

Hamstring Kısılalığı Olan Kişilerde Enstrüman Yardımlı Yumuşak Doku Mobilizasyonun Eklem Hareket Açıklığına Akut Etkisi: Pilot Çalışma*

Gökhan MARAŞ¹, Halime ARIKAN², Seyit ÇITAKER¹

ÖZET

Amaç: Bu pilot çalışmanın amacı hamstring kısılalığı olan bireylerde tek seans EYYDM uygulamasının aktif ve pasif eklem hareket açıklığı üzerine akut etkisini incelemektir.

Yöntem: Çalışmamıza toplam 18 yaşından büyük 11 sağlıklı genç birey dahil edildi. Katılımcıların aktif/pasif kalça eklemi fleksiyon açısı dijital inklinometre ile değerlendirildi. Katılımcılara 5 dakika süre ile EYYDM tekniği uygulandı. Ölçümler uygulama öncesinde ve uygulamadan hemen sonra yapıldı ve sonuçlar SPSS programı kullanılarak analiz edildi.

Bulgular: Uygulama öncesi ve uygulama sonrası yapılan değerlendirmeye göre hem aktif hem de pasif eklem hareket açıklığında belirgin artış gözlemlendi ($p<0,05$).

Sonuç: Hamstring kısılalığı olan bireylerde tek seans EYYDM uygulaması aktif ve pasif eklem hareket açıklığını artırmada etkilidir.

Anahtar Kelimeler: Enstrüman yardımı yumuşak doku mobilizasyonu, Eklem hareket açıklığı, Hamstring kısılalığı

ABSTRACT

Acute Effect of Instrument Assisted Soft Tissue Mobilization on Range of Motion in Persons with Shortness Hamstrings: A Pilot Study

Purpose: The aim of this pilot study is to examine the acute effect of a single session EYYDM on active and passive range of motion in individuals with hamstring shortness.

Method: A total of 11 healthy young individuals over 18 years of age were included in the study. Active/passive hip joint flexion angle of the participants was evaluated with digital inclinometer. EYYDM technique was applied to the participants for 5 minutes. Measurements were made before and immediately after the application, and the results were analyzed using the SPSS program.

Results: According to the evaluation made before and after the application, a significant increase was observed in both active and passive range of motion ($p<0.05$).

Conclusion: As a result, Single session EYYDM application is effective in increasing active and passive range of motion in individuals with hamstring shortness.

Keywords: Instrument assisted soft tissue mobilization, Range of motion, Hamstring shortness

GİRİŞ

Esneklik, eklem hareket açıklığı (EHA) miktarına yansıyan kas uzayabilirliği olarak tanımlanmıştır (R. T. Nelson ve Bandy, 2004). Bir eklem maksimum EHA' sına katkıda bulunan maksimum kas uzunluğu, günlük yaşam aktiviteleri ve sportif performans için

¹Gazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü, Ankara/TÜRKİYE. fztgkhnms@hotmail.com, ORCID: 0000-0002-4215-679 (Sorumlu Yazar)

²Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü, Tokat/TÜRKİYE. halimearikan92@gmail.com, ORCID: 0000-0002-4215-679

³Gazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü, Ankara/TÜRKİYE. scitaker@gazi.edu.tr, ORCID: 0000-0002-4215-679

* Bu pilot çalışma Prof. Dr. Seyit ÇITAKER danışmanlığında Gökhan MARAŞ tarafından yazılan doktora tez verilerinden yararlanılarak yapılmıştır.

gereklidir (Ayala, de Baranda, Croix ve Santonja, 2013; Chumanov, Heiderscheit ve Thelen, 2007). Ayrıca hamstring kasının esnekliği yürüme ve koşma için de önemli bir rol oynamaktadır (Ayala ve ark., 2013). Ne yazık ki hamstring kaslarının kısalma eğilimi yüksektir (Kerkhoffs ve ark., 2013) ve hamstring kas uzunluğundaki limitasyonlar sedanter ve atletik popülasyonlarda yaygındır (Ayala ve ark., 2013). Hamstring uzayabilirliğindeki limitasyonlar diz eklemi çevresindeki kaslarda dengesizlik yaratır, postüral dizilimi bozar ve kas yaralanmalarına neden olabilir (Witvrouw, Danneels, Asselman, D'Have ve Cambier, 2003). Esnekliğin iyi bir seviyede olmasının kaslar ve eklemler üzerinde olumlu etkisi olduğu bilinmektedir. Muhtemel yaralanmaların önüne geçilmesi, kas ağrısının minimal düzeyde tutulması ve fiziksel aktivitelerin tamamında etkinliğin artırılması için esneklik önemlidir (A. G. Nelson ve Kokkonen, 2020).

