

Rekreasyonel Bisikletçilerde Kas İskelet Sistemi Ağrılarının İncelenmesi

Examination of Muscle Skeletal Pain in Recreational Cyclists

 Yusuf Şinasi KIRMACI^a,  Günseli USGU^b

^aKahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü, Kahramanmaraş, Türkiye

^bHasan Kalyoncu Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü, Gaziantep, Türkiye

ÖZET

Amaç: Çalışmanın amacı, rekreasyonel bisikletçilerin kas iskelet sistemi ağrılarının incelenmesi ve etkileyen faktörlerin belirlenmesidir.

Gereç ve Yöntemler: Çalışmaya 18-45 yaş aralığında, 51 erkek rekreasyonel bisikletçi dahil edildi. Bireylerin demografik bilgiler (yaş, boy, kilo) kaydedilerek Vücut Kütle İndeksi (VKİ) hesaplandı. Kas iskelet sistemi bölgelerine göre ağrı varlığı Nordic Genişletilmiş Kas İskelet Anketi ile değerlendirildi. Aynı zamanda ankete göre ağrı şiddeti her vücut bölgesi için ayrı olacak şekilde Visual Analog Skalası (VAS) ile değerlendirildi.

Bulgular: Çalışmaya dahil edilen bireylerin yaş ortalamaları 32,43'tü. Vücut Kütle İndeksi (VKİ) ortalamaları ise 23,79'du. Nordic kas iskelet sistemi anketi sonuçlarına göre ağrı şiddeti ortalamalarına göre en fazla ağrı bel (2,78±2,90) ve diz bölgesinde (1,63±2,42) olduğu bulundu. Ağrı şiddetinin yaş ve VKİ ile korelasyonu incelendiğinde, yalnızca omuz ağrısı ile yaş arasında pozitif yönlü anlamlı ilişki bulundu (p=0.042, r=0.286).

Sonuç: Rekreasyonel bisikletçilerde en fazla bel ve diz eklemlerinde ağrı meydana gelmektedir. Diz, kalça ve gövde kaslarına yönelik egzersiz eğitimleri verilerek sonuçları değerlendirilmelidir. Aynı zamanda yaşla birlikte artan omuz ağrısı için bireyin bisiklete uyumunu objektif olarak sağlayacak yaklaşımlar geliştirilmelidir.

Anahtar Kelimeler: Bisiklet, Spor, Ağrı

ABSTRACT

Objective: The aim of the study is to examine the musculoskeletal pain of recreational cyclists and to determine the factors affecting it.

Material and Methods: Male recreational cyclists (n=51) between the ages of 18-45 were included in the study. The demographic information (age, height, weight) of the individuals was recorded and Body Mass Index (BMI) was calculated. The presence of pain according to musculoskeletal regions was evaluated with The Extended Nordic Musculoskeletal Questionnaire. At the same time, according to the questionnaire, the severity of pain was evaluated separately for each body region with the Visual Analog Scale (VAS).

Results: The mean age of the individuals included in the study was 32.43. The mean Body Mass Index (BMI) was 23.79. According to the results of The Extended Nordic Musculoskeletal Questionnaire, it was found that the most pain was in the lower back (2.78±2.90) and knee (1.63±2.42) according to the pain intensity averages. When the correlation of pain severity with age and BMI was examined, a positive significant correlation was found only between shoulder pain and age (p=0.042, r=0.286).

Conclusion: Pain occurs mostly in the lower back and knee joints in recreational cyclists. Exercise training for the knee, hip and trunk muscles should be given and the results should be evaluated. Otherwise, approaches should be developed to objectively ensure the individual's adaptation to cycling for shoulder pain that increases with age.

