

Kano Ergometresinde Sabit Oturakla ve Denge Aparatlı Oturakla Gerçekleştirilen Maksimal Egzersizlerde Kas Yanıtları ve Hareket Kinematığının Karşılaştırılması

Comparison of Muscle Responses and Movement Kinematics in Maximal Exercises Performed on a Kayak Ergometer with a Fixed Seat and a Seat with Balance Apparatus

¹Murat ÇİLLİ

ORCID No: 0000-0002-9027-363X

¹Furkan ULUKÖYLÜ

ORCID No: 0009-0007-8615-5458

¹Onur ÇAKIR

ORCID No: 0000-0001-7625-5067

¹Sakarya Uygulamalı Bilimler
Üniversitesi, Spor Bilimleri
Fakültesi, Antrenörlük Eğitimi
Bölümü

ÖZ

Bu çalışmada denge aparatlı oturaklı ve sabit oturaklı kano ergometresinde gerçekleştirilen maksimal bir egzersizde verilen kas yanıtlarının, her iki ön kol ve oblik bölge kas aktivasyonları ve her iki kola ait kinematik veriler kullanılarak karşılaştırılması amaçlanmıştır. Araştırmaya, çalışmaya engel teşkil edecek bir sakatlığı olmayan, yaşları 15-18 arasında ve en az 2 yıl kano sporunda geçmişi olan 12 erkek aktif sporcu gönüllü olarak katılmışlardır (boy 175,6±4,4cm, kilo 77,6±9,8 kg). Çalışma için Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Etik Kurulu'ndan Etik Kurul Onayı alınmıştır. Standart ısınma rutini sonrasında, rastgele sırayla sabit oturaklı ya da denge aparatlı Dansprint kano ergometresinde 500m mesafe ile maksimal egzersiz gerçekleştirilmiştir. Sağ ve sol ön kolda fleksör carpi radialis (FKR) ve sağ ve sol obliquus externus abdominis (OEA) kaslarına yerleştirilen elektrotlar ile sEMG ve IMU verileri kaydedilmiştir. Test süresi, tempo, toplam kürek sayısı, sEMGOrt, sEMGInt, pAçı ve AçInt değerlerinin karşılaştırılmasında Wilcoxon işaretli sıralar testi kullanılmıştır. Sonuç olarak; test süresi, tempo ve toplam kürek sayısının benzer olduğu, açısal kinematik parametreler arasında pitch eksenini toplam açısal yer değiştirme değeri dışında genel anlamda farklılık olmadığı gözlenmiştir. Sabit oturaklı ergometrede gerçekleştirilen testte katılımcıların daha yüksek kas aktivasyonu gösterme eğiliminde oldukları gözlenirken sadece sol kol sEMGOrt ve sEMGInt ortalama değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğu belirlenmiştir (p<0,05). Denge aparatlı oturak ile gerçekleştirilen egzersizde, özellikle oblik bölge kaslarının daha fazla aktivasyon göstereceği ile ilgili düşünceyi destekleyecek bulgulara ulaşılamamıştır. Performans değerlendirmek amacıyla ergometrelerde gerçekleştirilen testlerde denge aparatlı oturak ya da sabit oturaklı ergometrelerin test sonuçlarını etkileyebileceğinin dikkate alınmasının önemli olduğu kanaatindeyiz.

Anahtar Kelimeler: Dansprint kano ergometresi, Sabit oturak, Denge aparatı

ABSTRACT

This study aimed to compare the muscle responses in a maximal exercise performed on a balance apparatus and a fixed seat kayak ergometer, using both forearm and oblique region muscle activations and kinematic data of both arms. Twelve active male athletes (aged 15-18) with no injuries that would hinder the study and had at least two years of canoeing experience participated in the research voluntarily (height 175.6±4.4cm, weight 77.6±9.8 kg). Ethics Committee Approval was received from Sakarya University of Applied Sciences Ethics for the study. After the standard warm-up routine, a 500-meter maximal exercise was performed on the Dansprint canoe ergometer with a fixed seat or balance apparatus in random order. sEMG and IMU data were recorded with electrodes placed on the flexor carpi radialis (FKR) and right and left obliquus externus abdominis (OEA) muscles on the right and left forearm. Wilcoxon signed-rank test was used to compare test time, tempo, sEMGOrt, sEMGInt, pAngle and AngleInt values. The results indicated that the test duration, tempo, and total number of rowings were similar, and there was no general difference between the angular kinematic parameters except the total angular displacement value of the pitch axis. While it was observed that the participants tended to show higher muscle activation in the test performed on the fixed-seat ergometer, it was determined that there was a statistically significant difference only between the mean values of sEMGOrt and sEMGInt in the left arm (p<0.05). No findings have supported the idea that the activation of the oblique region muscles would increase, especially in exercises performed with a seat with a balance apparatus. We believe it is important to consider that ergometers equipped with balance apparatus or fixed seats might influence the test results when evaluating performance on ergometer tests.

Keywords: Dansprint kayak ergometre, Fixed seat, Balance apparatus

Yazışma Adresi

Corresponding Address:

Prof. Dr. Murat ÇİLLİ

Sakarya Uygulamalı Bilimler
Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi,
Antrenörlük Eğitimi Bölümü

E-posta: mcilli@subu.edu.tr

Geliş Tarihi (Received): 04.03.2024

Kabul Tarihi (Accepted): 26.07.2024

GİRİŞ

Kano sporcuları, su ortamında oluşan kötü hava ve su şartları nedeniyle hem kanoya özgü tekniği yitirmemeleri hem de antrenmanı sudaki antrenmana benzer şekilde gerçekleştirebilmek amacıyla, ergometreleri sıklıkla kullanmaktadırlar. Ergometreler, herhangi bir bransa özgü biyomekanik olarak hareketleri ve fizyolojik stresleri benzetmek için tasarlanmış, egzersizin kara ortamında gerçekleştirilmesini sağlayan ekipmanlardır (DalMonte ve Faina, 1988). Bununla birlikte, ergometrelerde uzun süre antrenman yapılması nedeniyle çeşitli fizyolojik ve kinetik zincir işlevleri bozuklukları, özellikle denge özelliğinde gerileme gözlenebilir. Bu duruma bağlı olarak teknede denge kaybı, düşme veya sudaki performansta olumsuz etkiler gözlenebilir. Denge, vücut pozisyonunu herhangi bir destek tabanında koruma yeteneği olarak tanımlanır (Woollacott ve diğ., 1986). Dinamik denge ise ağırlık merkezinin hareketli olduğu durumlarda duruştaki değişiklikleri ifade eder (Goodway ve diğ., 2019). Kano sporcularının, kürek çekerken teknenin sürekli salınım halinde olmasından dolayı, dinamik dengeleri gelişmiştir. Demir (Demir, 2020), sprint kano tekneleri üzerinde uygulanan denge antrenmanlarının dinamik dengeyi geliştirdiğini belirtmiştir. Bu nedenle kanoya özgü denge antrenmanları sporcularının gelişimi açısından önem kazanmaktadır (Demir, 2020). Yine benzer şekilde Nemeth ve diğerleri (Németh ve diğ., 2013) sürekli hareket eden su ortamında egzersizin kanonun dengeleme yeteneğini ve dinamik dengeyi geliştirdiğini belirtmiştir.