Hamstring yaralanmaları en yaygın spor yaralanmaları arasındadır ve özellikle hızlanma gerektiğinde futboldaki tüm atletik yaralanmaların %12-16'sını oluşturur (Petersen ve Hölmich, 2005). Yaralanmaların yönetimi zor olabilir ve genellikle ilk iki hafta içinde yaklaşık üçte bir oranında yüksek bir tekrarlama oranına sahiptirler (Erickson ve Sherry, 2017). Hamstring yaralanmaları için bir çok risk faktörü vardır; azalmış esneklik, hamstring eksenrik kuvvetinde yetersizlik ve/veya asimetrisi, gluteal ve gövde kaslarını içeren core stabilizasyonunda zayıflık veya hamstring yaralanma öyküsü (Fousekis, Tsepis, Poulmedis, Athanasopoulos ve Vagenas, 2011; Gabbe, Finch, Bennell ve Wajswelner, 2005; Goossens, Witvrouw, Vanden Bossche ve De Clercq, 2015; McHugh ve Cosgrave, 2010; Sarah, Gribbin, Lisman, Murphy ve Deuster, 2017; Schuermans, Danneels, Van Tiggelen, Palmans ve Witvrouw, 2017).

Rutin olarak, fizyoterapistler ve profesyoneller kontraktürleri önlemek ve kas esnekliğini artırmak için çeşitli germe teknikleri kullanırlar (Lannin, Novak ve Cusick, 2007; Medeiros, Cini, Sbruzzi ve Lima, 2016). Hamstring germe yöntemleri egzersiz programlarına düzenli olarak dahil edilmesine ve hamstring kısalığının önlenmesi ve/veya tedavisi için uygun bir strateji olmasına rağmen, sporda germenin olumlu etkileri hakkında çelişkili raporlar (Witvrouw, Mahieu, Danneels ve McNair, 2004) ve iyileşme oranını artırmak için yapılan hamstring germe egzersizlerinin sınırlı kanıtı vardır (Ansari ve ark., 2020). Bir inceleme, hamstring yaralanmalarının önlenmesi için özel bir müdahalenin önerilemeyeceği sonucuna varmıştır (Bartels, Lund ve Hagen, 2012). Çeşitli germe tekniklerinin maksimal eklem EHA' sını arttırdığı (Gonçalves, Farinatti, Gurgel, & da Silva Soares, 2015; Jagers, Swank, Frost ve Lee, 2008; Medeiros ve ark., 2016) gösterilmiş olmasına rağmen yakın

zamanda yapılan bir inceleme, germeden sonra gözlenen kas uzayabilirliğindeki artışın, kasın pasif mekanik özelliklerindeki değişikliklerden değil, bireylerin gerilme veya ağrıya toleransındaki değişikliklerden kaynaklanabileceğini öne sürdü (Weppeler ve Magnusson, 2010). Bunun yanı sıra randomize germe çalışmalarının sonuçlarını inceleyen bir meta-analiz ise yüksek kaliteli kanıtların, germe tekniklerinden bağımsız olarak nörolojik bir bulgusu olan ve olmayan hastalarda kas esnekliği ve eklem hareketliliği için germenin kısa vadeli etkinliğini desteklemediği sonucuna varmıştır (Harvey ve ark., 2017).