Keywords: Cycling, Sports, Pain

Correspondence: ¹Yusuf Şinasi KIRMACI



¹Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü, Kahramanmaraş, Türkiye
E-mail: yusufkirmaci@gmail.com

Received: 25 Aralık 2022

Accepted: 28 Aralık 2022

Available online: 30 Aralık 2022

Giriş

Bisiklet, yer değiştirmenin yürümeye göre daha verimli olduğu, günlük hayata basit bir şekilde uyum sağlayabilen, demografik olarak sosyal yapının tümüne ulaşabilen, ek olarak birey ve toplum açısından iki taraflı faydaları olan basit bir araçtır (1). Bisiklet, yakıt ihtiyacı olmadan, pedallar yardımıyla tekerleklerle gücü aktararak ilerleyen bir araçtır. Özellikle beş km'ye kadar olan mesafelerde tercih edilebilen faydalı bir ulaşım şeklidir (2). Aynı zamanda spor veya rekreasyonel aktivite amacı ile kullanılabilir. Rekreasyon sözlükte yenilenmek, yeniden yapılanmak anlamı ile yer alan, Latince "recreation" kelimesinden dilimize geçmiştir. Rekreasyonel aktiviteler ise bireylerin hem fiziksel hem de psikososyal bütünlüğünü sürdürmek veya geri kazanmak için isteyerek yaptıkları aktivitelerdir. Bu aktiviteler, kişilerin serbest zamanlarını verimli kullanarak çevreleri ile sosyalleşmelerine, olumlu ilişkiler kurmalarına ve sağlıklarını geliştirmelerine olanak sağlar (3, 4).

Yaşadığımız pandemi dönemi göz önünde bulundurulunca, insanlar sağlığa, spora ve doğa aktivitelerine eskide olduğundan çok daha fazla ilgi duymaktadırlar (5). Fiziksel aktivite, sağlık üzerinde uzun vadeli bir etkiye sahiptir. Bu nedenle fiziksel aktivite, Dünya Sağlık Örgütü tarafından önlenmesi için yapılması gereken ilk beş madde içerisinde yer alır (6). Bisiklete binme yetişkinlerde erken ölüm, obezite, kalp hastalığı, diyabet (tip 2), metabolik sendrom, kolon ve meme kanseri gibi hastalıkların riskini azalttığını gösteren güçlü kanıtlar bulunmaktadır. Bisiklet kullanımı özellikle kardiyorespiratuar ve metabolik fonksiyonları geliştirir (7, 8). Bu kazanımların bir yansıması olarak rekreasyonel olarak da yapılabilen bu spor, dünyada en revaçta etkinliklerden biridir (9). Bisiklet sporuna olan ilgi ülkemizde hızla artmaktadır.

Bireyler serbest zamanlarında doğada bisiklet sürüşleri yapmakta ve bu etkinliği bir yaşam biçimi haline getirmektedirler. Sadece spor olarak değil aynı zamanda da çevreci bir ulaşım aracı da olan bisiklet, her yönüyle fosil yakıtlı araçlara göre hem daha çevreci hem de kişisel sağlık yönünden faydalı ve pratik bir araçtır (10). Fakat her fiziksel aktivitede olduğu gibi bisiklet kullanımında da bilgi eksikliği, yanlış bisiklet ve malzeme tercihi, sporun önemli temellerinin iyi bilinmemesi gibi faktörler bisikletçilerde yetersiz performans ve travmatik/ travmatik olmayan kas iskelet sistemi yaralanmalarına neden olmaktadır (11- 13). Bu yüzden bisiklet kullanımı esnasında oluşan hareketlerin ve kas iskelet sistemine binmiş olan yüklerin daha iyi bir şekilde ortaya konularak açıklanması gerekmektedir. Bu amaçla bisiklet kullanımını değerlendiren laboratuvar araştırmaları 20. yüzyıl başlarında ilk bisiklet ergometresinin bulunmasıyla ele alınmıştır (14). Yanlış teknik ve bilgi eksikliği nedeniyle bisikletçi hem çevre hem de kendi bireysel sağlığı için önemli olan bu kıymetli aktiviteyi devam ettirememektedir. Travmatik olmayan (aşırı kullanım ve dejeneratif) yaralanmaları, rekreasyonel bisikletçiler arasında daha yaygındır (15), bu yaralanmaların prevalansı %85'lere kadar varabilmektedir (16). Ancak yüksek hızda, büyük gruplar halinde, arazide veya trafikte seyahat eden bisikletçilerde ciddi travmatik yaralanma olasılığının daha büyük olduğu da bildirilmektedir (17). Bu yaralanmaların önlenmesi ve aktivitenin sağlıklı bir şekilde devam ettirilebilmesi için ergonomik adaptasyonların yanında egzersiz eğitimi de diğer bir çözüm önerisi olarak karşımıza çıkmaktadır.