Yakın zamana kadar tüm ergometrelerin sabit bir oturağa sahip olduğu bilinmektedir. Secher (Secher, 1993) ve Steinacker (Steinacker, 1993) tarafından sabit oturaklı kürek ergometreleri ile su koşullarında verilen fizyolojik yanıtlar karşılaştırılmış ve yüksek benzer fizyolojik yükler olduğu gözlenmiştir. Yine, Mahony ve diğerleri (Mahony, 1999) sabit ve serbest oturaklı mekanizmaları karşılaştırırken benzer fizyolojik etkiler bildirmiştir. Ergometreler ve su üzerindeki, bilek, dirsek ve omuz hareketleri karşılaştırıldığında ergometre ile düz suda kürek çekme arasında yüksek seviyede bir örtüşme olduğu gözlenmiştir (Campagna ve diğ., 1982; DalMonte ve Faina, 1988). Öte yandan mekanik koşulların karşılaştırıldığı ve hareketli oturakın etkilerinin araştırıldığı çalışma sayısı sınırlıdır.

Su ve ergometre antrenmanları arasında, kürek sudan çıkarken su üzerinde kano kullanımının itici aşaması sırasında hidrodinamik kuvvetlerin kademeli olarak azalması gibi çeşitli mekanik farklılıklar gözlenir. Fleming ve diğerleri (Fleming ve diğ., 2012) yayınladıkları bir makalede, üst ekstremité kas aktivitesinde, ergometre ve su üzerinde kano karşılaştırıldığında önemli farklılıklar olduğunu bildirmiştir. Ergometre ve su antrenmanı yapma arasındaki bir diğer önemli fark gövde dengesidir. Ergometre üzerinde kayak yaparken ergometre sabittir, oysa su üzerinde kayak yapmak, dengesiz hidrodinamik kuvvetler nedeniyle gövde kontrolü için daha fazla ihtiyaç doğurur (Klitgaard ve diğ., 2021). Sudaki salınım hareketini gerçekleştiren denge aparatı ile yapılan ergometre antrenmanlarının sabit ergometrelerde yapılan antrenmanlara kıyasla su antrenmanlarına daha fazla benzerlik gösterdiği düşünülmektedir.

Literatür incelendiğinde sprint kano branşının dinamik dengeye etkileri ve yeni ergometrelerin geliştirilmesi üzerinde çalışmalara rastlanmaktadır. Geleneksel kano ergometreleri sabit ayak dayama yeri ve oturma yeri ile tasarlanırken salınım hareketi göz ardı edilir. Su üzerindeki dinamikleri yeniden oluşturmak için kayan bir oturak kullanmak bir çözüm olabilir (Colloud ve diğ., 2006; Elliott ve diğ., 2002). Begon ve diğerleri (2010) kayar oturaklı ergometre üzerinde yaptıkları çalışmada, alt ekstremitenin hareketinin tekneye uygulanan itiş gücünün yaklaşık %6'sını ürettiğini ve performans ile ilişkili olduğunu belirtmiştir. Benzer şekilde pelvisin uzunlamasına dönmesine neden olan pedal çevirme hareketlerinin kano sporunda performansı artırmak için yeterli bir koordinasyon olduğu belirtilmektedir (Logan ve Holt, 1985). Serbest hareket eden oturak mekanizması kullanan elit kürekçilerin sabit mekanizmayı kullananlara göre farklı şekillerde kuvvet-tutma konumu ve güç-tutma konumu eğrileri ürettiği gözlenmiştir (Colloud ve

diğ., 2006). Mekanik koşulların genellikle sapta üretilen kuvvetin toplanmasıyla araştırıldığı gözlenmektedir (Hartmann ve diğ., 1993; Hawkins, 2000; Torres-Moreno ve diğ., 2000). Buna karşılık, oturakta oluşturulan kuvveti (MacFarlane ve diğ., 1997) ve kayar koltuğa uygulanan kuvveti (Pudlo ve diğ., 1996) kaydeden çok az çalışma vardır.

Tüm bu araştırmalar değerlendirildiğinde, sprint kanoda oluşan salınım hareketiyle gelişim gösteren dinamik dengenin, geleneksel ve kayar oturaklı ergometrelerde eksik kaldığı düşünülmektedir. Bununla birlikte bazı üreticiler ergometreler için denge aparatları geliştirmişlerdir. Ergometrede, Dansprint denge aparatı üzerinde kürek hareketini yaparken oluşan hissini suda oluşan hisle benzerlik gösterdiği belirtilmektedir (Dansprint Ergometre, 2021). Öte yandan denge aparatlı ergometreler ile sabit ergometrelerin karşılaştırıldığı bilimsel çalışmalara ihtiyaç olduğu kanaatindeyiz.

Bu çalışmada denge aparatlı oturak ve sabit oturaklı kano ergometresinde gerçekleştirilen maksimal bir egzersizde verilen kas yanıtlarının, her iki ön kol ve oblik bölge kas aktivasyonları ve her iki kola ait kinematik veriler kullanılarak karşılaştırılması amaçlanmıştır.

YÖNTEM

Araştırma Grubu: Araştırmaya, çalışmaya engel teşkil edecek bir yaralanması olmayan, yaşları 15-18 arasında ve en az 2 yıl kano sporunda geçmişi olan aktif sporcular gönüllü olarak katılmıştır. Çift kuyruklu eşleştirilmiş örnekler Wilcoxon işaretli sıralar testi için yapılan güç analizi, alfa değeri 0,05 ve orta etki büyüklüğü ($d_z = 0,8$) ile en az 0,80 istatistiksel güç elde etmek için minimum örneklem büyüklüğünün 15 olduğunu göstermiştir. Ne var ki 15 kişi ile planlanan çalışma 12 kişi ile tamamlanabilmiştir. Çalışma için Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Etik Kurulu'ndan 08/02/2024 tarihli ve E-26428519-050.99-117587 sayılı Etik Kurul Onayı alınmıştır.

