

Patellofemoral ağrısı olan bireylerde egzersize ilave olarak uygulanan farklı bantlama yöntemlerinin denge üzerine etkisi

Adil Songur^{1*}, Ertuğrul Demirdel²

¹Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü/ Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi, Türkiye

²Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü/ Sağlık Bilimleri Fakültesi, Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi, Türkiye

*(adilsngr@gmail.com) Başlıca yazarın mail adresi

Özet –Bu çalışmanın amacı patellofemoral ağrılı (PFA) bireylerde egzersiz ve egzersize ilave uygulanan iki farklı bantlama tekniğinin bireylerin dengesine olan etkisini karşılaştırmaktır. Yaşları 18-50 yıl arasında olan 36 PFA’lı birey randomize olarak üç gruba ayrıldı ve altı haftalık tedavi protokolüne tabi tutuldu. Birinci gruba sadece egzersiz programı uygulandı. İkinci gruba egzersize ilave olarak McConnell patellar bantlama (MPB) ve üçüncü gruba ise egzersize ilave femoral rotasyonel bantlama (FRB) uygulandı. Bireylerin dengeleri tedavi öncesi ve sonrası Y denge testi kullanılarak ölçüldü ve kompozit skor değerleri kaydedildi. Tedavi sonrasında kompozit skor verilerinin her üç grupta da tedavi öncesine göre yükseldiği tespit edildi (sırasıyla; $p=0.006$; $p=0.002$ ve $p=0.001$). Tedavi sürecinde gözlenen kompozit skor değişimlerinin üç grupta da benzer olduğu görüldü ($F=0.169$, $p=0.843$). Üçüncü gruptaki değişimin etki genişliğinin diğer iki gruba nazaran daha yüksek olduğu bulundu (sırasıyla; $r=0.720$, $r=0.773$ ve $r=0.881$). Bu çalışma egzersizin ve egzersize ilave uygulanan MPB ve FRB’nin PFA’lı bireylerin denge gelişiminde etkili olduğunu göstermektedir. Bunun yanında egzersize ilave uygulanan FRB uygulamasının bu etkiyi artırma potansiyelinin olduğu ancak bu sonucun daha geniş örneklem büyüklüğündeki çalışmalarla desteklenmesinin gerekli olduğu düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler – Bantlama; Patellofemoral Ağrı; Y Denge

I. GİRİŞ

Koordinasyonel yetenekler hareketin kontrolü ve düzenleme süreçlerine dayanır ve karmaşık hareketlerin hızlı bir şekilde öğrenilmesini sağlarlar. Koordinasyonel yeteneklerin ana bileşenlerinden biri dengedir [1]. Postüral kontrol dinamik olarak sabit bir pozisyonu korurken bir görevi yerine getirme becerisi olarak tanımlanabilir. Bu karmaşık sürecin sürdürülmesi yaş, ağrı, görme, vücut şekli, görsel-uzamsal algı, dokunsal girdi, çeviklik, vestibüler sistem, propriyosepsiyon ve kas-iskelet ve nöromüsküler sistemlere bağlıdır [1]-[3].

Patellofemoral ağrı (PFA), Uluslararası Patellofemoral Ağrı Araştırma Ağı (International Patellofemoral Research Network-IPFRN) tarafından; fleksiyondaki dizde patellanın yüklendiği koşma, merdiven çıkma, atlama ve çömelme gibi ağırlık taşınan aktivitelerin en az biri ile şiddetlenen, patellanın çevresinde veya

arkasında meydana gelen ağrı olarak tanımlanmaktadır [4]. Yaygın olarak kabul edilen hipotez dizdeki kuvvet dengesizliklerinin patellar maltraksiyona neden olduğu ve bunun da subkondral kemik üzerinde stres artışına dolayısıyla ağrıya neden olduğudur [5], [6]. Patellar maltraksiyon ve ağrı PFA’lı hastaların dinamik dengesi ve işlevselliğinde bozulmaya neden olmaktadır [7], [8]. Genellikle değişmiş biyomekaniklere bağlı birçok olası nedensel faktör olmasının yanında, gövde ve alt ekstremitenin yetersiz dinamik dengesi de PFA gelişiminde rol oynayabilir. Dinamik denge, özellikle merdiven çıkma, çömelme ve atlama gibi yüklemeyi içeren hareketleri gerçekleştirirken önemlidir [9].