Fiziksel uygunluk parametrelerinin yeterli seviyelere ulaştırılması hem performans hem de oluşabilecek yaralanmaların önlenmesi açısından önemli görülmektedir. Elit bisikletçilerin güç üretme kapasitelerini artırmak amacıyla sezon öncesi dönemlerde dayanıklılık ve kuvvet antrenmanlarına yer verdikleri bildirilmektedir (18). Literatür incelendiğinde dünyada ve ülkemizde elit bisikletçilerle ilgili çalışmaların fazla olduğu fakat, rekreasyonel bisikletçilere yönelik yeterince çalışma olmadığı fark edildi. Rekreasyonel bisikletçilerde kas iskelet sistemi problemlerinin belirlenmesi, ağrıları önlemeye yönelik çözümler için önce olacaktır. Bu nedenle çalışmanın amacı rekreasyonel bisikletçilerin kas iskelet sistemi ağrılarının incelenmesi ve etkileyen faktörlerin belirlenmesidir.

Gereç Ve Yöntem

Kesitsel araştırma olarak planlanan çalışma Gaziantep Bisiklet Topluluğu üyelerinden 51 rekreasyonel bisikletçi ile gerçekleştirildi. Çalışma için Hasan Kalyoncu Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Girişimsel Olmayan Etik Kurulu 19.01.2021 tarih 2021 / 006 nolu kararı ile izin ve etik onayı alındı. Çalışma öncesinde tüm katılımcılara uygulanacak değerlendirmeler anlatılarak, onam formu imzalatıldı.

Bireylerin Araştırmaya Dahil Edilme Kriterleri

- 18-45 yaş aralığında,
- En az 1 yıldır rekreasyonel bisiklet kullanan,
- Son 6 ay içerisinde kırık, travma ya da cerrahi öyküsü bulunmayan,
- Sistemik veya nörolojik herhangi bir problemi olmayan,
- Vücut kitle indeksleri 18,5-25 kg/m² arasında olan bireyler dahil edildi.

Bireylerin Araştırmaya Dahil Edilmeme Kriterleri

- Kardiyovasküler, metabolik ve solunum sistemi hastalığı olması.
- Dahil edilme kriterleri dışında kalan tüm bireyler.

Araştırmaya katılım için gerekli kriterleri karşılayan rekreasyonel bisikletçilere onam formu imzalatıldıktan sonra demografik bilgileri (yaş, boy, kilo) kaydedildi. Kas İskelet Sistemini Ağrı Takibi (19) Nordic Genişletilmiş Kas İskelet Anketi ile değerlendirildi. Nordic kas iskelet sistemi anketi ilk olarak Kuorinka ve ark. tarafından bireyin kendi beyanı ile kas iskelet sistemi problemlerini değerlendirmek için kullanılmış daha sonra özellikle ağrının bölgesel varlığı ve zaman göre değişimini takip etmek için sıklıkla kullanılmaya başlanmıştır (20). Katılımcılar vücut bölgelerini şematik olarak gösteren görselindeki 9 farklı vücut bölgesinden seçerek genel ağrılarındaki varlığını belirlediler. Ağrılarının başlangıç yaşını yazdıktan sonra testin yapıldığı gün, son bir ay, son bir hafta, son 12 aydaki varlığını evet/ hayır olarak ve şiddetini Visual analog skalası (VAS) üzerinden değerlendirildiler (19).

İstatistiksel Analiz

Bireylere ait bulguların değerlendirilmesinde IBM-SPSS Version 25.0 (IBM Corp, Armonk, ABD) kullanıldı. Çalışmada sürekli değişkenler için aritmetik ortalama \pm standart sapma ($X \pm SS$), minimum (min) ve maksimum (maks) değerleri verildi. Nitel değişkenler için frekans ve yüzde değerleri verildi. Verilerin normal dağılıma uygun olup olmadığını değerlendirmek için Shapiro-Wilk-W testi kullanıldı. Değişkenler arası

ilişkilerin yönünü ve derecesini tanımlamak için Sperman korelasyon analizi kullanıldı. İstatistiksel anlamlılık için $p < 0.05$ kabul edildi.