BULGULAR

Çeviri için davet edilen uzmanlar ölçek maddelerini çevirdikten sonra yazarlar tarafından sentez form oluşturulmuştur. Sentez formun geri çevirisi yapıldıktan sonra kapsam geçerliği için davet edilen uzmanlardan çevirilerle ilgili dönüt sağlanmıştır. Tüm uzmanlar, ölçek maddelerinin uygun şekilde çevrildiği konusunda hem fikir olduktan sonra, her bir ölçek maddesi 1 ve 4 arasında değerlendirilmiştir. Sonuçlar tablo 1'de yer almaktadır.

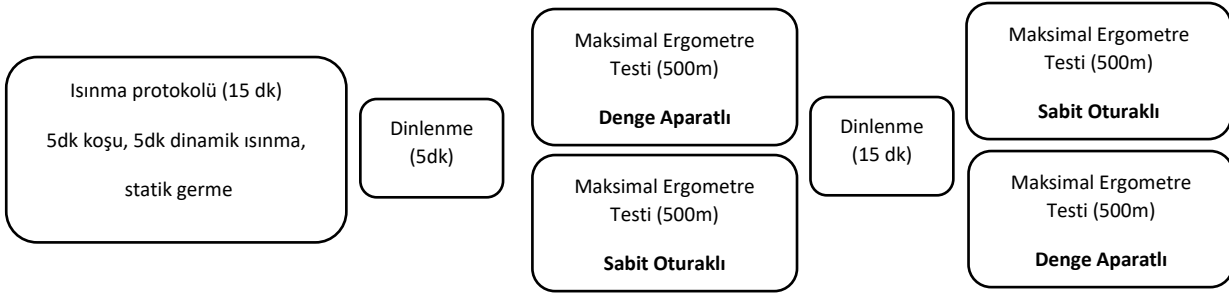
Tablo 1, maddelerin ve ölçeğin kapsam geçerlik indekslerini temsil etmektedir. Ölçek maddelerinin kapsam geçerlik indeksi 0,83 ile 1,0 arasında değişmektedir. Ölçek maddeleri oldukça yüksek kapsam geçerlik değerlerine sahiptir. Ö-KGİ/ort değeri 0,97'dir, bu da yüksek bir kapsam geçerliliği düzeyini göstermektedir. Evrensel Anlaşma Hesaplama Yöntemi ile hesaplanan ölçek kapsam geçerliği (Ö-KGİ/UA) ise 0,83 olarak bulunmuştur.

Tablo 1

Katılımcıların Fiziksel Özellikleri

N	Boy (cm)	Kilo (kg)	Oturarak Boy (cm)	Kulaç Uzunluğu (cm)	BMI (kg/m ²)	Vücut Yağ Yoğunluğu (%)
12	175,6±4,4	77,6±9,8	92,9±2,3	181,5±7,0	25,1±2,7	15,4±4,6

Egzersiz Protokolü: Sporcular; 5 dakika koşu, 5 dakika dinamik ve statik germe sonrasında kano ergometresinde sabit oturakla ve hiç yük olmayacak şekilde 5 dakikalık egzersizden oluşan toplamda 15 dakika süre ile standart ısınma rutini gerçekleştirmiştir. Isınma sonrasında 5 dakika dinlenme ve sonrasında rasgele sırayla sporcular sabit oturaklı ya da denge aparatlı kano ergometrelerinde 500m mesafe ile maksimal egzersiz gerçekleştirmiştir. Egzersizler arasında 15dk dinlenme verilmiştir.



Farklı ergometrelerin tutarsız sonuçlar sunabildiği bilinmektedir ve bu nedenle sporcu testinin aynı ergometre markası, tercihen aynı ergometre üzerinde yapılmasını önerilmektedir (Borges ve diğ., 2017). Tüm katılımcılar egzersizleri aynı ergometrede, sabit oturaklı (şekil 1a) ve denge aparatlı (şekil 1b) şekilde gerçekleştirmiştir.

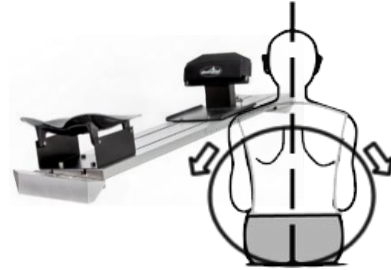
Şekil 1a

*Dansprint Kano Ergometresi; Sabit Oturak ve Denge Aparatı.
Ergometrede Sabit Oturak ve Ayaklık Sökülerek Yerlerine Denge Aparatı
Gövdeye Monte Edilmekte*



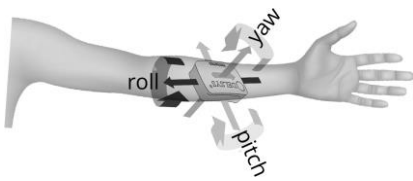
Şekil 1b

Dansprint Denge Aparatı Hareket Yapısı



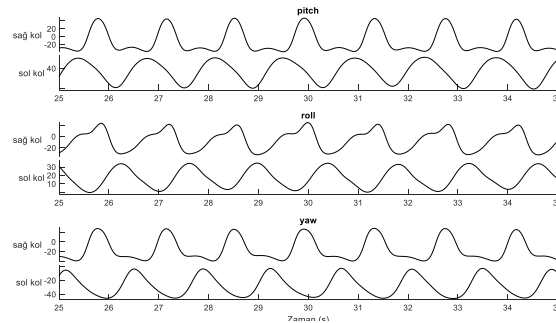
Şekil 2a

Elektrot Temsili Yerleşimi ve IMU Verisi Yönleri



Şekil 2b

Sağ ve Sol Ön Kol İçin Pitch, Roll e Yaw Eksenlerinde 10s Süreyle Örnek Açısal Yer Değiştirme Verisi



Verilerin Toplanması: Katılımcıların iki farklı oturak ile gerçekleştirdikleri egzersizlerde sağ ve sol ön kolda FKR kaslarına yerleştirilen elektrodlar ile yüzey elektromiyografi verileri (sEMG) ve aynı elektrodlar içerisine gömülü olan eylemsizlik ölçüm ünitesi (IMU) ile açısal konum verileri kaydedilmiştir. Yine sağ ve sol OEA kaslarına yerleştirilen elektrodlar ile sEMG verileri kaydedilmiştir. EMG ve IMU veri kaydı için kablosuz 4 sensör ile Delsys Trigno cihazı kullanılmıştır (şekil 2a, şekil 2b).

