, maksimal oksijen tüketimi, maksimal karbondioksit üretimi, metabolik eşitlik değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmazken ($p > .05$), 1.1 solunum değişim oranına ulaşma zamanı ve toplam test süresi, plasebo ve 3 g taurin yükleme sonrası değişmemiş, 6 g taurin yükleme sonrası anlamlı olarak artmıştır ($p < .01$). Toplam antioksidan statüsü, toplam oksidan statüsü ve glutatyon için, Bruce testi sonrası değerlerden Bruce testi öncesi değerler çıkarılarak elde edilen farklar karşılaştırıldığında, plasebo, 3 g taurin ve 6 g taurin yükleme dönemleri öncesi ve sonrası arasında anlamlı fark bulunmamıştır ($p > .05$).

Anahtar Kelimeler: Taurin, yorgunluk, solunum değişim oranı, toplam test süresi, toplam antioksidan statüsü, toplam oksidan statüsü, glutatyon

ABSTRACT

Taurine is a sulphur-containing member of an amino acid family that contains methionine, cysteine and homocysteine which are mostly found in mammalian cells. It is reported that taurine has pharmacological and physiological roles such as bile acid conjugation, plasma membrane stabilization, osmoregulation, neuromodulation, neurotransmission, antioxidation and detoxification. There are no sufficient studies regarding taurine and the exercise performance, but there is information regarding the taurine load increase, the exercise performance by protecting the contents of the skeletal muscle taurine that is decreased during exercise period, by regulating the calcium homeostasis, by reducing exercise-induced oxidative stress, by reducing exercise-induced muscle damage, by increasing the cardiac and skeletal muscle contractility during an exercise period, by inhibiting exercise-induced blood lactate production, by creating significant increases in whole-body fat oxidation and by protecting the blood glucose concentration during long-term exercise.

This study, which was planned for the purpose of examining the exercise time to exhaustion in acute exercise when different dose of taurine is applied and for examining the effects on the total oxidant-antioxidant status; a hypothesis was established that the taurine load would extend the time to reach the 1.1 respiratory exchange ratio in healthy non-active males, and that there would be no difference between the 3g and 6g loading doses.

21 individuals participated in the study whose mean age was 23.56 ± 0.56 years and mean height 176.26 ± 1.59 cm. Bruce test was applied on these individuals before and after the 1 week placebo, 3g and 6g taurine load periods. In order to prevent the possible exercise effects of the performed Bruce tests, the order load of placebo, 3g and 6g taurine load was applied to 3 groups of 7 by randomizing consecutively.

As a result, while there was no significant difference statistically in the respiratory exchange ratio measure during the loading period of placebo, 3g and 6g of taurine, in the maximal oxygen consumption, in the maximal carbon dioxide production and in the metabolic equality values ($p > .05$); the total time to reach the 1.1 respiratory exchange ratio and the total test period did not change after the placebo and the 3g taurine load but significantly increased ($p < .01$) after the 6g taurine load. For the total antioxidant status, oxidant status and the glutathione, the values before the Bruce test were deducted from the values after the Bruce test and when the obtained differences were examined, no significant difference was found between the before and after placebo, 3g and 6g taurine load periods ($p > .05$).

Key Words: Taurine, intensity, respiratory exchange ratio, total test period, total antioxidant status, total oxidant status, glutathione

TEŞEKKÜR

Bu araştırmanın planlanması ve gerçekleştirilmesinde emeği geçen, değerli zamanını ve yardımlarını esirgemeyen danışmanım Sayın Prof. Dr. Akın Yeşilkaya'ya,

Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu olarak her zaman danıştığımız, desteğini aldığımız Sayın Prof. Dr. Ümit Kemal Şentürk'e,

Hem yüksek lisans hem de doktora da hep birlikte çalıştığımız, her zaman destek aldığım Sayın Hocam Yrd. Doç. Dr. K. Alparslan Erman'a,

Sonsuz desteği için Sayın Prof. Dr. Sebahat Özdem'e,

Desteklerinden dolayı, Akdeniz Üniversitesi Tıp Fakültesi Kardiyoloji A.B.D, Tıbbi Biyokimya A.B.D, Tıbbi Farmakoloji A.B.D, Fizyoloji A.B.D, merkez laboratuvarına,

Tez çalışmasının gerçekleşmesini sağlayan Okt. Özgür Özdemir, Öğr. Gör. M. Ali Özçelik, Öğr. Gör. Nihat Ayçeman, Arş. Gör. Fatih Uzuner, Dr. Gülbahar Uzun ve Akın Büyükakar'a,

Desteklerinden dolayı, Doç. Dr. Abdurrahman Aktop, Dr. Berna Ramanlı, Dr. Funda Baran'a,

Bilimsel çalışmalara verdikleri destekten dolayı, çalışmaya katılan öğrencilerimize,

Akdeniz Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu'na,

Akdeniz Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü'ne,

Sonsuz sevgileri için Toktaş ve Torun ailelerine ve değerli eşime

En içten teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	v
ABSTRACT	vi
TEŞEKKÜR	vii
İÇİNDEKİLER DİZİNİ	viii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	x
ŞEKİLLER DİZİNİ	xii
ÇİZELGELER DİZİNİ	xiii
GİRİŞ ve AMAÇ	1
GENEL BİLGİLER	3
2.1. Taurin	3
2.1.1 Taurin Sentezi	4
2.1.2. Taurinin Vücutta Dağılımı	6
2.1.3. Taurinin Atımı	7
2.1.4. Taurin ve Kardiyovasküler Etkiler	8
2.1.5. Taurin ve Merkezi Sinir Sistemi Nöromodülasyonu	8
2.1.6. Taurin ve Osmoregülasyon	8
2.1.7. Taurin & Antioksidan ve Membran Stabilize Edici	9
2.1.8. Taurin ve Hücrel Kalsiyum Metabolizması	10
2.1.9. Taurin Yükleme	11
2.1.10. Egzersiz ve Taurin Yükleme	12
2.2. Egzersiz ve Oksidatif Stres	13
2.3. Solunum Değişim Oranı	13
MATERYAL VE METOD	14
3.1. Katılımcılar	15
3.2. Uygulama	16
3.2.1. Taurin/Plasebo Yükleme Protokolü	16
3.2.2. Egzersiz Protokolü	17
3.2.3. Boy ve Ağırlık Ölçümü	19
3.2.4. Biyokimyasal Analizler	19
3.2.4.1. Genel Sağlık Değerlendirmesi İçin Yapılan Analizler	19
3.2.4.2. Plazma Laktat	20
3.2.4.3. Total Antioksidan Statü (TAS)-Total Oksidan Statü (TOS)- Glutasyon	20
3.2.5. Uygulama Sırasında Beslenme	20

3.3.	İstatistiksel Analiz	21
BULGULAR		22
4.1.	Çalışmanın Başında ve Çalışma Bittikten Sonra Kanda İncelenen Biyokimyasal Parametreler	22
4.2.	Bruce Testi Öncesi ve Sonrasında Plazma Hemoglobin ve Hematokrit Düzeyleri	23
4.3.	Bruce Testi Hedef Kalp Atım Sayısı Verileri	23
4.4.	Bruce Testi Öncesi ve Sonrasında Plazma Laktat Düzeyleri	24
4.5.	Ağırlık ve BKI	25
4.6.	RER, MaxVO ₂ , MaxVCO ₂ , MET	25
4.7.	Kalp Atım Sayıları ile İlgili Bulgular	27
4.8.	RER 1.1'e Ulaşma Zamanı	27
4.9.	Toplam Test Süresi	28
4.10.	Biyokimyasal Bulgular	29
TARTIŞMA		33
SONUÇLAR		43
ÖNERİLER		44
KAYNAKLAR		46
ÖZGEÇMİŞ		59
EKLER		
Ek 1	Etik Kurul Onayı	
Ek 2	Anket	
Ek 3	Aydınlatılmış Onam Formu	
Ek 4	Toktaş N, Kerpiç A, Erman A, Gürler A, Özçelik MA, Çetinkaya V. The effect of energy drinks consumption on quality of life and sleep quality in university soccer players. Scientific Report Series Physical Education and Sport, 15(1):254-256, 2011	

SİMGELER VE KISALTMALAR

TPN	:	Toplam Parenteral Nütrisyon
RER	:	Solunum Değişim Oranı
LDL	:	Düşük Dansiteli Lipoprotein
HDL	:	Yüksek Dansiteli Lipoprotein
VLDL	:	Çok Düşük Dansiteli Lipoprotein
mg	:	Miligram
g	:	Gram
kg	:	Kilogram
mmol	:	Milimol
mM	:	Milimolar
μmol	:	Mikromol
ml	:	Mililitre
cm	:	Santimetre
CO₂	:	Karbondioksit
AMP	:	Adenozin Monofosfat
HOCl	:	Hipokloröz Asit
H₂O₂	:	Hidrojen Peroksit
Na⁺	:	Sodyum
Ca⁺	:	Kalsiyum
K⁺	:	Potasyum
ATP	:	Adenozin Trifosfat
lt	:	Litre
BKI	:	Beden Kütle İndeksi
VO_{2max}	:	Maksimal Oksijen Tüketimi
VCO_{2max}	:	Maksimal Karbondioksit Üretimi
WHO	:	Dünya Sağlık Örgütü
EKG	:	Elektrokardiyogram
Hb	:	Hemoglobin

Hct	:	Hematokrit
MET	:	Metabolik Eşitlik
KAS	:	Kalp Atım Sayısı
GGT	:	Gama Glutamil Transferaz
AST	:	Aspartat Amino Transferaz
ALT	:	Alanin Amino Transferaz
ALP	:	Alkalen Fosfataz
BUN	:	Kan Üre Azotu
CK	:	Kreatin Kinaz
TAS	:	Total Antioksidan Statü
TOS	:	Total Oksidan Statü
AO	:	Aritmetik Ortalama
SS	:	Standart Sapma

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil	Sayfa
2.1. Çeşitli Kardiyovasküler Anomalilerde İntraselüler Kalsiyum Aşırı Yükleme, Serum LDL ve Oksidatif Streste Azalmaları Kapsayan Taurinin Mekanizması	4
2.2. Ateroskleroz, İskemik Kalp hastalıkları, konjestif kalp yetmezliği ve diyabetik kardiyomiyopatide angiotensin II'yi kapsayan taurinin mekanizması	4
2.3. Taurin Biyosentezi	6
3.1. Uygulama Ön Periyodu	15
3.2. Bruce Testi Öncesi ve Sonrası Uygulama	16
3.3. Gruplara Göre Taurin ve Plasebo Yükleme Protokolü	17

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge	Sayfa
2.1. Besinlerin Taurin İçeriği	5
2.2. Taurinin Vücutta Dağılımı	7
3.1. Bruce Testindeki Etaplar	18
4.1. Çalışmaya Başlamadan Önce ve Çalışma Bittikten Sonra Bireylerden Alınan Kanda İncelenen Biyokimyasal Parametreler	22
4.2. Taurin ve Plasebo Yükleme Öncesi ve Sonrasında Yapılan Bruce Testi Öncesinde ve Sonrasında Hemoglobin ve Hematokrit Değerleri	23
4.3. Yükleme Öncesi ve Sonrası Hedef Kalp Atım Sayısı Verileri	24
4.4. Taurin ve Plasebo Yükleme Öncesi ve Sonrasında Yapılan Bruce Testi Öncesinde ve Sonrasında Plazma Laktat Değerleri ve Farkların Karşılaştırılması	24
4.5. Taurin ve Plasebo Yükleme Öncesi ve Sonrasında Ölçülen Ağırlık ve Hesaplanan BKİ Değerleri	25
4.6. Taurin ve Plasebo Yükleme Öncesi ve Sonrasında Yapılan Bruce Testinde Ölçülen En Yüksek RER Değerleri	25
4.7. Taurin ve Plasebo Yükleme Öncesi ve Sonrasında Yapılan Bruce Testinde Ölçülen VO_{2max} Değerleri	26
4.8. Taurin ve Plasebo Yükleme Öncesi ve Sonrasında Yapılan Bruce Testinde Ölçülen VCO_{2max} Değerleri	26
4.9. Taurin ve Plasebo Yükleme Öncesi ve Sonrasında Yapılan Bruce Testinde Ölçülen MET Değerleri	26
4.10. Taurin ve Plasebo Yükleme Öncesi ve Sonrasında Yapılan Bruce Testinde Ölçülen En Yüksek KAS Değerleri	27
4.11. Taurin ve Plasebo Yükleme Öncesi ve Sonrasında Yapılan Bruce Testinde Ölçülen 1.1 RER'deki KAS Değerleri	27
4.12. Plasebo, 3 g ve 6 g Taurin Yükleme Sonucunda, Bruce Testinde 1.1 RER'e Ulaşma Zamanı Değerleri	28
4.13. Plasebo, 3 g ve 6 g Taurin Yükleme Sırasında Bruce Testi Toplam Test Süresi Değerleri	29
4.14. Plasebo, 3 g ve 6 g Taurin Yükleme Sırasında Bruce Testi Öncesi ve Sonrasında Alınan Kanda İncelenen TAS Değerleri	30

4.15.	Plasebo, 3 g ve 6 g Taurin Yükleme Sırasında Bruce Testi Öncesi ve Sonrasında Alınan Kanda İncelenen TOS Değerleri	30
4.16.	Plasebo, 3 g ve 6 g Taurin Yükleme Sırasında Bruce Testi Öncesi ve Sonrasında Alınan Kanda İncelenen Glutasyon Değerleri	31
4.17.	Özet Bulgular Tablosu	32

GİRİŞ VE AMAÇ

Profesyonel ve amatör sporcular, sağlık için egzersiz yapan bireyler arasında gıda takviyesi (besin desteği, besinsel ergojenik yardım veya besin supplementi) kullanımı giderek artmaktadır. Bu ürünlerin çoğu yeterli bilimsel veri olmaksızın etkileyici pazarlama teknikleri kullanılarak pazara sunulmakta ve bireyler tarafından gereksiz ve bilinçsiz şekilde kullanılmaktadır. Destek ürünler ile ilgili; ürün seçimi, desteğe ihtiyacı olan bireyin sağlık durumu, beslenme durumu, antropometrik özellikleri, ürünün kullanım zamanı, ne miktarda ve nasıl kullanılacağı, kullanım süresi, olası yan etkileri gibi soruları cevaplandıracak yeterli sayıda bilimsel çalışma olmalı ve bu ürünler uzman kişiler tarafından uygulanmalıdır.

Taurin memeli hücrelerinde en çok bulunan, metiyonin, sistein ve homosisteini içine alan sülfür içeren aminoasit ailesinin bir üyesidir (1). Taurin, metionin ve sisteinden farklı olarak proteinlere katılmamakta, fakat safra asit konjugasyonu, retinal ve nörolojik gelişim, osmoregülasyon, hücrel kalsiyum seviyelerinin modülasyonu ve immün fonksiyon gibi bir çok önemli fizyolojik fonksiyonda rol oynamaktadır (2,3).

Taurin, karaciğerde çeşitli enzimatik yollarla, sisteinden endojen olarak sentezlenebilir. Böylece, elzem değildir veya şartlara bağlı olarak elzemdir (1,4,5). Anne sütü, et, balık gibi hayvansal proteinler iyi diyet kaynaklarındandır (5).

Son yıllarda diyabet, hipertansiyon, kalp hastalıkları, retinal dejenerasyon, iskelet kas hastalıkları gibi hastalıkların tedavisinde taurin yüklemesinin terapötik yararlarından bahsedilmektedir (6,7). Kas dokusunda yüksek konsantrasyonda bulunması, hücrel kalsiyum seviyelerinin modülasyonu ve osmoregülasyondaki rollerinin bilinmesi ile taurin içeren sporcu ve enerji içecekleri ile ilgili araştırmaların sayısında hızlı bir artış gözlenmiştir (5).

Yayınlanan insan çalışmalarına göre oral taurin dozajı günde 500 mg ile 10 g arasındadır. Tüm çalışmalar çift kör, randomize kontrollü, hem sağlıklı yetişkinleri hem de bazı hastalık şartlarını içeren çalışmalardır. Bir çalışmada rapor edilen gastrointestinal şişlik hariç, çift kör, randomize kontrollü, hem sağlıklı yetişkinleri hem de bazı hastalık şartlarını içeren çalışmaların hiçbirinde herhangi bir yan etki bildirilmemiştir (5). 1980'lerden beri, taurin, birçok yeni doğan formüllerine ve toplam parenteral nutrisyon (TPN) solüsyonlarına eklenmektedir (8).

Taurinin egzersiz performansını artırma mekanizması tam olarak bilinmemektedir. Kalsiyum homeostazını düzenleyerek ve yorucu şartlar altında miyokardiyal ve iskelet kas kontraksiyonunu arttırarak egzersiz performansını arttırabildiği düşünülmektedir (9). Egzersiz ve taurin yüklemesi ile ilgili sınırlı sayıda çalışma bulunmakta ve egzersiz performansını arttırmak için gerekli olan optimal ve etkili taurin dozu bilinmemektedir (3).

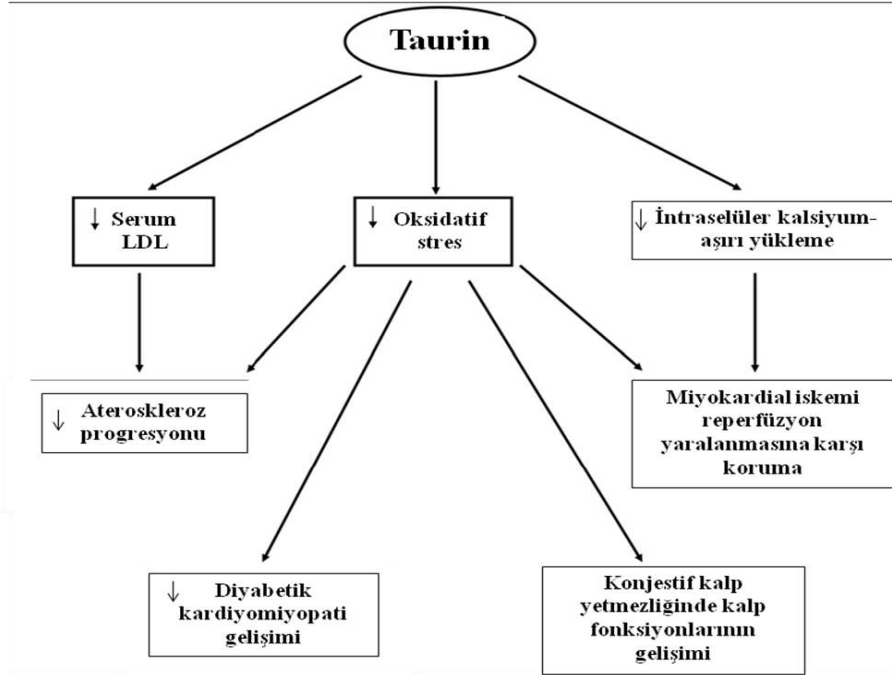
Bu çalışmanın amacı, sağlıklı, aktif olmayan erkek bireylerde farklı doz taurin uygulamasının, akut egzersizde yorgunluğu geciktirme zamanı, toplam antioksidan-oksidan statüsü üzerine etkilerinin incelenmesidir. Taurin yüklemesinin 1.1. solunum değişim oranına (RER) ulaşma zamanını uzatacağı, 3 g ve 6 g yükleme dozları arasında fark olmayacağı hipotezi kurulmuştur.

GENEL BİLGİLER

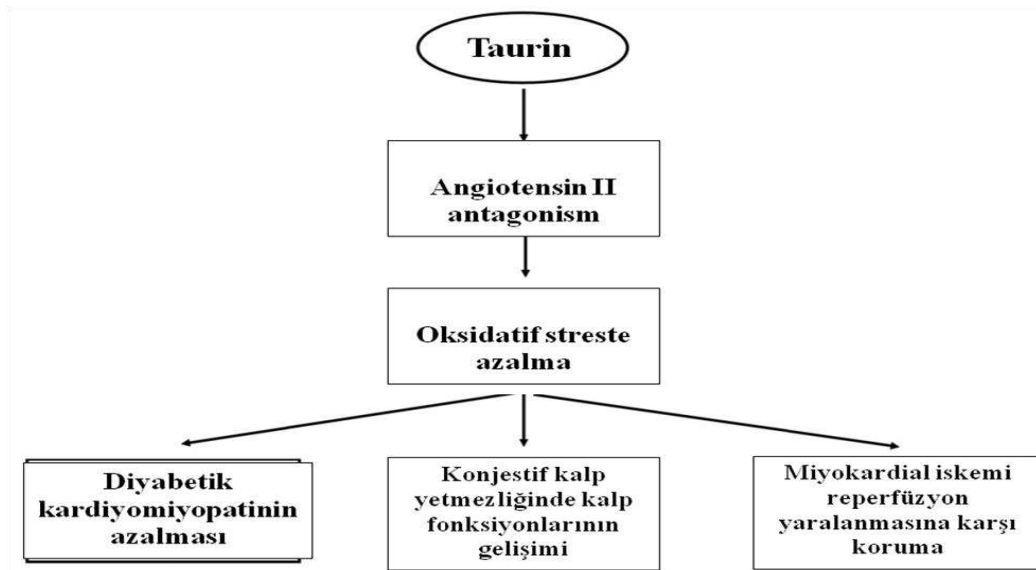
2.1. Taurin

Taurin, 2 aminoetansülfonik asit, memeli hücrelerinde en çok bulunan aminoasittir (9). Çoğu kaynakta bir amino asit olarak bahsedilse de, taurin molekülü, diğer amino asitlerde bulunan karboksilik asit grubu yerine sulfonik asit grubu içermektedir. Karboksilat grubu ile karşılaştırıldığında, sülfonat grubu daha güçlü bir asittir. Yüksek asidite taurini zwitteriyonik yapar. Asitlerin varlığında bir zwitter iyon, hidrojen iyonlarını kabul edebilir, böylece buffer olarak görev yapabilir. Bazların varlığında, zwitter iyonlar solüsyona hidrojen iyonlarını vererek tekrar pH'yı dengelerler. Ayrıca suda çözünür. Bu, taurinin vücutta asit baz homeostazını koruma fonksiyonu olduğunu gösterir (8). Aminoasitlerden farklı olarak, taurin proteinlere katılmaz. Kalp ve iskelet kası, beyin gibi birçok dokuda en fazla bulunan aminoasitlerden bir tanesidir (6). Taurin ilk olarak 1827 yılında sığır safrasından izole edilmiştir, kemirgenlerde elzem değildir, kediler için elzem ve insanlar için şartlara bağlı olarak elzem olabilir (4). Embriyoda, taurin eksikliği kardiyomyopati, retinal dejenerasyon, gelişme geriliği gibi çeşitli lezyonlarla ilişkili olabilir (4,10,11). Yenidoğanlarda enzimatik immatüreden dolayı sentez sınırlıdır ve immatür böbreklerden dolayı taurin korunamaz. Yenidoğanlarda eksikliği beyin ve retina gelişiminde problemlere neden olabilir (4).

Taurin, moleküler yapısından dolayı intraselüler kalsiyum akışını regüle edici, membran stabilasyonunu sağlayıcı, osmoregülatör, detoksifiye edici ve antioksidan özellikleri ile hücre koruyucu özelliklere sahiptir (2). Taurin, oksidatif hasara karşı koruyucu olabilir ve hücre nekrozis ve apoptozisini azaltabilir (9,12). Mekanizması çok az bilinmesine rağmen, önemli kardiyovasküler etkilere sahiptir, platelet agregasyonunu, merkezi sinir sistemi nöromodülasyonunu, retinal fotoreseptör aktiviteyi, endokrin fonksiyonları, hücre farklılaşmasını etkiler (4). Klinik olarak taurin, kardiyovasküler hastalıklar, epilepsi ve benzeri hastalıklar, maküler dejenerasyon, Alzheimer, hepatik hastalıklar ve kistik fibrozis gibi hastalıkların tedavisinde kullanılmaktadır. Taurinin analogu acamprosate, alkolizmin tedavisi olarak kullanılmaktadır (6). Şekil 2.1.'de çeşitli kardiyovasküler anomalilerde intraselüler kalsiyum aşırı yükleme, serum düşük dansiteli lipoproteinler (LDL) ve oksidatif strese azalmaları kapsayan taurinin mekanizması ve şekil 2.2.'de ateroskleroz, iskemik kalp hastalıkları, konjestif kalp yetmezliği ve diyabetik kardiyomyopatide angiotensin II'yi kapsayan taurinin mekanizması verilmiştir.



Şekil 2.1. Çeşitli kardiyovasküler anomalilerde intraselüler kalsiyum aşırı yükleme, serum LDL ve oksidatif streste azalmaları kapsayan taurinin mekanizması (13).



Şekil 2.2. Ateroskleroz, iskemik kalp hastalıkları, konjestif kalp yetmezliği ve diyabetik kardiyomiyopatide angiotensin II'yi kapsayan taurinin mekanizması (13).

2.1.1. Taurin Sentezi

Sağlıklı bireylerde taurinin ana kaynağı diyetle alınan besinlerdir. Yetişkin bir bireyin ortalama alımı 58 mg'dır (17-1000 mg arasında değişen büyük bir aralık

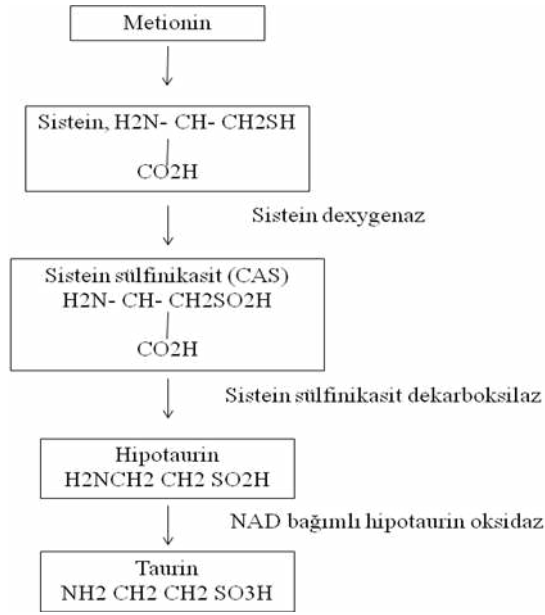
göstermektedir) (7). En fazla deniz ürünlerinde, sonrasında kanatlı hayvan etlerinde (özellikle hindi) bulunur. Yoğurt, peynir, süt, dondurma gibi süt ürünlerinde az miktarda bulunmaktadır. İnek sütüne göre anne sütü yüksek miktarlarda taurin içerir (8). Meyve ve sebzeler, tahıllar, kurubaklagiller, yağlı tohumlar ve kuruyemişlerde taurin bulunmaz (8,14). Deniz yosunu gibi birkaç bitki az miktarlarda taurin içerebilir. Soyaya dayalı diyetler çok az miktarda taurin içerir veya hiç içermez (8). Çizelge 2.1.'de besinlerin taurin içerikleri gösterilmiştir. Taurin suda çözündüğü için, yiyeceklerin hazırlanma şekli diyetin taurin içeriğini etkileyecektir (8). Yapılan bir çalışmada, kızartma veya fırınlama gibi yöntemlere göre, yiyeceği suda kaynatmanın daha fazla taurin kaybına neden olduğu belirtilmiştir (15).