Bulgular

Çalışmaya dahil edilen bireylerin yaş ortalamaları 32.43'tü. Vücut Kütle İndeksi (VKİ) ortalamaları ise 23.79'du. Bireylere ait demografik bilgiler Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Bisikletçilere Ait Demografik Bilgiler

Değişkenler	Min-Max	Ort±SS
Yaş (yıl)	20-44	32.43±5.6
Boy (cm)	168-192	177.76±5.9
Kilo (kg)	62-92	75.31±6.3
VKİ (kg/cm ²)	20.96-24.96	23.79±0.79

cm: santimetrekare, **kg:** kilogram, **Ort:** ortalama, **SS:** Standart sapma, **VKİ:** Vücut Kütle İndeksi

Nordic kas iskelet sistemi anketi sonuçlarına göre ağrı şiddeti ortalaması boyun bölgesinde 0.84, omuz bölgesinde 1.10, sırt bölgesinde 1.10, dirsek

bölgesinde 0.45, el bileğinde 0.57, bel bölgesinde 2.78, kalça uyluk bölgesinde 0.59, diz bölgesinde 1.63, ayak bileğinde ise 0.35'ti (Tablo 2).

Tablo 2. Nordic Kas İskelet Sistemi Anketi Bölgelerine Göre Ağrı Şiddeti

Nordic Kas İskelet Sistemi Anketi (VAS)	Min-Max	Ort±SS
Boyun	0-7	0.84±1.82
Omuz	0-7	1.10±2.11
Sırt	0-7	1.10±2.09
Dirsek	0-6	0.45±1.39
El bileği	0-5	0.57±1.48
Bel	0-8	2.78±2.90
Kalça-Uyluk	0-8	0.59±1.85
Diz	0-7	1.63±2.42
Ayak Bileği	0-6	0.35±1.26

VAS: Visual Analog Skalası, **Ort:** ortalama, **SS:** Standart Sapma

Nordic kas iskelet sistemi anketi bölgelerinde ağrısı olanların zamana göre ağrı oranları Tablo 3'te verilmiştir. Bireylerin genel ağrı

durumlarına bakıldığında en fazla ağrı bel (%52.9) ve diz ekleminde (%37.3) olduğu bulundu (Tablo 3).

Tablo 3. Nordic Kas İskelet Sistemi Anketi Bölgelerinde Ağrısı Olanların Zamana Göre Ağrı Oranı

Nordic Kas İskelet Sistemi		Genel	Son 12 ay	Son 1 ay	Bugün
Anketi (VAS)					
Boyun	Var n (%)	10 (19.6)	10 (19.6)	9 (17.6)	8 (15.7)
	Yok n (%)	41 (80.4)	41 (80.4)	42 (82.4)	43 (84.3)
Omuz	Var n (%)	12 (23.5)	11(21.6)	11 (21.6)	10 (19.6)
	Yok n (%)	39 (76.5)	40 (78.4)	40 (78.4)	41 (80.4)
Sırt	Var n (%)	13 (25.5)	13 (25.5)	13 (25.5)	12 (23.5)
	Yok n (%)	38 (74.5)	38 (74.5)	38 (74.5)	39 (76.5)
Dirsek	Var n (%)	6 (11.8)	9 (17.6)	6 (11.8)	6 (11.8)
	Yok n (%)	45 (88.2)	42 (82.4)	45 (88.2)	45 (88.2)
El bileği	Var n (%)	7 (13.7)	6 (11.8)	5 (9.8)	5 (9.8)
	Yok n (%)	44 (86.3)	45 (88.2)	46 (90.2)	46 (90.2)
Bel	Var n (%)	27 (52.9)	26 (51)	26 (51)	25 (49)
	Yok n (%)	24 (47.1)	25 (49)	25 (49)	26 (51)
Kalça-Uyluk	Var n (%)	5 (9.8)	5 (9.8)	5 (9.8)	5 (9.8)
	Yok n (%)	46 (90.2)	46 (90.2)	46 (90.2)	46 (90.2)
Diz	Var n (%)	19 (37.3)	19 (37.3)	18 (35.3)	16 (31.4)
	Yok n (%)	32 (62.7)	32 (62.7)	33(64.7)	35 (68.6)
Ayak Bileği	Var n (%)	5 (9.8)	5 (9.8)	5 (9.8)	5 (9.8)
	Yok n (%)	46 (90.2)	46 (90.2)	46 (90.2)	46 (90.2)

