

Farklı Toparlanma Protokollerinin İşitme Engeli Olan ve Olmayan Erkek Basketbolcularda Kalp Atım Hızı Değişkenliği ve Denge Becerisine Etkisi*

Ali Kâmil GÜNGÖR[†], Ramiz ARABACI[†]

[†]Bursa Uludağ Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi, Bursa

Araştırma Makalesi

Gönderi Tarihi: 18/11/2024

Kabul Tarihi: 05/03/2025

Online Yayın Tarihi: 31/07/2025

Öz

Bu çalışma işitme engeli olan ve olmayan erkek basketbolcularda submaksimal egzersiz sonrası foam roller (FR), dinamik germe (DG) ve pasif toparlanmanın (PT) kalp atım hızı değişkenliği (KAHD) ve denge becerisi üzerindeki etkilerini belirlemek amacı ile yapılmıştır. Çalışmaya 18-30 yaş arası 14 işitme engelli deney grubu basketbol (DGB) ve 12 işiten kontrol grubu basketbol (KGB) olmak üzere toplam 26 sporcu gönüllü olarak katılmıştır. Katılımcılar rastgele 3 gruba ayrılmış, çapraz desenli tasarımda (cross-over) koşu bandı üzerinde submaksimal koşu (%75-80) egzersizleri yaptıktan sonra 3 farklı toparlanma yöntemi uygulamıştır. DGB ve KGB sporcuların ardışık normal R-R aralıkları arasındaki farkların karelerinin ortalamasının karekökü (RMSSD) karşılaştırmasında egzersiz esnasında tüm protokollerde, toparlanma esnasında PT'de ve toparlanma sonrası 10dk'da PT ve DG'de KGB sporcuları lehine anlamlı farklılık bulunmuştur ($p<0.05$). Yüksek frekansta (HF) sadece FR toparlanma esnasında KGB sporcuları lehine anlamlı farklılık tespit edilmiştir ($p<0.05$). Denge parametresinde egzersiz öncesi, egzersiz sonrası ve toparlanma sonrasında, tüm toparlanma yöntemlerinde KGB sporcuları lehine anlamlı farklılık bulunmuştur ($p<0.05$). Sonuç olarak KGB sporcuların denge ve KAHD parametreleri DGB sporcularına göre daha yüksek düzeyde kalmıştır. Bununla birlikte hem DGB hem de KGB sporcularında egzersiz sonrası uygulanan FR ve DG toparlanma yöntemi, PT'ye kıyasla KAHD'yi önemli ölçüde artırmıştır. Bulgularımıza göre egzersiz sonrası veya müsabaka sonrası dönemde FR veya DG toparlanma egzersizlerinin yapılması hem DGB hem de KGB sporcuların KAHD'sini olumlu yönde etkileyebilir.

Anahtar Kelimeler: İşitme engelliler, Denge, Germe, Foam roller, Otonom sinir sistemi

Effects of Different Recovery Protocols on Heart Rate Variability and Balance Skills in Male Basketball Players with and without Hearing Impairment

Abstract

The aim of this study was to determine the effects of foam roller (FR), dynamic stretching (DG) and passive recovery (PT) on heart rate variability (KAHD) and balance ability after submaximal exercise on male basketball athletes with and without hearing impairment. A total of 26 athletes, 14 hearing impaired experimental group basketball (DGB) and 12 hearing control group basketball (KGB), aged 18-30 years, participated in the study voluntarily. The participants were randomly divided into 3 groups, and 3 different recovery methods were applied after performing submaximal running (75-80%) exercises on a treadmill in a cross-over design. In the root mean square of successive differences (RMSSD) comparison of DGB and KGB athletes, a significant difference in favor of KGB athletes was found during exercise across all protocols, during recovery in PT, and at the 10th minute post-recovery in PT and DG ($p<0.05$). In the high frequencies (HF), a significant difference was found only during FR recovery in favor of KGB athletes ($p<0.05$). In the balance parameter, a significant difference was found in favor of KGB athletes in all recovery methods before exercise, after exercise and after recovery ($p<0.05$). As a result, the balance and KAHD in KGB athletes remained at a higher level compared to DGB athletes. However, the FR recovery method performed after exercise significantly increased the KAHD compared to PT in both DGB and KGB athletes. According to our findings, performing FR recovery exercises in the post-exercise or post-competition period may positively affect the KAHD parameters of both DGB and KGB athletes.

Keywords: Hearing impaired, Balance, Stretching, Foam roller, Autonomic nervous system

*Bu çalışma, 2. yazar danışmanlığında tamamlanan "Farklı toparlanma protokollerinin işitme engellilerin kalp atım hızı değişkenliği ve denge becerisine etkisi" isimli Doktora tezinden türetilmiştir. Ayrıca, bu çalışma Bursa Uludağ Üniversitesi BAP birimi tarafından TDK-2022-619 proje kodu ile desteklenmiştir.

[†] **Sorumlu Yazar:** Ali Kâmil Güngör, E-posta: alikamilgungor@uludag.edu.tr

GİRİŞ

Engelli sınıflaması içerisinde yer alan işitme engelliliği; hafif dereceden, ileri dereceye kadar duyuşsal iletişim yeteneğini az ya da tamamen yerine getirememesi durumu olarak tanımlanabilir (Atay, 2007). Bu bireylerin duyuşsal yetersizliğinden dolayı fiziksel aktivite, egzersiz ve/veya spora katılmaları kısıtlanmakta ve fiziksel aktivite düzeyleri, kas güçleri, kardiyovasküler dayanıklılıkları, denge becerileri ve sportif performansları düşmektedir (Akınoğlu ve Nezire, 2018). İşitme engelli (İE) bireylerin vestibüler sistemdeki bozukluklarından dolayı eşdeğer reaksiyon, kas koordinasyonu ve denge becerileri akranlarına göre daha zayıftır (Melo ve ark., 2017). Vücut dengesinin zayıf kontrolü, postürün korunmasını etkiler. Bu nedenle dengeyi koruma ve geliştirme becerisi performansı sürdürmede en önemli motor becerilerden biri olarak kabul edilir (Walowska ve ark., 2018). Bu kapsamda İE sporcularda araştırılması gereken en önemli parametre spor performansının geliştirilmesidir (Jackson, 2006). Tüm spor dallarında spor performansının geliştirilmesi ve sürdürülebilmesi için önemli kriterlerden bir tanesi egzersiz sonrası en uygun toparlanma yöntemlerinin belirlenmesidir. Toparlanma herhangi bir egzersizden sonra vücudun egzersizden önceki duruma geri gelme süreci olarak tanımlanır (Aydemir ve ark., 2020) ve toparlanma egzersizlerinin temel amacı sporcuyla egzersizden önceki duruma mümkün olan en kısa sürede getirip performans düşüşünü önlemek, performans artışı sağlamak, yüksek performansı devam ettirmek ya da bir sonraki antrenman veya müsabakaya sporcuyla hazır hale getirebilmektir. Sporcular uygun toparlanma olmadan antrenman veya müsabakaya çıkarlarsa bu durum onların antrenman adaptasyonlarını veya performans kazanımlarını engelleyebilir (Bishop, 2008). Sporcu toparlanma sayesinde antrenmanlar arası dengeyi sağlar, kronik yorgunluk, sakatlık vb. olumsuzluklardan korunmaya çalışır. Bu nedenle etkili bir toparlanma reçetesini izlemek önemlidir.

Son yıllarda kalp atım hızı değişkenliği (KAHD) egzersiz sırasında ve toparlanma esnasında otonom sinir sistemi (OSS) aktivitesini ölçmek ve değerlendirmek için bir araç olarak kullanılmaktadır (Stanley ve ark., 2013). OSS aktivitesinin göstergesi olan KAHD indeksleri homeostazın korunmasında önemli bilgiler sağlar (Bastos ve ark., 2012). Egzersiz sırasında sempatik aktivite artarken, parasempatik aktivite azalır. Egzersiz sonrası dönemde sempatik bir geri çekilme ile birlikte ilerleyen bir parasempatik reaktivasyon vardır. Sempatik ve parasempatik aktivite arasındaki denge, otonom iyileşmenin ve genel toparlanmanın önemli bir bileşeni olan kardiyovasküler homeostazın restorasyonunu yansıtır. Egzersiz sonrası KAHD'nin artması toparlanmanın önemli bir belirteçidir (Ottone ve ark., 2014). Literatür incelendiğinde toparlanma sürecini etkileyen masaj (Calleja ve ark., 2016), soğuk (Almeida ve ark., 2016) veya sıcak (Ottone ve ark., 2014) su terapisi, germe (Chatzopoulos ve ark., 2014; Perrier ve ark., 2011) ve foam roller (FR) (Kalen ve ark., 2017; Lastova ve ark., 2018) egzersizleri gibi birçok yöntemin uygulandığı görülmektedir. Klasik germe egzersiz yöntemlerinden biri olarak bilinen dinamik germe (DG) egzersizi bir germe pozisyonunda kasın eklem hareket sınır derecesine kadar uzatılması ve sınır noktasında durma olmaksızın birbirini takip eden seri tekrarlarla kasılma ve gevşemenin gerçekleştirildiği germe yöntemidir. Bazı araştırmalarda DG'nin, maksimum kas gücünü, sürat, denge ve dikey sıçrama becerilerini olumlu yönde etkileyerek performansı artırdığı belirtilmektedir (Chatzopoulos ve ark., 2014; Perrier ve ark., 2011). Bununla birlikte self-miyofasyal gevşetme tekniğinde kullanılan FR

egzersizleri son zamanlarda spor bilimciler ve antrenörler tarafından popüler bir toparlanma yöntemi (modern) olarak tercih edilmektedir (Healey ve ark., 2014). Bu yöntemle uygulayıcılar kendi vücutlarını FR'nin üzerine koyup ileri geri hareket ederek kas üzerinde sarılı olan fasyaya baskı uygulamakta ve bu şekilde fasya'nın gevşemesi sağlanmaktadır (Renan-Ordine ve ark., 2011). FR yönteminin sportif performansını arttırdığı (Healey ve ark., 2014; Peacock ve ark., 2015), egzersiz sonrası toparlanmayı iyileştirdiği (Kalen ve ark., 2017; Rey ve ark., 2017), esneklik (Griefahn ve ark., 2017) ve denge becerisini geliştirdiği (De Benito ve ark., 2019), kas ağrısını azalttığı (Romero-Moraleda ve ark., 2019) ve OSS modüle ettiği (Kim ve ark., 2014; Lastova ve ark., 2018) çalışmalarda rapor edilmiştir. DG yönteminde kasın gerdirilmesiyle toparlanma sağlanırken, FR yönteminde ise kasa baskı uygulanarak gevşetilmesi söz konusudur (Renan-Ordine ve ark., 2011).