Enstrüman Yardımlı Yumuşak Doku Mobilizasyonu (EYYDM), James Cyriax'ın miyofasyal gevşetme tekniğine dayanan popüler bir tedavi şeklidir (Baker, Nasypany, Seegmiller ve Baker, 2013). Cyriax yaklaşımında kullanılan transvers friksiyon uygulamasından farklı olarak EYYDM; ağrıyı azaltmak, normal eklem hareket açıklığını (NEH) artırmak, skar doku ve miyofasyal adhezyonu azaltarak yumuşak dokuyu mobilize etmek amacıyla özel olarak tasarlanmış aletlerin kullanıldığı bir yöntemdir (Baker, Hansberger, Warren ve Nasypany, 2015). EYYDM uygulaması limitasyonları azaltır ve yumuşak dokunun uzama kapasitesini artırır. Enstrümanın dokuya sürtünmesi sonucunda oluşan ısı artışı dokunun viskozitesini azaltarak fizyolojik olarak eklem hareket açıklığını artırır. Bunun yanı sıra kas fasyası üzerine uygulanan mekanik stres intrafasyal mekanoreseptörleri uyararak, üst merkezlere gönderilen proprioseptif girdiyi değiştirir ve dokuya bağlı motor birimlerde gerilim değişir. Bu değişim eklem hareket açıklığını da artırabilir (Schleip, 2003). EYYDM uygulamasından sonra EHA da başarılı bir gelişmeyi gösteren çalışmalar yayınlanmıştır (Bayliss, Klene, Gundeck ve Loghmani, 2011; Terry Loghmani, Bayliss, Clayton ve Gundeck, 2015). Bununla birlikte, bu uygulama yeterince araştırılmamıştır ve büyük ölçüde teknik ve uygulama süresindeki farklılıklar nedeniyle kanıtlar yetersizdir (Cheatham, Lee, Cain ve Baker, 2016).

Sporcularda görülen kas kısalıkları onları olası yaralanmalara karşı daha hassas hale getirmekte ve performanslarını etkilemektedir. Sporcularda esnekliği artırmak için çeşitli yöntemler kullanılmaktadır. EYYDM tekniği de son zamanlarda sporcularda esnekliği artırmak amacıyla sıklıkla kullanılan bir uygulamadır. Bu pilot çalışmadaki amaç hamstring kısalığı olan bireylerde EYYDM uygulamasının eklem hareket açıklığı ve performans üzerine akut etkisi incelemektir.

YÖNTEM

Katılımcılar

Çalışmaya hamstring kısıalığı olan 18 yaş üstü 11 gönüllü birey dahil edildi. Hamstring kısıalığı düz bacak kaldırma (DBK) testi ile değerlendirildi. DBK testine göre herhangi bir nörolojik bulgu olmaksızın kalça fleksiyon hareket açıklığının $<65^\circ$ olması hamstring kısıalığına işaret eder (Gajdosik, Albert ve Mitman, 1994). Dışlama kriterleri; son 24 saat içinde yoğun fiziksel aktiviteye katılmak, daha önceden alt ekstremitte travması veya ameliyatı geçirmiş olmak, hamstring yaralanması, spinal veya siyatik sinir yaralanması nedeniyle bir veya iki bacağa yayılan semptomların olması, ayak bileği instabilitesi, DBK testi sırasında nörolojik bulgular, alt ekstremitede hiperaljezi, hematoma, varis, cilt enfeksiyonu ve hamilelik. Çalışma için Gazi Üniversitesi etik kurulundan 10.05.2019-E.59845 tarih ve numara ile izin alınmıştır. Tüm gönüllülere çalışma hakkında detaylı bilgi verildi. Çalışmaya katılmayı kabul eden gönüllülerden imzalı gönüllü onam formu alındı.

Veri Toplama Yöntemi

Değerlendirme

Katılımcıların cinsiyeti, yaşı ve vücut kütle indeksi gibi demografik bilgiler ile aktif ve pasif eklem hareket açıklığı çalışmaya özgü olarak hazırlanan çalışma forma kaydedildi. EHA ilk değerlendirme uygulamadan önce, ikinci değerlendirme uygulamadan hemen sonra aynı araştırmacı tarafından yapılmıştır.

Aktif ve Pasif EHA

Katılımcıların aktif ve pasif EHA'sı Baseline® Digital inklinometre ile ölçülmüştür. Katılımcı sırtüstü yatağa yatarken ölçüm yapılacak ekstremitte kalça ekleminden itibaren 90° fleksiyona getirilmiş ve pozisyonu koruması için dizinin altına basamak yerleştirilmiştir. Katılımcıdan kalça eklemindeki 90° 'lik açıyı bozmadan dizini yapabildiği kadar ekstansiyona getirmesi istenmiş, aktif ve pasif olarak diz ekstansiyon eklem hareket genişliği ölçülmüştür. Ölçüm yapılırken pelvik rotasyonunu engellemek için diğer ekstremitte tam ekstansiyonda olacak şekilde yatağa sabitlenmiştir.