Çizelge 2.1. Besinlerin Taurin İçeriği (mg/100 g yaş ağırlık) (4)

Besin	Miktar
Et	
Sığır eti/çiğ	43
Domuz eti/çiğ	61
Tavuk/çiğ/koyu kısım	169
Hindi/çiğ/koyu kısım	306
Kuzu/çiğ/koyu kısım	47
Jambon/fırınlanmış	50
Deniz Ürünleri	
Tuna/Konserve	42
Beyaz Balık/çiğ	151
Midye/çiğ	655
İstiridye/taze	70
Morina balığı/dondurulmuş	31
Süt ve Süt Ürünleri	
Pastörize süt	6
Çedar peyniri	Saptanmamış
Yoğurt/az yağlı	3.3
Dondurma/vanilyalı	1.9
Meyveler, sebzeler, kuruyemişler, yağlı tohumlar, tahıllar, kurubaklagiller	Saptanmamış

Endojen taurin sentezi en çok karaciğerde olmaktadır. Böbrek ve beyinde de taurin sentezi gerçekleşebilir. Taurinin sentezlendiği ya da taşındığı yer, taurinin biyolojik özellikleri ile ilgilidir (8). Taurin biyolojik sistemde 5 yol ile sentezlenebilir (16).

- I. Metionin → sistein → sisteinsülfonik asit → hipotaurin → taurin (ana sentez bu yol ile gerçekleşmektedir. Şekil 2.3.' de gösterilmiştir)
- II. Metionin → sistein → sisteinsülfonik asit → sisteik asit → taurin
- III. Sisteamin → sisteamin ara ürünleri → hipotaurin → taurin
- IV. Sülfat → sülfid ara ürünleri → sisteik asit → taurin
- V. Sistin → sistin disülfoksit → sistamin disülfoksit → hipotaurin → taurin



Şekil 2.3. Taurin Biyosentezi (17)

Taurinin vejetaryenlerde diyetle alımı yoktur, bu nedenle vejetaryenlerin plazma konsantrasyonları daha düşüktür (14,18). Uzun süre TPN terapisi alan bebekler ve yetişkinlerde de plazma seviyeleri düşüktür. Taurinin düşük plazma seviyeleri vitamin B6 eksikliği ile de ilgili olabilir. Çünkü taurinin biyosentezi için kofaktör olarak vitamin B6'nın aktif koenzim formu pridoksal 5 fosfat gerekmektedir (8). İnsanlarda maksimal sentezin ne kadar olduğu bilinmemektedir. Yetişkinlerde günlük sentez ortalama 0.4-1.0 mmol (50-125 mg) arasındadır, stres altında sentez kapasitesi olumsuz etkilenebilir. Bu yüzden bazı yazarlara göre taurin şartlara göre elzem, bazılarına göre ise elzem olmayan bir aminoasittir (4). Sistein sülfonik asit dekarboksilaz enzimi yaş, cinsiyet gibi faktörlerden etkilenmektedir. Genellikle erkekler bayanlara göre daha yüksek enzim aktivitesine sahiptir (4,6).

2.1.2. Taurinin Vücutta Dağılımı

70 kg'lık bir insan, 5-50 mM oranında intraselüler konsantrasyonlu taurinin yaklaşık 560 mmol (70 g)'ünü içerir. Plazma konsantrasyonu yaklaşık 100 µM'dır (19). Retina, beyaz kan hücreleri, trombositler, beyin, merkezi sinir sistemi, kalp, iskelet kasları ve karaciğer gibi serbest radikal oluşturmaya eğilimli dokular daha yüksek konsantrasyona sahiptir (4). Çizelge 2.2'de insan vücudunda taurinin dağılımı gösterilmiştir.

Çizelge 2.2. Taurinin vücutta dağılımı (4)

	$\mu\text{mol/g}$ (yaş ağırlık)		$\mu\text{mol/l}$ (konsantrasyon)
Beyin	0.8-5.3	Safra	200
Eritrosit	0.05-0.07	Süt	337
Kalp	6	Tükürük	16-65
Böbrek	1.4-1.8		
Karaciğer	0.3-1.8		
Akciğer	1-5		
Kas	2.2-5.4		
Trombositler	16-24		
Retina	30-40		
Dalak	11.4		
Beyaz kan hücreleri	20-35		

Diyet kısıtlaması durumunda, taurin plazma konsantrasyonları, düşük renal tübüler reabsorpsiyon eşiğini kapsayan homeostatik kontrol ile korunmaktadır. Tam kan konsantrasyonundan farklı olarak, plazma konsantrasyonları alıma yanıtta çok hızlıdır. Taurinin dönüşümü (turnover) biri küçük (2.0 mmol veya 0.25 g) ve biri büyük (100 mmol veya 12.5 g) iki değişebilir havuz ile karakterize edilmiştir. Küçük havuz, doku konsantrasyonunun iyi bir göstergesi değildir, büyük olasılıkla diyet alımını ve üriner atımı yansıtır, çok hızlı bir şekilde değişebilir, yarılanma ömrü 0.2 saattir, safra, merkezi sinir sistemi ve diğer dokuları içerir. Büyük havuz, yavaş bir dönüşüm oranına sahiptir ve yarılanma ömrü 70 saattir. Diğer dokulara donör olarak uygun olup olmadığı henüz net değildir (20). Taurin, sodyum ve klor iyonlarının transportu ile birleşen, iki kalsiyuma duyarlı enzim; protein kinaz C-transport inhibitörü ve kalmodulin-transport stimilatörü'nün aktivasyonu ile regüle edilen bir taşıyıcı protein ile tüm dokulara aktif bir şekilde taşınır (19).

2.1.3. Taurinin Atımı

Taurin safra ve idrarla atılır (21). Toplam vücut havuzu; tübüler reabsorbsiyonun değiştirilmesi ile böbrekler tarafından düzenlenir (22). Taurin glomerulusta filtre edilir ve yüksek afinite, düşük kapasite, sodyuma bağlı, aminoasit spesifik transport sistem ile tübüllerde reabsorbe edilir (4). Atılan taurin miktarı bireyler arası farklılık gösterir, hatta aynı bireyde farklı günlerde farklıdır. 0.22-1.85 mmol'e ulaşabilir ve genetik, yaş, cinsiyet, diyet, renal fonksiyon ve klinik şartlar gibi çeşitli faktörlerden etkilenebilir (4,8,14,18). Diyetle alımın azalması veya öncü aminoasitlerin kullanımında bir azalma olduğu zaman, taurinin renal absorpsiyonu dokulardaki depoları korumak için artar (22). Diğer taraftan, diyetle alımın artması ve ameliyat, kas hastalıkları, kas hasarı veya radyasyon terapisi gibi hücrelerden taurin salınımını azaltan şartlar taurinin renal atımını arttırır (4,23). Taurinin radyoaktif izotopu kullanılarak yapılan bir çalışmada, taurinin büyük bir kısmının değişmeden üriner yol ile atıldığı gösterilmiştir. Taurin aynı zamanda intestinal bakteriyel yıkım ile sülfat, karbondioksit (CO_2), su ve amonyağa dönüşür. Bu yıkım ürünlerinden her biri kendileri ile ilgili değiştirilebilir havuza girer ve hızlı bir

şekilde nefes veya idrar ile atılır. Aşırı diyet taurini idrarla atılmaktadır. İdrarda aşırı taurinin başka bir nedeni de doku yaralanması olabilir (8).

2.1.4. Taurin ve Kardiyovasküler Etkiler

Kalbin toplam aminoasit havuzunun % 50'sinden fazlası taurindir (4). Pozitif antiaritmik, kronotropik ve inotropik etkilere sahip olduğu gösterilmiştir (4,24), insanlarda ve hayvanlarda kan basıncını azaltabilir (6,25,26). Bu özellikler kalsiyum transportu sağlayan, sarkolemmada membrana bağlanan taurin ile ilgiliymiş gibi görünmektedir. Fosfolipidler üzerine özel etkiler veya membranda taurinin düşük veya yüksek afiniteli protein reseptörlerine bağlanması henüz bilinmemektedir (4). Taurin çeşitli mekanizmalarla kronik kalp yetmezliğini iyileştirebilir (27,28,29,30,31,32). Birinci olarak taurin, atrial natriüretik faktör sekresyonunun modülasyonu, vazopressin salınımının varsayılan regülasyonu, böbreklerde ozmoregülatör aktivite ile natriürezis ve diürezisi sağlamaktadır. İkinci olarak, taurin kalsiyum akımını düzenler ve siklik AMP üzerine etkileri aracılığı ile inotropik ve beta-adrenerjik aktivasyonu artırır. Üçüncü olarak, taurin, kalsiyum transportu, protein sentezi ve anjiotensin II sinyali üzerine anjiotensin II etkisini düzenler. Böylece taurin anjiotensin II'nin kardiyak hipertrofi, volüm overload ve miyokardial remodelling gibi bir çok yan etkisini azaltabilir. Bazı yayınlara göre kalp yetmezliğinde artan sitokin aktivitesi taurin ve sisteine olan ihtiyacı arttırabilir (30,31,32). Miyokardiyal enfarktüs sonrası, taurin yüklemesi, platelet agregasyonunu azaltırken, kalsiyum iyon konsantrasyonunu düzenleyerek, elektriksel membran uyarlabilirliğini stabilize etmeye yardım eder (4,33).

2.1.5. Taurin ve Merkezi Sinir Sistemi Nöromodülasyonu

Sinir sisteminde ve beyin gelişimi süresince, taurin hücre göçünü etkiler, nörotransmisyonu düzenler (4,11). Glutamik, gamma-amino bütirik ve aspartik asitler beyin gelişimini yavaşlatırken, taurin tam tersine beyin gelişimini hızlandırabilir. Beyin sinaptosomlarından izole edilen bazı düşük moleküler ağırlıklı peptidler taurin içerir. Bu peptidlerin en çok bulunanı, glutaurin, nörotransmitter olarak hareket eder (4,34). Ayrıca, depolarizasyon süresince kalsiyum iyonlarının mobilizasyonunu kontrol ederek, taurin, membranı stabilize eder ve önemli bir nörotransmitter olan glutamat oluşumunu etkiler (4).

2.1.6. Taurin ve Osmoregülasyon

Memeli hücreleri ozmotik dengesizliği sürdürmekte sınırlı bir yeteneğe sahiptir. Ekstraselüler konsantrasyon ciddi bir şekilde değiştiği zaman, hücre fonksiyonları bozulur. Bu değişiklikler hücrenin membran potansiyelini, enzim aktivitelerini ve diğer intraselüler süreçleri etkiler. Sitosolik konsantrasyonlar ekstraselüler kompartmanın ozmolaritesi ile paralel olarak değişmelidir (35).

Ozmolitler düşük moleküler ağırlıklı bileşiklerdir ve suyun hareketine yardımcı olmak için yüksek miktarlarda bulunmalıdırlar. Aynı zamanda etkili ve hızlı bir mobilizasyon sağlamak için hazır bulunmalıdırlar (8). Ozmolitler, potasyum, sodyum, klor gibi inorganik iyonlardan ve aminoasitleri, şekerleri, polialkoller ve aminleri içeren organik moleküllerden oluşmaktadır (35). Taurin, betain veya myo-

inositol gibi bileşikler ideal ozmolitlerdir. Çünkü bu bileşikler herhangi bir total iyon yükü sağlamaz ve herhangi bir enerji üreten metabolik sürece katkıda bulunmazlar. Böylece, düzenleyici volüm sürecinde merkezi bir rol oynayabilirler (8).

Ozmotik stres süresince taurin ve iyonların hareketini gösteren kanıtlar bulunmaktadır (35,36). Daha fazla taurin hücreye girer veya hücreden ayrılır, daha azı hücrenin iyon içeriğini düzenlemeye ihtiyaç duyar. Çünkü taurin gibi ozmolitler, sitoplazmik kompartmanın boyutundaki önemli değişiklikleri engeller. Taurin aynı zamanda anahtar iyon taşıyıcılarının aktivitesini değiştiren, protein kinaza bağlı sinyal yollarının başlamasını içeren, ozmotik bozulmanın diğer sonuçlarını minimize eder. İlginç olarak, aynı protein kinaz sinyal yolları hücre proliferasyonuna neden olabilir ve hücrenin hayatta kalmasına destek olabilir. Böylece, hücre volümünü regüle etme yeteneğinden dolayı, taurin, diğer hücresel olaylarda olduğu gibi, iyon homeosentezi üzerine major bir etkiye sahiptir (8).

2.1.7. Taurin & Antioksidan ve Membran Stabilize Edici Aktivite

Taurin reaktif oksijen radikallerini tutarak direk antioksidan etki gösterir veya membran geçirgenliğinde oksidan hasara bağlı değişiklikleri engelleyerek indirek etkide gösterebilir. Taurinin direk veya indirek etki göstermesi ile ilgili çelişkili sonuçlar bulunmaktadır. Bazı kaynaklara göre direk, bazılarına göre indirek bir antioksidandır. Mekanizması tam olarak açıklanamamıştır (37,38).

Hücresel toksisitenin iki majör nedeni; kalsiyum yüklenmesi ve oksidatif stres üzerine taurinin etkileri bulunmaktadır. Taurin, myeloperoksidaz varlığında hipokloröz asiti (HOCl) direkt olarak uzaklaştırmasına rağmen, süperoksit ve hidrojen peroksiti (H_2O_2) direkt olarak uzaklaştırılmaz. Taurinin oksidatif stresi azaltmasında dört mekanizma yer almaktadır. 1) Taurinin antioksidan savunmayı regüle edebildiği ile ilgili kanıtlar bulunmaktadır. 2) N-klorotaurin nötrofillerin aktivitesini baskılar, böylece serbest radikal oluşumu azalır. 3) Taurin kalsiyum yüklenmesini engelleyebilir ve serbest radikal oluşumu minimize edilir. 4) Taurinin bazı ksenobiyotiklere karşı, hücre koruyucu etkisinin en büyük nedeni taurin konjugasyonudur. En az üç mekanizma taurin aracılığı ile kalsiyum hareketinin düzenlenmesine yardımcı olur. İlk olarak, taurin indirek olarak Na^+/Ca^{+2} aktivitesini değiştirir. İkinci olarak, taurin, bir osmolit olarak, osmotik olarak duyarlı iyon taşıyıcılarının bir kaçının aktivitesini etkiler. Bu taşıyıcılar direkt olarak Na^+ ve K^+ taşıyıcılarını etkiler, kalsiyum transportu değişir. Üçüncü olarak, taurin kalsiyum hareketini değiştiren özel ksenobiyotikleri detoksifiye eder (2,6,37,39).

Genel olarak, taurin tedavisinin oksidatif hasara karşı hücreleri koruduğu kabul edilir. Bu konu ile ilgili literatürde çok büyük tartışmalar bulunmaktadır. Aruoma et al. (40) taurinin direk olarak süperoksit, H_2O_2 veya hidroksil radikalleri ile reaksiyona girmediğini göstermiştir. Fakat, taurinin H_2O_2 'ye bağlı hasara karşı hepatositleri koruduğu gösterilmiştir (41).

Karaciğer biyosentez aracılığı ile taurin miktarını düzenlerken, böbrek, atım yolu ile tüm vücut taurinini düzenler. Karaciğerde olduğu gibi, böbrek, taurinin hücre koruyucu aktivitesinden yararlanır. Trachtman et al. tarafından yapılan çalışmada taurinin hücre koruyucu aktivitesinin HOCl'nin uzaklaştırılması ile ilişkili olması gerektiği belirtilmiştir (39). Bununla birlikte taurinin etkisi N-klorotaurin ile nötrofil

aktivitesinin baskılanmasını içermelidir (42). Trachtman et al. reaktif oksijen türlerinin ve serbest radikallerin, inflamatuvar yanıt süresince üretildiğini bulmuştur. Elektron spin rezonans ölçümüne göre, taurin tedavisi böbreklerde serbest radikal türlerini azaltır (39).

Düşük antioksidan savunmaya sahip olan kalp oksidatif hasara duyarlıdır. Oksidatif stres üreten ve taurin terapisine yanıt veren iki ajan doksorubisin ve isoproterenoldür. İsopterolün toksik konsantrasyonları, malondialdehit miktarının artışı, glutatyon seviyelerinin azalışı ve glutatyon peroksidaz aktivitesinin azalışı ile gösterilmiştir ve taurin tedavisi bu değişiklikleri engellemektedir. Benzer olarak taurin tedavisi doksorubisin verilen farelerde malondialdehit miktarındaki artışı engellemiş, fakat glutatyon peroksidaz aktivitesindeki azalışı engellememiştir. Taurinin antioksidan rolü desteklenirken, aynı zamanda taurin, iki toksine maruz kalan kalpte kalsiyumun aşırı yığılmasını azaltmaktadır (39).

Taurin, klasik reaktif oksijen türü süpürücüsü değildir, fakat N-klorotaurin formu ile HOCl ile tepkimeye girer (43). Bu reaksiyon nötrofillerde bulunan enzim myeloperoksidaz ile katalize olur. N-klorotaurinin ana kaynağı lökosit yapan nötrofiller hem taurin hem de HOCl'den zengindir. N-klorotaurin bakterisidal ve fungisidal aktivite göstermesine rağmen, HOCl'den daha az sitotoksiktir (44,45). Gerçekte, N-klorotaurin formasyonu, aşırı HOCl üretimi ile oluşan oksidatif strese karşı nötrofilleri koruyabilir (46). N-klorotaurinin diğer önemli bir özelliği inflamatuvar yanıtın şiddetini düzenleyebilme yeteneğidir (47,48), taurin nötrofile bağlı reperfüzyon yaralanmasına karşı kalbi korumaktadır. N-klorotaurin ve taurinin önemli fonksiyonlarından bir tanesi nötrofilin sitotoksitesini sınırlandırmaktır. Bu taurinin en önemli antioksidan aktivitesidir (39).

Taurin aynı zamanda lipid peroksidasyonu için lipidlerin kullanılabilirliğini sınırlandırarak, oksidatif hasarı engelleyebilir. Biyolojik membranlar çift katmanlıdır. Membranda bulunan fosfolipidlerin bazıları çift katman yapısını bozabilir. Fosfotidiletanolamin heksagonal yapı olarak dağılan fosfolipidlerin grubuna aittir. Fosfotidiletanolamin, fosfotidilkoline, çift katmanlı yapıya dönüşebilir. Hamaguchi et al. taurinin, fosfotidiletanolaminin fosfotidilkoline katalize edilmesini sağlayan fosfolipid N-metiltransferaz enzimini inhibe ettiğini belirtmiştir. Fosfotidiletanolamin genellikle hücre membranının iç katmanında bulunmaktadır. Fosfotidilkolin ise genellikle ekstraselüler boşluğa bakan dış katmanda bulunmaktadır. N-metiltransferaz reaksiyonunun inhibe edilmesi ile, taurin iç membrandan dış membrana fosfolipidlerin hareketini engeller. Taurin bazı fosfolipidlerin baş grupları ile iyonik etkileşimi şekillendirebilir. Bu çok sayıda hareketten dolayı, taurin lipid peroksidasyonunu indirek olarak etkiler (39).

2.1.8. Taurin ve Hücresel Kalsiyum Metabolizması

El Idrissi and Trenkner (49) ve Chen et al. (50) tarafından yapılan çalışmalarda, taurinle inkübe edilen nöral hücrelerde, glutamatın neden olduğu eksitotoksitede ($\text{Na}^+/\text{Ca}^{+2}$ değiştirici ile Ca^{+2} 'nin inhibisyonundan olduğu düşünülen bir etki) bir azalma rapor edilmiştir. $\text{Na}^+/\text{Ca}^{+2}$ değiştirici, doksorubin kardiyotoksitesisi üzerine taurinin azalmasını etkilerini içermektedir. Harada et al. taurin eksikliği ve doksorubin'in $\text{Na}^+/\text{Ca}^{+2}$ değiştiricinin aktivitesini baskıladığını

bulmuşlardır. Doksozürbin intraselüler depolardan kalsiyum salınımını kolaylaştırır, Ca^{+2} artar. Taurin tedavisi $\text{Na}^+/\text{Ca}^{+2}$ değiştirici yoluyla Ca^{+2} çıkışını kolaylaştırır ve Ca^{+2} homeostazisini geliştirir. Taurinin bu etkisi, onun membran stabilize edici özelliğinin bir parçası olabilir (39). Fosfolipid N-metilasyonun yüksek oranları $\text{Na}^+/\text{Ca}^{+2}$ değiştirici aktivitesindeki azalma ile ilişkilidir. Böylece, fosfolipid N-metiltransferaz aktivitesindeki taurine bağlı azalmalar $\text{Na}^+/\text{Ca}^{+2}$ değiştirici vasıtasıyla akımı arttırır ve doku Ca^{+2} içeriği azalır. Taurin aynı zamanda değiştiricinin yakınındaki kalsiyumu arttırarak, $\text{Na}^+/\text{Ca}^{+2}$ değiştirici vasıtasıyla Ca^{+2} çıkışını düzenler (16).

Kronik osmotik stres ve taurin tedavisi hücreleri etkiler, yalnızca osmotik dengeyi geliştirmez, aynı zamanda çeşitli anahtar iyon taşıyıcılarının aktivitesini etkiler. Taşıyıcılar arasında, osmotik stres ve taurin tedavisi ile değişen akım $\text{Na}^+/\text{Ca}^{+2}$ değiştirici, ATP duyarlı K^+ kanalı, L tipi Ca^{+2} kanalı ve hızlı Na^+ kanalıdır (35). Direkt olarak ölçölmemesine rağmen, taurin osmotik olarak duyarlı Na^+/H^+ değiştiricinin aktivitesini etkiler. Bu taurine duyarlı taşıyıcıların tümü iskemi-reperfüzyon hasarında ve büyük bir olasılıkla Ca^{+2} 'a bağlı sitotoksisitenin diğer formlarında anahtar rol oynar (39).

Taurinin olası hücre koruyucu mekanizmasına Ca^{+2} 'deki azalmalar aracılık edebilir. İskemi reperfüzyon süresince Ca^{+2} akümülasyonu ile engellenen ajanların başında Na^+/H^+ değiştirici inhibitörü gelir. İskemi süresince ATP'nin hidrolizi ve metabolik aracılar pH'da azalmaya neden olurlar. Na^+/H^+ değiştirici pH'daki azalmaya duyarlıdır ve ekstraselüler Na^+ ve intraselüler H^+ arasında bir değişikliğe neden olur. Hücreye giren Na^+ 'un bir kısmı ekstraselüler Ca^{+2} ile daha fazla değişime uğrar. $\text{Na}^+/\text{Ca}^{+2}$ değiştirici yolu ile Ca^{+2} girişi aşırı olduğu zaman, çeşitli hücresele hasar ortaya çıkar. Osmotik stres ve taurin tedavisi Na^+/H^+ ve $\text{Na}^+/\text{Ca}^{+2}$ değiştiricilerinin aktivitelerini etkiler. Earm et al.'a göre, orta düzey taurine maruz kalan hücrelerde $\text{Na}^+/\text{Ca}^{+2}$ değiştirici aktivitesi artmıştır. Böylece, Na^+/H^+ ve $\text{Na}^+/\text{Ca}^{+2}$ değiştiricileri üzerine taurinin etkileri hücre koruyucu olması için olası olmayabilir. Aslında, taurin tedavisi ve Na^+/H^+ değiştirici inhibitörünün kombinasyonu, yalnız Na^+/H^+ değiştirici inhibitörü veya yalnız taurine göre daha fazla hücre koruyucu olabilecektir (39).

2.1.9. Taurin Yükleme

Farmakolojik özellikli bir fizyolojik ajan olarak taurinin önemi iyi bir şekilde tanımlanmıştır fakat taurin yüklemeinin avantajları tam olarak açıklanamamıştır. Taurin yüklemeinin zararlı etkisini gösteren bir çalışma yoktur (8). Yayınlanan insan çalışmalarına göre oral taurin dozajı günde 500 mg ile 10 g arasındadır. Tüm çalışmalar çift kör, randomize kontrollü, hem sağlıklı yetişkinleri hem de bazı hastalık şartlarını içeren çalışmalardır (5). İnsan çalışmalarında kullanılan en yüksek oral taurin dozu 10 g/gün-6 aydır. En fazla süre, kistik fibrozisli, 10-20 yaş arası hastalarda, 500-1500 mg/gün olarak verilen taurin ile 12 aydır (5). Vücuttaki taurin seviyelerinin kısmen böbrekler tarafından regüle edildiği belirtilmiştir (21,51). Böylece, aşırı diyet taurini idrarla atılır (8,52). Çalışmalara göre taurin yükleme ile hem idrar hem de serum taurin seviyeleri artmaktadır. Bir çalışmada rapor edilen gastrointestinal şişlik hariç, çift kör, randomize kontrollü, hem sağlıklı yetişkinleri hem de bazı hastalık şartlarını içeren çalışmaların hiçbirinde herhangi bir yan etki

bildirilmemiş (5), yüksek farmakolojik dozlarda bile bir toksik etkiye rastlanmamıştır. 1980'lerden beri, taurin, birçok yeni doğan formulalarına ve TPN solüsyonlarına eklenmektedir (8).

2.1.10. Egzersiz ve Taurin Yükleme

Tip I lifler tip II liflere göre, daha fazla miktarda taurin içermektedirler (53). Taurinin iskelet kaslarında proteine katılımı yoktur ve intramüsküler içeriği yüksektir (~50-60 mmol/kg, plazmada ~30-60 µmol/l) (54). Taurinin iskelet kaslarında ozmotik dengeli, iyon kanal fonksiyonunu, kalsiyum seviyelerini ve kontraktiletiyi regüle ettiği bilinmektedir. Tip II liflerde lipid peroksidasyonundaki artışı bloke ederek, egzersize bağlı kas hasarlarında hücre koruyucu rol gösterir (55).

Taurinin egzersiz performansını artırma mekanizması tam olarak bilinmemektedir. Kalsiyum homeostazını düzenleyerek ve yorucu şartlar altında miyokardiyal ve iskelet kas kontraksiyonunu arttırarak egzersiz performansını arttırabildiği düşünülmektedir (9). Egzersiz süresince taurinin kardiyak etkilerinin araştırıldığı çalışmalarda, taurin yüklemesi kalp atımındaki artış düzeyini engellemiştir. Sempatik sistem ile taurin arasında bir ilişkiden bahsedilmektedir. Taurinin kalpte, siklik nükleotid içeriğinde strese bağlı artışı antagonize ettiği ve adenilat siklaz ve fosfodiesterazı uyarak cAMP nin dönüşümünü arttırdığı belirtilmiştir. Aynı zamanda taurin kanda norepinefrin seviyelerini azaltmakta, kalp kas hücrelerinde katekolaminlerin bağlanmasını minimize etmektedir. Böylece katekolaminlerin yoğun salınımına karşı taurin kalbi korumaktadır. Bu çalışmalarda taurinin, daha ekonomik kardiyak hareket, azalan kalp atımı mekanizmaları ile performansı arttırdığı belirtilmiştir (56).