VAS: Visual Analog Skalası

Bölgelere göre ağrı şiddetinin yaş ve VKI ile korelasyonu incelendiğinde yalnızca yaş ile omuz ağrısı arasında

pozitif yönlü düşük düzeyde ilişki bulundu ($r=0.286$, $p=0.042$) (Tablo 4).

Tablo 4. Bölgelere Göre Ağrı Şiddetinin Yaş ve VKİ ile İlişki

Değişkenler		Nordic Kas İskelet Sistemi Anketi (VAS)								
		Boyun	Omuz	Sırt	Dirsek	El Bileği	Bel	Kalça-Uyluk	Diz	Ayak Bileği
Yaş (yıl)	r	0.117	0.286	-0.117	0.078	-0.016	0.000	-0.218	-0.050	0.202
	p	0.413	0.042*	0.414	0.586	0.911	0.998	0.124	0.726	0.155
VKİ (kg/cm ²)	r	0.198	0.227	-0.088	-0.176	0.145	0.081	0.220	0.048	-0.023
	p	0.165	0.110	0.537	0.271	0.312	0.570	0.121	0.738	0.873

Spearman Korelasyon Analizi, * $p < 0.05$ VKİ: Vücut Kütle İndeksi

Tartışma

Rekreasyonel bisikletçilerde kas iskelet sistemi ağrılarını incelemeyi amaçlayan bu çalışmada, bölgelere göre en fazla ağrının bel bölgesinde olduğu daha sonra ise diz ekleminde olduğu belirlendi. Aynı şekilde ağrı şiddetinin de en fazla bel ve diz ekleminde olduğu bulundu.

Yapılan araştırmalarda bisiklete binmek, tüm negatif geri bildirimlere rağmen kardiyovasküler hastalıklara, kolon kanserine ve obeziteye bağlı ölüm risklerini azalttığı gösterilmiştir (21). Bununla birlikte, sağlık yararlarına ek olarak, bisiklete binme çeşitli yaralanmalarla da ilişkilidir (22, 23). Travmatik olmayan (aşırı kullanım ve dejeneratif) yaralanmaları, rekreasyonel bisikletçiler arasında daha yaygındır (15), bu yaralanmaların prevalansı %85 kadar yüksek olabilir (16). Ancak yüksek hızda, büyük gruplar halinde, arazide veya trafikte seyahat eden bisikletçilerde ciddi travmatik yaralanma olasılığının daha büyük olduğu da bildirilmektedir (17). Yanturali ve ark. çok günlük bir yol yarışı sırasında elit bisikletçiler üzerinde yaptıkları bir çalışmada, meydana gelen yaralanmaların yarısının yüzeysel travmatik cilt sıyrıkları olduğunu ve yumuşak dokuda meydana geldiğini tespit etmişlerdir (24). Elit İngiliz bisikletçileri arasında yapılan

bir başka araştırmada da antrenman yaralanmalarının daha yaygın olduğu, ancak yarışma yaralanmalarının daha şiddetli olabileceğini bulmuşlardır (25). Travmatik olmayan bisiklet yaralanmaları en sık diz, boyun/omuz, eller, kalça ve perine olduğu bildirilmektedir (16).