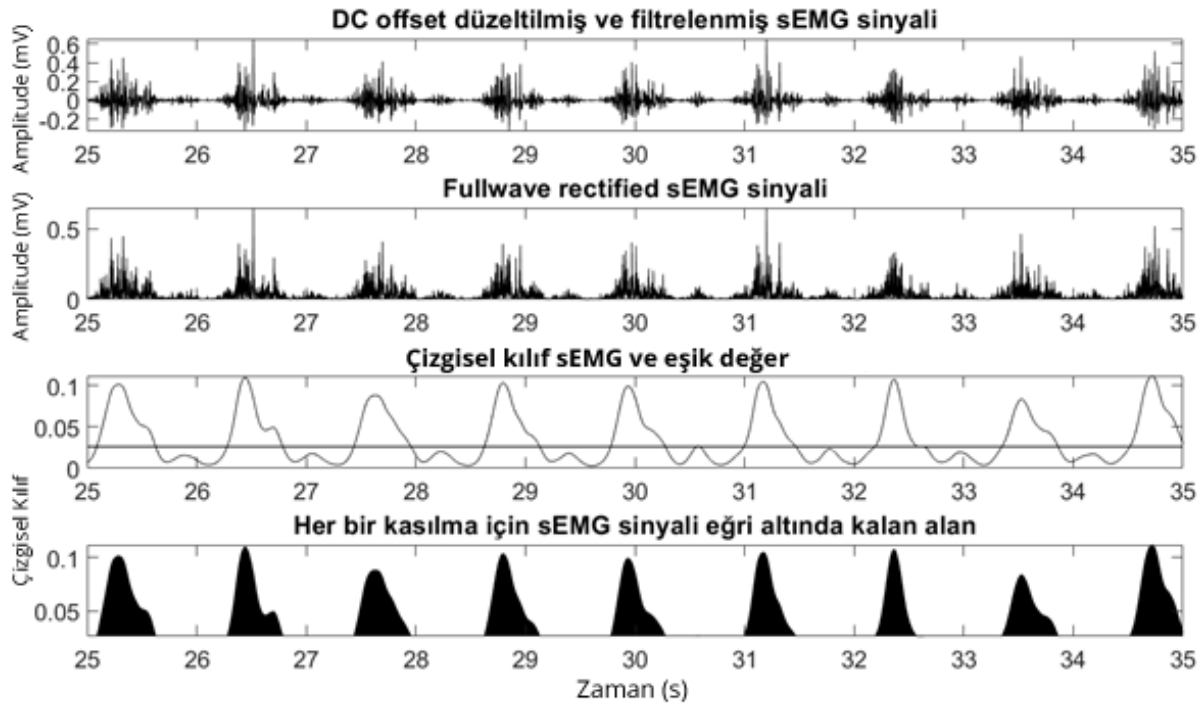
sEMG sinyali işlenmesi: Elektrotlar yerleştirilmeden önce cilt yüzeyi temizlenmiş ve daha sonra sensörler, optimal elektrot bölgelerine göre sağ ve sol ön kolda FKR ve sağ ve sol OEA kaslarının üzerine uygun bölgelere yerleştirilmiştir (Barbero ve diğ., 2012). Her bir sensöre ait sinyaller Delsys Signal Quality Monitor kullanılarak kontrol edilmiştir (SNR, Base Line Noise ve Line Interference). Sinyaller 1500 Hz frekansta örneklenmiş ve test bittikten hemen sonra bir metin dosyasına kaydedilmiştir. Kaydedilen sinyaller, MATLAB'da (MathWorks Inc., ABD) özel olarak yazılmış komut dosyaları kullanılarak işlenmiştir. Her bir kürek evresinin başlangıç ve bitişinin belirlenmesinde eşik tabanlı yöntem kullanılmıştır (TBM). TBM, eşik değeri hesaplamak için her sinyale ait 100ms pencere genişliğinde baseline seviyesinin ortalaması (μ) ve standart sapması (σ) ve h değeri için 2 kullanmıştır.

$$T = \mu + h \cdot \sigma \quad (\text{Crotty ve diğ., 2021})$$

Şekil 3'de kaydedilen ham sEMG sinyallerinin analiz aşamaları, FKR kası için 5s süre ile seçilen örnek veri ile gösterilmiştir.

Şekil 3

Semg Sinyali Analiz Aşamaları; A) 3. Dereceden 20-250 Hz Gecikmesiz Bant-Geçirgen Butterworth Filtre ve DC Offset Semg Sinyali, B) Tam Doğrultulmuş Semg Sinyali, C) Çizgisel Kılıf Semg ve Eşik Değer, D) Belirlenen Eşiğe Göre Her Bir Kasılma ve Semg Sinyali Eğri Altında Kalan Alan.



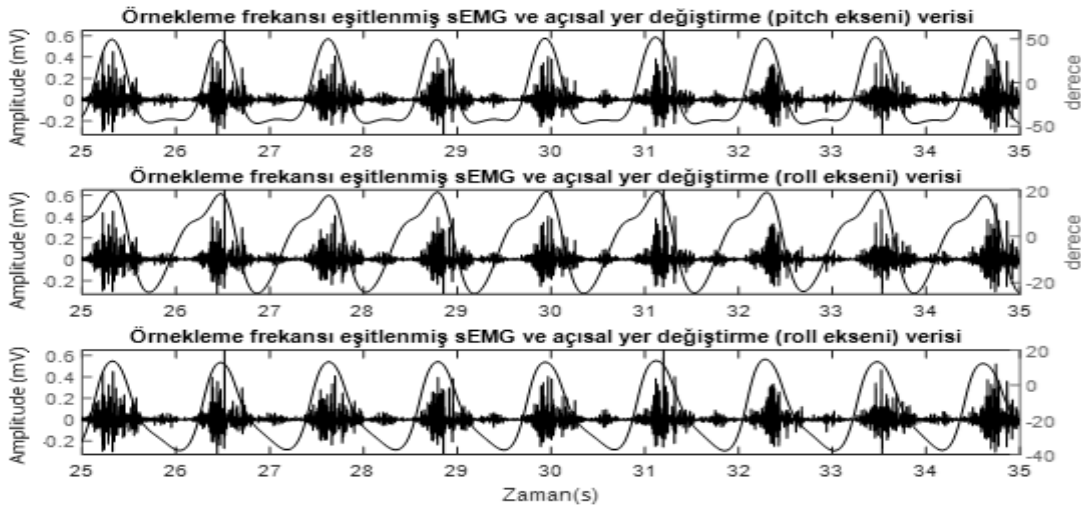
Sabit oturaklı ve denge aparatlı oturak ile gerçekleştirilen testler için kas aktivasyonunun karşılaştırılmasında belirlenen eşik üzerindeki sinyale ait sEMG sinyallerinin tam doğrultulmuş sEMG sinyali ortalama değerleri

(sEMG_{ort}) ve çizgisel kılıf sEMG sinyali eğri altında kalan alan birikmiş toplamı değerleri (sEMG_{int}) kullanılmıştır.