Her iki toparlanma yönteminin olumlu etkileri olduğu belirtilmektedir fakat hangi toparlanma yönteminin daha etkili olduğu konusunda yapılan bir araştırmaya ulaşılmamıştır. Ayrıca literatürde statik germe egzersizinin KAHD üzerindeki etkisini inceleyen araştırmalar mevcuttur (Farinatti ve ark., 2011; Logan ve Yeo 2017; Silva ve ark., 2016). Fakat bildiğimiz kadarıyla DG egzersizinin toparlanma esnasında KAHD'yi nasıl etkilediği ile ilgili bir çalışma yoktur. Hangi tür toparlanma egzersizinin KAHD'yi artırmada ve denge becerisinin iyileşmesinde daha etkili olduğunun bilinmesi, sporcunun bir sonraki antrenman veya müsabakaya yönelik performansının iyileşmesinde rehberlik edecektir. Yapılan literatür taramasında İE sporcuların daha çok psikososyal gelişimlerine yönelik araştırmalar olduğu, spor performanslarını geliştirmeye yönelik deneysel araştırmaların çok sınırlı kaldığı ve bu nedenle antrenman bilimine yönelik araştırmalara ihtiyaç olduğu görülmektedir. Bu nedenle, farklı toparlanma egzersizlerinin denge becerisi ve KAHD'deki olası değişikliklerini belirlemek, İE sporcuların toparlanma sürecinde izleyeceği egzersiz programlarını daha iyi anlamamızı sağlayabilir. Ayrıca İE ile normal işiten sporcular arasındaki KAHD parametreleri ve denge farklılıkları ortaya konulmaya çalışılmıştır.

Bu çalışmanın amacı, submaksimal (KAHmaks. %75-80) koşu sonrası foam roller, dinamik germe ve pasif toparlanma egzersizlerinin kalp atım hızı değişkenliği ve denge becerisine etkisini belirlemektir. Bu araştırmanın ana hipotezi, submaksimal egzersiz sonrası uygulanan foam roller ve dinamik germe egzersizlerinin KAHD'nin daha hızlı toparlanmasını sağlayacağı ve denge becerisi üzerinde olumlu etkisinin fazla olacağı yönündedir.

YÖNTEM

Araştırma Modeli

Araştırma, nicel araştırma yöntemlerinden çapraz-desen (cross-over) araştırma modelinde gerçekleştirilmiştir.

Evren-Örneklem

Araştırmanın evrenini, Bursa’da bulunan spor kulüplerinde eğitim gören tüm işitme engelli ve normal erkek basketbol sporcuları oluşturmaktadır. Örneklemi ise; Bursa Yıldırım İşitme Engelliler Spor Kulübü’nde düzenli olarak basketbol oynayan, 18-30 yaş arası 14 doğuştan (sensörinöral) işitme engelli (>91dB) lisanslı aktif erkek sporcu ve Bursa Uludağ Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesinde öğrenim gören ve hâlihazırda Bursa ilinde bir basketbol kulübünde oynayan veya antrenman yapan 18-30 yaş arası 12 lisanslı normal işiten aktif sporcular (toplam n:26) oluşturmuştur. Yeterli bir örneklem büyüklüğünü hesaplamak için G*Power 3.1 yazılımı kullanılmıştır. Güç = β 0.80, Hata olasılığı = α 0.05, Etki Büyüklüğü ES= f 0.30 kabul edilerek örneklem büyüklüğü n=15 olarak hesaplanmış ve örneklem büyüklüğü istatistiksel gücün %80’inden fazlasını sağlamaya yeterli bulunmuştur (Beck, 2013). Gönüllü katılımcıların çalışmayı yarıda bırakmak istemesi ihtimali göz önünde bulundurularak toplam 26 kişi örneklem sayısı olarak belirlenmiştir. Benzer bir çalışma ise 15 katılımcı ile gerçekleştirilmiştir (Khan ve ark., 2021). Katılımcıların çalışmaya dâhil edilme kriterleri: i) cinsiyeti erkek olan, ii) 18-30 yaş aralığında olan, iii) Son 6 aydır düzenli spor yapıyor olan, iv) DGB için doğuştan işitme engeline sahip olan v) DGB için 91dB ve üzeri işitme engeli olan. Dışlama kriterleri: i) Fizyolojik fonksiyonları etkileyen ilaç vb. maddeler kullanan, ii) uyarıcı madde kullanan (ergojenik destekleyiciler vb.) iii) Son 6 aydır herhangi bir sakatlık geçirmiş olan, iv) Yüksek veya düşük tansiyonu olan v) Katılımcı için risk teşkil edebilecek herhangi bir sağlık problemi olan vi) DGB için işitme engeli haricinde herhangi bir sağlık sorunu olan (metabolik hastalık, mental retardasyon vb.). Çalışmaya katılmayı kabul eden sporculara, araştırmanın detayları kapsamlı bir şekilde açıklanmıştır.

Veri Toplama Araçları

Vücut Kompozisyonu: Araştırmada sporcuların boyu “MESİTAŞ 13539” cihazı ile yalın ayak ve minimum kıyafetlerle ölçülmüştür. TANITA BC-418MA (-0,50kg) Segmental Vücut Analiz Monitörü ile toplam vücut ağırlığı, bazal metabolizma hızı, yağ oranı (%), yağ miktarı (kg), yağsız kütle (kg) ve toplam vücut sıvısı (kg) analiz edilmiştir.

Bruce Protokolü: Sporcuların maksimal KAH’nı belirlemek amacıyla Voit Goldstar B-tech koşu bandı üzerinde gerçekleştirilmiştir. Test, 2,7 km/h hızla, %10 eğim ile başlamış ve her üç dakikada bir hız ve eğimde artış yapılmıştır (Gibson ve ark., 2024). Sporcu teste devam edemeyinceye kadar test sürdürülmüştür. Test süresince KAH’ın en yüksek olduğu andaki veri, maksimal KAH olarak kabul edilmiştir.

Karvonen Yöntemi: Egzersizin şiddeti ve hedef KAH, Karvonen yöntemi kullanılarak aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır. Formül; $[(KAH_{maks.} - KAH_{din.}) \times \text{egzersiz şiddeti } \%] + KAH_{din.}$ (She ve ark., 2015).

Kalp Atım Hızı Değişkenliği Testi: Test seansları sessiz bir ortamda, Sirkadiyen ritim dikkate alınarak sabah 9.00-12.15 saatleri arasında gerçekleştirilmiştir. Uygulama süreci süresince salon sıcaklığı 20-24⁰ aralığına ayarlanmıştır. Kalp atış hızının ardışık R-R (kalbin karıncıklarının kasılma sürelerini temsil eder) aralıklarının ölçümü, bir HR monitörü (Polar V800, Polar Electro OY, Kempele, Finlandiya) kullanılarak egzersizden 10 dakika önce, egzersiz esnasında, toparlanma egzersizi sırasında ve toparlanma egzersizinden 10dk sonra olmak üzere elde edilen veriler ekipmana (saate) kaydedilmiştir (Giles ve ark., 2016). Akabinde veriler analiz için Polar Flow uygulaması aracılığıyla bilgisayara aktarılmıştır. Zaman ve frekans alanlarındaki KAHD parametrelerini hesaplamak için Kubios yazılımının 3.5.0 sürümü (Biyosinyal Analizi ve Tıbbi Görüntüleme Grubu, Fizik Bölümü, Kuopio Üniversitesi, Kuopio, Finlandiya) kullanılmıştır. Kullanılan yazılım gürültüyü otomatik olarak ortadan kaldırmış ve artefakt düzeltmesi orta düzeltme eşiği (%2 geçmedi) olarak ayarlanmıştır. Frekans alanındaki spektral analiz, Hızlı Fourier Dönüşüm algoritması ile gerçekleştirilmiştir. Kardiyak otonomik modülasyonu tahmin etmek için, ağırlıklı olarak zaman alanında parasempatik sinir sistemi (PNS) hakkında bilgi veren RMSSD, frekans alanı ölçümlerinde ağırlıklı olarak PNS hakkında bilgi veren HF, frekans alanı ölçümlerinde sempatik sinir sistemi (SNS) ve PNS hakkında bilgi veren düşük frekans (LF) ve ağırlıklı olarak sempato-vagal denge hakkında bilgi veren LF/HF oranı ölçümleri kaydedilmiştir. Yüksek frekans (HF, 0,15–0,4 Hz) ve düşük frekans (LF, 0,04–0,15 Hz) bantlarının gücü normalleştirilmiş birimlerde (n.u) hesaplanmıştır (Malik, 1996).