Uygulama

EYYDM

Katılımcılar EYYDM uygulamasından önce uylukları açık olacak şekilde yatağa yüzüstü pozisyonda yatırıldı. EYYDM uygulamasından hemen önce cilt tahrişini engellemek

için uyluğun arkasına masaj yağı sürüldü. Daha sonra EYYDM aletinin konkav yüzeyi, uyluğun arka yüzünde diz eklemi ile uyluğun proksimali arasında kalan bölgeye 5 dakika süre ile eritem yaratana kadar skar tekniği (Osailan, Jamaan, Talha ve Alhndi, 2021) ile uygulandı

İstatistiksel Analiz

Elde edile verilerin analizinde Statistical package for the Social Sciences (SPSS) for Windows 22 paket programı kullanılmıştır. Değerler ortalama \pm standart sapma ($x \pm ss$), yüzde (%), median (med), maksimum (maks), minimum (min) veya derece olarak gösterilmiştir. Değişkenlerin normalliğini test etmek için Kolmogorov Smirnov testi kullanılmıştır. Yapılan analizlere göre tüm değişkenler normal dağılmıştır. Birinci ve ikinci değerlendirme sonuçlarını karşılaştırmak için Bağımlı gruplar t testi kullanılmış, anlamlılık düzeyi $p < 0,05$ olarak kabul edilmiştir.

BULGULAR

Hamstring kısılalığı olan bireylerde EYYDM uygulamasının aktif ve pasif EHA üzerine akut etkisinin incelendiği bu pilot çalışmaya 11 kişi dahil edilmiştir. Katılımcıların % 55'ü (6) kadın, % 45'i (5) ise erkekler bireylerden oluşmaktadır. Tüm katılımcıların dominant tarafları sağdır. Yapılan analizlerde katılımcıların yaş, boy, vücut kitle indeksi, cinsiyet, dominant taraf ve eğitim düzeyleri bakımından anlamlı bir fark olmadığı gözlenmiştir ($p > 0,05$). Katılımcıların gruplara göre demografik bilgileri tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1: Katılımcıların demografik bilgileri (11)

		EYYDM ($X \pm SS$)	p
Yaş (yıl)		23,41 \pm 4,12	0,411
VKİ (kg/m ²)		24,60 \pm 3,13	0,507
Cinsiyet (n)	Kadın	6	0,402
	Erkek	5	
Eğitim Düzeyi	Lisans	7	0,640
	Lisans üstü	4	

VKİ: Vücut kitle indeksi, EYYDM: Enstrüman yardımıyla yumuşak doku mobilizasyonu

EYYDM uygulaması yapılan kişilerde birinci ve ikinci değerlendirme sonuçlarına göre hem aktif hem de pasif EHA da artış gözlenmiştir ($p < 0,05$) (Tablo 2).

Tablo 2: Aktif ve pasif EHA değişimleri

		EYYDM		p*
		Önce ($X \pm SS$)	Sonra ($X \pm SS$)	
EHA	Aktif	63,5 $^{\circ}$ \pm 17,2	68,1 $^{\circ}$ \pm 14,2	<0,01
	Pasif	67,1 $^{\circ}$ \pm 11,5	71,1 $^{\circ}$ \pm 9,1	<0,01