IMU sinyalinin işlenmesi: Her iki kola yerleştirilmiş olan EMG sensörleri içerisinde yer alan IMU sensörleri ile açılal konum verileri 75 Hz frekansta örneklenmiş ve test bittikten hemen sonra bir metin dosyasına kaydedilmiştir. Kaydedilen veriler, MATLAB'da (MathWorks Inc., ABD) özel olarak yazılmış komut dosyaları kullanılarak işlenmiştir. Farklı örnekleme frekanslarında kaydedilen sEMG verisi ile açılal konum verilerinin eşleştirilmesi için açılal konum verileri ara değer doldurularak (cubic-spline interpolasyon) 1500 Hz örnekleme frekansına yükseltilmiştir (şekil 4). Daha sonra açılal konum verileri Butterworth 2. derece 4 Hz gecikmesiz alçak geçirgen filtre ile filtrelenmiştir. Şekil 5'de kaydedilen IMU sinyallerine ait seçilen bir örnek açılal yer değıştirme verisi ve pitch eksenindeki analiz aşamaları gösterilmiştir.

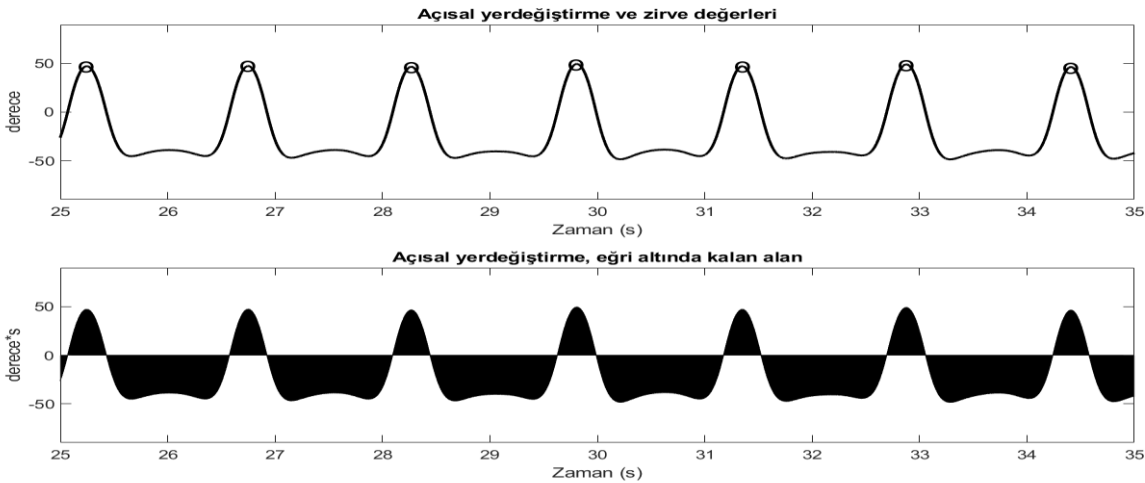
Şekil 4

Örnekleme Frekansı Eşitlenmiş (1500Hz) Semg ve 3 Eksendeki (Pitch, Roll, Yaw) Sağ Ön Kola Ait Açılal Yer Değıştirme Verisi



Şekil 5

IMU Verisinin İşlenmesi (Sağ Ön Kola Ait Pitch Dönme Eksenini 10 Saniye Süre ile Örnek Verisi). A) Açılal Yer Değıştirme ve Zirve Değıerler, C) Yer Değıştirme Verisi Eğri Altında Kalan Alan



Sabit oturaklı ve denge aparatlı oturak ile gerçekleştirilen testler için kinematik verinin karşılaştırılmasında; sağ ve sol kolun 3 eksenindeki açısal yer değiştirme verilerinin açısal yer değiştirme tepe noktalarındaki açı değerleri (pAçı) ve açısal yer değiştirme verisinin (mutlak değer) eğri altında kalan alan birikmiş toplamı değerleri (AçıInt) kullanılmıştır.

Verilerin Analizi: Tüm sporculara ait kaydedilen sEMG ve IMU verilerinden, ilk 15s sonrası ile başlayan ve toplam 120s süren bölümleri analizler için kullanılmıştır. Sabit oturak ve denge aparatlı oturak ile gerçekleştirilen maksimal egzersizlerde ortaya çıkan test süresi, tempo, sEMGOrt, sEMGInt, pAçı ve AçıInt değerlerinin karşılaştırılmasında Wilcoxon işaretli sıralar testi kullanılmıştır. Anlamlılık düzeyi 0.05 olarak belirlenmiştir.

BULGULAR

Bu çalışmada, kano ergometresinde gerçekleştirilen 500m ergo testinde ortaya çıkan kas aktivasyonu ve kinematik bazı parametreler karşılaştırılarak, sabit oturak ve denge aparatlı oturak durumları karşılaştırılmıştır. Test süresi, tempo, ortalama sEMG, birikmiş integrated sEMG, pik açı ve açısal yer değiştirme verisi eğri altında kalan alan parametrelerine ait bulgular tablolar ve grafikler halinde sunulmuştur.