Literatürde elit bisikletçilere ait çalışmalara sık olarak rastlanılsa da daha bir geniş kitle olan rekreasyonel bisikletçiler üzerinde yapılan çalışmalar sınırlıdır. Çalışmamızda kas iskelet sistemi ağrılarının oranının ve şiddetinin en fazla olduğu bölgeler bel ve diz eklemi olduğu tespit edildi. Bisiklet sporunda hareket paternleri çoğunlukta sagittal düzlemde meydana gelmektedir. Bu düzlemde meydana gelen tekrarlı fleksiyon ekstansiyon hareketi ile çoğunlukla güç üreten dizler ve bele yük binmektedir. Bu sorunların en aza indirilebilmesi için bireyin yeterli fiziksel uygunluğa sahip olması gerektiğini düşünmekteyiz.

Çalışmamızda vücut bölgelerine göre ağrıyı etkileyebilecek faktörlerden yaş ve VKİ ilişkisi incelenmiştir. Yaş arttıkça omuz ağrısının arttığı bulunmuştur. Yanlış bisiklet uyumu sonucu omuzda oluşan tekrarlı travmaların bu sonuca neden olduğunu düşünmekteyiz. Sele-gidon arasındaki mesafe ve yükseklik farkları omuz binen

yükü değiştirebilmektedir. Bu nedenle ileri yaşlarda bisiklet adaptasyonları ayrıca önemli olmaktadır.

Vücut kütle indeksi ağrı arasında ilişki bulunmamıştır. Bireyin vücut kompozisyonu, bisiklet aktivitesinde eklemle binen yükü değiştirebileceğinden çalışmamızda dahil edilen bireylerin VKİ'si 18-25 arasında sınırlı tutulmuştur. Bu nedenle ileri VKİ de olan bisikletçilerin ağrılarının ayrıca değerlendirilmesi gerektiğini düşünüyoruz.

Bisiklet sporunda bireyin fiziksel özelliklerinin yanı sıra bisikletin kişiye uyumu da aşırı kullanım yaralanmalarında kritik rol oynamaktadır. Sele ve gidon yüksekliği gibi bisiklete ait parametrelerin sagittal düzlemdeki hareket genişliğini etkilemektedir. Bu sebeple yaralanmaları önlemek için bisikletin kişiye uyumlandırılması önem arz etmektedir.

Çalışmada ağrıyı etkileyen faktörler olarak yalnızca yaş ve VKİ değerlendirilmesi limitasyonlarından dolayı. Ağrının multifaktöriyel olduğu düşünüldüğün kas kuvveti, endurans gibi fiziksel uygunluk parametreleri de değerlendirilmelidir.

Sonuç olarak rekreasyonel bisikletçilerde görülen yaralanmaları en aza indirebilmek için bireylerin yeterli fiziksel uygunluk seviyelerine sahip olmaları gerekmektedir. Özellikle diz, kalça ve gövde kaslarına yönelik egzersiz eğitimleri verilerek sonuçları değerlendirilmelidir. Aynı zamanda bireyin bisiklete uyumunu objektif olarak sağlayacak yaklaşımlar geliştirilmelidir.

Kaynaklar

1. Bopp M, Sims D, Piatkowski D. *Bicycling for transportation: An evidence-base for communities*: Elsevier; 2018.
2. Nello-Deakin S, te Brömmelstroet M. *Scaling up cycling or replacing driving? Triggers and trajectories of bike–train uptake in the Randstad area*. *Transportation*. 2021;1-29.
3. Oja P, Titze S, Bauman A, De Geus B, Krenn P, Reger-Nash B, et al. *Health benefits of cycling: a systematic review*. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*. 2011;21(4):496-509.
4. Piras F, Sottile E, Tuveri G, Meloni I. *Could there be spillover effects between recreational and utilitarian cycling? A multivariate model*. *Transportation research part A: policy and practice*. 2021;147:297-311.
5. Turpin NA, Watier B. *Cycling biomechanics and its relationship to performance*. *Applied Sciences*. 2020;10(12):4112.
6. Beaglehole R, Bonita R, Horton R, Adams C, Alleyne G, Asaria P, et al. *Priority actions for the non-communicable disease crisis*. *The lancet*. 2011;377(9775):1438-47.
7. Kerr J, Emond JA, Badland H, Reis R, Sarmiento O, Carlson J, et al. *Perceived neighborhood environmental attributes associated with walking and cycling for transport among adult residents of 17 cities in 12 countries: the IPEN study*. *Environmental health perspectives*. 2016;124(3):290-8.
8. Garrard J, Rissel C, Bauman A, Giles-Corti B. *Cycling and health. Cycling for sustainable cities*: MIT Press Cambridge, MA; 2021. p. 35-56.
9. Priego Quesada JI, Pérez-Soriano P, Lucas-Cuevas AG, Salvador Palmer R, Cibrián Ortiz de Anda RM. *Effect of bike-fit*