EHA: Eklem Hareket Açıklığı, $^{\circ}$: Derece, p*: Bağımlı gruplar t testi

TARTIŞMA

Hamstring kasları gibi belirli kas gruplarının esnekliğini artırmayı hedefleyen yumuşak doku terapötik müdahaleleri, çeşitli sporlarda kas gerilmelerinin önlenmesi açısından önemli olabilir (Sarah, Lisman, Gribbin, Murphy ve Deuster, 2019). Bu çalışmada bizim amacımız hamstring kısalığı olan kişilerde tek seans EYYDM uygulamasının aktif ve pasif EHA üzerine akut etkisini incelemektir. Yapılan değerlendirmelere göre EYYDM uygulaması sonunda hem aktif hem de pasif EHA da artış gözlemlendi. Literatüre bakıldığında da, çalışmamıza dahil edilen katılımcılarla benzer yaş ve demografik özelliklere sahip sağlıklı gönüllülerde tek bir IASTM uygulamasının etkisini inceleyen çalışmalarda kas esnekliği bakımından benzer sonuçlar bildirilmiştir (D.-H. Kim, Kim, Jung ve Weon, 2014; Markovic, 2015). Buna ek olarak hamstring kaslarına 1-2 dakika boyunca uygulanan EYYDM uygulaması ve ona ek olarak PNF tekniklerinin karşılaştırıldığı (D.-H. Kim ve Lee, 2018) veya yalnızca statik germe ile karşılaştırılan (Gunn ve ark., 2019) çalışmalarda da EYYDM gruplarında elde edilen sonuçlar bizim çalışmamızla benzerlik göstermektedir. Ayrıca, plantar fasya, aşil tendonu/gastroknemius, hamstringler, sakrotüberöz ligament ve lomber fasya/erector spinalara uygulanan toplam 10 dakikalık EYYDM uygulaması, hamstring esnekliğini arttırmada kontrol grubuna göre daha etkiliydi (Eid ve ark., 2017). Alt ekstremitelerin çeşitli aktif hareketlerinin performansı boyunca bir kontrol ısınma-soğuma programına (12 hafta boyunca haftada 5 kez) EYYDM' nin eklenmesi, yaralanmamış erkek futbolcuların esnekliğini daha uzun vadede belirgin derecede artırmıştır (J. Kim ve Yim, 2018). Bu nedenle EYYDM' nin kısa süreli ve tek seans uygulaması bile anlık olarak esnekliği arttırmada etkili görünmektedir.

EYYDM uygulaması limitasyonları azaltır ve yumuşak dokunun uzama kapasitesini artırır. Enstrümanın dokuya sürtünmesi sonucunda oluşan ısı artışı dokunun viskozitesini azaltarak fizyolojik olarak eklem hareket açıklığını artırır. Bunun yanı sıra kas fasyası üzerine uygulanan mekanik stres intrafasyal mekanoreseptörleri uyararak, üst merkezlere gönderilen proprioseptif girdiyi değiştirir ve dokuya bağlı motor birimlerde gerilim değişir. Bu değişim eklem hareket açıklığını da artırabilir (Schleip, 2003). Farklı yaş ve demografik özelliklere sahip katılımcılarla yapılan çalışmalarda EYYDM uygulaması sonucunda EHA da artış rapor edilmiştir (D.-H. Kim ve Lee, 2018; J. Kim ve Yim, 2018; Osailan ve ark., 2021), bu durum bizim çalışmamızın sonuçlarını da desteklemektedir.

Mevcut çalışmanın bazı limitasyonları vardır. Yeterli sayıda katılımcının olmaması, kontrol grubunun bulunmaması, değerlendirmede akut etkinin incelenmesi ve EYYDM uygulamasının tek seansla sınır kalması çalışmamızın limitasyonları arasındadır.

SONUÇ ve ÖNERİLER

Sonuç olarak; hamstring kısılalığı olan kişilerde tek seans EYYDM uygulaması aktif ve pasif EHA' yı artırmada etkilidir. EYYDM tekniği ile uygulama esnasında meydana gelen ısı artışı dokunun viskozitesini azaltır, yumuşak dokuların esnekliğini artırır ve bunun sonucunda da eklem hareket açıklığını geliştirir. Olası yaralanma riskini azaltmak için sağlık ve spor profesyonelleri tarafından hamstring kısılalığı olan bireylerde esnekliği artırmak ve EHA' yı geliştirmek için EYYDM uygulaması kullanılabilir.