Sıçanlarda içme suyuna konulan %3'lük taurinin egzersiz performansını arttırdığı bulunmuştur (55). Zhang et al.'ın insanlar üzerinde yaptığı bir çalışmada 1 hafta, günde 6 g'lık dozlarda yüklenen taurin, bisiklet ergometresinde egzersiz yorgunluk zamanını, maksimal oksijen tüketimini ve maksimal iş olarak ölçülen egzersiz performansını arttırmıştır (9). Sol ventrikül ejeksiyon fraksiyonu % 50'den az (New York Kalp Birliği sınıflamasına göre sınıf II veya III) olan kalp hastaları üzerinde yapılan bir çalışmada, 2 hafta, günde 3 kez 500 mg taurin alan bireylerin egzersiz kapasiteleri artmıştır (57). Egzersiz performansını arttırmak için gerekli olan optimal ve etkili taurin dozu bilinmemektedir (3) .

Egzersiz ve taurin yüklemesi ile ilgili yapılan hayvan ve insan çalışmaları sınırlı sayıdadır. İnsanlarda yapılan çalışmalarda genelde 6 g/gün, 1 haftalık taurin yükleme dozu ve süresi kullanılmıştır (9,58). Bir çalışmada hem akut (1.66 g/gün-tek doz), hem de kronik (4.98 g/gün-1 hafta) taurin yüklemesi yapılmıştır (54). 1 saatlik hipertonic kuvvet antrenmanının, plazma aminoasit konsantrasyonu üzerine etkilerinin incelendiği bir çalışmada ise tek doz 50 mg/kg/gün şeklinde taurin kullanılmıştır (59). Bir başka çalışmada, kreatin ve diğer aminoasitlerle birlikte 3 g/ 3 gün taurin verilmiş ve bu süre ve dozun yetersiz olabileceği, etkili taurin dozu ile ilgili çalışmalara ihtiyaç olduğu belirtilmiştir (60). Hem akut hem de kronik taurin yüklemesinin yapıldığı çalışmada, günde 15 g lık dozların insan çalışmalarda tolere edilebilmesine rağmen, 15-20 g/gün üzerindeki dozların gastrointestinal problemlere neden olabileceği belirtilmiştir (54).

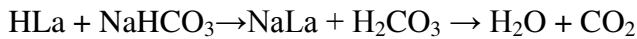
2.2. Egzersiz ve Oksidatif Stres

Süperoksit, H₂O₂ ve hidroksil radikalleri metabolik ve fizyolojik süreçlerde üretilmekte ve zararlı reaksiyonlar oluşturabilmektedir. Fizyolojik şartlar altında oluşan bu serbest radikallerin büyük bir kısmı, vitaminler, protein ve protein olmayan tioller ve antioksidan enzimleri kapsayan antioksidan savunma sistemi ile uzaklaştırılır (61,62). Çeşitli çalışmalara göre fiziksel egzersiz, artan oksijen tüketimi ve serbest radikal üretimi arasında ilişki vardır. Normal solunum ile her 25 oksijen molekülüne karşı bir serbest radikal üretilmektedir (63). Egzersizle birlikte tüm vücut oksijen tüketimi 10-15 kat artmakta ve aktif kaslarda oksijen akışı 100 katına çıkabilmektedir (62). Son 30 yıllık süreçte yapılan çalışmalara göre, yeterli sıklık, şiddet ve sürede yapılan egzersizler serbest radikal üretimini arttırmakta ve egzersiz süresince üretilen serbest radikaller antioksidan savunma sisteminden fazla olursa, çeşitli biyolojik moleküllerin (lipidler, proteinler, nükleik asitler) oksidasyonuna neden olabilmektedir (64). Serbest radikallerin kontraktil fonksiyonları değiştirmesi ve/veya kas hasarını/yorgunluğu hızlandırması nedeni ile serbest radikal üretimini azaltma metotları ile ilgili araştırmalar yapılmaya başlanmıştır.

Farklı egzersiz protokolleri (egzersizin süresi, şiddeti ve devamlılığı) farklı seviyede serbest radikal üretimine neden olmaktadır. Egzersiz şiddeti ve süresi arttıkça, antioksidan savunma sistemi yeterli gelmeyecek ve oksidatif hasar oluşabilecektir (65). Yaş, antrenman durumu, diyet alımı gibi faktörler antioksidan savunma sistemini etkileyecektir (64).

2.3. Solunum Değişim Oranı (RER)

RER, ağız yolu ile ölçülen, dışarı atılan karbondioksitin, alınan oksijene oranıdır ($RER = VCO_2 / VO_2$) (66). Aşırı nefes alıp verme ile, oksijen tüketiminde artış olmaksızın, verilen hava ile CO₂ dışarı atıldığı için, kanın CO₂ içeriği azalır. Bu durumda RER 1.1'in üzerine çıkar. Yorucu egzersizde de RER 1.1'in üzerindedir. Metabolik eşik değer üzerinde, laktatın bikarbonat ile tamponlanması sonucu oluşan karbonik asit, pulmoner kapillerlerde CO₂ ve suya dönüşür (66,67) .



Birçok araştırmada bireye yoruluncaya kadar egzersiz yaptırılmış ve RER kriter olarak alınmıştır (68-73). Çalışmalarda RER değeri olarak 1.09, 1.0, 1.1, 1.15 kullanılmıştır. Bu çalışmada RER'in 1.1'in üzerine çıktığı nokta baz alınarak değerlendirme yapılmıştır.

MATERYAL VE METOT

3.1. Katılımcılar

Araştırma, Akdeniz Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu'nda öğrenim gören, 18 yaş ve üstü erkek bireyler üzerinde yapılmıştır. Çalışma için Antalya Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'na başvuru yapılmış ve kurulun 05.01.2010 tarihli toplantı kararı ile etik kurul onayı alınmıştır (*EK 1*). Öncelikle, araştırma ile ilgili duyuru yapılmış ve gönüllü olan 35 bireye, araştırmaya katılma ve çıkarılma kriterleri ile ilgili sorulardan oluşan bir anket uygulanmıştır (*EK 2*).

Araştırmaya Katılma Kriterleri;

- Sağlıklı olma (egzersize katılmayı engelleyecek veya gıda takviyesi alımını engelleyecek sağlık sorunu olmaması),
- 18 yaş ve üstü olma
- Son 3 aydır benzer çevre koşullarında yaşama (oksidatif stres değişkenlerini etkileyebilecek sıcaklık, ozon gibi etkiler) (74),
- Benzer VO_{2max} (maksimal oksijen tüketimi) düzeylerine sahip olma (VO_{2max} düzeyi $34-52 \text{ ml. kg}^{-1}.\text{dak}^{-1}$ arasında olma) (75),
- Daha önce koşu bandında yürüme veya koşma deneyimi olma,
- Gönüllü olma,
- Beden kütle indeksi (BKI) $18.5-24.9 \text{ kg/m}^2$ arasında olma (76)

Araştırmadan Çıkarılma Kriterleri;

- Deneyden en az 3 ay öncesine kadar herhangi bir tıbbi tedavi almış veya vitamin, mineral gibi çalışma sonuçlarını etkileyebilecek herhangi bir ürün kullanmış olma,
- Laboratuvar değerlerinde anormallik,
- Vejetaryen olma (taurin hayvansal kaynaklı gıdalarda bulunduğu için, vejetaryen bireylerin diyet taurin alımı ve plazma taurin seviyeleri düşüktür) (18,77),
- Düzenli egzersiz yapma (kronik egzersizin adaptasyondan dolayı oksidatif stresi azaltıp azaltmadığı ile ilgili bilgilerin net olmamasından dolayı, son 6 aydır haftada en az 3 kez, günde en az 20 dakika düzenli egzersiz yapmayan bireyler çalışmaya alınmıştır) (78),
- Son 6 aydır sigara içme (oksidatif stres değişkenlerini ve VO_{2max} 'ı etkileyebileceğinden, sigara içen bireyler çalışmaya alınmamıştır) (79,80,81)

- Aşırı veya az miktarda meyve sebze tüketimi olma (8 porsiyon üzeri veya 3 porsiyon altı meyve sebze tüketimi olma; 1 porsiyon=100 g meyve veya 200 ml taze sıkılmış meyve veya sebze suyu) (82,83).

Anket uygulanan 35 bireyden 2 birey sigara içme, 3 birey düzenli egzersiz yapma ve 2 bireyde 25 kg/m^2 üzerinde BKİ'ya sahip olma kriterlerinden dolayı çalışmadan çıkartılmıştır. Kalan 28 birey çalışma ile ilgili ayrıntılı olarak bilgilendirilmiş ve onam formları alınmıştır (EK 3). Sonrasında bireyler Akdeniz Üniversitesi Kardiyoloji Anabilim Dalı'na götürülmüş, genel sağlık değerlendirmesi için kan alınmış, EKG (elektrokardiyogram) ve eforlu EKG çekimleri yapılmıştır. Sonuçlar kardiyolog tarafından incelenmiştir. Bir birey eforlu EKG sırasında tansiyonunun aşırı yükselmesinden dolayı, bir birey de total kolesterol, trigliserit, LDL kolesterol değerlerinin yüksek olmasından dolayı çalışmadan çıkartılmıştır. Kalan 26 birey 1 hafta sonra Bruce Testi yapmış ve tüm bireylerin $\text{VO}_{2\text{max}}$ düzeyleri $34\text{-}52 \text{ ml. kg}^{-1}.\text{dak}^{-1}$ arasında bulunmuştur. Tüm kriterleri yerine getiren 26 bireyden 2 birey çalışmadan kısa bir süre önce sakatlanma nedeniyle çalışmadan ayrılmış, 3 bireyde çalışmaya gelemeyeceklerini, zamanlarının olmadığını belirtmişlerdir. Kalan 21 birey ile çalışmaya başlanmıştır. Araştırma ile ilgili yapılan ön uygulama periyodu şekil 3.1'de gösterilmiştir.



Şekil 3.1. Uygulama ön periyodu

3.2. Uygulama

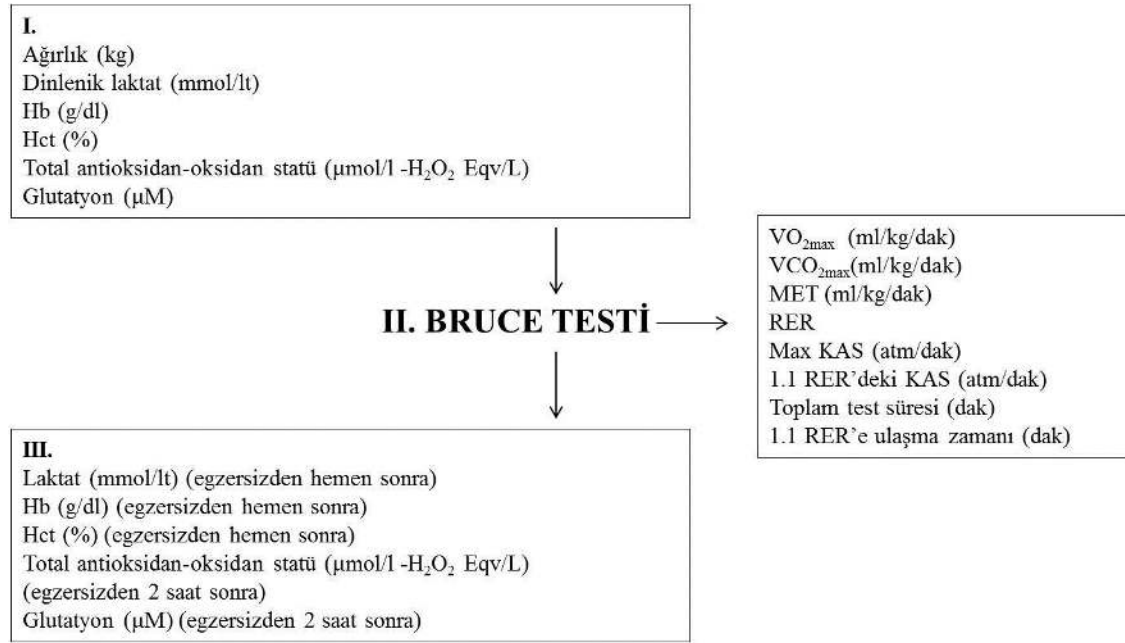
Tek kör, çapraz bir çalışma planlanmıştır. Kriterlere uyan 21 birey belirlendikten sonra, plasebo, 3 g taurin ve 6 g taurin yüklemesi için program yapılmış, her yükleme dönemi öncesinde ve sonrasında bireylere Bruce Testi uygulanmıştır. Yapılan Bruce testlerinin oluşturabileceği antrenman etkisinin önüne geçebilmek amacıyla plasebo, 3 g taurin ve 6 g taurin yükleme sırası 7'şer kişilik üç gruba ardışık randomize edilerek yapılmıştır. Grupların yükleme sırası aşağıda belirtilmiştir (3.2.1.Taurin/plasebo yükleme protokolü bölümünde ayrıntılı olarak bahsedilmiştir)

Grup I (n=7): Plasebo yükleme – 3 g taurin yükleme – 6 g taurin yükleme

Grup II (n=7): 3 g taurin yükleme – plasebo yükleme – 6 g taurin yükleme

Grup III (n=7): 6 g taurin yükleme – plasebo yükleme – 3 g taurin yükleme

Araştırmaya başlamadan önce Bruce Testinin ilk dört seviyesi eğitim amaçlı bir kez uygulanmış, böylece bireylerin teste alışması sağlanmıştır. Bireylerin plasebo veya taurin yükleme sıraları rastgele belirlendikten sonra, planlanan saatte laboratuvara gelmeleri istenmiştir. İlk olarak bireyin ağırlığı ölçülmüş, total antioksidan-oksidan statüsü, glutatyon, dinlenik laktat, plazma taurin, hemoglobin ve hematokrit değerlerinin belirlenmesi için kan alınmıştır. Daha sonra bireylere Bruce testi uygulanmış ve testten hemen sonra laktat, plazma taurin, Hb ve Hct değerlerini belirlemek için, testin 2 saat sonrasında da total antioksidan-oksidan statü ve glutatyon değerlerini belirlemek için tekrar kan alınmıştır. Şekil 3.2.'de Bruce testi öncesinde ve sonrasında yapılan uygulama gösterilmiştir.

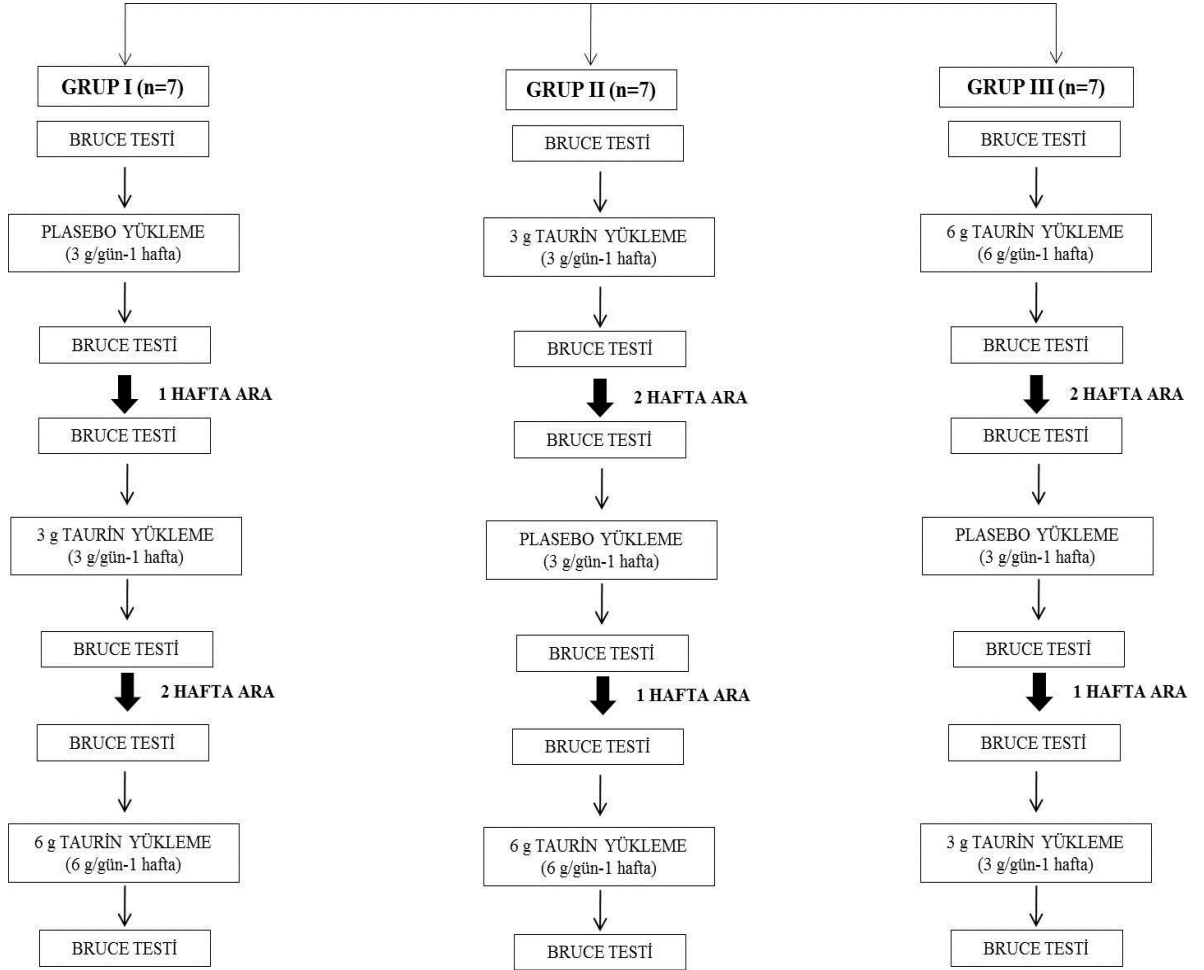


Şekil 3.2. Bruce testi öncesi ve sonrası uygulama

3.2.1. Taurin/Plasebo Yükleme Protokolü

Çalışmada taurin kapsülleri (750 mg L-taurine, Hard Line Nutrition, Kavi Gıda, İstanbul, Türkiye) ve plasebo olarak, aynı firma tarafından bu araştırma için hazırlanan, aynı görüntüde buğday nişastası içerikli kapsüller kullanılmıştır. Bireylere sabah, öğle, ikindi, akşam olmak üzere günde 4 kez, araştırmacı tarafından söylenen miktarda ve bol su ile birlikte bu kapsülleri almaları söylenmiştir. Bruce testi yapıldıktan sonraki gün bireylere 1 hafta yükleme yapılmış (grup I için plasebo yükleme, grup II için 3 g taurin, grup III için 6 g taurin yüklemesi), 1 haftanın sonunda (8. gün) yine Bruce testi yapılarak uygulama bölümünde bahsedilen parametreler incelenmiştir. Plasebo yüklemesi yapılan grupta, ikinci yükleme için 1 hafta ara verilmiş (yapılan egzersiz sonrası kas glikojen depoları, oksidatif stres parametreleri düşünülerek) (84), taurin yüklemesi yapılan gruplarda ise ikinci yükleme için 2 hafta ara verilmiştir (kronik taurin yüklemesi sonucunda, iskelet kaslarından taurinin etkisinin kaybolma süresi ile ilgili literatürde 2 haftalık bir süreçten bahsedilmektedir) (6,85,86). 1 hafta ve 2 haftalık aralardan sonra tekrar Bruce testi uygulanmış ve 1 haftalık ikinci yükleme periyodu başlamıştır (grup I için

3 g taurin, grup II ve grup III için plasebo yükleme). Belirlenen prosedürler takip edilerek, 1 hafta veya 2 haftalık aradan sonra üçüncü yükleme periyodu gerçekleştirilmiştir (grup I ve grup II için 6 g taurin, grup III için 3 g taurin yükleme). Gruplara göre plasebo ve taurin yükleme protokolü şekil 3.3.'te gösterilmiştir.



Şekil 3.3. Gruplara göre plasebo ve taurin yükleme protokolü

3.2.2. Egzersiz Protokolü

Bu çalışmada maksimal yüklenmeli koşu bandı yöntemlerinden, Bruce protokolü kullanılmıştır. Bireylere testten 48 saat önce şiddetli bir egzersiz yapmamaları söylenmiştir (75,87,88). Teste başlamadan önce bireylere ısınmaları için kısa bir süre verilmiş, aynı şekilde testi bitirirken de soğuma dönemi eklenmiştir. Testler Akdeniz Üniversitesi Spor Bilimleri Araştırma ve Uygulama Merkezi laboratuvarında, aynı oda sıcaklığında (20-23 C°) ve nem miktarında (% 50'nin üzerinde olmayacak şekilde) yapılmıştır (89).

Bruce testi 7 etaptan oluşmaktadır. Etaplardaki süreler, koşu bandının hızı ve eğimi çizelge 3.1.'de belirtilmiştir. İş yükü artışı diğer yöntemlerle karşılaştırıldığında oldukça yüksektir (3-4 MET/etap) (MET = Metabolik Eşitlik =Dinlenme durumunda kullanılan yaklaşık 3,5 ml O₂ kg⁻¹ min⁻¹) (90). Test sırasında elektrofizyolojik parametreler monitorize edilerek etaplar sırasında kalpteki elektrokardiyografik değişimler ve kan basıncı gözlenmiştir. EKG için unipolar özellikte olan 12 kanallı kardiyovasküler derivasyonları monitörize edebilen elektrokardiyografi cihazı (Cardiosoft ECG GE systems Corina 2003 GER.) kullanılmıştır. Test sırasında bireyin ekspire ettiği hava breath by breath (her nefeste ölçüm) yöntemi kullanılarak toplanmış (Sensor Medics Vmax Spectra 229v USA), ekspirasyon havasındaki O₂ ve CO₂ ölçülerek kişinin O₂ tüketim ve CO₂ üretim miktarları belirlenmiştir. Maksimal kalp atım sayısı (max KAS), maksimal O₂ tüketimi (VO_{2max}), maksimal CO₂ üretimi (VCO_{2max}), RER, 1.1 RER'deki KAS, 1.1 RER'e ulaşma zamanı, toplam test süresi verileri kaydedilmiştir.

Çizelge 3.1.Bruce Testindeki Etaplar

ETAP	SÜRE(dakika)	HIZ(mil)	EĞİM(derece)
1	3	1,7	10
2	3	2,5	12
3	3	3,4	14
4	3	4,2	16
5	3	5,0	18
6	3	5,5	20
7	3	6,0	22

Çizelgede görüldüğü gibi Bruce testinde her 3 dakikada hız ve eğim denek yoruluncaya kadar arttırılmaktadır. Başlangıç EKG'sine göre 1 mm'den daha fazla ST segment değişimi, sistolik kan basıncında %10'dan fazla azalma, kalp hızında artış olmaması veya bradikardi oluşması, kan basıncının 250/130 mmHg'nin üzerine çıkması, ciddi aritmi gelişmesi, belirlenen hedef kalp hızına ulaşılması ve teste devam edemeyecek kadar yorulma, testi sonlandırma ölçütleri olarak kabul edilmiştir (91). 220-yaş formülüne göre tahmin edilen maksimal KAS'ın %95'ini aşmak, VO₂ nin plato oluşturması, 16 derecelik Borg skalasında 15'e ulaşma, minimum RER değerinin 1.1 e ulaşması test sırasında maksimal oksijen tüketimine ulaşmış olma kriteri olarak kabul edilmiştir (89).

3.2.3. Boy ve Ağırlık Ölçümü

Bireylerin boyu, topuklar bitişik, vücut dik, baş frankfort düzleminde ve derin inspirasyonda olacak şekilde ve ayakkabısız olarak, verteks noktası-zemin arasındaki mesafe 0.1 cm hassasiyetle stadiometre (Britain Holtain, Limited Crymych Dyfed) ile ölçülmüştür. Ağırlık, Tanita beden kompozisyon analizörü (Model TBF-300) ile alınmıştır.

3.2.4. Biyokimyasal Analizler

3.2.4.1. Genel Sağlık Değerlendirmesi için Yapılan Analizler

Çalışmanın başında, bireylerin sağlıklı olup olmadıklarını değerlendirmek ve çalışma bittikten sonra taurin yüklemesinin bireylerin sağlığını olumsuz yönde etkileyip etkilemediğini değerlendirmek amacıyla, bireylerden kan alınarak aşağıdaki testler yapılmıştır.

- GGT (Gama glutamil transferaz)
- AST (SGOT-Aspartat aminotransferaz)
- ALT (SGPT-Alanin aminotransferaz)
- ALP (Alkalen fosfotaz)
- BUN (kan üre azotu)
- Kreatinin
- CK (Kreatin kinaz)
- Açlık glukoz
- Total kolesterol-HDL-LDL-VLDL kolesterol
- Hemogram

Testler, Akdeniz Üniversitesi Merkez Laboratuvarında Cobas 8000 otoanalizörü (Roche Diagnostics,. Mannheim, Germany) kullanılarak ölçülmüştür. Serum kolesterol; kolesterol esteraz (CHOD-PAP), HDL –kolesterol, amino gruplarına polietilen glikol (PEG) eklenerek, kolesterol esteraz ve kolesterol oksidazın kullanıldığı enzimatik metod ile, glukoz; glukoz oksidaz (GOD-PAP) ile, serum kreatinin; Modifiye Jaffe metodu ile, BUN düzeyleri; kinetik UV üreaz yöntemi ile, ALT; IFCC'nin önerdiği kinetik enzimatik yöntem ile (piridoksal fosfat aktivasyonu olmadan), AST; IFCC'nin önerdiği kinetik enzimatik yöntem ile (piridoksal fosfat aktivasyonu olmadan), GGT; enzimatik kolorimetrik metod ile, ALP; optimize kolorimetrik ölçüm ile, kreatin kinaz enzimatik yöntem ile ölçülmüştür. VLDL Kolesterol =Trigliserid / 5 formülü ile LDL kolesterol değerleri ise Friedewald formülüyle hesaplanmıştır (LDL kolesterol = Total kolesterol – (HDL kolesterol + trigliserid / 5)) (92). VLDL ve LDL hesaplamalarında kullanılan trigliserid düzeyleri ise lipoprotein lipaz kullanılarak enzimatik yöntem ile Roche Cobas 8000 otoanalizöründe (Roche Diagnostics GmbH, Mannheim, Germany) ölçülmüştür. Kan sayımı, Advia 12020 (Siemens Healthcare Diagnostics)

kan sayım cihazlarında, optik lazer saçılımı ve empedans yöntemleri kullanılarak yapılmıştır.