Tablo 2

Sabit Oturak ve Denge Aparatlı Oturak ile Gerçekleştirilen 500m Ergo Testi; Test Süresi (s), Ortalama Tempo (Kürek/Dakika) ve Toplam Kürek Sayısı Değerlerinin Karşılaştırılması

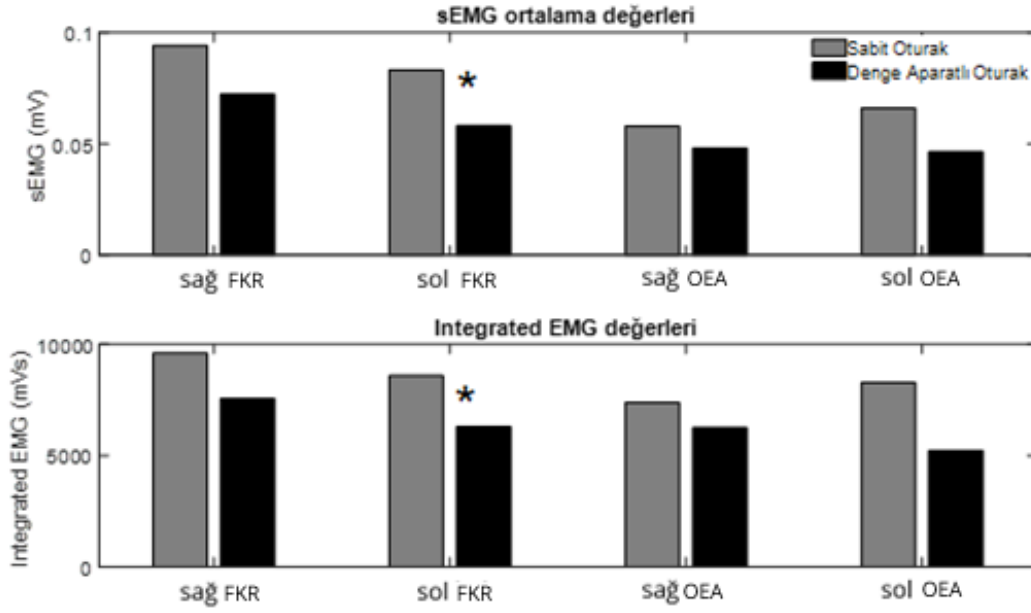
Değişken	Oturak Türü	N	Ort±std	Mak	Min	P
Süre (s)	Sabit Oturak	12	154±13,9	178	134	0,1694
	Denge Aparatlı Oturak	12	149±12,2	169	132	
Tempo (kürek/dk)	Sabit Oturak	12	80±7,9	93	65	0,1763
	Denge Aparatlı Oturak	12	76±6,0	85	66	
Toplam Kürek Sayısı	Sabit Oturak	12	92±8,1	109	80	0,9219
	Denge Aparatlı Oturak	12	92±8,7	109	80	

Tablo 2’de verilen test süresi ve tempo değerleri incelendiğinde, sabit oturaklı testlerin ortalama olarak daha uzun sürede tamamlandığı bununla birlikte temponun daha yüksek olduğu görülmüştür. Ne var ki araştırma grubunda gözlenen bu farklar istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. Toplam kürek sayılarının ise her iki oturak durumunda benzer olduğu gözlenmiştir.

Şekil 6’da gösterilen sEMGOrt değerleri incelendiğinde, sabit oturaklı ergometrede gerçekleştirilen testte katılımcıların daha yüksek kas aktivasyonu gösterme eğiliminde oldukları gözlenirken, sadece sol kol sEMGOrt değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğu belirlenmiştir (p<0,05). Benzer şekilde, tüm testte ortaya çıkan toplam kas aktivasyonu hakkında fikir veren birikmiş sEMGInt değerleri incelendiğinde, sabit oturaklı ergometrede gerçekleştirilen testte katılımcıların daha yüksek kas aktivasyonu gösterme eğiliminde oldukları gözlenirken, sadece sol kol sEMGInt ortalama değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğu belirlenmiştir (p<0,05)

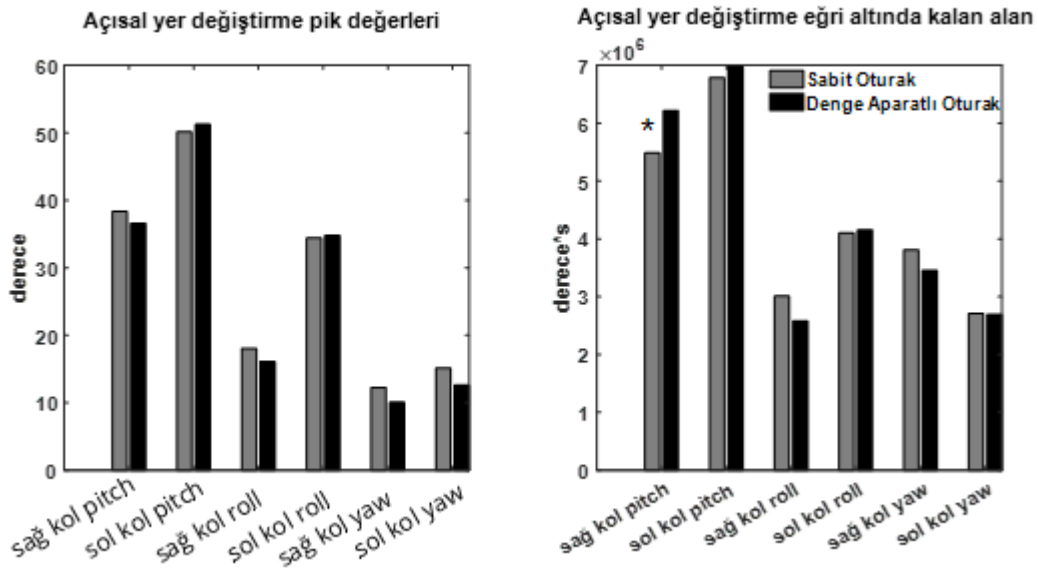
Şekil 6

Sabit Oturak ve Denge Aparatlı Oturak ile Gerçekleştirilen 500m Ergo Testi Semgort ve Semgint Değerlerinin Karşılaştırılması



Şekil 7

Sabit Oturak ve Denge Aparatlı Oturak ile Gerçekleştirilen 500m Ergo Testi pAçı ve Açılınt Değerlerinin Karşılaştırılması.



Şekil 7'de gösterilen pAçı değerleri incelendiğinde sabit oturaklı ve denge aparatlı oturak ile gerçekleştirilen testler arasında anlamlı bir fark olmadığı gözlenmiştir ($p>0,05$). Tüm hareket boyunca toplam açısal yer değiştirme hakkında fikir veren Açılınt değerleri genel olarak incelendiğinde, sabit ya da denge aparatlı oturak durumlarına göre belirgin bir farklılık olmadığı gözlenmiştir. Bununla birlikte, sağ ve sol kolun denge aparatlı oturak ile gerçekleştirilen

testte pitch eksenindeki toplam yer değiştirme değerlerinin daha yüksek olduğu ve bu farkın istatistiksel olarak anlamlı olduğu gözlenmiştir ($p<0,05$).