Denge testi: Denge ölçümleri Prokin Tecnobody PK 200 (Italy) denge ölçüm aleti kullanılarak ölçülmüştür. Hareketli denge platformu her yöne doğru 15 derecelik bir çalışma açısıyla ölçüm yapabilmektedir. Sonuçlar bluetooth bağlantısı ile görüntülenmiş ve veriler bilgisayara kaydedilmiştir. Statik denge, sabit platformda, çift ayak üzerinde duruş pozisyonunda gözler açık şekilde gerçekleştirilmiştir. Katılımcılar ayaklar omuz genişliğinde açık ve ayakların duruşu x ve y eksenleri üzerindeki çizgiler referans alınarak, orijin noktasına eşit uzaklıkta duracak pozisyonu almıştır. Toplam 30 saniye süren test süresince pozisyonun korunması istenmiş ve katılımcının pozisyonunu ekrandan takip etmesi sağlanmıştır. Test bilgisayar klavyesinde bulunan başlat düğmesine basılarak başlatılmış ve test süresi sonunda otomatik olarak bilgisayar tarafından kaydedilmiştir. Testler 2 defa alınmış ve en iyi skor kaydedilmiştir (Köse, 2014).

Araştırma Yayın Etiği

Katılımcılar araştırma prosedürü, gereksinimleri, faydaları ve potansiyel riskleri hakkında bilgilendirildikten sonra bilgilendirilmiş onam formunu imzalamıştır. Araştırma Helsinki Bildirgesi'ne uygun olarak yürütülmüş ve Bursa Uludağ Üniversitesi Tıp Fakültesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu tarafından (24.01.2022 Tarih; Sayı no: 2011-KAEK-26/66) onaylanmıştır.

Verilerin Toplanması

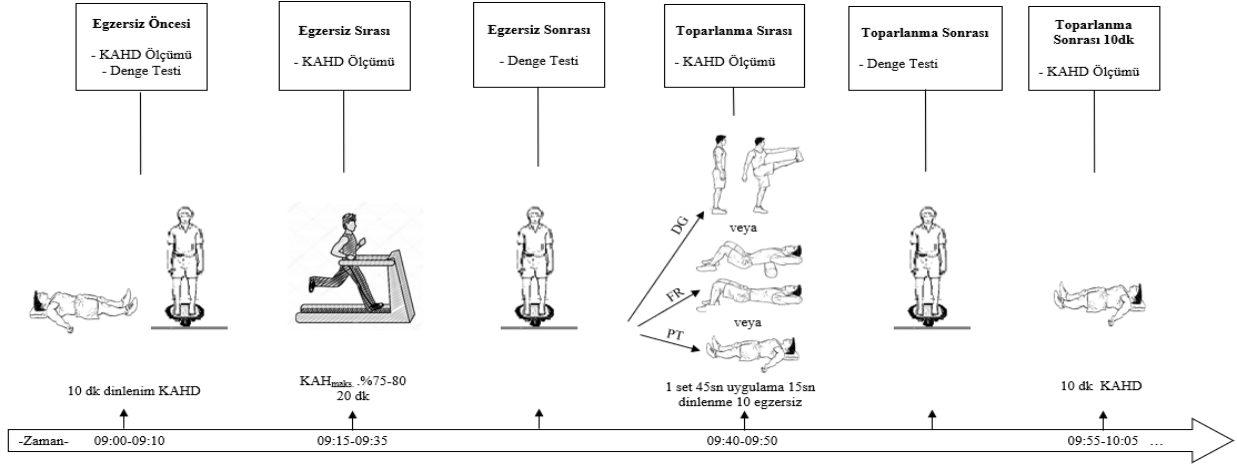
Uygulamalar Bursa Uludağ Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi'nin fitness salonunda gerçekleştirilmiştir. Araştırma, 09:00-12:15 saatleri arasında üç seans halinde yapılmıştır. Her bir seansta 6 katılımcı yer almış ve çalışmaya toplamda 26 sporcu katılmıştır. Katılımcıların antrenman programları, eğitimleri vb. durumlar dahilinde araştırma 16 Ocak – 3 Mart 2023 tarihleri arasında tamamlanmıştır. Araştırma, çapraz geçişli (cross-over) tasarıma göre

yapıldığı için katılımcılar üç farklı toparlanma protokolünü en az 72 saatlik dinlenme aralıklarıyla uygulamıştır. İlk olarak işitme engelli basketbolcular uygulama protokolünü tamamlamıştır. Daha sonra işitme engeli olmayan basketbolcular aynı protokolleri gerçekleştirmiştir. Uygulama protokolleri şu şekilde gerçekleştirilmiştir. Katılımcıların egzersizden önce 10 dk sırtüstü uzanır pozisyonda dinlenik KAHD kaydedilmiştir. Ardından statik denge becerileri ölçümleri Prokin Tecnobody PK 200 (Italy) cihaz üzerinde gerçekleştirilmiştir. Akabinde 5 dk'lık kalistenik egzersizlerden (ayak bileği, diz eklem bölgesi, kalça eklem bölgesi, lumbal bölge olmak üzere toplam 4 eklem bölgesi çevirme/döndürme şeklinde 30'ar saniye ısıtılmıştır) oluşan ısınma rutini uygulanmıştır. Daha sonra her bir katılımcı, karvonen yöntemi ile önceden belirlenen $KAH_{maks./dk} \%75-80$ 'inde 20 dk boyunca koşu bandında üzerinde koşu gerçekleştirmiştir. Bu süreç boyunca KAHD kaydedilmiştir. Egzersizin sona ermesiyle statik denge becerileri test edilmiştir. Daha sonra; 2 katılımcı 1 set 45 sn süren (egzersizler arası 15 sn dinlenme) ve toplam 10 hareketten oluşan FR toparlanma egzersizi uygulamıştır. 2 katılımcı da 1 set 45 sn süren (egzersizler arası 15 sn dinlenme) ve toplam 10 hareketten oluşan DG egzersizlerini gerçekleştirmiştir. Diğer 2 katılımcı ise kauçuk minder üzerinde 10 dk boyunca hareket etmeksizin sırtüstü uzanır pozisyonda PT yapmıştır. Toparlanma uygulamaları sırasında katılımcıların KAHD'si kaydedilmiştir. Toparlanma egzersizinin sona ermesiyle statik denge testi uygulanmıştır. Akabinde tüm katılımcılar 10 dk boyunca kauçuk minder üzerinde sırtüstü uzanır pozisyonda uzanıp beklemiştir ve bu süreçte KAHD kaydedilmiştir. Her bir toparlanma egzersizi toplamda 10dk 45sn sürmüştür. FR egzersizleri Delta marka (FR3301) orta sertliğe sahip tırtıklı FR üzerinde gerçekleştirilmiştir. Toparlanma egzersizleri tablo 1'de, uygulama prosedürü şekil 1'de sunulmuştur.

Tablo 1. Toparlanma egzersizleri

FR					DG				
Egzersiz		Set	Süre*	Dinlenme*	Egzersiz		Set	Süre*	Dinlenme*
1	Shins	1	45	15	Winyasa flow	1	45	15	
2	Calves	1	45	15	Inchworm	1	45	15	
3	It-Band	1	45	15	Dynamic pigeon	1	45	15	
4	Hamstring	1	45	15	Leg swings	1	45	15	
5	Quadriceps	1	45	15	Fire hydrant circles	1	45	15	
6	Priforms	1	45	15	Leg crossovers	1	45	15	
7	Glutes	1	45	15	Scorpion	1	45	15	
8	Spine perpendicular	1	45	15	Page turns	1	45	15	
9	Spine parallel	1	45	15	Frog walk-in	1	45	15	
10	Rotator cuff	1	45	15	Frog walk-in twist	1	45	15	

*Saniye



Şekil 1. Uygulama prosedürü

Verilerin Analizi

Veriler SPSS Windows 28.0 versiyon (IBM Corp. Armonk, NY, USA) istatistik programında analiz yapılmıştır. Tanımlayıcı istatistikler aritmetik ortalama ($\bar{X}$) ve standart sapma (S) olarak ifade edilmiştir. Veri normalliğinin doğrulanması için Shapiro Wilk testi kullanılmış ve verilerin normal dağıldığı tespit edilmiştir. Veriler tekrarlanan ölçümler için varyans analizi, (Two Way ANOVA within-subject 3 x 4 ve between-subject 2 x 3 x 4) testi ile analiz edilmiştir. İkili karşılaştırmalarda ise Bonferroni düzeltmesi yapılmıştır. Etki büyüklüğünü hesaplamak için tekrarlı ölçümler ANOVA'nın kısmi eta-kare (η_p^2)'si kullanılmıştır. Anlamlılık düzeyi $p < 0,05$ olarak kabul edilmiştir.

BULGULAR

Katılımcıların bulguları değerlendirilirken daha anlaşılır olması için işitme engelli basketbolcular deney grubu basketbol (DGB) normal işiten basketbolcular için ise kontrol grubu basketbol (KGB) kısaltmaları ile ifade edilmiştir. Hem DGB hem de KGB sporcularının tanımlayıcı özellikleri tablo 2, grup içi karşılaştırmaları tablo 3'te gösterilmiştir.