3.2.4.2. Plazma Laktat

Çalışmada, yükleme dönemlerinin öncesinde ve sonrasında yapılan Bruce testi öncesinde ve Bruce testi sonrasında birey koşu bandından indikten hemen sonra (egzersiz sonrası 3-4 dakika içerisinde) kan alınmış, kan örnekleri santrifüj edilerek plazma ile serumları ayrıştırılmış ve daha sonra analiz edilmek üzere -80°C de dondurulmuştur. Plazma laktat düzeyleri, kolorimetrik yöntem ile Cobas 8000 otoanalizöründe ölçülmüştür (Roche Diagnostics,. Mannheim, Germany).

3.2.4.3. Total Antioksidan Statü (TAS)-Total Oksidan Statü (TOS)-Glutatyon

Plasebo, 3 g taurin, 6 g taurin yükleme dönemlerinin öncesinde ve sonrasında yapılan her bir Bruce testi öncesi ve testten 2 saat sonra kan alınmış (93), kan örnekleri santrifüj edilerek -80°C de dondurulmuştur.

TAS, ImAnOx ELISA kalorimetrik test kiti kullanılarak, üretici firmanın yönergesine göre ölçülmüştür (ImAnOx, catalogue no.KC5200, Immunodiagnostic AG, D-64625 Bensheim) ve sonuçlar $\mu\text{mol/l}$ olarak kaydedilmiştir. TOS için PerOx ELISA kolorimetrik test kiti kullanılması planlanmış fakat kitin çalışmaması nedeni ile ölçüm Özcan Erel tarafından tanımlanan spektrofotometrik yöntemle yapılmıştır (94) ve sonuçlar $\text{mmol H}_2\text{O}_2 \text{ Eqv/L}$ olarak birimlendirilmiştir.

Glutatyon ölçümü için, glutathione assay kiti (Cayman Chemical, Ann Arbor, Michigan) kullanılarak end-point spektrofotometrik yöntem ile ELISA plaklarında ölçülmüş, sonuçlar μM olarak kaydedilmiştir.

3.2.5. Uygulama Sırasında Beslenme

Bireylere plasebo, 3 g taurin ve 6 g taurin yükleme dönemleri sırasında standart beslenme alışkanlıklarına devam etmeleri söylenmiş ve 1 haftalık yükleme dönemleri boyunca alkol ve taurin içeren enerji içeceği tüketmemeleri gerektiği anlatılmıştır. Ayrıca kafein organizma üzerinde bazı değişikliklere neden olduğu için (oksijen tüketimi ve metabolik hızda artış, kalp ritim bozuklukları, kalp atım hızı, atım hacminde artış, merkezi sinir sistemini uyarak, yağ metabolizmasında artış sağlayarak ve iskelet kasının kasılabilirliğini artırarak dayanıklılık aktivitelerinde performansta artış) çalışma süresince kafein tüketmemeleri istenmiştir (95). Bruce testine gelmeden 1.5-2 saat önce kek ve meyve suyundan oluşan standart bir kahvaltı yapmışlardır (96).

3.3. İstatistiksel Analiz

Verilerin istatistiksel analizi, SPSS 18.0 (Statistical Package Program for Social Science) paket programında yapılmıştır. İlk olarak verilerin tanımlayıcı istatistikleri gerçekleştirilmiştir. Verilerin dağılım özelliği gözlem sayısı 50'nin altında olması nedeniyle Shapiro-Wilk testi kullanılarak, varyans homojenliği ise Levene testi kullanılarak belirlenmiştir (97).

Plasebo, 3 g taurin ve 6 g taurin yükleme öncesi ve sonrası değerler karşılaştırılırken;

Normal dağılım gösteren verilerde iki eş arasındaki farkın önemlilik testi, normal dağılım göstermeyen verilerde de Wilcoxon testi kullanılmıştır.

Plazma laktat, TAS, TOS ve glutatyon için; plasebo yükleme, 3 g taurin ve 6 g taurin yükleme öncesi ve sonrası değerler karşılaştırılırken;

Bruce testi sonrası değerlerden Bruce testi öncesi değerler çıkartılmış ve elde edilen farklar karşılaştırılmıştır. Normal dağılım gösteren verilerde iki eş arasındaki farkın önemlilik testi, normal dağılım göstermeyen verilerde de Wilcoxon testi kullanılarak değerlendirme yapılmıştır.

BULGULAR

Sağlıklı, düzenli egzersiz yapmayan erkek bireylerde farklı doz taurin uygulamasının, akut egzersizde yorgunluğu geciktirme zamanı, toplam antioksidan-oksidan statüsü üzerine etkisini incelemek amacıyla yapılan çalışmaya yaş ortalaması 23.56 ± 0.56 yıl, boy ortalaması 176.26 ± 1.59 cm olan 21 birey katılmıştır.

4.1. Çalışmanın Başında ve Çalışma Bittikten Sonra Kanda İncelenen Biyokimyasal Parametreler

Taurin yüklemesinin bireylerin sağlığını olumsuz yönde etkileyip etkilemediğini değerlendirmek amacıyla, çalışma başlamadan önce ve çalışma bittikten sonra bireylerden kan alınarak, karaciğer fonksiyon testi, böbrek fonksiyon testi, tam kan sayımı yapılmış, kan lipid düzeyleri ve kan glukozu ölçülmüştür. Bireylerin biyokimya değerlerinin ortalama (AO) ve standart sapma (SS) değerleri çizelge 4.1’de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Çalışmaya başlamadan önce ve çalışma bittikten sonra bireylerden alınan kanda incelenen biyokimyasal parametreler (karaciğer, böbrek fonksiyon testleri, tam kan sayımı, açlık kan glukozu, lipid profili)

Parametreler (n=21)	Normal değerler	Çalışma başlamadan önce (AO $\pm$ SS)	Çalışma bittikten sonra (AO $\pm$ SS)
Hb	12-16 g/L	15.08 $\pm$ 0.96	14.85 $\pm$ 0.90
Hct	%35-52	43.96 $\pm$ 2.31	43.23 $\pm$ 3.90
Glukoz	70-100 mg/dl	91.35 $\pm$ 7.40	89.30 $\pm$ 8.15
BUN	6-20 mg/dl	15.30 $\pm$ 3.26	12.45 $\pm$ 3.68
Kreatinin	0.7-1.2 mg/dl	0.91 $\pm$ 0.11	0.89 $\pm$ 0.11
ALT	0-41 U/L	19.86 $\pm$ 9.92	12.75 $\pm$ 4.08
AST	0-40 U/L	20.91 $\pm$ 5.49	20.60 $\pm$ 5.71
GGT	10-61 U/L	15.40 $\pm$ 6.67	13.65 $\pm$ 4.04
ALP	40-129 U/L	174.67 $\pm$ 49.66	167.95 $\pm$ 34.30
CK	38-190 U/L	227.52 $\pm$ 141.44	214.15 $\pm$ 140.11
Total kolesterol	150-200 mg/dl	155.15 $\pm$ 28.85	139.80 $\pm$ 33.47
LDL	60-130 mg/dl	87.00 $\pm$ 24.04	76.05 $\pm$ 24.00
VLDL	5-34 mg/dl	16.84 $\pm$ 5.99	17.05 $\pm$ 5.65
HDL	35-75 mg/dl	51.33 $\pm$ 12.65	40.30 $\pm$ 10.35
Trigliserit	50-200 mg/dl	86.71 $\pm$ 30.76	105.80 $\pm$ 62.80

4.2. Bruce Testi Öncesi ve Sonrasında Plazma Hemoglobin ve Hematokrit Düzeyleri

Akut egzersiz sonrası plazma volümündeki değişiklikler ile hemokonsantrasyonun etkilerini açıklamak için egzersiz öncesi ve sonrası Hct ve Hb kanda incelenmiştir. Hb ve Hct düzeyleri çizelge 4.2’de verilmiştir.

Çizelge 4.2. Taurin ve plasebo yükleme öncesi ve sonrasında yapılan Bruce testi öncesinde ve sonrasında hemoglobin ve hematokrit değerleri

(n=21)			Bruce testi öncesi (AO ± SS)	Bruce testi sonrası (AO ± SS)	
HEMOGLOBİN (mg/dl)	Plasebo	Öncesi	14.92 ± 0.96	15.56 ± 0.90	t = -6.48 p=0.00**
		Sonrası	14.93 ± 1.11	15.53 ± 1.07	t= -4.17 p=0.00**
	3 g taurin	Öncesi	15.24 ± 1.18	16.05 ± 1.45	t= -2.38 p=0.00**
		Sonrası	15.40 ± 1.62	15.87 ± 1.25	Z= - 3.09 p=0.00**
	6 g taurin	Öncesi	15.30 ± 0.93	15.77 ± 0.92	t= -4.24 p=0.00**
		Sonrası	15.29 ± 1.01	15.70 ± 1.00	t= -4.31 p=0.00**
HEMATOKRİT (%)	Plasebo	Öncesi	43.36 ± 2.64	46.18 ± 2.53	t = -8.37 p=0.00**
		Sonrası	43.01 ± 3.51	45.98 ± 3.02	t = -5.06 p=0.00**
	3 g taurin	Öncesi	44.14 ± 2.73	47.32 ± 4.79	t = -2.91 p=0.00**
		Sonrası	44.38 ± 5.14	46.76 ± 3.99	Z= - 3.25 p=0.00**
	6 g taurin	Öncesi	44.06 ± 2.90	46.01 ± 2.49	Z= - 3.35 p=0.00**
		Sonrası	44.48 ± 3.16	46.24 ± 2.74	t = -4.84 p=0.00**

** p<0,01

Hb ve Hct düzeyleri plasebo, 3 g taurin ve 6 g taurin yükleme dönemlerinin hepsinde, Bruce testi sonrasında anlamlı olarak artmıştır (p<0.01).

4.3. Bruce Testi Hedef Kalp Atım Sayısı Verileri

Bruce testinin son dakikaları süresince, 220-yaş formülüne göre tahmin edilen maksimal KAS’ın % 95’ini aşmak, test sırasında maksimal oksijen tüketimine ulaşmış olma kriterlerinden biridir. Plasebo, 3 g ve 6 g taurin yükleme öncesi ve sonrasında yapılan Bruce testlerinde ulaşılan hedef kalp atım sayısı verileri çizelge 4.3’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.3. Yükleme öncesi ve sonrası hedef kalp atım sayısı verileri

		Hedef kalp atım sayısı (%)
Plasebo	Öncesi	97.55 ± 3,99
	Sonrası	97.13 ± 4.10
3 g taurin	Öncesi	97.40 ± 2.82
	Sonrası	96.58 ± 2.88
6 g taurin	Öncesi	97.35 ± 3.62
	Sonrası	97.78 ± 3.67

Plasebo yükleme, 3 g ve 6 g taurin yükleme öncesi ve sonrasında yapılan Bruce testlerinde, 220-yaş formülüne göre tahmin edilen maksimal KAS'ın % 95'i aşılmıştır.

4.4. Bruce Testi Öncesi ve Sonrasında Plazma Laktat Düzeyleri

Bruce testi sırasında anaerobik eşiğin aşıldığını göstermek amacıyla, birey teste başlamadan ve testi bitirdikten hemen sonra kan alınmış ve plazma laktat düzeyleri incelenmiştir. Test öncesi ve sonrası plazma laktat düzeyleri çizelge 4.4'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.4. Taurin ve plasebo yükleme öncesi ve sonrasında yapılan Bruce testi öncesinde ve sonrasında plazma laktat değerleri ve farkların karşılaştırılması

Laktat (mmol/L)	(n=21)		Bruce testi öncesi (AO ± SS)	Bruce testi sonrası (AO ± SS)		Fark (AO ± SS)
Plasebo		Öncesi	1.73 ± 0.73	9.88 ± 2.73	t= -14.35 p=0.00**	8.15 ± 2.60
		Sonrası	1.65 ± 0.74	8.95 ± 2.46	Z= - 4.02 p= 0.00**	7.30 ± 2.73
3 g taurin		Öncesi	1.67 ± 0.79	9.29 ± 2.42	t= -15.09 p= 0.00**	7.62 ± 2.31
		Sonrası	1.53 ± 0.75	8.94 ± 2.74	Z= - 4.02 p= 0.00**	7.41 ± 2.67
6 g taurin		Öncesi	1.79 ± 0.77	8.59 ± 2.56	t= -10.96 p= 0.00**	6.81 ± 2.85
		Sonrası	1.69 ± 0.60	8.85 ± 2.74	t= -11.34 p=0.00**	7.15 ± 2.89

** p<0,01

Plazma laktat düzeyleri plasebo, 3 g taurin ve 6 g taurin yükleme dönemlerinde yapılan Bruce testi sonrasında alınan kanda anlamlı olarak artmıştır (p<.01). Bruce testi sonrası değerlerden Bruce testi öncesi değerler çıkarılarak elde edilen farklar karşılaştırıldığında, plasebo, 3 g taurin ve 6 g taurin yükleme dönemlerinin öncesi ve sonrası farkları arasında anlamlı fark bulunmamıştır (p>.05).

4.5. Ağırlık ve BKI

Plasebo yükleme, 3 g ve 6 g taurin yükleme öncesi ve sonrası bireylerin ağırlık ölçümleri yapılmıştır. Ağırlık ve beden kütle indeksi ile ilgili değerler çizelge 4.5'te verilmiştir.

Çizelge 4.5. Taurin ve plasebo yükleme öncesi ve sonrasında ölçülen ağırlık ve hesaplanan BKI değerleri

(n=21)		Öncesi (AO $\pm$ SS)	Sonrası (AO $\pm$ SS)	
AĞIRLIK	Plasebo	70.26 $\pm$ 6.48	70.49 $\pm$ 6.41	t= -1.64 p= 0.12
	3 g taurin	70.50 $\pm$ 6.22	70.51 $\pm$ 6.41	t= -0.06 p= 0.95
	6 g taurin	70.92 $\pm$ 6.29	71.02 $\pm$ 6.11	t= -0.68 p=0.50
BKI (kg/m²)	Plasebo	22.63 $\pm$ 1.62	22.71 $\pm$ 1.57	t= -1.58 p= 0.13
	3 g taurin	22.83 $\pm$ 1.76	22.77 $\pm$ 1.73	t= 0.94 p= 0.36
	6 g taurin	22.76 $\pm$ 1.61	22.76 $\pm$ 1.52	t= 0.00 p= 1.00

Taurin ve plasebo yükleme öncesi ve sonrasında ölçülen ağırlık ve hesaplanan BKI değerleri değişmemiştir (p>.05).

4.6. RER, VO_{2max}, VCO_{2max}, MET

Plasebo yükleme, 3 g ve 6 g taurin yükleme dönemlerinde yapılan Bruce testinde en yüksek RER, VO_{2max}, VCO_{2max} ve MET değerleri incelenmiş, bu parametreler çizelge 4.6, 4.7, 4.8 ve 4.9'da gösterilmiştir.

Çizelge 4.6. Taurin ve plasebo yükleme öncesi ve sonrasında yapılan Bruce testinde ölçülen en yüksek RER değerleri

(n=21)		Öncesi (AO $\pm$ SS)	Sonrası (AO $\pm$ SS)	
En Yüksek RER	Plasebo	1.16 $\pm$ 0.05	1.15 $\pm$ 0.07	t= 0.47 p= 0.64
	3 g taurin	1.17 $\pm$ 0.07	1.13 $\pm$ 0.09	t= 1.82 p= 0.08
	6 g taurin	1.14 $\pm$ 0.06	1.15 $\pm$ 0.09	Z= -0.79 p= 0.43

Plasebo, 3 g taurin ve 6 g taurin yükleme dönemlerinde ölçülen en yüksek RER değerinde anlamlı bir fark saptanmamıştır (p>.05).

Çizelge 4.7. Taurin ve plasebo yükleme öncesi ve sonrasında yapılan Bruce testinde ölçülen VO_{2max} değerleri

(n=21)		Öncesi (AO $\pm$ SS)	Sonrası (AO $\pm$ SS)	
VO_{2max} (ml/kg/dak)	Plasebo	51.97 $\pm$ 6.91	52.57 $\pm$ 6.80	t= -0.52 p= 0.61
	3 g taurin	49.97 $\pm$ 6.91	49.72 $\pm$ 8.09	t= 0.25 p= 0.81
	6 g taurin	52.75 $\pm$ 7.23	50.93 $\pm$ 6.82	t= 1.31 p= 0.21

Plasebo, 3 g taurin ve 6 g taurin yükleme dönemlerinde ölçülen VO_{2max} değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır ($p>.05$).

Çizelge 4.8. Taurin ve plasebo yükleme öncesi ve sonrasında yapılan Bruce testinde ölçülen VCO_{2max} değerleri

(n=21)		Öncesi (AO $\pm$ SS)	Sonrası (AO $\pm$ SS)	
VCO_{2max} (ml/kg/dak)	Plasebo	58.92 $\pm$ 6.87	59.58 $\pm$ 6.93	t= -0.43 p= 0.67
	3 g taurin	57.40 $\pm$ 8.24	55.73 $\pm$ 9.25	t= 1.14 p= 0.27
	6 g taurin	58.02 $\pm$ 7.41	57.12 $\pm$ 7.80	Z= -0.54 p= 0.59

Plasebo, 3 g taurin ve 6 g taurin yükleme dönemlerinde ölçülen VCO_{2max} değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır ($p>.05$).

Çizelge 4.9. Taurin ve plasebo yükleme öncesi ve sonrasında yapılan Bruce testinde ölçülen MET değerleri

(n=21)		Öncesi (AO $\pm$ SS)	Sonrası (AO $\pm$ SS)	
MET (ml/kg/dak)	Plasebo	14.85 $\pm$ 1.97	15.02 $\pm$ 1.94	t= -0.52 p= 0.61
	3 g taurin	14.28 $\pm$ 1.98	14.21 $\pm$ 2.31	t= 0.25 p= 0.81
	6 g taurin	15.07 $\pm$ 2.07	14.55 $\pm$ 1.95	t= 1.31 p= 0.21

Plasebo, 3 g taurin ve 6 g taurin yükleme dönemlerinde ölçülen MET değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır ($p>.05$).

4.7. Kalp Atım Sayıları ile İlgili Bulgular

Plasebo yükleme, 3 g ve 6 g taurin yükleme dönemlerinde yapılan Bruce testinde bireylerin en yüksek KAS ve 1.1 RER'deki KAS değerleri incelenmiş ve çizelge 4.10 ve 4.11'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.10. Taurin ve plasebo yükleme öncesi ve sonrasında yapılan Bruce testinde ölçülen en yüksek KAS değerleri

(n=21)		Öncesi (AO $\pm$ SS)	Sonrası (AO $\pm$ SS)	
MAX KAS (atm/dak)	Plasebo	191.62 $\pm$ 6.63	191.00 $\pm$ 7.13	t= 0.57 p= 0.58
	3 g taurin	191.24 $\pm$ 4.66	189.76 $\pm$ 5.34	t= 1.79 p= 0.09
	6 g taurin	191.24 $\pm$ 6.24	192.09 $\pm$ 6.31	t= -0.70 p= 0.49

Plasebo, 3 g taurin ve 6 g taurin yükleme dönemlerinde yapılan Bruce testinde en yüksek kalp atım sayısı açısından anlamlı bir fark saptanmamıştır ($p>.05$).

Çizelge 4.11. Taurin ve plasebo yükleme öncesi ve sonrasında yapılan Bruce testinde ölçülen 1.1 RER'deki KAS değerleri

(n=21)		Öncesi (AO $\pm$ SS)	Sonrası (AO $\pm$ SS)	
1.1 RER'deki KAS (atm/dak)	Plasebo	184.86 $\pm$ 8.32	183.48 $\pm$ 9.63	t= 0.85 p= 0.41
	3 g taurin	182.95 $\pm$ 9.35	181.81 $\pm$ 7.14	t= 0.92 p= 0.37
	6 g taurin	185.52 $\pm$ 10.82	185.09 $\pm$ 10.06	t= 0.24 p= 0.81

Plasebo, 3 g taurin ve 6 g taurin yükleme dönemlerinde yapılan Bruce testinde ölçülen 1.1 RER'e karşılık gelen KAS değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p>0.05$).

4.8. RER 1.1'e Ulaşma Zamanı

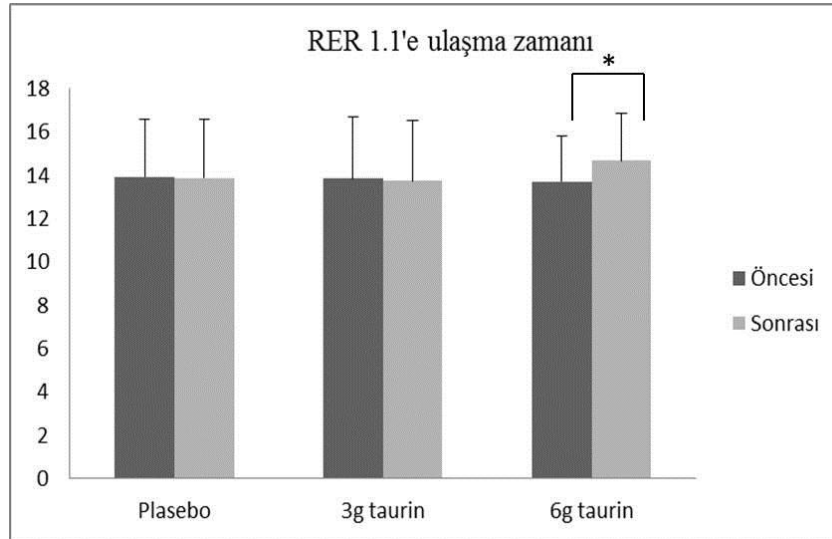
Plasebo, 3 g ve 6 g taurin yüklemesi sonucunda, Bruce testinde 1.1 RER'e ulaşma zamanı çizelge 4.12'de verilmiştir.

Çizelge 4.12. Plasebo, 3 g ve 6 g taurin yükleme sonucunda, Bruce testinde 1.1 RER'e ulaşma zamanı değerleri

(n=21)		Öncesi (AO ± SS)	Sonrası (AO ± SS)	
1.1 RER'e ULAŞMA ZAMANI (dak)	Plasebo	13.92 ± 2.65	13.86 ± 2.73	t= 0.16 p= 0.88
	3 g taurin	13.83 ± 2.84	13.74 ± 2.79	Z= -0.16 p= 0.88
	6 g taurin	13.69 ± 2.10	14.66 ± 2.18	t= -2.88 p= 0.01**

** p<0,01

1.1 RER'e ulaşma zamanı değişkeninde yapılan istatistiksel analiz sonucunda, plasebo ve 3 g taurin yükleme sonrası 1.1 RER'e ulaşma zamanı değişmezken, 6 g taurin yükleme sonrası 1.1 RER'e ulaşma zamanı anlamlı olarak artmıştır (p<0.01).



Şekil 4.1. RER 1.1'e ulaşma zamanı grafiği

4.9. Toplam Test Süresi

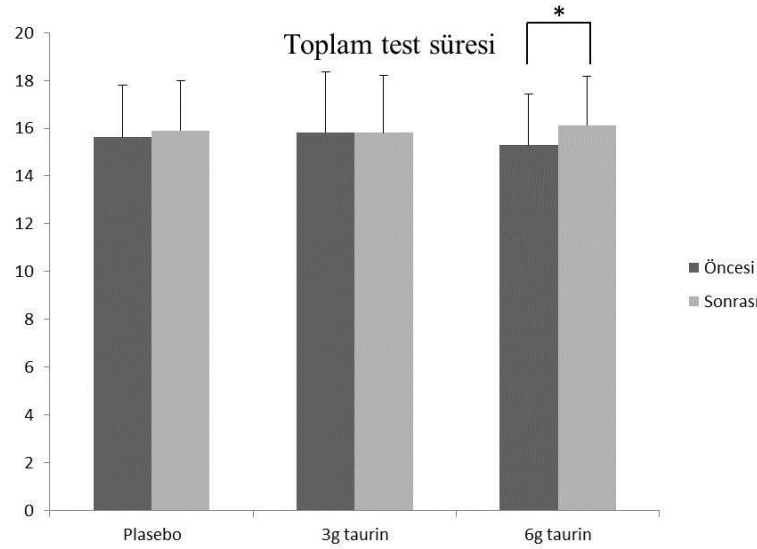
Plasebo, 3 g ve 6 g taurin yüklemesi sonucunda, Bruce testinde toplam test süresi çizelge 4.13'te verilmiştir.

Çizelge 4.13. Plasebo, 3 g ve 6 g taurin yükleme sırasında Bruce testi toplam test süresi değerleri

(n=21)		Öncesi (AO ± SS)	Sonrası (AO ± SS)	
TOPLAM TEST SÜRESİ (dak)	Plasebo	15.62 ± 2.19	15.89 ± 2.08	t= -0.84 p= 0.41
	3 g taurin	15.83 ± 2.51	15.80 ± 2.42	t= 0.17 p= 0.87
	6 g taurin	15.28 ± 2.14	16.13 ± 2.04	t= -3.38 p= 0.00**

** p<0,01

Plasebo ve 3 g taurin yükleme sonrasında Bruce testi toplam test süresi değişmezken, 6 g taurin yükleme sonrasında toplam test süresi anlamlı olarak artmıştır (p<0.01).



Şekil 4.2. Toplam test süresi grafiği

4.10. Biyokimyasal Bulgular

Plasebo, 3g taurin ve 6 g taurin yükleme öncesi ve sonrasında yapılan Bruce testinden önce ve sonra bireylerden alınan kan örneklerinde TAS, TOS ve glutatyon ölçülmüş ve bu değerler çizelge 4.14, 4.15 ve 4.16'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.14. Plasebo, 3 g ve 6 g taurin yükleme sırasında Bruce testi öncesi ve sonrasında alınan kanda incelenen TAS değerleri

TAS ($\mu\text{mol/L}$)	(n=21)		Bruce testi öncesi (AO $\pm$ SS)	Bruce testi sonrası (AO $\pm$ SS)	
	Plasebo	Öncesi	4.42 $\pm$ 0.53	3.81 $\pm$ 0.71	Z= -3.46 p= 0.00**
		Sonrası	4.59 $\pm$ 0.46	3.96 $\pm$ 0.79	Z= -3.88 p= 0.00**
	3 g taurin	Öncesi	4.53 $\pm$ 0.44	3.98 $\pm$ 0.81	Z= -3.30 p= 0.00**
		Sonrası	4.68 $\pm$ 0.42	4.28 $\pm$ 0.60	Z= -3.27 p= 0.00**
	6 g taurin	Öncesi	4.65 $\pm$ 0.36	3.89 $\pm$ 1.06	Z= -3.67 p= 0.00**
		Sonrası	4.69 $\pm$ 0.28	4.07 $\pm$ 0.78	Z= -2.99 p= 0.00**

** p<0,01

Yapılan istatistiksel analiz sonuçlarına göre, TAS değişkeninde, plasebo yükleme öncesi ve sonrası, 3 g taurin yükleme öncesi ve sonrası, 6 g taurin yükleme öncesi ve sonrasında yapılan Bruce testi öncesinde ve sonrasında istatistiksel olarak anlamlı fark vardır (p<0.01). Tüm yükleme dönemlerinde TAS değerleri Bruce testi sonrası anlamlı olarak azalmıştır. Bruce testi sonrası değerlerden Bruce testi öncesi değerler çıkarılarak elde edilen farklar karşılaştırıldığında, plasebo, 3 g taurin ve 6 g taurin yükleme dönemleri öncesi ve sonrası arasında anlamlı fark bulunmamıştır (p>0.05).