KAYNAKLAR

- Ansari, N. N., Alaei, P., Naghdi, S., Fakhari, Z., Komesh, S., ve Dommerholt, J. (2020). Immediate effects of dry needling as a novel strategy for hamstring flexibility: a single-blinded clinical pilot study. *Journal of sport rehabilitation*, 29(2), 156-161.
- Ayala, F., de Baranda, P. S., Croix, M. D. S., ve Santonja, F. (2013). Comparison of active stretching technique in males with normal and limited hamstring flexibility. *Physical therapy in sport*, 14(2), 98-104.
- Baker, R. T., Hansberger, B. L., Warren, L., ve Nasypany, A. (2015). A novel approach for the reversal of chronic apparent hamstring tightness: a case report. *International journal of sports physical therapy*, 10(5), 723.
- Baker, R. T., Nasypany, A., Seegmiller, J. G., ve Baker, J. G. (2013). Instrument-assisted soft tissue mobilization treatment for tissue extensibility dysfunction. *International Journal of Athletic Therapy and Training*, 18(5), 16-21.
- Bartels, E., Lund, H., ve Hagen, K. (2012). What Does the Cochrane Collaboration Say about Stretching Exercises? *cancer*, 4, 4.
- Bayliss, A. J., Klene, F. J., Gundeck, E. L., ve Loghmani, M. T. (2011). Treatment of a patient with post-natal chronic calf pain utilizing instrument-assisted soft tissue mobilization: a case study. *Journal of Manual & Manipulative Therapy*, 19(3), 127-134.

- Cheatham, S. W., Lee, M., Cain, M., ve Baker, R. (2016). The efficacy of instrument assisted soft tissue mobilization: a systematic review. *The Journal of the Canadian Chiropractic Association*, 60(3), 200.
- Chumanov, E. S., Heiderscheit, B. C., ve Thelen, D. G. (2007). The effect of speed and influence of individual muscles on hamstring mechanics during the swing phase of sprinting. *Journal of biomechanics*, 40(16), 3555-3562.
- Eid, K., Tafas, E., Mylonas, K., Angelopoulos, P., Tsepis, E., ve Fousekis, K. (2017). Treatment of the trunk and lower extremities with Ergon® IASTM technique can increase hamstrings flexibility in amateur athletes: A randomized control study. *Physical therapy in sport*, 28, e12.
- Erickson, L. N., ve Sherry, M. A. (2017). Rehabilitation and return to sport after hamstring strain injury. *Journal of sport and health science*, 6(3), 262-270.
- Fousekis, K., Tsepis, E., Poulmedis, P., Athanasopoulos, S., ve Vagenas, G. (2011). Intrinsic risk factors of non-contact quadriceps and hamstring strains in soccer: a prospective study of 100 professional players. *British journal of sports medicine*, 45(9), 709-714.
- Gabbe, B. J., Finch, C. F., Bennell, K. L., ve Wajswelner, H. (2005). Risk factors for hamstring injuries in community level Australian football. *British journal of sports medicine*, 39(2), 106-110.
- Gajdosik, R. L., Albert, C. R., ve Mitman, J. J. (1994). Influence of hamstring length on the standing position and flexion range of motion of the pelvic angle, lumbar angle, and thoracic angle. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 20(4), 213-219.
- Gonçalves, T. R., Farinatti, P. d. T. V., Gurgel, J. L., ve da Silva Soares, P. P. (2015). Correlation between cardiac autonomic modulation in response to orthostatic stress and indicators of quality of life, physical capacity, and physical activity in healthy individuals. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 29(5), 1415-1421.
- Goossens, L., Witvrouw, E., Vanden Bossche, L., ve De Clercq, D. (2015). Lower eccentric hamstring strength and single leg hop for distance predict hamstring injury in PETE students. *European journal of sport science*, 15(5), 436-442.
- Gunn, L. J., Stewart, J. C., Morgan, B., Metts, S. T., Magnuson, J. M., Iglowski, N. J., . . . Arnot, C. (2019). Instrument-assisted soft tissue mobilization and proprioceptive neuromuscular facilitation techniques improve hamstring flexibility better than static