Tablo 2. DGB ve KGB sporcuların tanımlayıcı özellikleri

	DGB (n: 14)			KGB (n: 12)		
	$\bar{X} \pm S$	Min.	Maks.	$\bar{X} \pm S$	Min.	Maks.
Yaş	25,28 $\pm$ 3,9	19	30	21,41 $\pm$ 2,2	18	26
Boy (cm)	180,92 $\pm$ 3,7	176	189	187,91 $\pm$ 5,2	180	196
Ağırlık (kg)	77,83 $\pm$ 7,3	61	87	83,31 $\pm$ 6,7	71	94
VKİ	24,27 $\pm$ 2,3	20,6	28,3	23,82 $\pm$ 2,2	20,4	26,7
Spor Tecrübesi (yıl)	4,28 $\pm$ 1,5	2	8	6,08 $\pm$ 1,7	4	9

$\bar{X}$: aritmetik ortalama; S: standart sapma; CM: santimetre; KG: kilogram; VKİ: vücut kütle indeksi

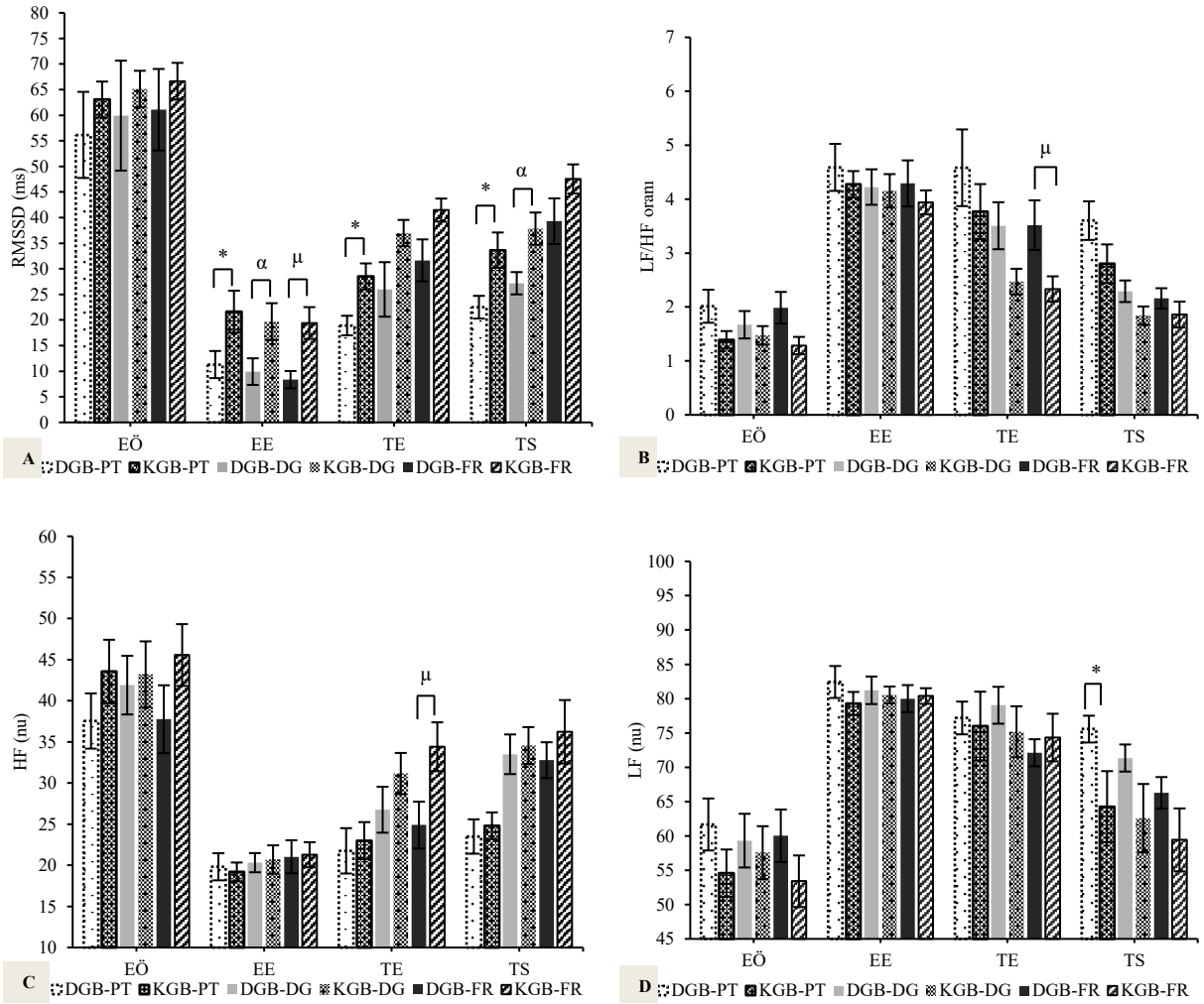
Tablo 3. DGB ve KGB sporcularının KAHD parametrelerinin analizi (tekrarlı ölçümler çift yönlü Anova, grup içi karşılaştırma)

Grup	KAHD	Top. egz	EÖ	EE	TE	TS	Zaman (Z) ana etki	Egz (E) ana etki	E x Z etkileşimi
			$\bar{X} \pm S$	$\bar{X} \pm S$	$\bar{X} \pm S$	$\bar{X} \pm S$	(F/ n_p^2 / P)	(F/ n_p^2 / P)	(F/ n_p^2 / P)
DGB	RMSSD	PT	56,15±31,4	11,29±9,9*	18,91±7,1*	22,49±8,3*†	28,747	1,555	1,356
		DG	59,92±40,1	9,92±9,7*	25,97±19,9*†	27,17±8,1*†	0,689	0,107	0,094
		FR	61,08±29,7	8,33±6,3*	31,64±15,3*†¶	39,31±17,3†¶	0,001	0,230	0,243
	HF	PT	37,54±13,5	19,82±6,1*	21,75±10,3*	23,49±7,8*	11,431	9,021	2,213
		DG	41,90±13,3	20,32±4,4*	26,75±10,4†	33,49±9,1†¶	0,468	0,410	0,145
		FR	37,76±15,4	21,03±7,5*	24,90±10,6	32,78±8,1†¶	0,001	0,001	0,051
	LF	PT	61,67±14,2	82,43±8,7*	77,19±8,9*	75,56±7,3*	15,360	9,471	1,419
		DG	59,32±14,6	81,21±7,5*	79,04±10,1*	71,35±7,3†	0,542	0,421	0,098
		FR	60,03±14,3	80,01±7,4*	72,11±7,4	66,27±8,6†¶	0,001	0,004	0,218
	LF/HF oranı	PT	2,01±1,15	4,59±1,63*	4,58±2,66*	3,61±1,33*	13,790	7,793	1,748
		DG	1,67±0,95	4,22±1,23*	3,58±1,63*	2,29±0,74†¶	0,515	0,375	0,119
		FR	1,98±1,10	4,29±1,60*	3,51±1,72	2,16±0,71†¶	0,001	0,010	0,121
KGB	RMSSD	PT	63,06±12,1	21,62±14,2*	28,51±8,7*	33,63±11,9*†	15,304	2,174	2,074
		DG	65,12±12,3	19,67±12,4*	36,98±8,8*†	37,84±10,9*†	0,934	0,165	0,159
		FR	66,63±12,4	19,41±10,7*	41,47±7,7*†¶	47,55±9,8*†¶	0,001	0,138	0,068
	HF	PT	43,56±13,3	19,19±3,9*	22,99±7,8*	24,81±5,6*	15,283	10,321	3,252
		DG	43,23±13,8	20,69±5,9*	33,16±11,4†¶	35,56±9,7†¶	0,581	0,484	0,228
		FR	45,56±13	21,28±5,3*	34,41±10,2†¶	36,23±13,3†¶	0,001	0,001	0,007
	LF	PT	54,57±3,4	79,29±1,6*	76±5,1*	64,25±5,1	9,865	1,466	0,861
		DG	57,57±3,8	80,55±1,2*	75,17±3,7†	62,59±4,9†	0,473	0,118	0,073
		FR	53,4±3,7	80,28±1,1*	74,33±3,4†	59,42±4,6†	0,001	0,253	0,528
	LF/HF oranı	PT	1,39±0,56	4,27±0,85*	3,76±1,77*	2,8±1,24*†	34,825	9,101	2,965
		DG	1,47±0,59	4,15±1,07*	2,47±0,82†	1,84±0,58†¶	0,760	0,453	0,212
		FR	1,28±0,55	3,94±0,77*	2,33±0,81*†	1,86±0,83†¶	0,001	0,001	0,013

* EÖ'ye göre anlamlı farklılık vardır (p<0,05). † EE'ye göre anlamlı farklılık vardır (p<0,05). ‡ TE'ye göre anlamlı farklılık vardır (p<0,05). ¶ FR ile PT arasında anlamlı farklılık vardır (p<0,05). † DG ile PT arasında anlamlı farklılık vardır (p<0,05). DGB: deney grubu basketbol. KGB: kontrol grubu basketbol. FR: foam roller. DG: dinamik germe. PT: pasif toparlanma. EÖ: egzersiz öncesi. EE: egzersiz esnası. TE: toparlanma esnası. TS: toparlanma sonrası 10dk. $\bar{X}$: aritmetik ortalama. S: standart sapma.

DGB sporcularının RMSSD, HF, LF ve LF/HF parametreleri egzersizin ana etkisi, zamanın ana etkisi ve egzersiz x zaman etkileşimleri ikili karşılaştırmalarında anlamlı farklılık bulunun parametreler şöyledir. RMSSD’de zamanın ana etkisi ikili karşılaştırmalarda; EÖ ile EE ($p<0,001$), EÖ ile TE ($p<0,005$), EÖ ile TS ($p<0,006$), EE ile TE ($p<0,001$), EE ile TS arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur ($p<0,001$). HF’de zamanın ana etkisi ikili karşılaştırmalarda; EÖ ile EE ($p<0,006$), EÖ ile TE ($p<0,019$), EE ile TS arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur ($p<0,003$). Egzersizin ana etkisi ikili karşılaştırmalarda; FR ile PT arasında FR lehine ($p<0,001$), DG ile PT arasında DG lehine istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmiştir ($p<0,021$). LF’de zamanın ana etkisi ikili karşılaştırmalarda; EÖ ile EE ($p<0,003$), EÖ ile TE ($p<0,023$), EE ile TE ($p<0,006$) EE ile TS arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmiştir ($p<0,001$). Egzersizin ana etkisi Zamanın ana etkisi Post hoc Bonferroni ikili karşılaştırmalarda; FR ile PT arasında FR lehine istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur ($p<0,001$). LF/HF oranında zamanın ana etkisi ikili karşılaştırmalarda; EÖ ile EE ($p<0,002$), EÖ ile TE ($p<0,009$), EE ile TS arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur ($p<0,003$). Egzersizin ana etkisi ikili karşılaştırmalarda; FR ile PT arasında FR lehine istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmiştir ($p<0,001$).