Çizelge 4.15. Plasebo, 3 g ve 6 g taurin yükleme sırasında Bruce testi öncesi ve sonrasında alınan kanda incelenen TOS değerleri

TOS (mmol H ₂ O ₂ Eqv/L)	(n=21)		Bruce testi öncesi (AO $\pm$ SS)	Bruce testi sonrası (AO $\pm$ SS)	
	Plasebo	Öncesi	251.18 $\pm$ 125.43	227.60 $\pm$ 135.93	t= 1.40 p= 0.18
		Sonrası	241.77 $\pm$ 119.66	198.49 $\pm$ 111.74	Z= -1.98 p= 0.05*
	3 g taurin	Öncesi	235.27 $\pm$ 145.66	187.95 $\pm$ 78.65	Z= -2.10 p= 0.04*
		Sonrası	233.29 $\pm$ 121.50	233.88 $\pm$ 117.58	Z= -0.75 p= 0.46
	6 g taurin	Öncesi	246.18 $\pm$ 132.79	195.91 $\pm$ 104.73	Z= -2.17 p= 0.03*
		Sonrası	293.67 $\pm$ 151.91	241.48 $\pm$ 128.44	t= 2.74 p= 0.01**

* p<0,05

** p<0,01

Yapılan istatistiksel analiz sonuçlarına göre, TOS değişkeninde, plasebo yükleme sonrası, 3 g taurin yükleme öncesi, 6 g taurin yükleme öncesi ve sonrasında

yapılan Bruce testi öncesinde ve sonrasında istatistiksel olarak anlamlı fark vardır ($p < .05$). Fark olan yükleme dönemlerinde TOS değerleri Bruce testi sonrası anlamlı olarak düşmüştür. Bruce testi sonrası değerlerden Bruce testi öncesi değerler çıkarılarak elde edilen farklar karşılaştırıldığında, plasebo, 3 g taurin ve 6 g taurin yükleme dönemleri öncesi ve sonrası arasında anlamlı fark bulunmamıştır ($p > .05$).

Çizelge 4.16. Plasebo, 3 g ve 6 g taurin yükleme sırasında Bruce testi öncesi ve sonrasında alınan kanda incelenen glutatyon değerleri

Glutatyon (μM)	(n=21)		Bruce testi öncesi (AO $\pm$ SS)	Bruce testi sonrası (AO $\pm$ SS)	
	Plasebo	Öncesi	25.04 $\pm$ 8.69	20.05 $\pm$ 12.59	Z= -1.04 p= 0.30
		Sonrası	26.37 $\pm$ 7.51	24.02 $\pm$ 11.01	Z= -1.12 p= 0.26
	3 g taurin	Öncesi	24.56 $\pm$ 10.83	28.07 $\pm$ 5.72	Z= -1.08 p= 0.28
		Sonrası	28.88 $\pm$ 8.07	26.31 $\pm$ 9.50	Z= -1.06 p= 0.29
	6 g taurin	Öncesi	24.21 $\pm$ 9.17	27.80 $\pm$ 7.31	Z= -1.62 p= 0.10
		Sonrası	25.31 $\pm$ 8.89	26.60 $\pm$ 9.34	Z= -1.02 p= 0.31
		Öncesi			
		Sonrası			
		Öncesi			
		Sonrası			

Yapılan istatistiksel analiz sonuçlarına göre, glutatyon değişkeninde, plasebo, 3 g taurin ve 6 g taurin yükleme öncesi ve sonrasında yapılan Bruce testi öncesinde ve sonrasında istatistiksel olarak anlamlı fark yoktur ($p > 0.05$). Bruce testi sonrası değerlerden Bruce testi öncesi değerler çıkarılarak elde edilen farklar karşılaştırıldığında, plasebo, 3 g taurin ve 6 g taurin yükleme dönemleri öncesi ve sonrası arasında anlamlı fark bulunmamıştır ($p > 0.05$).

Çizelge 4.17. Özet Bulgular Tablosu

	Plasebo yükleme	3g taurin yükleme	6g taurin yükleme
Ağırlık (kg)	↔	↔	↔
BKI (kg/m ²)	↔	↔	↔
RER	↔	↔	↔
MaxVO ₂ (ml/kg/dak)	↔	↔	↔
MaxVCO ₂ (ml/kg/dak)	↔	↔	↔
MET (ml/kg/dak)	↔	↔	↔
Max KAS	↔	↔	↔
1.1 RER'deki KAS	↔	↔	↔
1.1 RER'e ulaşma zamanı (dak)	↔	↔	↑
Toplam Test Süresi (dak)	↔	↔	↑
TAS (μmol/L)	↔	↔	↔
TOS (mmol H ₂ O ₂ Equiv./L)	↔	↔	↔
Glutasyon (μM)	↔	↔	↔

TARTIŞMA

Günümüzde sporcular ve sağlık için egzersiz yapan bireyler beslenme ile ilgili birçok yanlış bilgiye sahiptir ve elimizde net bir veri olmamakla birlikte besinsel ergojenik yardımcı kullanımı, yalnızca pazarlamacıların sözleri, kulaktan dolma inanışlar, etkileyici pazarlama teknikleri ve reklamlar ile hızla artmaktadır. Birçok besin destek maddesi hakkındaki bilimsel veriler çok sınırlı sayıdadır. Bu ürünler ile ilgili; “kullanılmaması gerekir” ya da “kesinlikle kullanılmalıdır” görüşünden uzak; bilimsel bir yaklaşımın sergilenmesi gerekmektedir.

Besinsel ergojenik yardımcı olarak kullanılan maddelerden biri de taurindir. Taurin, metiyonin, sistein ve homosisteini içine alan sülfür içeren aminoasit ailesinin bir üyesidir (1). Kalp ve iskelet kası, retina, beyin, lökosit gibi birçok dokuda en fazla bulunan aminoasitlerden bir tanesidir (6,57). Çalışmalar, taurinin, safra asidi konjugasyonu, plazma membran stabilizasyonu, osmoregülasyon, nöromodülasyon, nörotransmisyon, antioksidasyon ve detoksifikasyon gibi farmakolojik ve fizyolojik rolleri olduğunu göstermektedir (3). Son yıllarda diyabet, hipertansiyon, kalp hastalıkları, retinal dejenerasyon, iskelet kas hastalıkları gibi hastalıkların tedavisinde, taurin yüklemesinin tedavi edici etkisinden bahseden çalışmalar yapılmaktadır (6,7).

Taurinin kalp ve iskelet kasında yüksek konsantrasyonda bulunması, kalsiyum homeostazı, osmoregülasyon gibi rollerinin bulunması, egzersiz performansı ve taurin ilişkisine olan ilgiyi arttırmıştır. Fakat egzersiz ve taurin yüklemesi ile ilgili sınırlı sayıda çalışma bulunmakta ve egzersiz performansını arttırmak için gerekli olan optimal ve etkili taurin dozu bilinmemektedir (3).

Sağlıklı, aktif olmayan erkek bireylerde farklı doz taurin uygulamasının, akut egzersizde yorgunluğu geciktirme zamanı, toplam antioksidan-oksidan statüsü üzerine etkilerinin incelenmesi amacıyla planlanmış olan çalışmada, taurin yüklemesinin 1.1. RER’e ulaşma zamanını uzatacağı, 3 g ve 6 g yükleme dozları arasında fark olmayacağı hipotezi kurulmuştur. Çalışmaya yaş ortalaması 23.56 ± 0.56 yıl olan 21 birey katılmış, plasebo, 3 g taurin ve 6 g taurin yükleme dönemi öncesinde ve sonrasında bireylere Bruce Testi yapılmıştır. Yapılan Bruce testlerinin oluşturabileceği antrenman etkisinin önüne geçebilmek amacıyla plasebo, 3 g taurin ve 6 g taurin yükleme sırası 7’şer kişilik üç gruba ardışık randomize edilerek uygulanmıştır.

Çalışmanın başında ve çalışma tamamlandıktan sonra bireylerin karaciğer fonksiyon testi, böbrek fonksiyon testi, tam kan sayımı, kan lipit düzeyleri ve kan glukozu değerleri uzman kardiyolog tarafından değerlendirilmiş, ALP ve CK dışında diğer parametrelerin normal sınırlar içerisinde olduğu belirlenmiştir. ALP ve CK hem çalışmanın başında hem de sonrasında normal değerlerden yüksek

çıkıştır. ALT, AST, CK, ALP gibi karaciğer fonksiyon testlerinin şiddetli bir egzersiz sonrası, hatta egzersiz sonrası en az 7 gün yüksek seviyelerde kalabileceği literatürde belirtilmektedir (98). Kardiyolog tarafından bireylerin kan vermeye gelmeden önce şiddetli bir aktivite yapmış olabilecekleri, sağlık ile ilgili herhangi bir problemlerinin olmadığı belirtilmiştir.

Plazma laktat düzeyi

Plazma laktat düzeyleri plasebo, 3 g taurin ve 6 g taurin yükleme dönemlerinde yapılan Bruce testi sonrasında alınan kanda, Bruce testi öncesine göre anlamlı olarak artmıştır ($p<.01$). Bruce testi sonrası değerlerden Bruce testi öncesi değerler çıkarılarak elde edilen farklar karşılaştırıldığında, plasebo, 3 g taurin ve 6 g taurin yükleme dönemlerinin öncesi ve sonrası arasında anlamlı fark bulunmamıştır ($p>.05$).

Yatabe et al. tarafından ratlar üzerinde yapılan çalışmada, 2 haftalık taurin yüklemesinin yorgunluk zamanı üzerine etkileri incelenmiş, taurin alarak egzersiz yapan ve taurin almadan egzersiz yapan grup arasında plazma laktat konsantrasyonları açısından fark bulunmamıştır (99).

Ratlar üzerinde yapılan bir başka çalışmada taurin yüklemesi yapılan grup ile yapılmayan grup arasında, plazma laktat konsantrasyonu açısından bir fark bulunmamıştır (100).

Ancak literatürde taurin yüklemesinin laktat konsantrasyonunu azalttığına dair çalışmada bulunmaktadır. Imagawa et al. tarafından fareler üzerinde yapılan çalışmada taurin, egzersiz sonrası laktat birikimini azaltmıştır. Kontrol grubu ile karşılaştırıldığında 1 hafta 15 mg/kg taurin alan farelerde koşu bandı egzersizi sonrası laktat konsantrasyonu azalmıştır. Taurin yüklemeye devam edildiğinde, 2 hafta sonra laktat konsantrasyonu daha da azalmıştır (101).

Egzersizde anaerobik metabolizmanın etkisiyle laktat miktarı artar ve egzersizin süresi ve şiddeti bu artışın düzeyini belirler. Literatürde VO_{2max} 'a denk gelen egzersiz şiddetinde kan laktat konsantrasyonunun 8-12 mmol/L arasında olduğu belirtilmektedir (102). Çalışmamızda plasebo, 3 g taurin ve 6 g taurin yükleme dönemlerinde yapılan Bruce testlerinde anaerobik eşik aşılmış ve Bruce testi için gerekli olan yükleme yeterli yoğunlukta yapılmıştır. Taurin yüklemesinin plazma laktat konsantrasyonu üzerine bir etkisi olmamıştır.

Ağırlık ve BKİ

Plasebo, 3 g taurin ve 6 g taurin yükleme dönemleri öncesinde ve sonrasında ölçülen ağırlık ve hesaplanan BKİ değerleri arasında fark bulunmamıştır ($p>.05$).

Nakaya et al. tarafından insülin duyarlılığı üzerine taurinin etkisini incelemek amacıyla yapılan çalışmada, spontan tip 2 diyabetli ratlara uygulanan taurin yüklemesi, beden ağırlığında herhangi bir değişikliğe neden olmamıştır (103).

Yatabe et al. tarafından yapılan çalışmada, taurin alan, egzersiz yapmayan grup, taurin almayan, egzersiz yapmayan kontrol grubu, taurin alan, egzersiz yapan grup ve taurin almayan, egzersiz yapan grup olmak üzere ratlar 4 gruba ayrılmıştır. 4 grup arasında beden ağırlığı açısından anlamlı bir fark bulunmamıştır (99).

Egzersiz performansı için optimum ve etkili taurin dozunu belirlemek amacı ile ratlar üzerinde yapılan çalışmada, 2 hafta süresince 0, 20, 100 ve 500 mg/kg taurin yüklemesi yapılmış ve gruplar arasında, yükleme öncesi ve sonrası, beden ağırlığı açısından herhangi bir fark bulunmamıştır (3).

Literatürde taurin yüklemesinin vücut ağırlığını azalttığına yönelik bir çalışma bulunmaktadır. $BKI \geq 25 \text{ kg/m}^2$, diyabeti olmayan 30 birey üzerinde yapılan çalışmada, bireylere 7 hafta 3 g/gün taurin (n=15) ve plasebo (n=15) verilmiş ve taurinin serum lipidleri ve ağırlık kaybı üzerine etkisi incelenmiştir. Plasebo grubu ile karşılaştırıldığında taurin alan grubun lipid profilleri olumlu yönde etkilenmiş ve vücut ağırlığı anlamlı olarak azalmıştır (104). Bu çalışma obez bireylerde yapılmış ve 7 haftalık bir yükleme periyodu uygulanmıştır. Yükleme periyodunun uzun olması ve obez bireyler üzerinde araştırmanın yapılması, çalışmamız ile farklı bir sonucun çıkmasının nedeni olabilir.

Çalışmamızda plasebo, 3 g ve 6 g taurin yüklemesi ile beden ağırlığında ve BKI'da bir değişiklik saptanmamıştır. Çalışmamızın sonucu literatür ile benzerlik göstermektedir.

RER, $VO_{2\max}$, $VCO_{2\max}$ ve MET

Plasebo, 3 g taurin ve 6 g taurin yükleme dönemlerinde ölçülen RER, $VO_{2\max}$, $VCO_{2\max}$ ve MET değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır ($p>.05$).

Zhang et al. tarafından, 18-20 yaş arası, 11 sağlıklı erkek bireye, 1 hafta, 6 g /gün (2x3 g) taurin yüklemesi yapılmış, $VO_{2\max}$ 'da anlamlı artışlar bulunmuştur (9).

Yapılan bir başka çalışmada, sol ventrikül ejeksiyon fraksiyonu % 50'den az (New York Kalp Birliği sınıflamasına göre sınıf II veya III) 29 kalp hastası ile çalışılmış, 2 hafta boyunca, 15 bireye günde 3 kez 500 mg taurin, 14 bireye de plasebo verilmiş ve kalp hastalarında taurin yüklemesinin egzersiz kapasitesi üzerine etkileri incelenmiştir. Bruce ve modifiye Bruce protokollerinin kullanıldığı çalışmada, taurin yüklemesi yapılan grubun MET değeri plasebo kullananlara göre anlamlı olarak artmıştır (57).

Literatürde $VO_{2\max}$ 'da (9) ve MET'te (57) taurin yüklemesine bağlı bir artış olduğu belirlenmiş, çalışmamızda herhangi bir artışın olmadığı saptanmıştır. $VO_{2\max}$ ve MET sonuçlarında literatürle çelişkili sonuçlar elde edilmiştir.

Kalp Atım Sayısı ile İlgili Parametreler (Max KAS, 1.1 RER'deki KAS)

Plasebo, 3 g taurin ve 6 g taurin yükleme dönemlerinde yapılan Bruce testinde max KAS ve Bruce testinde ölçülen 1.1 RER'e karşılık gelen KAS değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmamıştır ($p>.05$).

Zhang et al. tarafından, 18-20 yaş arası, 11 sağlıklı erkek bireye, 1 hafta, 6 g /gün (2x3 g) taurin yüklemesi yapılan çalışmada max KAS değişmemiştir (9). Aynı şekilde; Beyranvand et al. tarafından kalp hastaları üzerinde yapılan çalışmada da, plasebo ve taurin yüklemesi yapılan gruplar karşılaştırıldığında, max KAS açısından fark bulunmamıştır (57).

Dayanıklılık sporcuları üzerinde yapılan çift kör, crossover çalışmada bireyler üç gruba ayrılmış; plasebo grubuna, taurinsiz, glukuronolaktonsuz, kafeinsiz, 10.5 g glukoz ve 43 g sükrozlu 500 ml içecek, kontrol grubuna, taurinsiz, glukuronolaktonsuz, kafeinli (160 mg), 10.5 g glukoz ve 43 g sükrozlu 500 ml içecek, diğer gruba da, taurin (2 g), glukuronolakton (1.2 g), kafein (160 mg), 10.5 g glukoz ve 43 g sükrozlu 500 ml enerji içeceği verilmiş ve egzersiz sonrası kardiyak parametreler üzerine taurin içeren enerji içeceğinin etkileri araştırılmıştır. Taurin içeren enerji içeceği antrene bireylerde kardiyak kontraktiletiyi, özellikle sol atrial kontraktiletiyi artırmıştır. Sonuç olarak taurin içeren içeceklerin daha yüksek atım hacmi ve fraksiyonel kısalma sağladığı, daha yüksek atım hacminde maksimum kalp atımının, artan VO_{2max} ve maksimal dayanıklılık performansına neden olduğu belirtilmiştir (105). Taurin, kafein ve glukuronolakton gibi üç uyarıcı maddenin birlikte verilmesi bu sonucun ortaya çıkmasına neden olmuş olabilir. Çalışmamızda sadece taurin yüklemesi yapılmış, max KAS ve 1.1 RER'deki KAS taurin yüklemesi ile değişmemiştir. Sonucumuz, yalnızca taurin yüklemesi yapılan literatür ile paralellik göstermektedir.

1.1 RER'e Ulaşma Zamanı, Toplam Test Süresi

1.1 RER'e ulaşma zamanı ve toplam test süresi, plasebo ve 3 g taurin yükleme sonrası değişmezken, 6 g taurin yükleme sonrası anlamlı olarak artmıştır ($p<.01$).

RER, ağız yolu ile ölçülen, alınan oksijenin dışarı atılan karbodioksite oranıdır. Aşırı nefes alıp verme ile oksijen tüketiminde artış olmaksızın, verilen hava ile CO_2 dışarı atıldığı için, kanın CO_2 içeriği azalır. Bu durumda RER 1.1'in üzerine çıkar. Yorucu egzersizde de RER 1.1'in üzerindedir (66,67). Birçok araştırmada bireye yoruluncaya kadar egzersiz yaptırılmış ve RER yorgunluk kriteri olarak alınmıştır (68-73).

Imagawa et al. tarafından, fareler üzerinde yapılan çalışmada, 1 hafta 15 mg/kg taurin yüklemesi yapılan grubun, kontrol grubuna göre koşu mesafesi artmış, yüklemeye devam edildiğinde, 2. hafta, koşu mesafesi, 1 hafta yüklemeye göre anlamlı olarak biraz daha artmıştır. 2 hafta taurin kullanımının dayanıklılık performansını arttırdığı belirtilmiştir (101).

Egzersiz yaptırılan ratlarda, 2 haftalık taurin yüklemesinin yorgunluk zamanı ve iskelet kas taurin konsantrasyonu üzerine etkilerinin incelendiği çalışmada, taurin yüklemesi yapılan ratlarda yorgunluğa ulaşma zamanı artmıştır (99).

Bir başka çalışmada, egzersiz performansı için etkili ve optimum taurin dozunu belirlemek için, ratlara 2 hafta süresince 0, 20, 100, 500 mg/kg taurin yüklemesi yapılmış, 100 ve 500 mg/kg taurin alan ratlarda egzersiz testinde yorgunluğa ulaşma zamanı artmıştır (3).

Geiß et al. tarafından, egzersiz ile birlikte alınan, taurin içeren enerji içeceğinin egzersiz süresi üzerine etkilerinin araştırıldığı çalışmada, taurin, kafein, glukuronolakton içermeyen ve yalnızca kafein içeren içeceklere göre, taurin içeren enerji içeceği egzersiz süresini uzatmıştır. Kalp atımı ve katekolamin konsantrasyonları enerji içeceği ile daha düşük seviyelere ulaşmıştır. Bu etkinin de daha uzun bir dayanıklılığa neden olduğu belirtilmiştir (56).

Zhang et al. tarafından, 1 hafta 6 g/gün taurin verilerek yapılan çalışmada, bireylere yoruluncaya kadar bisiklet ergometresi testi yaptırılmış ve taurin yüklemesi ile yorgunluğa ulaşma zamanı uzamıştır (9).

Beyranvand et al. tarafından kalp hastaları üzerinde yapılan çalışmada, 1.5 g/gün, 2 hafta taurin yüklemesi yapılan grubun, plasebo grubuna göre egzersiz testinde ölçülen mesafe ve toplam test süreleri anlamlı olarak artmıştır (57).

Çalışmamızın sonucu yapılan çalışmalarla benzerlik göstermektedir. Çalışmamızda, 6 g taurin yüklemesi ile 1.1 RER'e ulaşma zamanı ve toplam test süresi, 3 g ve plaseboya göre daha fazla artmıştır. 3 g ve 6 g taurin yüklemesi arasında fark olmayacağı hipotezi reddedilmiştir.

Total Antioksidan / Oksidan Statü, Glutatyon

TAS değişkeninde, plasebo yükleme öncesi ve sonrası, 3 g taurin yükleme öncesi ve sonrası, 6 g taurin yükleme öncesi ve sonrasında yapılan Bruce testi öncesinde ve sonrasında istatistiksel olarak anlamlı fark vardır ($p < .01$). Tüm yükleme dönemlerinde TAS değerleri Bruce testi sonrası anlamlı olarak düşmüştür. Bruce testi sonrası değerlerden Bruce testi öncesi değerler çıkarılarak elde edilen farklar karşılaştırıldığında, plasebo, 3 g taurin ve 6 g taurin yükleme dönemleri öncesi ve sonrası arasında anlamlı fark bulunmamıştır ($p > .05$).

TOS değişkeni için yapılan istatistiksel analiz sonuçlarına göre, plasebo yükleme sonrası, 3 g taurin yükleme öncesi, 6 g taurin yükleme öncesi ve sonrası dönemlerde yapılan Bruce testi öncesinde ve sonrasında istatistiksel olarak anlamlı fark vardır ($p < .05$). Fark olan yükleme dönemlerinde TOS değerleri Bruce testi sonrası anlamlı olarak düşmüştür. Bruce testi sonrası değerlerden Bruce testi öncesi değerler çıkarılarak elde edilen farklar karşılaştırıldığında, plasebo, 3 g taurin ve 6 g taurin yükleme dönemleri öncesi ve sonrası arasında anlamlı fark bulunmamıştır ($p > .05$).

Glutasyon değişkeninde, plasebo, 3 g taurin ve 6 g taurin yükleme öncesi ve sonrası dönemlerde yapılan Bruce testi öncesinde ve sonrasında istatistiksel olarak anlamlı fark yoktur ($p>.05$). Bruce testi sonrası değerlerden Bruce testi öncesi değerler çıkarılarak elde edilen farklar karşılaştırıldığında, plasebo, 3 g taurin ve 6 g taurin yükleme dönemleri öncesi ve sonrası arasında anlamlı fark bulunmamıştır ($p>.05$).

Oksidatif stres üzerine aerobik egzersizin etkilerinin incelendiği çok sayıda araştırma olmasına rağmen, çalışmalarda tutarsızlıklar bulunmaktadır (93). Akut oksidatif strese neden olsun veya olmasın, akut aerobik egzersizin serbest radikal üretimini arttırdığı çalışmalarda gösterilmiştir. Düşük şiddetli ve kısa süreli egzersiz protokolleri süresince antioksidan savunma sistemi serbest radikal üretimine karşı koymak için yeterli olabilecektir. Fakat şiddet ve süre arttıķķa bu yeterliliğin ortadan kalkacağı belirtilmektedir (64,93).

Antioksidan kapasite ile ilgili olarak; akut aerobik egzersiz protokollerinin uygulandığı çalışmaların bir bölümünde antioksidan kapasitenin egzersiz süresince ve egzersizden hemen sonra azalabileceği (64,95,106,107), toparlanma periyodunda ise bazal seviyelerinin üzerine çıkabileceği belirtilmektedir (84,93,95,106,108-110). Michailidis et al.'a göre ise TAS, antrenmansız bireylerde aerobik egzersiz sonrası en yüksek değere 2. saatte ulaşmaktadır (93). Antrenmansız bireylere akut maksimal egzersiz protokolünün uygulandığı ve hemen sonrasında alınan kanda TAS'ın incelendiği bir çalışmada ise TAS anlamlı olarak artmıştır (111).

Lipid peroksidasyonu ile ilgili olarak; kısa süreli, akut aerobik egzersiz protokollerinin uygulandığı çalışmalarda, egzersiz sonrası alınan kanda tiyobarbitürik asit reaktif maddeler (TBARS) artmış (64,93,106,108,109,111), toparlanma periyodunda 1 saat içerisinde bazal seviyelerine geri dnmştir (106,112). Benzer protokollerin uygulandığı bazı çalışmalarda da TBARS'ta herhangi bir artış olmamıştır (113,114). Kısa süreli akut aerobik egzersiz protokolleri sonrasında alınan kanda MDA'nın incelendiği çalışmaların bazılarında MDA'da herhangi bir artış olmamış (64,84,87,115,116), bazılarında ise artışlar rapor edilmiştir (64,107,117). Bir başka çalışmada da lipid hidroperoksitler (LOOH) incelenmiş ve maksimal koşu bandı egzersizi sonrası anlamlı artış olduğu bildirilmiştir (118).

Glutasyon ile ilgili olarak; akut aerobik egzersiz protokollerinin uygulandığı çalışmaların çoğunda glutasyon, egzersiz sonrası azalmış (74,95,93,106,110,112,119-122), bazı çalışmalarda ise toparlanmanın 15-30. dakikasında bazal seviyesine dnmştir (106,112). Michailidis et al.'a göre ise, antrenmansız bireylerde aerobik egzersiz sonrası en fazla düşüş egzersiz sonrası 2. saatte görülmektedir (93).