PFA’nın tedavisi temel olarak uygun egzersiz programının yanında patellar bantlama, ortezleme ve manuel terapi yaklaşımlarıdır [10]. Kor bölgesine yönelik egzersizleri içeren egzersiz programlarının PFA’lı hastaların denge gelişiminde daha etkili

olduğu belirtilmektedir [7], [9]. Ayrıca bantlama proprioseptif girdi üzerindeki etkisi nedeniyle denge fonksiyonuna pozitif yönde katkı sağlayabilmektedir [11], [12]. Ancak bu katkı daha çok yapılan anlık etki çalışmalarının sonuçlarına dayanmaktadır.

Bu çalışmada kor egzersizlerinin de dahil edildiği, PFA için literatürde yer alan altı haftalık egzersiz programına ilave olarak biri lokal diğeri proksimal olarak uygulanan farklı iki bantlama tekniğinin PFA'lı bireylerin dinamik denge gelişimine etkilerini incelemeyi amaçladık.

II. MATERYAL VE YÖNTEM

A. Çalışma planı

Fizik tedavi ve rehabilitasyon polikliniğine ön diz ağrısı yakınması ile başvuran, fizik muayene ve manyetik rezonans görüntüleme ile ayırıcı tanısı yapılarak tek taraflı PFA tanısı alan 18 ile 50 yaş aralığında 36 birey çalışmaya dâhil edildi [13]. Tüm çalışma prosedürleri Helsinki Deklarasyonu'nun gerekliliklerine uygundur. Ayrıca, tüm hastalardan çalışmaya katılmak için bilgilendirilmiş onam alınmıştır. Çalışmaya alınan bireyler uygun cinsiyet dağılımının sağlanması için tabakalı randomizasyon yöntemiyle 3 gruba ayrıldı (Tablo 1):

Tablo 1. Tedavi grupları ve uygulanan protokoller

1. Grup	2. Grup	3. Grup
<ul style="list-style-type: none">Egzersiz programı	<ul style="list-style-type: none">Egzersiz programıMcConnell patellar bantlama	<ul style="list-style-type: none">Egzersiz programıFemoral rotasyonel bantlama

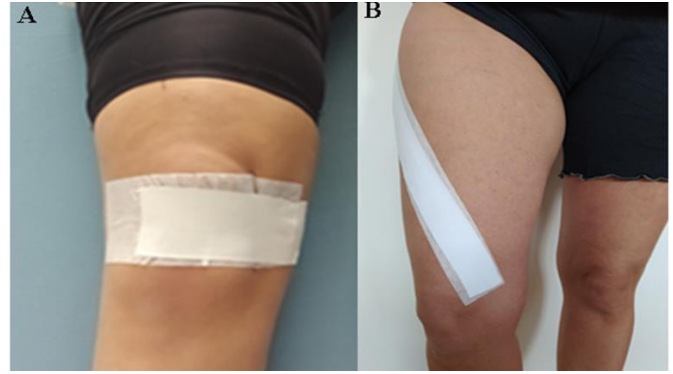
B. Müdahaleler

Her üç gruba da uygulanan egzersiz programı temel olarak; haftada 2 seans ve 6 hafta süren diz ve kalça bölgesine yönelik germe ve mobilizasyon egzersizleri, ilerleyici kuvvetlendirme egzersizleri (diz ekstansiyonu, kalça abdüksiyon-eksternal rotasyon), denge egzersizleri, kor egzersizlerini kapsamaktadır [14].

McConnell bantlaması için birey diz ekstansiyonda ve gevşek pozisyonda uzanmış iken, 5 cm genişliğinde hipoallerik bant (*Betafix surgical hypoallergenic flexible tape, 5cm x 5m*) patellanın pozisyonunu etkilemeyecek şekilde transvers olarak ön diz bölgesine uygulandı. Daha sonra atletik bant ile (*Leukotape® P rigid strapping tape, 38 mm x 10*

m, USA) patellanın lateral kenarından başlanarak ve patellanın üzerinden medial yönde çektirme ve tilt yapıldıktan sonra medial femoral kondil üzerinde bant sonlandırıldı (Şekil 1-A). Haftada 2 seans toplam 12 uygulama sonunda tedavi sonlandırıldı.