KGB sporcularının ise RMSSD, HF, LF ve LF/HF parametreleri egzersizin ana etkisi, zamanın ana etkisi ve egzersiz x zaman etkileşimleri ikili karşılaştırmalarda anlamlı farklılık bulunun parametreler şöyledir. RMSSD’de zamanın ana etkisi ikili karşılaştırmalarda; EÖ ile EE ($p<0,001$), EÖ ile TE ($p<0,001$), EÖ ile TS ($p<0,001$), EE ile TE ($p<0,001$), EE ile TS arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur ($p<0,001$). HF’de zamanın ana etkisi ikili karşılaştırmalarda; EÖ ile EE ($p<0,001$), EE ile TE ($p<0,001$), EE ile TS arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur ($p<0,001$). Egzersizin ana etkisi ikili karşılaştırmalarda; DG ile PT arasında DG lehine ($p<0,005$), FR ile PT arasında FR lehine istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmiştir ($p<0,011$). LF’de zamanın ana etkisi ikili karşılaştırmalarda; EÖ ile EE ($p<0,001$), EÖ ile TE ($p<0,018$), EE ile TS arasında istatistiksel olarak farklılık anlamlı bulunmuştur ($p<0,020$). LF/HF’de zamanın ana etkisi ikili karşılaştırmalarda; EÖ ile EE ($p<0,001$), EÖ ile TE ($p<0,004$), EÖ ile TS ($p<0,043$), EE ile TE ($p<0,004$), EE ile TS arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmiştir ($p<0,001$). Egzersizin ana etkisi ikili karşılaştırmalarda; DG ile PT arasında DG lehine ($p<0,015$), FR ile PT arasında FR lehine istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur ($p<0,021$). DGB ve KGB sporcularının RMSSD, LF, HF ve LF/HF oranı karşılaştırması şekil 2’de sunulmuştur.



Şekil 2. DGB ve KGB sporcularının RMSSD, LF, HF ve LF/HF oranı karşılaştırması

A) *DGB-PT ile KGB-PT arasında EE, TE ve TS'de istatistiksel olarak anlamlı farklilik vardır $p<0,05$. α DGB-DG ile KGB-DG arasında TE ve TS'de istatistiksel olarak anlamlı farklilik vardır $p<0,05$. μ DGB-FR ile KGB-FR arasında EE'de istatistiksel olarak anlamlı farklilik vardır $p<0,05$. B) μ DGB-FR ile KGB-FR arasında TS'de istatistiksel olarak anlamlı farklilik vardır $p<0,05$. C) μ DGB-FR ile KGB-FR arasında TE'de istatistiksel olarak anlamlı farklilik vardır $p<0,05$. D) *DGB-PT ile KGB-PT arasında TS'de istatistiksel olarak anlamlı farklilik vardır $p<0,05$.

DGB ve KGB sporcularının denge parametresinin grup içi karşılaştırması tablo 4'te sunulmuştur.

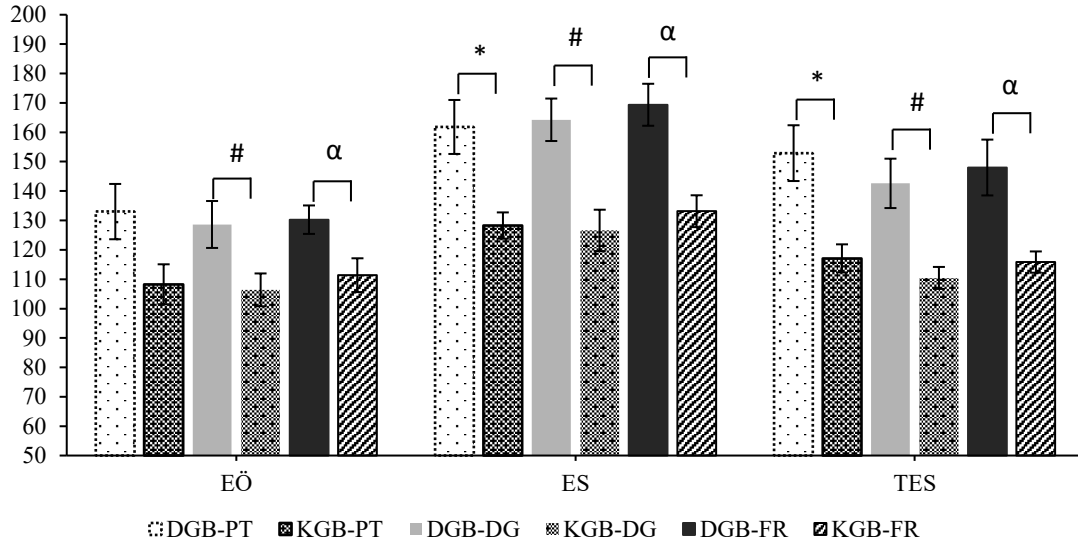
Tablo 4. DGB ve KGB sporcularının denge parametresinin analizi (tekrarlı ölçümler çift yönlü Anova, grup içi karşılaştırma)

Denge	Top.	EÖ	EE	TE	Zaman (Z) ana etki	Egz (E) ana etki	E x Z etkileşimi
		$\bar{X} \pm S$	$\bar{X} \pm S$	$\bar{X} \pm S$	$(F/n_p^2/P)$	$(F/n_p^2/P)$	$(F/n_p^2/P)$
DGB	PT	133,01 $\pm$ 35,1	161,81 $\pm$ 34,3*	152,89 $\pm$ 35,5	63,906	0,324	0,482
	DG	128,63 $\pm$ 29,8	164,25 $\pm$ 27,1*	142,61 $\pm$ 31,4	0,831	0,024	0,036
	FR	130,26 $\pm$ 18,1	169,36 $\pm$ 26,7*	148,01 $\pm$ 35,5†	0,001	0,726	0,749
KGB	PT	108,27 $\pm$ 23,6	128,26 $\pm$ 15,5*	117,01 $\pm$ 16,3	20,865	0,550	0,163
	DG	106,38 $\pm$ 19,3	126,61 $\pm$ 24,4*	110,44 $\pm$ 12,9†	0,655	0,048	0,015
	FR	111,37 $\pm$ 20	133,14 $\pm$ 19,4*	115,82 $\pm$ 12,5†	0,001	0,584	0,956

* EÖ'ye göre anlamlı farklilik vardır ($p<0,05$). † ES'ye göre anlamlı farklilik vardır ($p<0,05$). DGB: deney grubu basketbol. KGB: kontrol grubu basketbol. FR: foam roller. DG: dinamik germe. PT: pasif toparlanma. EÖ: egzersiz öncesi. ES: egzersiz sonrası. TES: toparlanma egzersizi sonrası. $\bar{X}$: aritmetik ortalama. S: standart sapma.

DGB'de zamanın ana etkisi ikili karşılaştırmalarda; EÖ ile ES ($p<0,001$), EÖ ile TES ($p<0,001$), ES ile TES arasında istatistiksel olarak anlamlı farklilik bulunmuştur ($p<0,001$).

KGB’de ise zamanın ana etkisi ikili karşılaştırmalarda; EÖ ile ES ($p<0,001$), ES ile TES arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur ($p<0,001$). DGB ve KGB sporcularının Denge karşılaştırması şekil 3’te sunulmuştur.



Şekil 3. DGB ve KGB sporcularının Denge karşılaştırması

* DGB-PT ile KGB-PT arasında ES ve TES’de istatistiksel olarak anlamlı farklılık vardır $p<0,05$. # DGB-DG ile KGB-DG arasında EÖ, ES ve TES’de istatistiksel olarak anlamlı farklılık vardır $p<0,05$. α DGB-FR ile KGB-FR arasında EÖ, ES ve TES’de istatistiksel olarak anlamlı farklılık vardır $p<0,05$.

TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu çalışmanın amacı, DGB ve KGB sporcularında, submaksimal egzersiz sonrası uygulanan FR, DG ve PT’nin KAHD ve denge becerisine etkisini belirlemektir. Ana bulgularımız; DGB sporcularında, FR protokolü RMSSD ve HF parametrelerinde toparlanma süreci boyunca PT’ye kıyasla daha hızlı bir artış sağlamıştır. LF parametresi ise FR protokolünde PT’ye göre daha hızlı bir düşüş göstermiştir. LF/HF oranı hem FR hem de DG protokollerinde PT’ye kıyasla daha hızlı bir düşüş sergilemiştir. Denge açısından bakıldığında, protokoller arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır. KGB sporcularında, FR protokolü RMSSD parametresinde PT’ye göre toparlanma sürecinde daha hızlı bir artış sağlamıştır. HF parametresi ise hem FR hem de DG protokollerinde PT’ye göre toparlanma sürecinde daha hızlı bir artış göstermiştir. LF parametresi açısından protokoller arasında anlamlı bir fark gözlenmezken, LF/HF oranı hem FR hem de DG protokollerinde PT’ye göre daha hızlı bir düşüş sergilemiştir. Denge açısından ise protokoller arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır. DGB ve KGB sporcularının karşılaştırılması sonucunda, EE sürecinde KGB sporcularının RMSSD’de daha az bir düşüş gösterdiği, toparlanma sürecinde ise sadece PT protokolünde KGB lehine bir artış olduğu tespit edilmiştir. HF parametresi açısından yalnızca FR protokolünde KGB sporcularının toparlanma sürecinde daha hızlı bir artış gösterdiği belirlenmiştir. LF parametresi açısından, TS sürecinde PT protokolünde KGB sporcuları lehine bir düşüş olduğu tespit edilmiştir. LF/HF oranında ise FR protokolünde TS sürecinde KGB sporcuları lehine anlamlı bir farklılık gözlenmiştir. Denge performansı açısından, tüm protokollerde (egzersiz öncesi PT karşılaştırması hariç) KGB sporcuları lehine anlamlı

farklılıklar bulunmuştur. Bu çalışma, bildiğimiz kadarıyla egzersiz sonrası işitme engelli sporcular üzerinde FR ve DG protokollerinin KAHD ve denge parametrelerine etkisini araştıran ilk çalışmadır.