Taurin bazı çalışmalara göre direk antioksidan olmamasına rağmen (40,123), lipid peroksidasyonuna bağlı nonenzimatik reaktif oksijen radikallerini azalttığını gösteren çalışmalar bulunmaktadır (55,124-127). Tip I kas liflerinde tiyobarbitürik asit reaktif maddedeki (TBARS) artışı bloke ederek, egzersize bağlı kas hasarında hücre koruyucu bir role sahip olduğu bulunmuştur (55). Oksidatif stres kas hasarında önemli bir role sahiptir ve Ca^{+2} homeostazındaki dengesizliğin neden olduğu Ca^{+2}

iyon kanallarının dağılımı ile, hücrel membran hasarı ile ilişkili olabilir. Çalışmalar taurinin, intraselüler Ca^{+2} seviyelerini düzenleyerek, iyon kanalları, taşıyıcılar ve enzimler üzerinde kombine bir etkiye neden olduğunu göstermektedir. Böylece taurin, serbest radikal üretimini azaltır ve egzersizin neden olduğu kas hasarına karşı koruyucu etki gösterir. Ayrıca, taurin sülfidril gruplarının korunmasında etkindir ve değişmeyen sülfidril grupları özellikle sistein gibi birçok aminoasitin fonksiyonu için önemlidir. Bu da glutatyon sentezini artırır ve oksidatif hasar azalabilir (128). Taurinin ve glutatyonun sentezinde aynı öncü aminoasit (sistein) yer almaktadır (129). Bazı çalışmalara göre glutatyon sentezi/metabolizması ile taurin yüklemesi arasında sıkı bir ilişki vardır. Fakat bu konu ile ilgili çalışmalarda tutarsızlıklar bulunmaktadır. Egzersiz ile artan serum okside glutatyon (GSSG) taurin yüklemesi ile azalabilir (3).

Farklı gruplar üzerinde, farklı şekillerde gerçekleştirilen ve çalışmamızın sonuçlarının aksine taurinin antioksidan olduğu ve oksidatif stresi engellediği ile ilgili sonuçları içeren araştırmalar aşağıda sunulmuştur.

Dawson et al. tarafından yapılan çalışmada, taurin yüklemesi rat iskelet kas taurin içeriğini artırarak performansı arttırmış, aynı zamanda oksidatif strese karşı hücre koruyucu etki göstermiştir (55).

Kronik etanol tedavisi yapılan ratlara taurin yüklemesi yapılarak, hepatik lipid seviyelerinin ve prooksidan ve antioksidan statünün incelendiği çalışmada, taurin yüklemesi yapılan grubun, serum transaminaz aktivitesi, hepatik total lipid, trigliserid, malondialdehit seviyelerinde anlamlı azalma, hepatik glutatyon, vitamin E ve C seviyelerinde anlamlı artış gözlenmiş, karaciğerde süperoksit dismutaz, glutatyon peroksidaz ve glutatyon transferaz aktivitelerinde değişiklik olmamıştır (130).

Farelerde yapılan çalışmada taurin ve E vit yüklemesi glutatyon seviyelerini korumuş ve glutatyon peroksidaz (GPX), süperoksit dismutaz (SOD) ve katalaz (CAT) aktivitesini arttırmıştır (131).

Ratlarda okside balık yağının toksisitesi üzerine taurinin etkisinin incelendiği çalışmada, taurinle beslenen ratların karaciğerinde TBARS seviyeleri azalmış ve glutatyon seviyeleri artmıştır (132).

Etanolle beslenen ratlarda taurin yüklemesinin lipid peroksidasyonu, plazmada enzimatik ve nonenzimatik antioksidan seviyeleri üzerine etkisinin incelendiği çalışmada, taurin etanole bağlı lipid peroksidasyonunu azaltmış (plazma TBARS ve lipid hidroperoksidaz (LHP) aktivitesini azaltarak), plazma SOD, CAT ve GPX aktivitesini arttırmıştır. Glutatyon, α tokoferol ve askorbik asit düzeyleri taurin yüklemesi yapılmayan grupta azalırken, taurin alan grupta korunmuştur (133).

Reaktif oksijen radikallerini arttıran 3-nitropropionik asit verilen ratlarda, akut hipokampal hasar üzerine taurin yüklemesinin etkilerinin araştırıldığı çalışmada, taurin oksidatif hasara karşı koruyarak, antioksidan etki göstermiştir (134).

Kronik nikotin yüklemesi yapılan ratlarda, taurin yüklemesinin serum malondialdehit (MDA), glutatyon seviyeleri ve laktat dehidrogenaz (LDH) aktivitesi üzerine etkilerinin incelendiği çalışmada; kronik nikotin yüklemesi MDA seviyelerini, LDH aktivitesini arttırmış, glutatyon seviyelerini azaltmıştır. Taurin yüklemesi ile MDA, LDH aktiviteleri ve glutatyon seviyeleri başlangıç değerlerine dönmüştür (135).

Zhang et al. tarafından yapılan çalışmada, lipit peroksidasyonu ve oksidatif stresin göstergesi olarak TBARS incelenmiş, yükleme öncesi plazma taurin konsantrasyonu ile egzersiz sonrası plazma TBARS arasında anlamlı negatif korelasyon bulunmuştur. 7 günlük taurin yüklemesi ile egzersiz öncesi TBARS seviyeleri azalmış, bununla birlikte egzersiz bu taurin etkisini tersine çevirmiştir. DNA hasarı üzerine taurinin koruyucu etkisi yalnızca 24 saat devam etmektedir ve egzersiz sonrası azalan TBARS üzerine taurinin etkisi yoktur. Bu şu anlama gelmektedir; Zhang et al. tarafından yapılan çalışmada DNA hasarını önlemede, taurinin indirek antioksidan etkisi önemli bir rol oynamaktadır. Taurin, nitrik oksit (NO) üretimini düzenleyerek, egzersize bağlı DNA hasarını önlemede bir rol alıyor olabilir. Ayrıca geçirgenliğin artmasının membran hasarına neden olduğu, taurinin membran stabilize edici özelliğinden dolayı hücrel korumaya katkıda bulunabildiği bu çalışmada belirtilmektedir (9). DNA hasarına neden olan mekanizma ve taurinin koruyucu etkisi komplekstir ve hala açıklığa kavuşmamıştır.

Çalışmamızda taurin yüklemesinin total antioksidan/oksidan statü ve glutatyon seviyeleri üzerinde herhangi bir etkisi olmamıştır. Yaş, bireysel farklılıklar (örn; antrenmanlı olup olmadığı), diyet, uygulanan egzersiz protokolleri (süre, şiddetteki farklılıklar), kan alma zamanı (egzersiz sonrası, egzersizin bitmesine doğru, egzersiz sonrası 1, 2, 3. saat vs gibi farklılıklar), incelenen örnek (kan, doku vs), seçilen biyobelirteç, kullanılan yöntem gibi durumlar, literatür ile sonuçlarımızı karşılaştırmayı sınırlandırmaktadır.

Taurin & Performans Genel Sonuçlar

Taurinin egzersiz performansını artırma mekanizması tam olarak anlaşılamamış ve yapılan çalışmalarda çeşitli görüşler bildirilmiştir. Literatürde taurin yüklemesinin;

- Egzersiz süresince azalan iskelet kas taurin içeriğini koruyarak,
 - Ca^{+2} homeostazını düzenleyerek,
 - Egzersize bağlı oksidatif stresi azaltarak,
 - Egzersize bağlı kas hasarını azaltarak,
 - Egzersiz süresince kardiyak ve iskelet kas kontraktilesini arttırarak,
 - Egzersize bağlı kan laktat üretimini engelleyerek,
 - Tüm vücut yağ oksidasyonunda anlamlı artışlar yaratarak,
 - Uzun süreli egzersizde kan glukoz konsantrasyonunu koruyarak,
- egzersiz performansını artırabileceği ile ilgili bilgiler bulunmaktadır.

Bu görüşlerle ilgili araştırmalar aşağıda sunulmuştur.

Taurin, Ca^{+2} 'nin kontraktıl filamentlerinin duyarlılığını arttırarak ve sarkoplazmik retikulumdan Ca^{+2} salınımını arttırarak iskelet kas fibrillerinde kuvvet üretimini arttırmaktadır (136). Taurin, Na^{+} 'a bağlı yüksek afinitede taurin transporterler ile hücrelere akümüle olur (137) Metabolik ürünlerin birikiminden dolayı artan kas fibril osmolaritesini engellemek için, egzersiz süresince kaslardan salınmaktadır (138). Taurinin iskelet kaslarından salınımı, reaktif oksijen radikallerinde ve fosfolipaz A_2 aktivitesinde artışlara neden olabilir (139). Taurin kaybı anlamlı olarak iskelet kas performansını etkileyebilir (140). Taurin transporterlerine zarar verilmiş farelerde yapılan çalışmada, koşu bandı egzersiz kapasitesi % 80 azalmıştır (141).

Yatabe et al. tarafından yapılan çalışmanın sonucunda; egzersize bağlı olarak iskelet kası taurin konsantrasyonunun azaldığı, taurin yüklemesinin bu azalmayı engellediği ve bu özelliğinden dolayı taurin yüklemesinin performansı arttırdığı belirtilmiştir (99). Aynı şekilde; farelere taurin ve kafeinin birlikte verilerek yapıldığı bir çalışmada, kısa süreli yorucu bir egzersiz sonrası rat iskelet kaslarında taurin konsantrasyonunun azaldığı, oral taurin yüklemesinin bu azalmayı engellediği, taurin konsantrasyonunun korunmasının egzersiz performansının artmasında önemli rol oynadığı belirtilmiştir. Dayanıklılık performansının artmasında kafeinin tip I kas liflerinin duyarlılığını arttırdığı, taurinin de böyle bir özellikten dolayı dayanıklılık performansını arttırabileceği, bu konu üzerinde çalışmalar yapılması gerekliliği belirtilmiştir (101).

Ratlar üzerinde yapılan bir çalışmada, taurin yüklemesi egzersizde treonin, serin, glisin (pirüvat öncüsü aminoasitler) konsantrasyonunu azaltmış, taurin yüklemesinin neden olduğu, glukoneogenezis için kullanılan bu üç aminoasit konsantrasyonunun azalmasının, taurinin egzersiz performansını arttırmadaki mekanizmalardan biri olduğu belirtilmiştir. Aynı araştırmacının bir başka çalışmasında, taurin yüklemesinin uzun süreli egzersizde kan glukoz konsantrasyonunu koruyabildiği belirtilmiş, buna bağlı olarak, taurinin enerji üretimi için karbohidrat, lipid ve protein metabolizması üzerine olumlu etkileri olabileceği bildirilmiştir (142).

Taurin yüklemesi yapılan ratlarda, treadmill koşusu sonrası, egzersizde kas hasarının göstergesi olan üriner kreatinin, kreatin ve 3 metil-histidin atımının azaldığı bulunmuştur. Taurin yüklemesinin egzersize bağlı kas hasarını azalttığı düşünülmektedir (100).

Zhang et al. tarafından yapılan çalışmada, düşük Ca^{+2} konsantrasyonuna sahip kalp için, taurinin pozitif inotropik olduğu, taurin yüklemesinin elektriksel ve kontraktıl özellikleri geliştirdiği belirtilmiştir. Bu çalışmada taurinin Ca^{+2} homeostazını düzenleyerek ve yorucu şartlar altında, myokardiyal ve iskelet kas kasılmasını arttırarak performansı arttırıyor olabileceği belirtilmektedir (9).

Antrene bisikletçilerde, akut taurin yüklemesinin dayanıklılık performansı üzerine etkilerinin incelendiği çalışmada, 11 bireye bisiklet ergometresinde egzersiz

testi yapılmış ve testten 1 saat önce 1.66 g taurin verilmiştir. Kontrol, plasebo ve taurin grubunun performanslarında herhangi bir fark bulunmazken, taurin grubunun tüm vücut yağ oksidasyonu kontrol ve plasebo grubuna göre % 16 artış göstermiştir (143).

SONUÇLAR

- Plasebo, 3 g taurin ve 6 g taurin yükleme dönemleri arasında, Bruce egzersiz testinden hemen sonra alınan kanda incelenen plazma laktat düzeyleri açısından fark bulunmamıştır.
- Bireylere plasebo, 3 g taurin ve 6 g taurin yüklemesinin yapılması, ağırlık ve hesaplanan BKİ değerlerinde herhangi bir değişikliğe neden olmamış ve yükleme dönemleri arasında fark bulunmamıştır.
- Literatürde çok az sayıda bulunan çalışmaların aksine; plasebo, 3 g taurin ve 6 g taurin yüklemesi, yapılan Bruce testinde RER, VO_{2max} , VCO_{2max} ve MET değerlerinde herhangi bir değişikliğe neden olmamıştır ve yükleme dönemleri arasında fark saptanmamıştır.
- Plasebo, 3 g taurin ve 6 g taurin yükleme dönemlerinde, max KAS ve 1.1 RER'deki KAS değişmemiştir, yükleme dönemleri arasında fark bulunmamıştır.
- 1.1 RER'e ulaşma zamanı plasebo ve 3 g taurin yükleme sonrası değişmezken, 6 g taurin yükleme sonrası anlamlı olarak artmıştır.
- Toplam test süresi, plasebo ve 3 g taurin yükleme sonrası değişmezken, 6 g taurin yükleme sonrası anlamlı olarak artmıştır.
- TAS değerleri, tüm yükleme dönemlerinde Bruce testi sonrası anlamlı olarak düşmüştür. Bruce testi sonrası değerlerden Bruce testi öncesi değerler çıkarılarak elde edilen farklar karşılaştırıldığında, plasebo, 3 g taurin ve 6 g taurin yükleme dönemleri öncesi ve sonrası arasında TAS değerleri açısından fark yoktur.
- TOS değerleri, plasebo yükleme sonrası, 3 g taurin yükleme öncesi, 6 g taurin yükleme öncesi ve sonrasında anlamlı olarak düşmüştür. Bruce testi sonrası değerlerden Bruce testi öncesi değerler çıkarılarak elde edilen farklar karşılaştırıldığında, plasebo, 3 g taurin ve 6 g taurin yükleme dönemleri öncesi ve sonrası arasında TOS değerleri açısından fark yoktur.
- Tüm yükleme dönemleri öncesi ve sonrasında yapılan Bruce testi öncesi ve sonrası glutatyon açısından fark yoktur. Bruce testi sonrası değerlerden Bruce testi öncesi değerler çıkarılarak elde edilen farklar karşılaştırıldığında, plasebo, 3 g taurin ve 6 g taurin yükleme dönemleri öncesi ve sonrası arasında glutatyon açısından fark bulunmamıştır.

Sağlıklı, aktif olmayan erkek bireylerde farklı doz taurin uygulamasının, akut egzersizde yorgunluğu geciktirme zamanı, toplam antioksidan-oksidan statüsü üzerine etkilerinin incelenmesi amacıyla planlanmış olan çalışmada, 6 g taurin yüklemesinin 3 g taurin yükleme ve plaseboya göre yorgunluğu geciktirdiği ve toplam test süresini uzattığı, fakat taurinin antioksidan etki göstermediği belirlenmiştir.

ÖNERİLER

Taurin ile ilgili bir çalışmada rapor edilen gastrointestinal şişlik hariç, çift kör, randomize kontrollü, hem sağlıklı yetişkinleri hem de bazı hastalık şartlarını içeren çalışmaların hiçbirinde herhangi bir yan etki bildirilmemiştir. Kalp hastalıkları, diyabet, karaciğer hastalıkları, nörolojik hastalıklar gibi bazı hastalıkların tıbbi tedavisinde kullanımı ile ilgili literatürde birçok araştırma bulunmaktadır.

Taurinin sportif performansı arttırmak için kullanımı ile ilgili çok az araştırma mevcuttur. Özellikle taurin içeren enerji içeceklerinin egzersiz performansı üzerine etkileri ile ilgili araştırmalar bulunmakta, fakat bu araştırmalarda taurin, kafein ve diğer bileşenlerin (glukuronolakton, inositol gibi) birlikte etkisinden bahsedilmektedir.

İnsan çalışmalarında kullanılan en yüksek oral taurin dozu 6 ay süresince 10 g/gün'dür. En fazla süre ise, kistik fibrozisli, 10-20 yaş aralığındaki hastalarda, 500-1500 mg/gün olarak verilen taurin ile 12 aydır. Sportif performansın artırılması amacıyla, sağlıklı bireylerde kullanım dozu, kullanım süresi, kullanıma ara verilip verilmemesi gerekliliği, etkinin devam etme süresi gibi soruların cevapları için yeterli bilgi bulunmamaktadır. Yapılan çalışma sonucunda, 6 g /gün, 1 hafta alınan taurinin, 3 g/gün-1 hafta alınan taurine göre, toplam test süresi ve 1.1 RER'e ulaşma zamanını arttırdığı, VO_{2max} 'ı değiştirmediği bulunmuştur. Daha uzun sürelerde ve daha az miktarlarda kullanımın sportif performans üzerine etkisi araştırılması gereken bir konudur.

Literatürde taurin yüklemesi ile ilgili sınırlı sayıda var olan çalışmalar genellikle aerobik dayanıklılık ile ilgilidir. Hem aerobik hem de anaerobik dayanıklılık içeren aktivitelerde taurinin etkisi ile ilgili daha fazla araştırmaya ihtiyaç duyulmaktadır. Böylece antrenörlere ve sporculara yaptıkları branşa özgü önerilerde bulunulabilir.

Besinsel ergojenik yardımcı kullanımında;

Sporcunun uğraştığı spor dalı, bireyin fizyolojik gereksinmesi, destek alacak olan bireyin sağlık durumu, beslenme durumu, normal beslenmesi ile destek olarak alınan besin ögesini karşılayıp karşılayamadığı, bireyin antropometrik özellikleri, kullanılacak ürünün özelliği, güvenilirliği, bileşenleri, gerçekten o bireye katkı sağlayıp sağlamadığı, kullanım miktarı, süresi vs. önemlidir.

Besinsel ergojenik yardımcı kullanımı ile ilgili dikkatli olunmalı ve mutlaka spor hekimi, diyetisyen, eczacı gibi uzman kişilere danışılmalıdır.

Çalışmamızın sonuçlarına göre, şu anki bilimsel veriler ve tüm bu öneriler ışığında sporcular ve antrenörlere pratik olarak şu öneride bulunulabilir;

Aerobik dayanıklılık gerektiren bir spor branşı ile uğraşılıyor ise, 1 hafta süreyle, 6 g / gün (1.5 g x 4 kez veya 2 g x 3 kez) taurin yüklemesi denenebilir. Literatür bilgilerine göre bu etki 2 hafta devam edebilir. Uzun süreli kullanımı, tekrar yükleme yapılması gibi soruların cevabı için bilimsel çalışmaların yapılması ve çalışma sayısının artmasını beklemekte yarar olacağı düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

1. Brosnan, J.T., & Brosnan, M.E. (2006). The sulfur-containing amino acid: an overview. *J Nutr*, 136, 1636-1640.
2. Huxtable, R.J. (1992). Physiological actions of taurine. *Physiol Rev*, 72, 101-163.
3. Miyazaki, T., Matsuzaki, Y., Ikegami, T., Miyakawa, S., Doy, M., Tanaka, M., et al. (2004). Optimal and effective oral dose of taurine to prolonged exercise performance in rat. *Amino Acids*, 27, 291-298.
4. Lourenço, R., & Camilo, M.E. (2002). Taurine: a conditionally essential amino acid in humans? An overview in health and disease. *Nutr Hosp*, XVII(6), 262-270.
5. Shao, A., & Hathcock, J.N. (2008). Risk assessment for the amino acids taurine, L-glutamine and L-arginine. *Regul Toxicol Pharmacol*, 50, 376-399.
6. Timothy, C., & Birdsall, N.D. (1998). Therapeutic Applications of Taurine. *Alt Med Rev*, 3(2), 128-136.
7. Franconi, F., Loizzo, A., Ghirlanda, G., & Seqhieri, G. (2006). Taurine supplementation and diabetes mellitus. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care*, 9(1), 32-36.
8. Rijssenbeek, A.L., Melis, G.C., Oosterling, S.J., Boolens, P.G., Houdijk, A. P., Richir, M.C., et al. (2006). Taurine and the relevance of supplementation in humans, in health and disease. *Curr Nutr Food Sci*(2), 381-388.
9. Zhang, M., Izumi, I., Kagamimori, S., Sokejima, S., Yamagami, T., Liu, Z., et al. (2004). Role of taurine supplementation to prevent exercise induced oxidative stress in healthy young men. *Amino Acids*, 26, 203-207.
10. Lima, L. (1999). Taurine and its trophic effects in the retina. *Neurochem Res*, 24, 1333-1338.
11. Devreker, F., Van den Bergh, M., Biramane, J., Winston, R.L., Englert, Y., & Hardy, K. (1999). Effects of taurine on human embryo development in vitro. *Hum Reprod*, 14, 2350-2356.

12. Wang, J.H., Redmond, H.P., Watson, R.W., Condon, C., & Bouchier-Hayes, D. (1996). The beneficial effect of taurine on the prevention of human endothelial cell death. *Shock*, 6, 331-338.
13. Xu, Y.J., Arneja, A.S., Tappia, P.S., & Dhalla, N.S. (2008). The potential health benefits of taurine in cardiovascular disease. *Exp Clin Cardiol*, 13(2), 57-65.
14. Rana, S.K., & Sanders, T.A. (1986). Taurine concentrations in the diet, plasma, urine and breast milk of vegans compared with omnivores. *Br J Nutr*, 56, 17-27.
15. Spitze, A.R., Wong, D.L., Rogers, Q.R., & Fascetti, A.J. (2003). Taurine concentrations in animal feed ingredients; cooking influences taurine content. *J Anim Physiol Anim Nutr (Berl)*, 87(7-8), 251-262.
16. Foos, T., & Wu, J.Y. (2002). The Role of taurine in the central nervous system and the modulation of intracellular calcium homeostasis. *Neurochem Res*, 27 (February), 21-26.
17. Kim, S.J., Gupta, R.C., & Lee, H.W. (2007). Taurine-diabetes interaction: from involvement to protection. *Curr Diabetes Rev*, 3, 165-175.
18. Laidlaw, S.A., Shultz, T.D., Cecchino, J.T., & Kopple, J.D. (1988). Plasma and urine taurine in vegans. *Am J Clin Nutr*, 47, 660-663.
19. Hansen, S.H. (2001). The role of taurine in diabetes and the development of diabetic complications. *Diab Metab Rev*, 17, 330-346.
20. Sturman, J.A., Hepner, G.W., Hofmann, A.F., & Thomas, P.J. (1975). Metabolism of [³⁵S] taurine in man. *J Nutr*, 105, 1206-1214.
21. Chesney, R.W., Gusowski, N., & Dabbagh, S. (1985). Renal cortex taurine content regulates renal adaptative responses to dietary intake of sulfur amino acids. *J Clin Invest*, 76, 2213-2221.
22. Paauw, J.D., & Davis, A.T. (1990). Taurine concentrations in serum of critically injured patients and age- and sex- matched healthy control subjects. *Am J Clin Nutr*, 52, 657-660.
23. Desai, T.K., Maliakkal, J., Kinzie, J.L., Ehrinpreis, M.N., Luk, G.D., & Ceika, J. (1992). Taurine deficiency after intensive chemotherapy and/or radiation. *Am J Clin Nutr*, 55, 708-711.

24. Sole, M.J., & Jeejeebhoy, K.N. (2000). Conditioned nutritional requirements and the pathogenesis and treatment of myocardial failure. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care*, 3, 417-424.
25. Fujita, T., Ando, K., Noda, H., Ito, Y., & Sato, Y. (1987). Effects of increased adrenomedullary activity and taurine in young patients with borderline hypertension. *Circulation*, 75, 525-532.
26. Abe, M., Shibata, K., Matsuda, T., & Furukawa, T. (1987). Inhibition of hypertension and salt intake by oral taurine treatment in hypertensive rats. *Hypertension*, 10, 383-389.
27. Azuma, J., Sawamura, A., Awata, N., Ohta, H., Hamaguchi, T., Harada, H., et al. (1985). Therapeutic effect of taurine congestive heart failure: Double blind crossover trial. *Clin Cardiol*, 8, 276-282.
28. Azuma, J., Sawamura, A., & Awata, N. (1992). Usefulness of taurine in chronic congestive heart failure and its prospective application. *Jpn Circ J*, 56, 95-99.
29. Schaffer, S., Lombardini, J., & Azuma, J. (2000). Interaction between the actions of taurine and angiotensin II. *Amino Acids*, 18, 305-318.
30. Ferrari, R., Bachetti, T., Confortini, R., Opasich, C., Febo, O., Corti, A., et al. (1995). Tumor necrosis factor soluble receptors in patients with various degrees of congestive heart failure. *Circulation*, 92, 1479-1486.
31. Keith, M., Geranmayegan, A., Sole, M., Kurian, F., Robinson, A., & Omran, A. (1998). Increased oxidative stress in patients with congestive heart failure. *J Am Coll Cardiol*, 31, 1352-1356.
32. Grimble, R., Jackson, A., Persaud, C., Wride, M., Delers, F., & Engler, R. (1992). Cysteine and glycine supplementation modulate the metabolic response to tumor necrosis factor alpha in rats fed a low protein diet. *J Nutr*, 122, 2066-2073.
33. Hayes, K., Pronczuk, A., Addesa, A., & Stephan, Z. (1989). Taurine modulates platelet aggregation in cats and humans. *Am J Clin Nutr*, 49, 1211-1216.
34. Gaull, G. (1989). Taurine in pediatric nutrition: review and update. *Pediatrics*, 83, 433-442.
35. Schaffer, S., Takahashi, K., & Azuma, J. (2000). Role of osmoregulation in the actions of taurine. *Amino Acids*, 8, 231-246.

36. Pasantes-Morales , H., Ochoa de la Paz, L., Sepulveda, J., & Quesada, O. (1999). Amino acids as osmolytes in the retina. *Neurochem Res*, 24(11), 1339-1346.
37. Gurer, H., Ozgunes, H., Saygin, E., & Ercal, N. (2001). Antioxidant effect of taurine against lead-induced oxidative stress. *Arch Environ Contam Toxicol*, 41, 397-402.
38. Schaffer, S., Jong, C., Ramilla, K., & Azuma, J. (2010). Physiological roles of taurine in heart and muscle. *J Biomed Sci*, Aug 24(17), Suppl 1:S2.
39. Roysommuti, S., Azuma, J., Takahashi, K., & Schaffer, S. (2003). Taurine cytoprotection:from cell to system. *Thai J Physiol Sci*, 16(2), 17-27.
40. Aruoma, O., Halliwell, B., Hoey, B., & Butler, J. (1988). The antioxidant action of taurine, hypotaurine and their metabolic precursors. *Biochem J*, 256, 251-255.
41. Fukuda, T., Ikejima, K., Hirose, M., Takei, Y., Watanabe, S., & Sato, N. (2000). Taurine preserves gap junctional intercellular communication in rat hepatocytes under oxidative stress. *J Gastroenterol*, 35, 361-368.
42. Cunningham, C., Tipton, K.F., & Dixon, H. (1998). Conversion of taurine into N-chlorotaurine (taurine chloramine) and sulphoacetaldehyde in response to oxidative stress. *Biochem J*, 330, 939-945.
43. Nakamura, T., Ogasawara, M., Koyama, I., Nemoto, M., & Yoshida, T. (1993). The Protective effect of taurine on the biomembrane against damage produced by oxygen radicals. *Biol Pharm Bull*, 16(10), 970-972.
44. Cantin, A. (1994). Taurine modulation of hypochlorous acid-induced lung epithelial cell injury in vitro. Role of anion transport. *J Clin Invest*, 93, 606-614.
45. Nagl, M., Lass-Florl, C., Neher, A., Gunkel, A., & Gottardi, W. (2001). Enhanced fungicidal activity of Nchlorotaurine in nasal secretion. *J Antimicrob Chemother*, 47, 871-874.
46. Weiss, S., Klein, R., Slivka, A., & Wei, M. (1982). Chlorination of taurine by human neutrophils. Evidence for hypochlorous acid generation. *J Clin Invest*, 70, 598-607.
47. Giri, S., Blaisdell, R., Rucker, R., Wang, Q., & Hyde, D. (1994). Amelioration of bleomycin-induced lung fibrosis in hamsters by dietary supplementation with taurine and niacin: biochemical mechanisms. *Environ Health Perspect*, 10(102 Suppl), 137-147.