TARTIşMA

Bu çalışmada denge aparatlı oturak ve sabit oturaklı kano ergometresinde gerçekleştirilen maksimal bir egzersizde verilen kas yanıtlarının, her iki ön kol ve oblik bölge kas aktivasyonları ve her iki kola ait kinematik veriler kullanılarak karşılaştırılmıştır. İki farklı oturak ile gerçekleştirilen maksimal egzersizde test süresi ve tempo değerleri incelendiğinde, sabit oturaklı testlerin ortalama olarak daha uzun sürede tamamlandığı bununla birlikte temponun daha yüksek olduğu görölmüştür. Ne var ki araştırma gurubunda gözlenen bu farklar istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. Toplam kürek sayılarının ise her iki oturak durumunda benzer olduğu gözlenmiştir. Bu sonuçlar değerlendirildiğinde, denge aparatlı oturak ile gerçekleştirilen egzersizde daha düşük tempo ve daha kısa sürenin daha büyük genlikte kürek çekimleri ile gerçekleşebileceği düşünölmektedir. Nitekim kolların toplam yer değiştirmesi hakkında fikir veren AçıInt değerlerinin pitch ekseninde daha büyük olduğu ve sağ koldaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olduğu gözlenmiştir. Her bir kürekteki en yüksek açı değerlerinin ise benzer olduğu gözlenmiştir.

Çalışmada incelenen kinematik parametreler değerlendirildiğinde, sabit ve denge aparatlı oturak ile gerçekleştirilen maksimal egzersizde açısal kinematığın genel anlamda benzer olduğu düşünölmektedir.

Çalışmada elde edilen sEMG verileri değerlendirildiğinde, sabit oturaklı ergometrede gerçekleştirilen testte katılımcıların daha yüksek kas aktivasyonu gösterme eğiliminde oldukları gözlenirken, sadece sol kol sEMGOrt değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğu belirlenmiştir ($p<0,05$). Benzer şekilde, tüm testte ortaya çıkan toplam kas aktivasyonu hakkında fikir veren birikmiş sEMGInt değerleri incelendiğinde, sabit oturaklı ergometrede gerçekleştirilen testte katılımcıların daha yüksek kas aktivasyonu gösterme eğiliminde oldukları gözlenirken, sadece sol kol sEMGInt ortalama değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğu belirlenmiştir ($p<0,05$). Denge aparatlı oturak ile gerçekleştirilen egzersizde, özellikle oblik bölge kaslarının daha fazla aktivasyon göstereceği ile ilgili düşünceyi destekleyecek bulgulara ulaşılamamıştır. Bu durum, kullanılan denge aparatının, teknedeki hareket yapısını tam olarak hissettirmediğini düşündürebilir. Ne var ki bu fikri destekleyecek yeterli kinematik veri bu çalışmada incelenmemiştir.

Literatürde ergometreler ile ilgi çalışmaların genellikle su ve ergometrelerde gerçekleştirilen egzersizlerde metabolik yükler üzerine kurgulandığı gözlenmektedir. Su ortamındaki ölçüm zorluklarından dolayı, daha az sayıdaki çalışmada biyomekanik parametrelerin incelendiği görölmektedir. Yine az sayıdaki çalışmada sabit ve hareketli oturaklı ergometrelerin karşılaştırıldığı görölmektedir. Literatürde yer alan çalışmalar incelendiğinde, suda ve ergometrede gerçekleştirilen egzersizlerde metabolik ve kardiyorespiratuar parametrelerin benzer olduğu gözlenirken (von Someren ve diğ., 2000), biyomekanik taleplerin ergometrelerde tam olarak karşılanamadığı belirtilmektedir. Her ne kadar 2 boyutlu kinematikler yakından eşleşmiş gibi göröse de, kas aktivitesi ve kuvvet üretimi ölçümleri, su ortamı ve ergometre arasında açıkça önemli farkların bulunduğunu vurgulamaktadır (Fleming ve diğ., 2012). Michael ve diğerleri (2010) yaptıkları çalışmada, bizim çalışmamıza benzer şekilde bir maksimum ergometre kürek çekme testinde, döner koltukla kürek çekmenin, sabit koltuğa kıyasla önemli ölçüde daha yüksek ortalama güç çıktısı olduğunu gözlemişlerdir. Aynı çalışmada iki dakikalık ergometre testi boyunca metabolik yükte anlamlı bir fark kaydedilmediği belirtilmiştir. Ölçülen kalp atım hızı ve laktik asit değerlerinde ise anlamlı bir farklılık gözlenmemiştir (Michael ve diğ., 2010). Fleming ve

diğerleri (2012) su üzerinde önemli ölçüde daha yüksek Triceps Brachii ve Latissimus Dorsi ortalama iEMG aktivitesi, ergometrede ise önemli ölçüde daha yüksek Anterior Deltoid ortalama iEMG aktivitesi kaydetmişlerdir.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Sonuç olarak, sabit oturak ve denge aparatlı oturak arasında kinematik ve sEMG yanıtlarında bazı farklılıklar gözlemlenirken test süresi ve tempo değişkenlerin benzer olduğu gözlenmiştir. Denge aparatının özellikle oblik bölge kas aktivasyonu üzerinde bir değişikliğe neden olmadığı gözlenmiştir. Bu çalışmada incelenen değişken sayısının, denge aparatının kano ergometresinde neden olabileceği etkilerin gözlenmesinde yeterli olmadığı, daha fazla sayıda değişken ile biyomekanik etkilerin değerlendirilesinin yararlı olabileceği düşünülmektedir. Bununla birlikte çalışmada gözlenen farklılıkların özellikle performans değerlendirmek amacıyla ergometrelerde gerçekleştirilen testlerde denge aparatlı oturak ya da sabit oturaklı ergometrelerin test sonuçlarını etkileyebileceğinin dikkate alınmasının önemli olduğu kanaatindeyiz.

Yazar Katkısı:

1. **Murat ÇİLLİ:** Fikir/Kavram, Tasarım, Denetleme, Veri Toplama ve İşleme, Analiz-Yorum, Makale Yazımı, Eleştirel İnceleme.
2. **Furkan ULUKÖYLÜ:** Fikir/Kavram, Tasarım, Denetleme, Veri Toplama ve İşleme, Analiz-Yorum, Eleştirel İnceleme.
3. **Onur ÇAKIR:** Tasarım, Denetleme, Veri Toplama ve İşleme, Analiz-Yorum, Eleştirel İnceleme.