Birçok araştırma, FR'nin egzersiz sonrası toparlanmada kas sertliği, otonom sinir aktivitesi, gecikmiş kas ağrısı, kan laktat toleransı vb. değişkenleri üzerinde olumlu etkisi olduğunu bildirmiştir (Kalen ve ark., 2017; Okamoto ve ark., 2014; Pearcey ve ark., 2015; Romero-Moraleda ve ark., 2019). Lastova ve ark., (2018), düzenli olarak egzersiz yapan 15 katılımcı ile gerçekleştirdikleri araştırmasında 7 kas bölgesini içeren 15 dakikalık FR egzersizinden sonra, dinlenme değerine göre RMSSD'de anlamlı farklılık bulmuştur. Ancak kontrol grubu ile karşılaştırıldığında anlamlı bir fark tespit etmemiştir. Bununla birlikte, egzersiz sonrası toparlanma döneminde kontrol grubuna kıyasla HF'de önemli bir artış, LF'de ise önemli bir azalma olduğu rapor edilmiştir. Bir başka çalışmada, Wingate testi (3x30 sn protokol) sonrası uygulanan 40 dakikalık FR sonrasında kontrol grubuna göre KAHD indeksinde ve HF'de artış olduğu bildirilmiş fakat LF ve LF/HF oranında egzersiz öncesine göre bir düşüş olsa da gruplar arasında benzer bulgular olduğunu belirtilmiştir (Arroyo-Morales ve ark., 2008). Bir çalışmada ise basketbol, futbol ve çim hokeyi sporcuları koşu bandı üzerinde submaksimal koşu egzersizi gerçekleştirmiştir. Egzersiz sonrası 15 dk sırtüstü yatar pozisyonda KAHD parametreleri takip edilmiştir. Toparlanma sonrasında futbol ve çim hokeyi sporcularına göre basketbolcularda LF'nin yüksek kaldığı tespit edilmiştir (Prajapat ve ark., 2018). Araştırmamızda FR toparlanma egzersizinin hem DGB hem de KGB sporcularında PT'ye göre RMSSD ve HF parametrelerinde artış LF ve LF/HF parametrelerinde anlamlı bir azalma olduğu gözlenmiştir.

Bir FR seansının KAHD'yi hangi mekanizmalarla etkileyebileceği henüz kesin olarak bilinmemektedir. Bununla birlikte, FR ile üretilen lokal basıncın, Ruffini uçlarının uyarılması yoluyla otonom sinirleri kontrol eden interstisyel reseptör etkilerini artırarak SNS aktivitesini düşürmesi olası gözükmemektedir (Schleip, 2003). Buna ek olarak, bulgular orta düzeyde basınç kullanılarak yapılan masajın, hayvan çalışmalarında kanıtlandığı üzere, vagus sinirini aktive ederek sempatovagal dengenin azalmasına yol açacak şekilde basınç reseptörlerini uyarabileceğini göstermektedir (Uvnas-Moberg, 1994). FR'nin masaja benzer bir self miyofasyal tekniği olarak hareket ettiği öne sürüldüğünden, çalışmamızda toparlanma süreçlerinde gözlemlenen RMSSD, HF'deki artış ve LF, LF/HF'deki düşüşten kısmen aynı mekanizmanın sorumlu olduğu düşünülmektedir. FR'nin kan akışını ve kastaki oksijen miktarını artırarak kan laktatını ve ödemi azalttığı ileri sürülmektedir (Pearcey ve ark., 2015). Bir başka potansiyel mekanizma da NO seviyelerindeki artış olabilir. Çeşitli kanıtlar NO'nun vagal aktiviteyi artırıp sempatik aktiviteyi azaltarak kardiyak otonomik fonksiyonun düzenlenmesinde rol oynayabileceğini göstermektedir (Hotfiel ve ark., 2017; Okamoto ve ark., 2014). Bir çalışmada, FR'den sonra kan akışında (1 dakika) %73,6 ve 30 dakika sonra %52,7'lik önemli bir artış bulmuştur (Hotfiel ve ark., 2017). FR uygulaması sırasında ve sonrasında mekanik stres nedeniyle doku kan dolaşımındaki değişikliklerde, vazokonstriksiyon ve damar genişlemesinin düzenlenmesinde önemli rol oynayan NO gibi vazoaktif maddelerin salınmasını artırabilir (Hotfiel ve ark., 2017). Okamoto ve ark., (2014) akut bir FR seansının, arteriyel sertlikte azalma ile birlikte kan dolaşımında NO artışına neden olduğunu bildirmiştir. Birçok araştırma sonuçlarına göre, NO'nun parasempatik aktiviteyi artırmada ve sempatik

aktiviteyi azaltmada önemli bir rol oynayabileceği öne sürülmektedir (Hotfiel ve ark., 2017; Okamoto ve ark., 2014).

Çok sayıda araştırmada DG sonrası eklem hareket açıklığı, esneklik, güç, sprint, sıçrama gibi değişkenlere olumlu etkisi olduğunu gösterilmiştir (Ryan ve ark., 2014; Siebert ve ark., 2022; Su ve ark., 2017). Kapsamlı bir literatür taraması sonrasında, bildiğimiz kadarıyla egzersiz sonrası toparlanma yöntemi olarak DG'nin KAHD üzerindeki etkisini inceleyen sadece bir araştırmaya ulaşılmıştır (Yıldırım ve ark., 2023). Yıldırım ve ark., (2023) elit 12 düzey genç erkek güreş sporcusu ile gerçekleştirdikleri araştırmasında, simüle edilmiş bir güreş maçı sonrası uygulanan 3dk 50'er saniye süren ve 5'er egzersizden oluşan statik germe, DG ve PT'nin KAHD parametrelerine etkisini incelemiştir. Toparlanma yöntemleri arasında KAHD parametrelerinden RMSSD, HF ve LF de benzer bulgular olduğunu bildirmiştir. Çalışmamızda da hem DGB hem de KGB sporcularında RMSSD ve LF de toparlanma protokolleri arasında benzer sonuçlar olduğu gözlenmiştir. Fakat DG toparlanma egzersizinde PT'ye göre HF'de bir artış ve LF/HF oranında ise anlamlı bir azalma gözlenmiştir. Bir derleme çalışmasında, 90 saniyeden uzun süren DG'nin, daha kısa germe sürelerine kıyasla bazı performans parametrelerinde (kuvvet, izokinetik güç vb.) daha fazla artışa neden olduğu bildirilmiştir (Behm ve Chaouachi, 2011). Çalışmamızda her bir germe hareketi 1 set ve 45 saniye sürmüştür. Fakat Yıldırım ve ark., (2023)'nin çalışmasında her bir egzersiz 2x15 sn şeklinde uygulanmıştır. Çalışmamızda DG'nin süresi ve uygulanan kasların fazla olması HF ve LF/HF'yi olumlu yönde etkilemiş olabilir.

Literatürde hem FR hem de DG sonrasında dengede çelişkili bulgular mevcuttur (Chatzopoulos ve ark., 2014; Denerel ve ark., 2019; De Benito ve ark., 2019; Espi-Lopez ve ark., 2023; Lee ve ark., 2018; Morrin ve ark., 2013). De Benito ve ark., (2019), rekreasyonel olarak egzersiz yapan 24 katılımcı ile gerçekleştirdikleri çalışmalarında, tükenme noktasına kadar yapılan lunge egzersizi sonrası uygulanan titreşimli ve titreşimsiz FR toparlanma egzersizlerinin kontrol grubuna göre denge becerisini artırdığını belirtmiş. 3 gruptan oluşan toplam 47 erkek katılımcı ile gerçekleştirilen bir çalışmada, maksimal KAH'ın %90-95'inde 4 dk'lık sprint koşu sonrası uygulanan manuel masaj ve FR'nin toparlanma yöntemlerinin denge becerisine etkisini incelemiştir. FR toparlanma yönteminin manuel masaj yöntemine göre denge becerisini artırdığını bildirmiştir (Espi-Lopez ve ark., 2023). Fakat diğer taraftan başka bir çalışmada, 30 üniversite öğrencisinin katıldığı 3 egzersiz hareketinden oluşan, 6dk süren ve 3x30sn şeklinde uygulanan FR, titreşimli FR ve statik germenin, denge üzerindeki etkisi incelenmiş ve FR sonrasında başlangıç değerlerine göre artış olsa da FR ile karşılaştırılan protokoller arasında anlamlı düzeyde bir farklılık gözlenmemiştir (Lee ve ark., 2018). Morrin ve ark., (2013) 10 antrene kadın sporcu ile gerçekleştirdikleri çalışmasında, DG, SS, kombine (SS+DG) ve kontrol olmak üzere 3x60 sn olan 4 farklı ısınma uygulaması sonrası dengede kombine egzersizin SS' göre daha iyi olduğu fakat DG'de gruplar arasında farklılık olmadığını rapor etmiştir. Başka bir çalışmada 7'er dk süren statik ve DG'nin farklı branşlardaki 21 kadın sporcunun denge becerisi üzerindeki etkileri incelenmiş ve DG sonrası dengenin hem SS'ye hem de kontrol grubuna göre daha iyi olduğu bildirilmiştir (Chatzopoulos ve ark., 2014). Fakat diğer bir çalışmada ise rekreasyonel olarak egzersiz yapan 67 katılımcı ısınma rutininde alt ekstremiteleri içeren 2x30 sn süren DG ve 3x15 sn süren SS uygulamıştır. Dengede her iki

protokolde başlangıç değerlerine göre artış gözlenmiş fakat protokoller arasında benzer sonuçlar olduğu belirtilmiştir (Denerel ve ark., 2019).