48. Kato, S., Umeda, M., Takeeda, M., Kanatsu, K., & Takeuchi, K. (2002). Effect of taurine on ulcerogenic response and impaired ulcer healing induced by monochloramine in rat stomachs. *Aliment Pharmacol Ther*, 2(16 Suppl), 35-43.
49. El Idrissi, A., & Trenkner, E. (1999). Growth factors and taurine protect against excitotoxicity by stabilizing calcium homeostasis and energy metabolism. *J Neurosci*, 19, 9459-9468.
50. Chen, W., Jin, H., Nguyen, M., Carr, J., Lee, Y., Hsu, C., et al. (2001). Role of taurine in regulation of intracellular calcium level and neuroprotective function in cultured neurons. *J Neurosci Res*, 66, 612-619.
51. Rozen, R., & Scliver, C.R. (1982). Renal transport of taurine adapts to perturbed taurine homeostasis. *Proc Natl Acad Sci USA*, 79, 2101-2105.
52. Sturman, J.A. (1988). Taurine in development. *J Nutr*, 118, 1169-1176.
53. Matsuzaki, Y., Miyazaki, T., Miyakawa, S., Bouscarel, B., Ikegami, T., & Tanaka, N. (2002). Decreased taurine concentration in skeletal muscles after exercise for various durations. *Med Sci Sports Exerc*, 34(5), 793-797.
54. Galloway, S.D., Talanian, J.L., Shoveller, A.K., Heigenhauser, G.J., & Spriet, L.L. (2008). Seven days of oral taurine supplementation does not increase muscle taurine content or alter substrate metabolism during prolonged exercise in humans. *J Appl Physiol*, 105, 643-651.
55. Dawson, R., Biasetti, M., Messina, S., & Dominy, J. (2002). The cytoprotective role of taurine in exercise-induced muscle injury. *Amino Acids*, 22, 309-324.
56. Geiß, K., Jester, I., Falke, W., Hamm, M., & Waag, K. (1994). The effect of a taurine-containing drink on performance in 10 endurance-athletes. *Amino Acids*, 7, 45-56.
57. Beyranvand, M.R., Khalafi, M.K., Roshan, V.D., Choobineh, S., Parsa, S.A., & Piranfar, M.A. (2011). Effect of taurine supplementation on exercise capacity of patients with heart failure. *Journal of Cardiology*, 57, 333-337.
58. Galloway, S.D., Talanian, J.L., Shoveller, A.K., Heigenhauser, G.F., & Spriet, L.L. (2007). Oral taurine supplementation does not increase muscle taurine content or alter substrate metabolism during prolonged submaximal cycling in active males. *FASEB J*, 21(5), 715.

59. Mero, A., Leikas, A., Rinkinen, N., Huhta, P., Hulmi, J.J., Pitkanen, H., et al. (2008). Effect of strength training session on plasma amino acid concentration following oral ingestion of arginine or taurine in men. *Amino Acids*, 35, 99-106.
60. Ratamess, N.A., Hoffman, J.R., Ross, R., Shanklin, M., Faigenbaum, A.D., & Kang, J. (2007). Effects of an amino acid/creatine energy supplement on the acute hormonal response to resistance exercise. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*, 17, 608-623.
61. Young, I., & Woodside, J. (2001). Antioxidants in health and disease. *J Clin Pathol*, 54, 176-186.
62. Banerjee, A., Mandal, A., Chanda, D., & Chakraborti, S. (2003). Oxidant, antioxidant and physical exercise. *Mol Cell Biochem*, 253, 307-312.
63. Chance, B., Sies, H., & Boveris, A. (1979). Hydroperoxide metabolism in mammalian organs. *Physiol Rev*, 59, 527-605.
64. Fisher-Wellman, K., & Bloomer, R. (2009). Acute exercise and oxidative stress: a 30 year history. *Dyn Med*, 8, 1-25.
65. Knez, W., Jenkins, D., & Coombes, J. (2007). Oxidative stress in half and full ironman triathletes. *Med Sci Sports Exerc*, 39(2), 283-288.
66. Cooper, C., & Storer, T. (2003). *Egzersiz Testleri ve Yorumu*. (A. Kayserilioğlu, & H. Çavuşoğlu, Çeviri) İstanbul: Yüce Yayım.
67. McArdle, W., Katch, F., & Katch, V. (2007). *Exercise Physiology : Energy, Nutrition & Human Performance* (Sixth Edition b.). USA: Lippincott Williams & Wilkins.
68. Goedecke, J., Gibson, A., Grobler, L., Collins, M., Noakes, T., & Lambert, E. (2000). Determinants of the variability in respiratory exchange ratio at rest and during exercise in trained athletes. *Am J Physiol Endocrinol Metab*, 279, 1325-1334.
69. Brochu, M., Baril, J., Dore, A., Juneau, M., Guise, P., & Mercier, L. (2002). Improvement in exercise capacity in asymptomatic and mildly symptomatic adults after atrial septal defect percutaneous closure. *Circulation*, 106, 1821-1826.
70. El-Sayed, M., Balmer, J., & Rattu, A. (1997). Carbohydrate ingestion improves endurance performance during a 1h simulated cycling time trial. *Journal of Sports Sciences*, 15, 223-230.

71. Chua, T.P., Ponikowski, P., Harrington, D., Anker, SD., Webb-Peploe, K., et al. (1997). Clinical correlates and prognostic significance of the ventilatory response to exercise in chronic heart failure. *J Am Coll Cardiol*, 29(7), 1585-1590.
72. Johnson, R., Goran, M., & Poehlman, E. (1994). Correlates of over- and underreporting of energy intake in healthy older men and women. *Am J Clin Nutr*, 59(6), 1286-1290.
73. Broeder, C., Burrhus, K., Svanevik, L., & Wilmore, J. (1992). The effects of either high-intensity resistance or endurance training on resting metabolic rate. *Am J Clin Nutr*, 55, 802-810.
74. Bloomer, R.J., Goldfarb, A.H., Wideman, L., McKenzie, M.J., & Consitt, L.A. (2005). Effects of acute aerobic and anaerobic exercise on blood markers of oxidative stress. *J Strength Cond Res*, 19(2), 276-285.
75. Cooper, C.B., & Storer, T.W. (2001). *Exercise Testing and Interpretation: A Practical Approach*. London: Cambridge University Press.
76. WHO. (2003). *Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases*. Geneva: WHO Tech. Rep. Ser. 916.
77. Rana, S., & Sanders, T. (1986). Taurine concentrations in the diet, plasma, urine and breast milk of vegans compared with omnivores. *Br J Nutr*, 56, 17-27.
78. Jakicic, J.M., Marcus, B.H., Gallagher, K.I., Napolitano, M., & Lang, W. (2003). Effect of exercise duration and intensity on weight loss in overweight, sedentary women: A randomized trial. *JAMA*, 290(10), 1323-1330.
79. Kode, A., Yang, S., & Rahman, I. (2006, Oct). Differential effects of cigarette smoke on oxidative stress and proinflammatory cytokine release in primary human airway epithelial cells and in a variety of transformed alveolar epithelial cells. *Respir Res*, 24(7), 132.
80. Finaud, J., Lac, G., & Filaire, E. (2006). Oxidative stress relationship with exercise and training. *Sports Med*, 36(4), 327-358.
81. Ingemann-Hansen, T., & Halkjaer-Kristensen, J. (1977, Apr). Cigarette smoking and maximal oxygen consumption rate in humans. *Scand J Clin Lab Invest*, 37(2), 143-148.

82. Briviba, K., Bub, A., Möseneder, J., Schwerdtle, T., Hartwig, A., Kulling, S., et al. (2008). No differences in DNA damage and antioxidant capacity between intervention groups of healthy, nonsmoking men receiving 2, 5, or 8 servings/day vegetables and fruit. *Nutr Cancer*, 60(2), 164-170.
83. Record, I., Dreosti, I., & McInerney, J. (2001). Changes in plasma antioxidant status following consumption of diet high or low in fruit and vegetables or following dietary supplementation with an antioxidant mixture. *Br J Nutr*(85), 459-464.
84. Alessio, H.M., Hagerman, A.E., Fulkerson, B.K., Ambrose, J., Rice, R.E., & Wiley, R.L. (2000). Generation of reactive oxygen species after exhaustive aerobic and isometric exercise. *Med Sci Sports Exerc*, 32(9), 1576-1581.
85. Fennessy, F.M., Moneley, D.S., Wang, J.H., Kelly, C.J., & Bouchier-Hayes, D.J. (2003, Jan). Taurine and vitamin C modify monocyte and endothelial dysfunction in young smokers. *Circulation*, 107(3), 410-415.
86. Brons, C., Spohr, C., Storgaard, H., Dyerberg, J., & Vaag, A. (2004). Effect of taurine treatment on insulin secretion and action, and on serum lipid levels in overweight men with a genetic predisposition for type II diabetes mellitus. *Eur J Clin Nutr*, 58, 1239-1242.
87. Quindry, J.C., Stone, W.L., King, J., & Broeder, C.E. (2003). The effects of acute exercise on neutrophils and plasma oxidative stress. *Med Sci Sports Exerc*, 35(7), 1139-1145.
88. Zembron-Lacny, A., Szyszka, K., & Szygula, Z. (2007). Effect of cysteine derivatives administration in healthy men exposed to intense resistance exercise by evaluation of pro-antioxidant ratio. *J Physiol Sci*, 57(6), 343-348.
89. Metaxas, T., Sendelides, T., Koutlianos, N., & Mandroukas, K. (2006). Seasonal variation of aerobic performance in soccer players according to positional role. *J Sports Med Phys Fitness*, 46, 520-525.
90. Özer, M.K. (2001). *Fiziksel Uygunluk*. Ankara: Nobel Yayın Dağıtım.
91. Yıldırım Türk, O., Kılıçgedik, M., Tuğcu, A., Aytekin, V., & Aytekin, S. (2009). The relationship of microalbuminuria with left ventricular functions and silent myocardial ischemia in asymptomatic patients with type 2 diabetes. *Arch Turk Soc Cardiol*, 37(2), 91-97.

92. Friedewald, W., Levy, R., & Frederickson, D. (1972). Estimation of the Concentration of Low-Density Lipoprotein Cholesterol in Plasma, Without Use of the Preparative Ultracentrifuge. *Clin Chem*, 18, 499-502.
93. Michailidis, Y., Jamurtas, A.Z., Nikolaidis, M.G., Fatouros, I.G., Koutedakis, Y., Papassotiriou, I., et al. (2007). Sampling time is crucial for measurement of aerobic exercise-induced oxidative stress. *Med Sci Sports Exerc*, 39(7), 1107-1113.
94. Erel, O. (2005). A new automated colorimetric method for measuring. *Clin Biochem*(38), 1103-1111.
95. Ersoy, G. (2004). *Egzersiz ve Spor Yapanlar İçin Beslenme*. Ankara: Nobel Yayın Dağıtım.
96. Watson, T.A., Callister, R., Taylor, R.D., Sibbritt, D.W., MacDonald-Wicks, L.K., & Garg, M.L. (2005). Antioxidant restriction and oxidative stress in short-duration exhaustive exercise. *Med Sci Sports Exerc*, 37(1), 63-71.
97. Alpar, R. (2003). *Uygulamalı Çok Değişkenli İstatistiksel Yöntemlere Giriş I*. Ankara: Nobel Yayıncılık.
98. Pettersson, J., Hindorf, U., Persson, P., Bengtsson, T., Malmqvist, V., & Ekelund, M. (2008). Muscular exercise can cause highly pathological liver function tests in healthy men. *Br J Clin Pharmacol*, 65(2), 253-259.
99. Yatabe, Y., Miyakawa, S., Miyazaki, T., Matsuzaki, Y., & Ochiai, N. (2003). Effects of taurine administration in rat skeletal muscles on exercise. *J Orthop Sci*, 8(3), 415-419.
100. Yatabe, Y., Miyakawa, S., Ohmori, H., Mishima, H., & Adachi, T. (2009). Effect of taurine administration on exercise. *Adv Exp Med Biol*, 643(Part III), 245-252.
101. Imagawa, T.F., Hirano, I., Utsuki, K., Horie, M., Naka, A., Matsumoto, K., et al. (2009). Caffeine and taurine enhance endurance performance. *Int J Sports Med*, 30, 485-488.102.
102. Günay, M., Tamer, K., & Cicioğlu, İ. (2006). *Spor Fizyolojisi ve Performans Ölçümü*. Ankara: Gazi Kitabevi.
103. Nakaya, Y., Minami, A., Harada, N., Sakamoto, S., Niwa, Y., & Ohnaka, M. (2000). Taurine improves insulin sensitivity in the Otsuka Long-Evans Tokushima Fatty rat, a model of spontaneous type 2 diabetes. *Am J Clin Nutr*, 71, 54-58.

104. Zhang, M., Bi, L.F., Fang, J.H., Su, X.L., Da, G.L., Kuwamori, T., et al. (2004). Beneficial effects of taurine on serum lipids in overweight or obese non-diabetic subjects. *Amino Acids*, 26, 267-271.
105. Baum, M., & Weiss, M. (2001). The influence of a taurine containing drink on cardiac parameters before and after exercise measured by echocardiography. *Amino Acids*, 20(1), 75-82.
106. Steinberg, J., Delliaux, S., & Jammes, Y. (2006). Reliability of different blood indices to explore the oxidative stress in response to maximal cycling and static exercises. *Clin Physiol Funct Imaging*, 26(2), 106-112.
107. Di Massimo, C., Scarpelli, P., & Tozzi-Ciancarelli, M. (2004). Possible involvement of oxidative stress in exercise-mediated platelet activation. *Clin Hemorheol Microcirc*, 30(3-4), 313-316.
108. Nikolaidis, M., Jamurtas, A., Paschalis, V., Kostaropoulos, I., Kladi-Skandali, A., Balamitsi, V., et al. (2006). Exercise-induced oxidative stress in G6PD-deficient individuals. *Med Sci Sports Exerc*, 38(8), 1443-1450.
109. Vider, J., Lehtmaa, J., Kullisaar, T., Vihalemm, T., Zilmer, K., Kairane, C., et al. (2001). Acute immune response in respect to exercise-induced oxidative stress. *Pathophysiology*, 7(4), 263-270.
110. Nikolaidis, M., Kyparos, A., Hadziioannou, M., Panou, N., Samaras, L., Jamurtas, A., et al. (2007). Acute exercise markedly increases blood oxidative stress in boys and girls. *Appl Physiol Nutr Metab*, 32(2), 197-205.
111. Berzosa, C., Cebrian, I., Fuentes-Broto, L., Gomez-Trullen, E., Piedrafita, E., Martinez-Ballarín, E., et al. (2011). Acute Exercise Increases Plasma Total Antioxidant Status and antioxidant enzyme activities in untrained men. *J Biomed Biotechnol*, 540458. doi: 10.1155/2011/540458.
112. Steinberg, J., Ba, A., Bregeon, F., Delliaux, S., & Jammes, Y. (2007). Cytokine and oxidative responses to maximal cycling exercise in sedentary subjects. *Med Sci Sports Exerc*, 39(6), 964-948.
113. Silvestro, A., Scopacasa, F., Oliva, G., de Cristofaro, T., Luliano, L., & Brevetti, G. (2002). Vitamin C prevents endothelial dysfunction induced by acute exercise in patients with intermittent claudication. *Atherosclerosis*, 165(2), 277-283.
114. Schneider, M., Niess, A., Rozario, F., Angres, C., Tschositsch, K., Golly, I., et al. (2003). Vitamin E supplementation does not increase the vitamin C radical concentration at rest and after exhaustive exercise in healthy male subjects. *Eur J Nutr*, 42(4), 195-200.

115. Leaf, D., Kleinman, M., Hamilton, M., & Barstow, T. (1997). The effect of exercise intensity on lipid peroxidation. *Med Sci Sports Exerc*, 29(8), 1036-1039.
116. Bloomer, R., Creasy, A., & Smith, W. (2007). Physical work-induced oxidative is exacerbated in young cigarette smokers. *Nicotine Tob Res*, 9(2), 205-211.
117. Ashton, T., Young, I., Peters, J., Jones, E., Jackson, S., Davies, B., et al. (1999). Electron spin resonance spectroscopy, exercise, and oxidative stress: an ascorbic acid intervention study. *Appl Physiol*, 87(6), 2032-2036.
118. Ajmani, R., Fleg, J., Demehin, A., Wright, J., O'Connor, F., Heim, J., et al. (2003). Oxidative stress and hemorheological changes induced by acute treadmill exercise. *Clin Hemorheol Microcirc*, 28(1), 29-40.
119. Goldfarb, A., Patrick, S., Bryer, S., & You, T. (2005). Vitamin C supplementation affects oxidative-stress blood markers in response to a 30-minute run at 75% VO₂max. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*, 15(3), 279-290.
120. Wilber, R., Holm, P., Morris, D., Dallam, G., Subudhi, A., Murray, D., et al. (2004). Effect of FIO₂ on oxidative stress during interval training at moderate altitude. *Med Sci Sports Exerc*, 36(11), 1888-1894.
121. Goldfarb, A., McKenzie, M., & Bloomer, R. (2007). Gender comparisons of exercise-induced oxidative stress: influence of antioxidant supplementation. *Appl Physiol Nutr Metab*, 32(6), 1124-1131.
122. Elokda, A., Shields, R., & Nielsen, D. (2005). Effects of maximal graded exercise test on glutathione as a marker of acute oxidative stress. *J Cardiopulm Rehabil*, 25(4), 215-219.
123. Mehta, T.R., & Dawson, R. (2001). Taurine is a weak scavenger of peroxynitrite and does not attenuate sodium nitroprusside toxicity to cells in culture. *Amino Acids*, 20, 419-433.
124. Haber, C.A., Lam, T.K., Yu, Z., Gupta, N., Goh, T., Bogdanovic, E., et al. (2003). N-acetylcysteine and taurine prevent hyperglycemia-induced insulin resistance in vivo: possible role of oxidative stress. *Am J Physiol Endocrinol Metab*, 285, E774-E753.
125. Nandhini, T.A., & Anuradha, C.V. (2003). Inhibition of lipid peroxidation, protein glycation and elevation of membrane ion pump activity by taurine in RBC exposed to high glucose. *Clin Chim Acta*, 336, 129-135.

126. Parvez, S., Tabassum, H., Banerjee, B.D., & Raisuddin, S. (2008). Taurine prevents tamoxifen-induced mitochondrial oxidative damage in mice. *Basic Clin Pharmacol Toxicol*, 102, 382-387.
127. Shin, D.W., Pan, Z., Kim, E.K., Lee, J.M., Bhat, M.B., Parness, J., et al. (2003). A retrograde signal from calsequestrin for the regulation of storeoperated Ca^{+2} entry in skeletal muscle. *J Biol Chem*, 278, 3286-3292.
128. Silva, L.A., Silveira, P.C., Ronsani, M.M., Souza, P.S., Scheffer, D., Vieira, L.C., et al. (2011). Taurine supplementation decreases oxidative stress in skeletal muscle after eccentric exercise. *Cell Biochem Funct*, 29, 43-49.
129. Bella, D.L., Hirschberger, L.L., Hosokawa, Y., & Stipanuk, M.H. (1999). Mechanisms involved in the regulation of key enzymes of cysteine metabolism in rat liver in vivo. *Am J Physiol*, Feb 276(2 Pt 1), E326-35.
130. Balkan, J., Kanbağlı, O., Aykaç-Toker, G., & Uysal, M. (2002). Taurine treatment reduces hepatic lipids and oxidative stress in chronically ethanol-treated rats. *Biol Pharm Bull*, 25(9), 1231-1233.
131. Atmaca, G. (2004). Antioxidant effects of sulfur-containing amino acids. *Yonsei Med J*, 45(5), 776-788.
132. Hwang, D.F., Hour, J., & Cheng, H. (2000). Effect of Taurine on Toxicity of Oxidized fish oil in rats. *Food Chem Toxicol*, 38(7), 585-591.
133. Pushpakiran, G., Mahalakshmi, K., & Anuradha, C.V. (2004). Taurine restores ethanol-induced depletion of antioxidants and attenuates oxidative stress in rat tissues. *Amino Acids*, 27, 91-96.
134. Rodríguez-Martínez, E., Rugerio-Vargas, C., Rodríguez Al, Borgonio-Pérez, G., & Rivas-Arancibia, S. (2004). Antioxidant effects of taurine, vitamin C, and vitamin E on oxidative damage in hippocampus caused by the administration of 3-nitropropionic acid in rats. *Int J Neurosci*, 114(9), 1133-1145.
135. Sener, G., Ozer Sehirli, A., Ipci, Y., Cetinel, S., Cikler, E., Gedik, N., et al. (2005). Taurine treatment protects against chronic nicotine-induced oxidative changes. *Fundam Clin Pharmacol*, 19(2), 155-164.
136. Bakker, A.J., & Berg, H.M. (2002, Jan). Effect of taurine on sarcoplasmic reticulum function and force in skinned fast-twitch skeletal muscle fibres of the rat. *J Physiol*, 1(538), 185-194.

137. Ramamoorthy, S., Leibach, F.H., Mahesh, V.B., Han, H., Yang-Feng, T., Blakely, R.D., et al. (1994, Jun). Functional characterization and chromosomal localization of a cloned taurine transporter from human placenta. *Biochem J*, 15(300), 893-900.
138. Cuisinier, C., Ward, R., Francaux, M., Sturbois, X., & De Witte, P. (2001). Changes in plasma and urinary taurine and amino acids in runners immediately and 24 h after a marathon. *Amino Acids*, 20, 13-23.
139. Ortenblad, N., Young, J.F., Oksbjerg, N., Nielsen, J.H., & Lambert, I. H. (2003). Reactive oxygen species are important mediators of taurine release from skeletal muscle cells. *American J Physiol Cell Physiol*, 284, C1362-C1373.
140. Hamilton, E.J., Berg, H.M., Easton, C.J., & Bakker, A.J. (2006). The effect of taurine depletion on the contractile properties and fatigue in fast-twitch skeletal muscle of the mouse. *Amino Acids*, 31, 273-278.
141. Warskulat, U., Flogel, U., Jacoby, C., Hartwig, H., Thewissen, M., Merx, M.W., et al. (2004). Taurine transporter knockout depletes muscle taurine levels and results in severe skeletal muscle impairment but leaves cardiac function uncompromised. *FASEB J*, 18, 577-579.
142. Ishikura, K., Miyazaki, T., Song-Gyu, R., Shoji, E., Yusuke, N., Takashi, M., et al. (2011). Effect of taurine supplementation on the alterations in amino acid content in skeletal muscle with exercise in rat. *J Sports Sci Med*, 10, 306-314.
143. Rutherford, J.A., Spriet, L.L., & Stellingwerff, T. (2010). The Effect of Acute Taurine Ingestion on Endurance performance and metabolism in well-trained cyclists. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*, 20(4), 322-329.

ÖZGEÇMİŞ

1980 yılında Antalya’da doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini Antalya’da tamamladı. 1997 yılında Hacettepe Üniversitesi Sağlık Teknolojisi Yüksekokulu Beslenme ve Diyetetik Bölümü’nü kazandı ve 2002 yılında diyetisyen ünvanı ile mezun oldu.

2003 yılında Akdeniz Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Beden Eğitimi ve Spor Öğretimi Yüksek Lisans Programına girerek, yüksek lisans öğrenimine başladı. Mart 2004-Eylül 2005 yıllarında özel bir üniversite hastanesinde diyetisyen olarak çalıştı. Ekim 2005 tarihinde Akdeniz Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü’nde araştırma görevlisi olarak çalışmaya başladı. 2007 yılının Ocak ayında Yüksek lisansını bitirerek, aynı yıl Spor Bilimleri doktora programını kazandı. 2013 yılında okutman kadrosuna atanarak, Akdeniz Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu’nda görevine devam etmektedir.

EKLER

**ANTALYA KLİNİK ARAŞTIRMALAR
ETİK KURULU**

Sayı : B.30.2.AKD.0.20.05.05/28
Konu :

15.01.10 000552

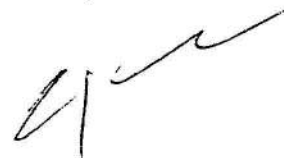
.../...../2010

Sayın Prof.Dr.Akın YEŞİLKAYA
Biyokimya Anabilim Dalı Öğretim Üyesi

Yürütücülüğünü yaptığınız “Taurin’in Yorgunluğu Geciktirme Zamanı Üzerine Etkisinin İncelenmesi” adlı çalışmaya ait Etik Kurul Kararı ekte sunulmuştur.

Bilgilerinizi rica ederim.

Prof.Dr. Çağlar ÖĞÜTMAN
Klinik Araştırmalar Etik Kurulu Başkanı



Sayı:B.30.2.AKD.0.20.05.05/
Konu:

05/01/2010
ANTALYA

ETİK KURULU KARARI

Etik Kurulunun Adı, Adresi

: Antalya Klinik Araştırmalar Etik
Kurulu- Akdeniz Üniversitesi Tıp Fakültesi
Dekanlığı Dumlupınar Bulvarı Kampüs
07070/ANTALYA

Toplantı Tarihi

: 05.01.2010

Araştırmanın tam adı

:“ Taurin’in Yorgunluğu Geciktirme Zamanı
Üzerine Etkisinin İncelenmesi”

Sorumlu araştırmacının ismi

: Prof.Dr. Akın YEŞİKAYA

Sorumlu Araştırmacı Prof.Dr. Akın YEŞİKAYA tarafından yürütülecek olan “Taurin’in Yorgunluğu Geciktirme Zamanı Üzerine Etkisinin İncelenmesi” adlı çalışmanın yapılmasında etik açıdan sakınca olmadığı kararı verilmiştir.

Araştırmacıya çalışmalarında başarılar dileriz.

Prof.Dr.Çağlar ÖĞÜTMAN
Başkan

Doç.Dr.Ayşen BİNGÖL BOZ
Başkan Yardımcısı

Ecz. Başak Işık TUNCEL
Üye

Prof.Dr. Ender TERZİOĞLU
Üye

Prof.Dr. Güner ÖĞÜNCÜ
Üye

Doç.Dr. Sebahat NACİTARHAN ÖZDEM
Üye

Yrd.Doç.Dr. Hafize ÖZTÜRK TÜRKMEN
Üye

Uzm.Dr. Hülya KARAKILINÇ
Üye

Fatih Mustafa GÜNAL
Üye-Mali Müşavir

Doç.Dr. Yaşar Gül ÖZKAYA
Üye

Mehmet ORAKÇI
Üye-Hukukçu

ANKET

*****Bu anket Prof. Dr. Akın Yeşilkaya, Yrd. Doç. Dr. Alparslan Erman ve Arş. Gör. Neşe Toktaş tarafından yürütülen bir araştırma için hazırlanmıştır. Araştırma da taurin adlı maddenin sportif performans üzerindeki etkileri incelenecektir.***

Taurin vücutta doğal olarak bulunan bir aminoasittir. Taurin yüklemesinin herhangi bir yan etkiye neden olduğu veya zararlı olduğu ilgili bilimsel bir veri bulunmamaktadır. Doping maddesi değildir.