Femoral rotasyonel bantlama için birey ayakta durma pozisyonunda, diz hafif fleksiyonda ve kalça eksternal rotasyonda iken, 5 cm genişliğinde hipoallerjik bant (*Betafix surgical hypoallergenic flexible tape, 5cm x 5m*) bantlama yapılacak bölgeye uygulandı. Sonrasında bantlamaya atletik bant ile (*Leukotape® P rigid strapping tape, 38 mm x 10 m, USA*) VMO üzerinden başlandı, bacağın önünden diyagonal olarak dışa çektirilerek trokanter major üzerinde sonlandırıldı (Şekil 1-B). Haftada 2 seans toplam 12 uygulama sonunda tedavi sonlandırıldı.



Şekil 1. (A) McConnell patellar bantlama, (B) femoral rotasyonel bantlama.

C. Sonuç ölçütleri

Y denge testi kullanılarak, bireylerin dinamik denge performansları, uzuv dominansı gözetilmeden semptomatik tarafta gerçekleştirildi. Test düzeneğinde 2,54 cm yükseklikte bir merkezi ayak plakasına sabitlenmiş 1,5 metre boyunda 3 adet çubuk aralarında 135 ve 90 derece açı olacak şekilde sabitlendi. Bireyden plakanın üstünde tek ayağı üzerinde dururken, diğer ayağı ile anterior, posteromedial ve posterolateral olmak üzere 3 yöne ayak parmak ucu ile uzanması ve başlangıç pozisyonuna dönmesi istendi. Bu sırada bireyden üzerinde durduğu ayağının topuğunu yerden kaldırmaması, ellerini belden ayırmaması, dengesini kaybetmemesi ve mümkün olan en uzak noktaya parmak ucu ile dokunması istendi. Her ölçüm 3 kez tekrar edilip, en uzun olan mesafe "cm" cinsinden kaydedildi. Teste başlamadan önce bireyin birkaç kez pratik yapmasına ve hazır olunca teste başlamasına izin verildi (Şekil 2), [15], [16]. Uzanma mesafesi, itilen bloğun duruş ayağına en

yakın itildiği nokta olarak kaydedildi. Uzanma mesafeleri, [(uzanma mesafesi / bacak boyu) x100] formülü kullanılarak normalize edildi. Bu normalizasyon yöntemi ile bireyler arasındaki uzuv farklılıklarının sonuçlara olan etkisi elimine edildi (265, 267). Ayrıca, [(anterior + posteromedial + posterolateral) / (3 x bacak uzunluğu) x 100] formülü kullanılarak bireylerin kompozit skorları (KS) hesaplandı [17].



Şekil 2. Y Denge Testi

III. BULGULAR

Gruplar bireylerin yaş ve VKİ değerleri ile cinsiyet ve dominant taraf dağılımları bakımından benzerdi ($p>0,05$). Etkilenen taraf dağılımının gruplarda farklı olduğu ve egzersiz grubundaki etkilenen taraf dominantlık oranının diğer iki gruba göre düşük olduğu tespit edildi ($p=0,009$) (Tablo 2).

Tablo 2. Demografik karakteristiklerin dağılımı

	1. Grup (n=12)	2. Grup (n=12)	3. Grup (n=12)	Test istatistiği	p
Yaş					
Ortanca(Ç1- Ç3)	25.0 (21.5- 33.8)	28.0 (24.0- 40.5)	24.5 (21.0- 38.3)	$\chi^2=1.4931$	0.474
Cinsiyet (Kadın) [n (%)]	9 (75.0)	9 (75.0)	10 (83.3)	$\chi^2=0.4612$	>0.999
VKİ (kg/m ²) Ort±ss	23.48±2.47	23.53±3.55	22.75±3.89	F=0.2053	0.816
Dominant taraf sağ [n (%)]	9 (75.0)	11 (91.7)	12 (100.0)	$\chi^2=3.2932$	0.294
Etkilenen taraf sağ [n (%)]	3 (25.0)	10 (83.3)	9 (75.0)	$\chi^2=9.4882$	0.009*

VKİ: Vücut Kitle İndeksi, Ç1-Ç3: 1. Çeyrek- 3. Çeyrek, SS: standard sapmaya χ^2 : Kruskal-Wallis test istatistiği, F: ANOVA test istatistiği,

* 1. Gruptaki oran diğer iki gruba göre anlamlı derecede düşüktür. ($p<0.05$).