Çalışmamızda egzersiz sonrası hem DGB hem de KGB sporcularda dengede tüm toparlanma protokollerde artış bulunmuş, fakat protokoller arasında benzer bulgular olduğu görülmüştür. Çalışmamızdaki katılımcılar düzenli egzersiz yapan sporcularda ve uygulanan toparlanma protokollerine aşina olmaları, akut toparlanma egzersizlerin denge becerisi üzerindeki etkilerini azaltmış olabilir. Fakat DGB ve KGB sporcuların karşılaştırılmasında 3 protokolde de KGB sporcular lehine anlamlı farklılık gözlenmiştir. DGB sporcularının vestibüler sistemden kaynaklanan denge problemlerine sahip olabileceği ve KGB sporcuların daha fazla spor tecrübesine sahip olmaları, denge üzerindeki farklılıkların nedeni olarak düşünülmektedir. Ayrıca, yukarıda bahsi geçen DG araştırmaları, yorucu bir egzersiz sonrası değil, ısınma periyotlarında gerçekleştirilmiştir. Böylece, DG ısınma yöntemi olarak uygulandığında dengeyi arttırmada daha etkili olduğu görüşü hakimdir.

Mevcut çalışmada bazı sınırlılıklar vardır; i) FR ve DG protokollerinin uygulanma şekli (FR’de rollerin üzerinde oluşturulan basınç düzeyi, DG’de kas-gerim şiddeti) ve süresi optimal olmayabilir, ii) Akut bir çalışma olduğu için FR ve DG’nin uzun süreli etkileri bilinmemektedir, iii) Yorgunluk ve toparlanma belirteçlerinden olan kan, hormon seviyeleri gibi fizyolojik belirteçler incelenmemiştir, iv) Araştırmada sadece KAHD ve denge parametreleri incelendiğinden genel fiziksel performans veya diğer sağlık parametreleri üzerinde etkisi bilinmemektedir, v) Sadece işitme engeli olan ve olmayan erkek basketbolcular ile gerçekleştirildiği için bulgular farklı spor branşlarına genellenemeyebilir.

Çalışmamızda sonuç olarak, DGB sporcularla KGB sporcuların gruplar arası karşılaştırmalarda, KGB sporcularında egzersiz sonrası uygulanan FR, DG ve PT’de DGB sporculara kıyasla KAHD önemli ölçüde artırmıştır (farklı zaman bölümlerinde). Bununla birlikte dengede egzersiz öncesi, sonrası ve toparlanma olmak üzere tüm protokollerde KGB sporcuları lehine gelişim gözlenmiştir. DGB sporcuları ile KGB sporcuların KAHD parametreleri kendi içlerinde değerlendirildiğinde hem DGB hem de KGB sporcuları egzersiz sonrası uygulanan FR toparlanma yönteminde, PT’ye kıyasla TE ve TS’de RMSSD artış göstermiştir. Hem DGB hem de KGB sporcuları TS sürecinde hem FR hem de DG’de, HF’de daha hızlı artış, LF/HF oranında daha hızlı düşüş görülmüştür. DGB sporcularında FR ve DG’de PT’ye kıyasla TS sürecinde LF de daha hızlı düşüş olduğu belirlenmiştir. KGB sporcularında LF’de protokoller arasında farklılık bulunmamıştır. FR ile DG’de tüm zaman bölümlerinde benzer bulgular gözlenmiştir. KGB sporcularının denge parametresi incelendiğinde toparlanma protokollerinde benzer sonuçlar olduğu belirlenmiştir. Genel olarak değerlendirildiğinde hem DGB hem de KGB sporcuları, FR ve DG’de TS sürecinde KAHD parametrelerine daha olumlu etki olduğu gözükmemektedir. Bulgularımıza göre egzersiz sonrası veya müsabaka sonrası dönemde FR toparlanma egzersizlerinin yapılması KAHD’yi olumlu etkileyebilir. Antrenörlere ve sporculara submaksimal egzersizlerden sonra kardiyovasküler toparlanma için FR egzersizi önerilebilir. Mevcut araştırma, toparlanmanın kısa süreli etkilerini incelemiştir. Ancak, uzun dönemde düzenli olarak uygulanan bu toparlanma yöntemlerinin sporcuların genel performansı üzerindeki etkilerini değerlendiren uzun süreli çalışmalara ihtiyaç vardır.

Çıkar Çatışması: Çalışma kapsamında herhangi bir kişisel ve finansal çıkar çatışması bulunmamaktadır.

Yazar Katkı Oranı: Araştırma Dizaynı AKG ve RA; İstatistik Analiz AKG ve RA; Makalenin Hazırlanması AKG ve RA; Verilerin Toplanması AKG tarafından gerçekleştirilmiştir.

Etik Kurul Belgesi Bilgileri:

Kurum Adı: Bursa Uludağ Üniversitesi Tıp Fakültesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu

Etik Kurulu Tarih: 24.01.2022

Sayı: 2011-KAEK-26/66

KAYNAKLAR

- Akınoğlu, B., & Nezire, K. (2018). Determination of physical fitness leandl in children with hemiparetic and diparetic cerebral palsy. *Turkish Journal of Physiotherapy and Rehabilitation*, 29, 11-18.
- Almeida, A. C., Machado, A. F., Albuquerque, M. C., Netto, L. M., Vanderlei, F. M., Vanderlei, M., & Pastre, C. M. (2016). The Effects of cold water immersion with different dosages (duration and temperature variations) on heart rate variability post-exercise recovery: A Randomized controlled trial. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 19(8), 676-681. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jsams.2015.10.003>
- Arroyo-Morales, M., Olea, N., Martinez, M., Moreno-Lorenzo, C., Daz-Rodrguez, L., and Hidalgo-Lozano, A. (2008). Effects of myofascial release after high-intensity exercise: A Randomized clinical trial. *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics*, 31(3), 217-223. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jmpt.2008.02.009>
- Atay, M. (2007). *İşitme engelli çocukların eğitiminde temel ilkeler. (2. bas.). Özgür Yayınları.*
- Aydemir, M., Mirzeoğlu, A. D., & Eroğlu Kolayış, İ. (2020). Sporda toparlanma bilgi testi: Geçerlilik ve güvenirlik çalışması. *Türkiye Klinikleri Spor Bilimleri*, 12(1), 40-48.
- Bastos, F. N., Vanderlei, L. C. M., Nakamura, F. Y., Bertollo, M., Godoy, M. F., Hoshi, R. A., Junior J. N., & Pastre, C. M. (2012). Effects of cold water immersion and active recovery on post-exercise heart rate variability. *International Journal of Sports Medicine*, 33(11), 873-879. <http://dx.doi.org/10.1055/s-0032-1301905>
- Beck, T. W. (2013). The Importance of a priori sample size estimation in strength and conditioning research. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 27(8), 2323-2337. <https://doi.org/10.1519/JSC.0B013E318278EEA0>
- Behm, D. G., & Chaouachi, A. (2011). A Review of the acute effects of static and dynamic stretching on performance. *European Journal of Applied Physiology*, 111, 2633-2651.
- Bishop, P. A., Jones, E., & Woods, A. K. (2008). Recovery from training: A Brief review. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 22(3), 1015-1024. <http://dx.doi.org/10.1519/jsc.0b013e31816eb518>
- Calleja-González, J., Terrados, N., Mielgo-Ayuso, J., Delextrat, A., Jukic, I., Vaquera, A., Torres L., Schelling X., Stojanovic M., & Ostojic, S. M. (2016). Evidence-based post-exercise recovery strategies in basketball. *The Physician and Sports Medicine*, 44(1), 74-78. <http://dx.doi.org/10.1080/00913847.2016.1102033>
- Chatzopoulos, D., Galazoulas, C., Patikas, D., & Kotzamanidis, C. (2014). Acute effects of static and dynamic stretching on balance, agility, reaction time and movement time. *Journal of Sports Science and Medicine*, 13(2), 403-409.
- De Benito, A. M., Valldcabres, R., Ceca, D., Richards, J., Igual, J. B., & Pablos, A. (2019). Effect of vibration vs non-vibration foam rolling techniques on flexibility, dynamic balance and perceiandd joint stability after fatigue. *PeerJ*, 7, Article, e8000. <http://dx.doi.org/10.7717/peerj.8000>
- De Oliveira Ottone, V., de Castro Magalhães, F., de Paula, F., Avelar, N. C. P., Aguiar, P. F., da Matta Sampaio, P. F., Duarte, T. C., Costa K. B., Araujo, T. L., Coimbra, C. C., Nakamura, F. Y., Amorim, F. T., & Rocha-Vieira, E. (2014). The Effect of different water immersion temperatures on post-exercise parasympathetic reactivation. *PLoS One*, 9(12). Article e113730. <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0113730>
- de Souza Melo, R., da Silva, P. W. A., da Silva, L. V. C., & da Silva Toscano, C. F. (2011). Postural evaluation of vertebral column in children and teenagers with hearing loss. *Arquivos Internacionais de Otorrinolaringologia*, 15(02), 195-202.
- Denerel, N., Ergün, M., Yüksel, O., Özgürbüz, C., & Karamızrak, O. (2019). The Acute effects of static and dynamic stretching exercises on dynamic balance performance. *Spor Hekimliği Dergisi*, 54(3), 148-157.
- Espí-López, G. V., Ruescas-Nicolau, M. A., Castellet-García, M., Suso-Martí, L., Cuenca-Martínez, F., & Marques-Sule, E. (2023). Effectiveness of foam rolling vs. manual therapy in postexercise recovery interventions for athletes: a randomized controlled trial. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 37(6), e361-e368.
- Farinatti, P. T., Brandão, C., Soares, P. P., & Duarte, A. F. (2011). Acute effects of stretching exercise on the heart rate variability in subjects with low flexibility levels. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 25(6), 1579-1585. <http://dx.doi.org/10.1519/jsc.0b013e3181e06ce1>
- Gibson, A. L., Wagner, D. R., & Heyward, V. H. (2024). *Advanced fitness assessment and exercise prescription*. Human kinetics.
- Giles, D., Draper, N., & Neil, W. (2016). Validity of the Polar V800 heart rate monitor to measure RR intervals at rest. *European Journal of Applied Physiology*, 116(3), 563-571. <https://doi.org/10.1007/S00421-015-3303-9>