Etik Kurul İzni ile İlgili Bilgiler

Kurul Adı: Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Etik Kurulu

Tarih: 08.02.2024

Sayı No: E-26428519-050.99-117587

KAYNAKÇA

1. **Barbero, M., Merletti, R., and Rainoldi, A. (2012).** *Atlas of muscle innervation zones*. Springer Milan. <https://doi.org/10.1007/978-88-470-2463-2>
2. **Begon, M., Colloud, F., and Sardain, P. (2010).** Lower limb contribution in kayak performance: modelling, simulation and analysis. *Multibody System Dynamics*, 23(4), 387–400. <https://doi.org/10.1007/s11044-010-9189-8>
3. **Borges, T. O., Bullock, N., Aitken, D., and Coutts, A. J. (2017).** Accuracy and validity of commercially available kayak ergometers. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 12(9), 1267–1270. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2016-0653>
4. **Campagna, P.D., Brien, D., Holt, L.E., Alexander, A.B. and Greenberger, H. (1982).** A biomechanical comparison of Olympic flatwater kayaking and a dry-land kayak ergometer. *Canadian Journal of Applied Sport Sciences*, 7, 242.
5. **Colloud, F., Bahuaud, P., Doriot, N., Champely, S., and Chêze, L. (2006).** Fixed versus free-floating stretcher mechanism in rowing ergometers: Mechanical aspects. *Journal of Sports Sciences*, 24(5), 479–493. <https://doi.org/10.1080/02640410500189256>
6. **Crotty, E. D., Furlong, L.-A. M., Hayes, K., and Harrison, A. J. (2021).** Onset detection in surface electromyographic signals across isometric explosive and ramped contractions: a comparison of computer-based methods. *Physiological Measurement*, 42(3), 035010. <https://doi.org/10.1088/1361-6579/abef56>
7. **DalMonte A., and Faina M., M. C. (1988).** Sport-specific ergometric equipment. In A. Shepard R. (Ed.), *Endurance in sports* (pp. 201–207). Blackwell Scientific Pub.
8. **Demir, A. (2020).** Durgunsu kanoya özgü denge antrenmanlarının dinamik denge üzerine etkisi. *Spor Eğitim Dergisi*, 4(1), 145–151. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/seder/issue/52104/703851>
9. **Elliott, B., Lyttle, A., and Birkett, O. (2002).** Rowing. *Sports Biomechanics*, 1(2), 123–134. <https://doi.org/10.1080/14763140208522791>
10. **Fleming, N., Donne, B., Fletcher, D., and Mahony, N. (2012).** A biomechanical assessment of ergometer task specificity in elite flatwater kayakers. *Journal of Sports Science & Medicine*, 11(1), 16–25. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24149118>
11. **Goodway, J. D., Ozmun, J. C., and Gallahue, D. L. (2019).** *Understanding motor development: Infants, children, adolescents, adults*. Jones & Bartlett Learning. <https://books.google.com.tr/books?id=h5KwDwAAQBAJ>
12. **Hartmann, U., Mader, A., Wasser, K., and Klauer, I. (1993).** Peak force, velocity, and power during five and ten maximal rowing ergometer strokes by world class female and male rowers. *International Journal of Sports Medicine*, 14(S 1), S42–S45. <https://doi.org/10.1055/s-2007-1021224>
13. **Hawkins, D. (2000).** A new instrumentation system for training rowers. *Journal of Biomechanics*, 33(2), 241–245. [https://doi.org/10.1016/S0021-9290\(99\)00139-6](https://doi.org/10.1016/S0021-9290(99)00139-6)
14. **Klitgaard, K. K., Hauge, C., Oliveira, A. S., and Heinen, F. (2021).** A kinematic comparison of on-ergometer and on-water kayaking. *European Journal of Sport Science*, 21(10), 1375–1384. <https://doi.org/10.1080/17461391.2020.1831617>
15. **Logan, S. M., and Holt, L. E. (1985).** Sports performance series: The flatwater kayak stroke. *Strength & Conditioning Journal*, 7(5). https://journals.lww.com/nsca-scj/fulltext/1985/10000/sports_performance_series__the_flatwater_kayak.1.aspx
16. **MacFarlane, D. J., Edmond, I. M., and Walmsley, A. (1997).** Instrumentation of an ergometer to monitor the reliability of rowing performance. *Journal of Sports Sciences*, 15(2), 167–173. <https://doi.org/10.1080/026404197367434>
17. **Mahony, N. (1999).** A comparison of physiological responses to rowing on friction-loaded and air-braked ergometers. *Journal of Sports Sciences*, 17(2), 143–149. <https://doi.org/10.1080/026404199366244>
18. **Michael, J. S., Smith, R., and Rooney, K. (2010).** Physiological responses to kayaking with a swivel seat. *International Journal of Sports Medicine*, 31(08), 555–560. <https://doi.org/10.1055/s-0030-1252053>
19. **Németh, Á. L., Kiss, R., and Aradi, P. (2013).** Effect of kayaking on balancing ability after sudden changes in direction. *Biomechanica Hungarica*. <https://doi.org/10.17489/biohun/2013/1/30>
20. **Pudlo, P., Barbier, F., and Angue, J. C. (1996).** Instrumentation of the Concept II ergometer for optimization of the gesture of the rower. In S. Haake (Ed.), *The Engineering of Sport: Proceedings of the International Conference on the Engineering of Sport* (pp. 137–140).
21. **Secher, N. H. (1993).** Physiological and biomechanical aspects of rowing. *Sports Medicine*, 15(1), 24–42. <https://doi.org/10.2165/00007256-199315010-00004>
22. **Steinacker, J. M. (1993).** Physiological aspects of training in rowing. *International Journal of Sports Medicine*, 14 Suppl 1, S3-10. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8262704>
23. **Torres-Moreno, R., Tanaka, C., and Penney, K. L. (2000).** Joint excursion, handle velocity, and applied force: A biomechanical analysis of ergonomic rowing. *International Journal of Sports Medicine*, 21(1), 41–44. <https://doi.org/10.1055/s-2000-8850>

24. **von Someren, K. A., Phillips, G. R. W., and Palmer, G. S. (2000).** Comparison of physiological responses to open water kayaking and kayak ergometry. *International Journal of Sports Medicine*, 21(3), 200–204. <https://doi.org/10.1055/s-2000-8877>
25. **Woollacott, M. H., Shumway-Cook, A., and Nashner, L. M. (1986).** Aging and posture control: Changes in sensory organization and muscular coordination. *The International Journal of Aging and Human Development*, 23(2), 97–114. <https://doi.org/10.2190/VXN3-N3RT-54JB-X16X>