- in the perception of comfort, fatigue and pain. *Journal of sports sciences*. 2017;35(14):1459-65.
10. Mueller N, Rojas-Rueda D, Cole-Hunter T, De Nazelle A, Dons E, Gerike R, et al. Health impact assessment of active transportation: a systematic review. *Preventive medicine*. 2015;76:103-14.
11. Ansdell P, Thomas K, Howatson G, Amann M, Goodall S. Deception improves TT performance in well-trained cyclists without augmented fatigue. *Medicine and science in sports and exercise*. 2018;50(4):809.
12. Swart J, Holliday W. Cycling Biomechanics Optimization—The (R) Evolution of Bicycle Fitting. *Current sports medicine reports*. 2019;18(12):490-6.
13. Johnston TE, Baskins TA, Koppel RV, Oliver SA, Stieber DJ, Høglund LT. The influence of extrinsic factors on knee biomechanics during cycling: a systematic review of the literature. *International journal of sports physical therapy*. 2017;12(7):1023.
14. Krogh A, Lindhard J. The regulation of respiration and circulation during the initial stages of muscular work. *The Journal of physiology*. 1913;47(1-2):112.
15. Wilber C, Holland G, Madison R, Loy S. An epidemiological analysis of overuse injuries among recreational cyclists. *International journal of sports medicine*. 1995;16(03):201-6.
16. Dettori NJ, Norvell DC. Non-traumatic bicycle injuries. *Sports medicine*. 2006;36(1):7-18.
17. Kotler DH, Babu AN, Robidoux G. Prevention, evaluation, and rehabilitation of cycling-related injury. *Current sports medicine reports*. 2016;15(3):199-206.
18. Kristoffersen M, Sandbakk Ø, Rønnestad BR, Gundersen H. Comparison of short-sprint and heavy strength training on cycling performance. *Frontiers in Physiology*. 2019:1132.
19. Dawson AP, Steele EJ, Hodges PW, Stewart S. Development and test-retest reliability of an extended version of the Nordic Musculoskeletal Questionnaire (NMQ-E): a screening instrument for musculoskeletal pain. *The Journal of Pain*. 2009;10(5):517-26.
20. Kuorinka I, Jonsson B, Kilbom A, Vinterberg H, Biering-Sørensen F, Andersson G, et al. Standardised Nordic questionnaires for the analysis of musculoskeletal symptoms. *Applied ergonomics*. 1987;18(3):233-7.
21. Oja P, Titze S, Kokko S, Kujala UM, Heinonen A, Kelly P, et al. Health benefits of different sport disciplines for adults: systematic review of observational and intervention studies with meta-analysis. *British journal of sports medicine*. 2015;49(7):434-40.
22. De Bernardo N, Barrios C, Vera P, Laíz C, Hadala M. Incidence and risk for traumatic and overuse injuries in top-level road cyclists. *Journal of sports sciences*. 2012;30(10):1047-53.
23. Silberman MR. Bicycling injuries. *Current sports medicine reports*. 2013;12(5):337-45.
24. Yanturali S, Canacik O, Karsli E, Suner S. Injury and illness among athletes during a multi-day elite cycling road race. *The Physician and Sportsmedicine*. 2015;43(4):348-54.
25. Palmer-Green D, Thomas H, Danny H, Chris P, Kay R, Rod J, et al. An Epidemiological Study Of Injury And Illness In The British Skeleton Squad—2009–2013. *British journal of sports medicine*. 2014;48(7):650-.