- stretching alone: a randomized clinical trial. *Journal of Manual & Manipulative Therapy*, 27(1), 15-23.
- Harvey, L. A., Katalinic, O. M., Herbert, R. D., Moseley, A. M., Lannin, N. A., ve Schurr, K. (2017). Stretch for the treatment and prevention of contracture: an abridged republication of a Cochrane Systematic Review. *Journal of physiotherapy*, 63(2), 67-75.
- Jaggers, J. R., Swank, A. M., Frost, K. L., ve Lee, C. D. (2008). The acute effects of dynamic and ballistic stretching on vertical jump height, force, and power. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 22(6), 1844-1849.
- Kerkhoffs, G. M., van Es, N., Wieldraaijer, T., Sierevelt, I. N., Ekstrand, J., ve van Dijk, C. N. (2013). Diagnosis and prognosis of acute hamstring injuries in athletes. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 21(2), 500-509.
- Kim, D.-H., Kim, T.-H., Jung, D.-Y., ve Weon, J.-H. (2014). Effects of the Graston Technique and Self-myofascial Release on the Range of Motion of a Knee Joint. *Journal of the Korean Society of Physical Medicine*, 9(4), 455-463.
- Kim, D.-H., ve Lee, J. J. (2018). Effects of instrument-assisted soft tissue mobilization technique on strength, knee joint passive stiffness, and pain threshold in hamstring shortness. *Journal of back and musculoskeletal rehabilitation*, 31(6), 1169-1176.
- Kim, J., ve Yim, J. (2018). Instrument-assisted soft tissue mobilization improves physical performance of young male soccer players. *International journal of sports medicine*, 39(12), 936-943.
- Lannin, N. A., Novak, I., ve Cusick, A. (2007). A systematic review of upper extremity casting for children and adults with central nervous system motor disorders. *Clinical Rehabilitation*, 21(11), 963-976.
- Markovic, G. (2015). Acute effects of instrument assisted soft tissue mobilization vs. foam rolling on knee and hip range of motion in soccer players. *Journal of bodywork and movement therapies*, 19(4), 690-696.
- McHugh, M. P., ve Cosgrave, C. (2010). To stretch or not to stretch: the role of stretching in injury prevention and performance. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 20(2), 169-181.

- Medeiros, D. M., Cini, A., Sbruzzi, G., ve Lima, C. S. (2016). Influence of static stretching on hamstring flexibility in healthy young adults: Systematic review and meta-analysis. *Physiotherapy theory and practice*, 32(6), 438-445.
- Nelson, A. G., ve Kokkonen, J. (2020). *Stretching anatomy*: Human Kinetics Publishers.
- Nelson, R. T., ve Bandy, W. D. (2004). Eccentric training and static stretching improve hamstring flexibility of high school males. *Journal of athletic training*, 39(3), 254.
- Osailan, A., Jamaan, A., Talha, K., ve Alhndi, M. (2021). Instrument assisted soft tissue mobilization (IASTM) versus stretching: A comparison in effectiveness on hip active range of motion, muscle torque and power in people with hamstring tightness. *Journal of bodywork and movement therapies*, 27, 200-206.
- Petersen, J., ve Hölmich, P. (2005). Evidence based prevention of hamstring injuries in sport. *British journal of sports medicine*, 39(6), 319-323.
- Sarah, J., Gribbin, T. C., Lisman, P., Murphy, K., ve Deuster, P. A. (2017). Systematic review of the association between physical fitness and musculoskeletal injury risk: Part 2— Muscular endurance and muscular strength. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 31(11), 3218-3234.
- Sarah, J., Lisman, P., Gribbin, T. C., Murphy, K., ve Deuster, P. A. (2019). Systematic review of the association between physical fitness and musculoskeletal injury risk: part 3— flexibility, power, speed, balance, and agility. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 33(6), 1723-1735.
- Schleip, R. (2003). Fascial plasticity—a new neurobiological explanation Part 2. *Journal of bodywork and movement therapies*, 7(2), 104-116.
- Schuermans, J., Danneels, L., Van Tiggelen, D., Palmans, T., ve Witvrouw, E. (2017). Proximal neuromuscular control protects against hamstring injuries in male soccer players: a prospective study with electromyography time-series analysis during maximal sprinting. *The American journal of sports medicine*, 45(6), 1315-1325.
- Terry Loghmani, M., Bayliss, A. J., Clayton, G., ve Gundeck, E. (2015). Successful treatment of a guitarist with a finger joint injury using instrument-assisted soft tissue mobilization: a case report. *Journal of Manual & Manipulative Therapy*, 23(5), 246-253.
- Weppler, C. H., ve Magnusson, S. P. (2010). Increasing muscle extensibility: a matter of increasing length or modifying sensation? *Physical therapy*, 90(3), 438-449.

Witvrouw, E., Danneels, L., Asselman, P., D'Have, T., ve Cambier, D. (2003). Muscle flexibility as a risk factor for developing muscle injuries in male professional soccer players: a prospective study. *The American journal of sports medicine*, 31(1), 41-46.

Witvrouw, E., Mahieu, N., Danneels, L., ve McNair, P. (2004). Stretching and injury prevention. *Sports medicine*, 34(7), 443-449.