GENEL BİLGİLER

1. Ad-Soyad:
2. Doğum Tarihi (ay/gün/yıl):
3. Bölüm/sınıf:
4. Öğrenci No:
5. Telefon:
6. Aile bireylerinden herhangi birinde sağlık problemi var mı?
 - a) Hayır
 - b) Şişmanlık
 - c) Kalp-damar hastalıkları
 - d) Diyabet
 - e) Hipertansiyon
 - f) Böbrek hastalıkları
 - g) Karaciğer hastalıkları
 - h) Diğer (açıklayınız)
7. İlaç kullanmanızı gerektiren herhangi bir sorunuz var mı?
 - a) Hayır
 - b) Şişmanlık
 - c) Kalp-damar hastalıkları
 - d) Diyabet
 - e) Hipertansiyon
 - f) Böbrek hastalıkları
 - g) Karaciğer hastalıkları
 - h) Diğer (açıklayınız).....
8. 3 ay öncesine kadar hastanede bir tedavi aldınız mı?
 - a) Evet (belirtiniz).....
 - b) Hayır
9. Alkol kullanıyor musunuz?
 - a) Evet (evet ise ne kadar?).....
 - b) Hayır
10. Sigara kullanıyor musunuz?
 - a) Evet
 - b) Hayır

İLGİNİZ İÇİN TEŞEKKÜRLER

AYDINLATILMIŞ ONAM FORMU

Araştırma ile ilgili çalışmalar: Taurin vücutta doğal olarak bulunan bir aminoasittir (protein). Son yıllarda, diyabet (şeker hastalığı), hipertansiyon, kalp-damar hastalıkları, iskelet kas hastalıkları gibi birçok durumda taurin yüklemesinin tedavi edici yararları ile ilgili çalışmalar yapılmıştır. Yapılan bazı çalışmalara göre, taurin egzersiz yorgunluk zamanını, maksimal oksijen tüketimini ve maksimal iş olarak ölçülen egzersiz performansını arttırmıştır.

Bu araştırma planlanırken, taurin yüklemesi ile ilgili yapılan çalışmalar incelenmiştir ve sonucunda; bir çalışmada rapor edilen barsaklarda şişlik hariç, çalışmaların hiçbirinde **herhangi bir yan etki bildirilmemiştir**, yüksek dozlarda bile bir toksik (zararlı) etkiye rastlanmamıştır.

Bu çalışmada da sizlere taurin yüklenecek ve ardından bazı testler yapılacaktır.

Amaç: Bu çalışmanın amacı sağlıklı, aktif olmayan erkek bireylerde farklı doz taurin uygulamasının, akut egzersizde yorgunluğu geciktirme zamanı, toplam antioksidan-oksidan statüsü üzerine etkilerinin incelenmesidir.

İzlenecek İşlemler: Taurin yüklemesi yapmadan önce sizlerden kan ve idrar alınarak herhangi bir rahatsızlığınız olup olmadığına bakılacaktır. Şartları uygun olan kişilere öncelikle koşu bandında test yapılacaktır; ardından 7 gün boyunca taurin verilecektir. Daha sonra tekrar test yapılacaktır. 1 hafta ara verdikten sonra, yine 7 gün boyunca taurin verilecek ve tekrar test yapılacaktır. 2 haftalık bir aradan sonra yine sizlere taurin verilecektir. Yani toplam 3 hafta bu çalışma için vakit harcayacaksınız ve toplam 6 kez de koşu bandında egzersiz testi yapmış olacaksınız. Bu testler sırasında kolunuzdan çok az miktarda kan alınacak ve fiziksel aktivite ve diyet kayıtlarınızı tutmanız istenecektir.

Sağlıkla ilgili araştırmaya bağlı bir şikâyetiniz olduğunda bunları çözmeye çalışacağız. Sorunları çözerken hiçbir maddi yük altında olmayacaksınız. Araştırmacıya (Prof. Dr. Akın Yeşilkaya, Yrd. Doç. Dr. Alparslan Erman ve Arş. Gör. Neşe Toktaş) gerekli açıklamayı yaparak istediğiniz zaman çalışmayı bırakabilirsiniz. Taurin kullanımı konusunda bu araştırmayla daha fazla bilgi sahibi olacağız. Sporcularla ilgili çok fazla ürünler var. Taurin de bunlardan biri. Sizde gerek iş hayatınızda başkaları için gerekse kendiniz için bilgi sahibi olmuş olacaksınız.

Muhtemel zarar durumunda gönüllünün veya yakınının bilgi için ilişki kuracağı kişinin ismi: Prof. Dr. Akın Yeşilkaya, Doç.Dr. Gül Özkaya ve Arş. Gör. Neşe Toktaş

Araştırmacılarından birinin tıp doktoru olduğu konusunda bilgilendirildim. Araştırmanın herhangi bir zamanında araştırmacıya haber vererek çekilme hakkım olduğu, araştırma sırasında herhangi bir sağlık sorunumda, araştırmacıları telefonla arayabileceğim, bilgi alabileceğim ve taurin kullanımına bağlı olduğu belirlenen

sağlık sorununda, sorunun tanısı ve çözümlenmesi için, giderler araştırmacılar tarafından karşılanmak kaydıyla, Akdeniz Üniversitesi Tıp Fakültesi hastanesinde muayene ve tedavi edileceğim bildirildi. Bu konuda bana bilgi ve telefon numarası verildi. Çalışma protokolüne karşı oluşan zarar ve sorunlara karşı güvence altına alındığım tarafıma bildirildi. Çalışma sırasında, araştırmacı tarafından benim zararıma olabileceği düşünülen durumlarda çalışmadan çıkarılabileceğim ve bunun nedenlerinin bana açıkça anlatılacağı belirtildi. Çalışma sırasında tutulan bütün kayıtların ve dosya bilgilerinin gizli tutulacağını, fakat çalışmanın sonuçlarının bilimsel toplantılarda ya da yayınlarda sunulabileceğini, ancak kimliğimin gizli tutulacağını biliyorum.

Yukarıda yer alan ve araştırmadan önce bana verilen bilgileri içeren aydınlatılmış onam formu adlı metni kendi ana dilimde okudum. Bu bilgilerin içeriği yazılı ve sözlü olarak açıklandı. Aklıma gelen bütün soruları sorma olanağı tanındı ve sorularıma doyurucu cevaplar aldım. Çalışmaya katılmadığım ya da katılmaktan vazgeçtiğim durumda hiçbir yasal hakkımdan vazgeçmiş olmayacağım. Bu koşullarda söz konusu araştırmaya kendi rızamla, hiçbir baskı ve zorlama olmaksızın katılmayı kabul ediyorum.

Gönüllünün Adı, İmzası, Adresi, Telefon Numarası

Açıklamaları yapan araştırmacının Adı, İmzası:

Yrd. Doç. Dr. Alparslan Erman (Akdeniz Üni. Beden Eğ. ve Spor Y.O)

Tel:3101783 (iş) – 05442719090 (cep)

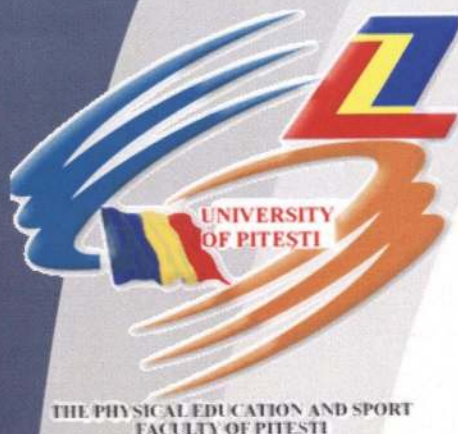
E-mail: ermana@besyo.akdeniz.edu.tr

Rıza alma işlemine başından sonuna kadar tanıklık eden görevlinin Adı, İmzası, Görevi:

Arş. Gör. Diyetisyen Neşe Toktaş (Akdeniz Üni. Beden Eğ. Ve Spor Y.O)

Tel: 3106814 (iş) – 05326668766 (cep)

E-mail: nesetoktas@akdeniz.edu.tr



MINISTRY OF EDUCATION, RESEARCH, YOUTH AND SPORT
UNIVERSITY OF PITEȘTI
DOCTORAL SCHOOL AND RESEARCH CENTER FOR HUMAN
PERFORMANCE, PITEȘTI-
FACULTY OF PHYSICAL EDUCATION AND SPORT, CLASS „A” 2011

Physical Education Sport and Health
Pitești, Romania



**SCIENTIFIC REPORT SERIES PHYSICAL
EDUCATION AND SPORT**

**BULETIN ȘTIINȚIFIC SERIA EDUCAȚIE FIZICĂ ȘI
SPORT**

Nr 15 (1/2011)

PART I

ISSN : 1453 - 1194

EDITORIAL BOARD

Associate professor Cretu Marian, PhD – Editor – in chief

Associate professor Mihăilă Ion, PhD – Executive Editor

Associate Professor Bădescu Victor - Editor

Lecturer PhD – Mateescu Adriana - Editor

Lecturer PhD Cojanu Florin - Editor

Lecturer PhD. Rada Larisa - Editor

International Board of Reviewers

Associate professor Bernard Massiera, PhD - Universite Sophia Antipolis, Nice, France

Associate professor Denis Parisot, PhD - Universite Sophia Antipolis, Nice, France

Associate professor Malousaris Grigoris – National and Kapodistrian University of Athens, Physical Education and Sport Science, Greece

Associate professor Koutuludis Adonis – National and Kapodistrian University of Athens, Physical Education and Sport Science, Greece

Associate professor Zaggelidis G., - Department of Physical Education, Aristotle University of Thessaloniki

Associate professor Lyudml Petrov PhD - Veliko Turnovo University, Bulgaria

Professor Kozma Gábor PhD - University of Debrecen, Hungary

Professor Francesco Perrotta -University of Perugia, Faculty of Medicine ,Italy

Professor Felice Corona - Department of Humanities University of Naples ,Italy Telematica Pegaso

Professor Carla Cozzarelli - Department of Humanities University of Naples Telematica Pegaso - Italy

Professor Lee, Chong Hoon - Seoul National university of Science & Technology, Korea

Professor Yang, Jae-Keun - Seoul National University of Technology, Korea

Professor Ersan ASLAN - Ankara University, School of Physical Education and Sports, Ankara, Turkey

Professor Yunus ARSLAN - Pamukkale University, School of Sport Science and Technology, Denizli-Turkey

National Board of Reviewers

Rector Prof. PhD. Viorel Cojocaru - UNEFS Bucharest

Dean Associate.Prof. PhD Serbanoiu Sorin - UNEFS Bucharest

Dean Prof. PhD Vasile Bogdan - University of Cluj, Romania

Dean Associate Prof. PhD Enoiu Razvan - University of Brasov

Dean Prof. PhD. Dagomir Marian - University of Craiova, Romania

Dean Prof. PhD. Octavian Bic - University of Oradea, Romania

Dean Prof.PhD Pacuraru Alexandru - University of Galati,

Dean Prof. PhD. Stanculescu George - Univ. Ovidius Constanta

Dean Associate Prof. PhD Chirazi Marin - University of Iasi,

Dean Associate Prof. PhD Mirza Danila PhD - University of Bacau,

Dean Associate Prof. PhD Ghervan. Petre - University of Suceava,

Dean Prof. PhD. Constantin Pehoiu - Univ. Wallachia Targovishte,

Dean Associate Prof. PhD. Mihailă Ion - University of Pitesti,

Dean Associate Prof. PhD Turcu Dionisie - University Sibiu

Dean Prof. PhD Sanda Toma Urichianu - Ecological University Bucharest

Prof. PhD Mircea Neamtu - University of Brasov,

Prof. PhD. Pierre Hillerin - INCS, Bucharest,

Prof. PhD. Aurelia Stăncioiu Felicia - ASE Bucharest

Prof. PhD M.D. Rusu Ligia, - University of Craiova, Romania

Prof. PhD. Liliana Mihailescu - University of Pitesti,

Prof. PhD. Niculescu Mugurel - University of Pitesti,

Prof. PhD. Nicolae Mihailescu - University of Pitesti,

Prof. PhD. Niculescu Ionela-University Pitesti,

Prof. PhD. George Simion - University of Pitesti,

Prof. PhD. Dumitru Colibaba Evuleț - University of Pitesti,

Prof PhD. Nastase. Viorel - University of Pitesti,

Prof PhD. Ezechil Prof. Liliana - University of Pitesti,

Prof. PhD. Aurelia Macri -University of Pitesti,

Assoc. PhD.Victor Bădescu - University of Pitesti,

Assoc. PhD. Daniel Roșu-University Pitesti

Assoc.PhD. Leonard Fleancu-University Pitesti,

Publisher: Fianu Sorin – University of Pitesti - sorin.fianu@eup.ro EUP Pitesti



Copyright: AIC - PESH – Faculty of Physical Education and Sport, Pitesti

THE EFFECT OF ENERGY DRINKS CONSUMPTION ON QUALITY OF LIFE AND SLEEP QUALITY IN UNIVERSITY SOCCER PLAYERS

¹ Toktas Nese, ² Kerpici Ahmet, ³ Erman Alparslan, ⁴ Gürlü Asuman, ⁵ Ozcelik Mehmet Ali, ⁶ Cetinkaya Vedat
^{1,2,3,4,5,6} Akdeniz University School of Physical Education and Sports, Antalya, TÜRKİYE

Abstract

Energy drinks are sold in over 140 countries and their sales are rapidly increasing in the markets. The aim of this study is to examine the relationship between life and sleep quality and the energy drink consumption status of male soccer players who joined the inter-university soccer tournament. 150 male athletes whose age average was 22, 5±2, 37 years and who joined the inter-university soccer tournament have participated in the study. The individuals were asked if they drank energy drinks, if yes the amount of the drink and the consumption frequency with the questionnaire that determines the energy drink consumption status. We used the Pittsburgh Sleep Quality Index to examine the sleep quality of the individuals and Short Form 36 Quality of Life Scale to determine the quality of life of them. In the study, when you examine the life and sleep quality in the male soccer players that joined the inter-university soccer tournament; we determined that there are no significant differences between the ones that drank energy drink and those who did not.

Key Words: energy drink, quality of life, sleep quality, soccer player

Introduction

Caffeine is the most basic content of energy drinks. Generally taurine, glucuronolactone, guarana and B vitamins are also added. When the other components are added to a high dose of caffeine, the possible effects may not be determined beforehand and side effects such as sudden cardiac arrest may occur (Higgins et al., 2010). In the studies, the energy drink consumption is found to be associated with many negative behaviours such as the use of marijuana, fighting, not fastening seatbelts, smoking, problems resulting from use of alcohol, illegal drug use (Thombs et al., 2009; Miller, 2008). About 450 ml energy drink includes 70-200 mg caffeine. Caffeine is known to be an ergogenic compound that increases heart beat and blood pressure (Higgins et al., 2010). Taking over 200 mg caffeine may cause side effects such as insomnia, short temper, headache, tachycardia, arrhythmia, nausea (Calamaro et al., 2009). Caffeine blocks brain adenosine receptors and therefore has a direct inhibitor effect on sleep. Caffeine also increases the free amino acid pool in the cerebral cortex especially taurine. Taurine has effects on the central nervous system. Compared to coffee having the same amount of caffeine; energy drinks also have other stimulating components such as taurine in them which decreases sleep state more (Horne et al., 2001). In the studies made, it has been stated that the energy drinks have positive effects on cognitive performance, attention and driver performance and develop reaction time, liveliness, concentration and memory (Alford et al., 2001; Warburton et al., 2001). The aim of the study is to examine the relationship between the energy drink consumption status and the life and sleep quality in the male soccer players that joined the inter-university soccer tournament.

Methods

150 male athletes, whose average age is 22,5±2,37 year and who joined the inter-university soccer tournament, have participated in the research. The individuals were asked if they drank energy drinks, if yes the amount of the drink and the consumption frequency were asked with the questionnaire that determines the energy drink consumption status. We used the Pittsburgh Sleep Quality Index (PSQI) to examine the sleep quality of the individuals and Short Form 36 (SF 36) Quality of Life Scale to determine the quality of life of them. Short Form 36 has been developed by Rand Corporation and presented for use. The scale has 36 items and these are: physical function (10 items), role limitations due to physical functions role (4 items), bodily pain (2 items), general health (5 items), vitality (4 items), social function (2 items), role limitations due to emotional function (3 items), mental health (5 items) (Ware et al., 1992). The scale is evaluated between the scores of 0-100. 0 indicates good health and 100 indicate bad health (Stewart et al., 1988). The adaptation studies of SF-36 for use in Turkey were made by Kocyigit et al. (Kocyigit et al., 2003). Pittsburgh Sleep Quality Index has been developed by Buysse and et al (Buysse et al., 1989). The validity and reliability study of PSQI in Turkey has been fulfilled by Agargün and et al (Cronbach's alfa= 0.80). PSQI is a self-rated scale that evaluates the sleep quality and any sleep disorder over a month interval. PSQI consists of 7 components: subjective sleep quality (component 1), sleep latency (component 2), sleep duration (component 3), habitual sleep efficiency (component 4), sleep disturbances (component 5), use of sleeping medications (component 6) and daytime dysfunction (component 7). The sum of scores for these seven components gives a PSQI score. The answers from each are scored between 0-3 according to the frequency of the symptoms. The total score has a value between 0-21. The high scores indicate bad sleep quality and that the sleep disorder level is high. If the total score is over 5, the sleep quality is clinically bad. (Agargün et al., 1996). The descriptive statistics have been produced using a SPSS 18 package program. Mann Whitney-U test has been applied for the data which does not indicate normal range

in Kolmogorov Smirnov test and significance test has been applied for the difference between two averages for the data that indicate a normal range.

Results

Table 1. The general features of the sportsmen who participated in the study

General features	Those who drink energy drink (n=81)	Those who do not drink energy drink (n=69)
Age (year)	22,3 ± 2,2	22,7 ± 2,5
Weight(kg)	73,4 ± 6,3	75,2 ± 7,5
Height(cm)	177,9 ± 5,8	178,1 ± 5,9

The 54% of the individuals who participated in the study drank energy drinks and 46% of them do not drink energy drinks. The weekly energy drink consumption amount for the individuals who drank energy drinks is 720,9 ± 1180,3 ml.

Table 2. The scale scores show the quality of life (SF-36) for the athletes who participated the study

Low dimensions	Those who drank energy drinks (n=81)			Those who do not drink energy drinks (n=69)		
	Mean±SD	Median	Q25-75	Mean±SD	Median	Q25-75
Physical function	86,4±17,0	95,0	75,0-100,0	87,6±18,5	95,0	80,0-100,0
Physical role	72,2±34,7	100,0	50,0-100,0	71,7±38,1	100,0	50,0-100,0
Body pain	24,1±18,6	22,2	11,1-33,3	26,1±20,9	22,2	11,1-44,4
Social function	46,5±15,5	50,0	37,5-50,0	42,9±16,1	50,0	37,5-50,0
Mental health	48,3±13,5	48,0	40,0-56,0	52,9±10,6	52,0	46,0-60,0
Emotional role	61,3±45,5	66,7	0,0-100,0	66,7±36,6	66,7	33,3-100,0
Vitality*	43,1±14,7	40,0	35,0-50,0	47,2±14,1	50,0	37,5-55,0
General Health	46,1±11,5	45,0	40,0-55,0	46,5±13,4	50,0	40,0-55,0

*p<0,05

According to the SF-36 criterion, these participants have been evaluated on: physical function, physical role, body pain, social function, mental health, emotional role, vitality and general health parameters. The vitality scores for the individuals who do not consume energy drinks have been found to be higher than those who consume energy drinks (p<0,05). When you compare those who consume less and more than 1000 ml per week, it has been determined that there is no difference in the quality of life parameter (p>0,05).

We did not find a difference in terms on the sleep quality score between the individuals who consumed energy drinks (7,42±2,56 score) and who do not consume energy drinks (6,65±2,70 score) (p>0,05). Also when you compare the people who consume less and more than 1000 ml energy drinks, we found out that there is no difference for the sleep quality parameter (p>0,05).

Discussion

Energy drinks are products that are not approved by USDA (US, The Department of Agriculture) and FDA (The Food and Drug Administration) (Heneman et al., 2007). While caffeine helps to prevent sleep, if you especially consume caffeine close to bedtime it decreases the sleep activity and depth of sleep and may negatively affect the quality of sleep and the sleeping period. However, it is not completely known how the components such as taurine, glucuronolacton, which are included with caffeine in energy drinks, affect sleep and the state of sleep (Jay et al., 2006).

In a study on the individuals who work on the night shift, it has been stated that energy drinks decrease the doiness during the night shift however, it has been stated that it does not affect the period of falling asleep, which is accepted as the deepest stage of sleep, in the period after the shift and slow-wave sleep period (Jay et al., 2006). Surprisingly, maybe the energy drink did not affect the period of falling asleep. Elimination half-life of caffeine can be over 7.4 hours in the individuals who consume less caffeine (Levy et al., 1983). Although the plasma taurine levels remain high over 2 hours, it is also not known what kind of effect the active agents have other than those caffeine, in the energy drinks, had on sleep (Thompson, 1988).

In the study the vitality scores of the individuals who do not consume energy drinks have been found to be higher than those who consume it. We did not find a difference between the scores of physical function, physical role, body pain, social function, mental health, emotional role and general health scores and sleep quality scores of the individuals who consumed energy drinks and those who did not consume it. The products of many different companies are sold in the markets. The substances that are in the energy drinks and their amount vary according to the companies and also the countries. The energy drink consumption amount has been

determined but the caffeine rate could not be determined in the study. They stated that a low caffeine level of the energy drink did not decrease the doiness level in a study conducted by Anderson and et al (2006).

Nowadays, energy drink consumption is increasing especially in adolescents' accordingly increasing caffeine consumption therefore they do not get enough sleep that they need. Less sleep quality and short period of sleep may be related to the mental and physical comorbidities and can decrease quality of life (Calamaro et al., 2009). There is not an enough study about the effect of energy drink consumption with high doses of caffeine on the sleep period. In a study made on adolescents (n=4243); it has been stated that sleep disorders in those individuals that consume coffee or energy drinks are seen to be two times more than those who do not consume those drinks (Orbeta et al., 2006).

Conclusion

In this study, when you examine the life and sleep quality in the male soccer players that joined the inter-university soccer tournament; we determined that there are no significant differences between those that drank energy drinks and those who did not. The data has been collected via questionnaire method; the content of the energy drinks was not evaluated. We need experimental studies on this issue.

Bibliography

- Agargün, M.Y., Kara, H., Anlar, O. (1996) - The validity and reliability of the Pittsburgh Sleep Quality Index. *Turkish Journal of Psychiatry* 7(2): 107-115
- Alford, C., Cox, H., Wescott, R. (2001) - The effects of Red Bull Energy Drink on human performance and mood. *Amino Acids* 21:139-150
- Anderson, C., Horne, J.A. (2006) - A high sugar content low caffeine drink does not alleviate sleepiness but may worsen it. *Hum Psychopharmacol Clin Exp* 21:299-303
- Buyse, D.J., Charles, F., Reynolds, C.F., Mak, T.H., Berman, S.R., Kupfer, D.J. (1989) - The pittsburg sleep quality index: A new instrument for psychiatric practice and research *Psychiatry Research* 28(7): 193-213
- Calamaro, C.J., Mason, T.B., Ratcliffe, S.J. (2009) - Adolescents living the 24/7 lifestyle: effects of caffeine and technology on sleep duration and daytime functioning. *Pediatrics* 123(6):e1005-e1010
- Heneman, K., Zidenberg-Cherr, S. (2007) - Some facts about energy drinks. *Nutrition and health info-sheet*
- Higgins, J.P., Tuttle, T.D., Higgins, C.L. (2010) - Energy beverages: Content and safety. *Mayo Clin Proc* 85(11):1033-1041
- Horne, J.A., Reyner, L.A. (2001) - Beneficial effects of an 'energy drink' given to sleepy drivers. *Amino Acids* 20:83-89
- Jay, S.M., Petrilli, R.M., Ferguson, S.A., Dawson, D., Lamond, N. (2006) - The suitability of a caffeinated energy drink for night-shift workers. *Physiol Behav* 87:925-931
- Koçyigit, H., Gülseren, Ş., Erol, A., Hizli, N., Memis, A. (2003) - The reliability and validity of the Turkish version of quality of life questionnaire of the European Foundation for osteoporosis(quaaleffo). *Clin Rheumatol* 22:18-23
- Levy, M.D., Zylber-Katz, E. (1983) - Caffeine metabolism and coffee-attributed sleep disturbances. *Clin Pharmacol Ther* 33:770-775
- Miller, K.E. (2008) - Energy drinks, race, and problem behaviors among college students. *J Adolesc Health* 43(5):490-497
- Orbeta, R.L., Overpeck, M.D., Ramcharan, D., Kogan, M.D., Ledsy, R. (2006) - High caffeine intake in adolescents: associations with difficulty sleeping and feeling tired in the morning. *J Adolesc Health* 38(4):451-453
- Reyner, L.A., Horne, J.A. (2002) - Efficacy of a 'functional energy drink' in counteracting driver sleepiness. *Physiology & Behavior* 75:331-335
- Seifert, S.M., Schaechter, J.L., Hershorin, E.R., Lipshultz, S.E. (2011) - Health effects of energy drinks on children, adolescents and young adults. *Pediatrics* 127:511-528
- Stewart, A.L., Hays, R.D., Ware, J.E. (1988) - 'The MOS Short-form general health survey: Reliability and validating in a patient population'. *Med Care* 26(7):724-735
- Thombs, D.L., O'Mara, R.J., Tsukamoto, M., Rossheim, M.E., Weiler, R.M., Merves, M.L., Goldberger, B.A. (2009) - Event-level analyses of energy drink consumption and alcohol intoxication in bar patrons. *Addict Behav* 35(4):325-330
- Thompson, G.N. (1988) - Excessive fecal taurine loss predisposes to taurine deficiency in cystic fibrosis. *J Pediatr Gastroenterol Nutr* 7:214-9
- Warburton, D.M., Bersellini, E., Sweeney, E. (2001) - An evaluation of a caffeinated taurine drink on mood, memory and information processing in healthy volunteers without caffeine abstinence. *Psychopharmacol* 158:322-328
- Ware, J.E., Sherbourne, C.D. (1992) - The MOS 36-item Short-Form Health Survey (SF-36). I. Conceptual framework and item selection. *Med Care* 30:473-8