- Griefahn, A., Oehlmann, J., Zalpour, C., & von Piekartz, H. (2017). Do exercises with the foam roller have a short-term impact on the thoracolumbar fascial: A Randomized controlled trial. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 21(1), 186-193. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jbmt.2016.05.011>
- Healey, K. C., Hatfield, D. L., Blanpied, P., Dorfman, L. R., & Riebe, D. (2014). The Effects of myofascial release with foam rolling on performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 28(1), 61-68. <http://dx.doi.org/10.1519/jsc.0b013e3182956569>
- Hotfiel, T., Swoboda, B., Krinner, S., Grim, C., Engelhardt, M., Uder, M., & Heiss, R. U. (2017). Acute effects of lateral thigh foam rolling on arterial tissue perfusion determined by spectral Doppler and power Doppler ultrasound. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 31(4), 893-900. <http://dx.doi.org/10.1519/jsc.0000000000001641>
- Jackson A. S. (2006). The Evolution and validity of health-related fitness. *Quest*, 58, 160-175.
- Kalén, A., Pérez-Ferreirós, A., Barcala-Furelos, R., Fernández-Méndez, M., Padrón-Cabo, A., Prieto, J. A., Rios-Ave, A., & Abelairas-Gómez, C. (2017). How can lifeguards recover better? A Cross-over study comparing resting, running, and foam rolling. *The American Journal of Emergency Medicine*, 35(12), 1887-1891. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ajem.2017.06.028>
- Khan, Z., Ahmad, I., & Hussain, M. E. (2021). Intermittent pneumatic compression changes heart rate recovery and heart rate variability after short term submaximal exercise in collegiate basketball players: A Cross-over study. *Sport Sciences for Health*, 17, 317-326.
- Kim, K., Park, S., Goo, B. O., & Choi, S. C. (2014). Effect of self-myofascial release on reduction of physical stress: A Pilot study. *Journal of Physical Therapy Science*, 26(11), 1779-1781. <http://dx.doi.org/10.1589/jpts.26.1779>
- Köse, B. (2014). *Farklı ısınma yöntemlerinin esnekliğe, sıçramaya ve dengeye etkisi*. Yüksek lisans tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Samsun.
- Lastova, K., Nordvall, M., Walters-Edwards, M., Allnutt, A., & Wong, A. (2018). Cardiac autonomic and blood pressure responses to an acute foam rolling session. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 32(10), 2825-2830. <http://dx.doi.org/10.1519/jsc.0000000000002562>
- Lee, C. L., Chu, I. H., Lyu, B. J., Chang, W. D., & Chang, N. J. (2018). Comparison of vibration rolling, nonvibration rolling, and static stretching as a warm-up exercise on flexibility, joint proprioception, muscle strength, and balance in young adults. *Journal of Sports Sciences*, 36(22), 2575-2582. <http://dx.doi.org/10.1080/02640414.2018.1469848>
- Logan, J. G., & Yeo, S. A. (2017). Effects of stretching exercise on heart rate variability during pregnancy. *Journal of Cardiovascular Nursing*, 32, 107-111. <http://dx.doi.org/10.1097/jcn.0000000000000326>
- Malik, M., John Camm, A., Thomas Bigger, J., Breithardt, G., Cerutti, S., Cohen, R. J., Coumel, P., Fallen, E. L., Kennedy, H. L., Kleiger, R. E., Lombardi, F., Malliani, A., Moss, A. J., Rottman, J. N., Schmidt, G., Schwartz, P. J., & Singer, D. H. (1996). Heart rate variability: Standards of measurement, physiological interpretation, and clinical use. *Circulation*, 93(5), 1043-1065. <https://doi.org/10.1161/01.CIR.93.5.1043>
- Morrin, N., & Redding, E. (2013). Acute effects of warm-up stretch protocols on balance, vertical jump height, and range of motion in dancers. *Journal of Dance Medicine and Science*, 17(1), 34-40. <http://dx.doi.org/10.12678/1089-313x.17.1.34>
- Okamoto, T., Masuhara, M., & Ikuta, K. (2014). Acute effects of self-myofascial release using a foam roller on arterial function. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 28(1), 69-73. <http://dx.doi.org/10.1519/jsc.0b013e31829480f5>
- Peacock, C. A., Krein, D. D., Silver, T. A., Sanders, G. J., & Von Carlowitz, P. A. (2014). An Acute bout of self-myofascial release in the form of foam rolling improves performance testing. *International Journal of Exercise Science*, 7(3), 202-211.
- Pearcey, P., Bradbury-Squires, D. J., Kawamoto, J. E., Drinkwater, E. J., Behm, D. G., & Button, D. C. (2015). Foam rolling for delayed-onset muscle soreness and recovery of dynamic performance measures. *Journal of Athletic Training*, 50(1), 5-13. <http://dx.doi.org/10.4085/1062-6050-50.1.01>
- Perrier, E. T., Pavol, M. J., & Hoffman, M. A. (2011). The Acute effects of a warm-up including static or dynamic stretching on countermovement jump height, reaction time, and flexibility. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 25, 1925-1931. <http://dx.doi.org/10.1519/jsc.0b013e3181e73959>
- Prajapat, A., Ahmad, I., Khan, Z., Ali, K., & Hussain, M. E. (2018). Cardiac autonomic profile of soccer, field hockey, and basketball players: A Comparative study. *Asian Journal of Sports Medicine*, 9(2), 1-8. <http://dx.doi.org/10.5812/asjms.62492>

- Renan-Ordine, R., Albuquerque-Sendin, F., Rodrigues De Souza, D. P., Clelve, J. A., & Fernández-De-Las-Penas, C. (2011). Effectiveness of myofascial trigger point manual therapy combined with a self-stretching protocol for the management of plantar heel pain: A Randomized controlled trial. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 41(2), 43-50. <http://dx.doi.org/10.2519/jospt.2011.3504>
- Rey, E., Padrón-Cabo, A., Costa, P. B., & Barcala-Furelos, R. (2019). Effects of foam rolling as a recovery tool in professional soccer players. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 33(8), 2194-2201. <http://dx.doi.org/10.1519/jsc.0000000000002277>
- Romero-Moraleda, B., González-García, J., Cuéllar-Rayó, Á., Balsalobre-Fernández, C., Muñoz-García, D., & Morencos, E. (2019). Effects of vibration and non-vibration foam rolling on recovery after exercise with induced muscle damage. *Journal of Sports Science and Medicine*, 18(1), 172. <http://dx.doi.org/10.3390/sports7040080>
- Ryan, E., D., Everett, K., L., Smith, D., B., Pollner, C., Thompson, B., J., & Sobolewski, E., J., (2014). Acute effects of different volumes of dynamic stretching on vertical jump performance, flexibility and muscular endurance. *Clinical Physiology and Functional Imaging*, 34, 485-492. <http://dx.doi.org/10.1111/cpf.12122>
- Schleip, R. (2003). Fascial plasticity—A New neurobiological explanation: Part 1. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 7(1), 11-19. [http://dx.doi.org/10.1016/s1360-8592\(02\)00067-0](http://dx.doi.org/10.1016/s1360-8592(02)00067-0)
- Siebert, T., Donath, L., Borsdorf, M., & Stutzig, N. (2022). Effect of static stretching, dynamic stretching, and myofascial foam rolling on range of motion during hip flexion: A Randomized crossover trial. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 36(3), 680-685. <http://dx.doi.org/10.1519/jsc.0000000000003517>
- Silva, G., Conceição, R., Di Masi, F., Domingos, T., Herdy, C., & Silveira, A. (2016). Low intensity static stretching does not modulate heart rate variability in trained men. *MedicalExpress*, 3, 1-6. <http://dx.doi.org/10.5935/medicalexpress.2016.03.04>
- Stanley, J., Peake, J. M., & Buchheit, M. (2013). Cardiac parasympathetic reactivation following exercise: Implications for training prescription. *Sports Medicine*, 43(12), 1259-1277. <http://dx.doi.org/10.1007/s40279-013-0083-4>
- Su, H., Chang, N. J., Wu, W. L., Guo, L. Y., & Chu, I. H. (2017). Acute effects of foam rolling, static stretching, and dynamic stretching during warm-ups on muscular flexibility and strength in young adults. *Journal of Sport Rehabilitation*, 26(6), 469-477. <http://dx.doi.org/10.1123/jsr.2016-0102>
- Uvnäs-Moberg, K. (1994). Role of efferent and afferent vagal nerve activity during reproduction: Integrating function of oxytocin on metabolism and behaviour. *Psychoneuroendocrinology*, 19(5-7), 687-695. [http://dx.doi.org/10.1016/0306-4530\(94\)90050-7](http://dx.doi.org/10.1016/0306-4530(94)90050-7)
- Walowska, J., Bolach, B., & Bolach, E. (2018). The Influence of pilates exercises on body balance in the standing position of hearing-impaired people. *Disability and Rehabilitation*, 40(25), 3061-3069.
- Yıldırım, Y., Arabacı, R., Güngör, A. K., & Görgülü, R. (2023). The Effects of dynamic and static stretching exercises performed to elite wrestlers after high intensity exercise on heart rate variability. *Science & Sports*, 38(1), 2-11.