Bireylerin tedavi öncesi ve sonrası KS verileri gruplar arasında benzerdi. (sırasıyla; ATS=0.594, $p=0.558$ ve ATS=0.929, $p=0.405$). Tedavi sonrasında KS ortalamaları her üç grupta da tedavi öncesine göre yüksekti (sırasıyla; $t=3.437$, $p=0.006$; $t=4.044$, $p=0.002$ ve $t=6.182$, $p=0.001$). Tedavi sürecinde gözlenen KS değişimlerinin üç grupta da benzer olduğu görüldü (ATS=0.169, $p=0.843$). Femoral rotasyonel bantlama grubundaki değişimin etki genişliğinin egzersiz ve McConnell bantlama grubundakine nazaran daha yüksek olduğu bulundu (sırasıyla; $r=0.881$, $r=0.720$ ve $r=0.773$) (Tablo 3).

Tablo 3. Kompozit skor verilerinin gruplardaki dağılımı.

	1. Grup (n=12)	2. Grup (n=12)	3. Grup (n=12)	GA ATS; p	GZE ATS;p
KS					
Ort±ss					0.169; 0.843
Önce	84.56±7.37	86.80±10.27	88.45±8.42	0.594;0.558	
Sonra	89.83±8.73	92.99±9.56	94.76±8.58	0.929;0.405	
Gİ	3.437;	4.044;	6.182;		
t; p	0.006	0.002	0.001		
r	0.720	0.773	0.881		

KS: Kompozit Skor, ATS: ANOVA Test İstatistiği, t: Eşleştirilmiş T-Test, r: Etki büyüklüğü, Ort: Ortalama, ss: Standart Sapma, GA: Gruplar arası, Gİ: Grup içi, ($p<0.05$).

IV. TARTIŞMA

Bu çalışmada elde edilen YDT verilerinin sonuçlarına göre; hem kor kaslarına ve dengeye yönelik egzersizleri içeren tedavi programı hem de bu programa ilave uygulanan FRB veya MPB tekniklerinin PFA'lı bireylerin dinamik dengesinde iyileşme sağladığını gördük. Ancak tedavi sonrası KS verilerinin değişimindeki etki büyüklükleri göz önüne alındığında, egzersize ilave FRB protokolü denge gelişiminde diğer iki protokole göre daha büyük bir etki büyüklüğüne sahipti. Çalışmalar, PFA'lı bireylerin denge verilerinde sağlıklı bireylere kıyasla daha düşük değerler kaydettiğini bildirmişlerdir [3], [7], [18]-[20]. Patellofemoral ağrılı asker katılımcılar ile yapılan bir çalışmada, semptomatik bireylerin kontrollere göre posterolateral yön uzanma mesafesi ve koronal düzlem diz projeksiyon açısında kötü sonuçlar gösterdikleri bildirilmiştir [18]. Egzersizin PFA'lı bireylerin denge performanslarını iyileştirmedeki etkisi bazı çalışmalarda incelenmiştir. Dört haftalık rutin fizyoterapi egzersiz programına ilave uygulanan kor nöromusküler eğitiminin PFA'lı bireylerde ağrı, denge ve fonksiyonel performansı

iyileştirmek için tek başına rutin fizyoterapi egzersizinden daha etkili olduğu bildirilmiştir [7]. Benzer olarak 2016 yılında 4 haftalık geleneksel fizik tedavi programına eklenen kor kas güçlendirme programının geleneksel fizik tedavi programına kıyasla YDT verilerinde daha iyi sonuçlara yol açtığını rapor etmişlerdir [9]. Literatürde bantlama teknikleri ile egzersiz uygulamalarının denge üzerindeki etkilerinin karşılaştırıldığı bir çalışmaya rastlanmamıştır. McConnell patellar bantlama tekniği ile yapılan anlık etki çalışmaları, MPB tekniğinin sham bant uygulanan veya bant uygulanmayan kontrol gruplarından denge performansının geliştirilmesi açısından daha üstün olduğunu bildirmektedir [12], [21], [22]. Çalışmamızın verilerine göre, egzersize ilave MPB protokolünün YDT'nin anterior yön verilerinde diğer iki protokole göre daha etkili iyileşme sağladığı görüldü. Earl ve arkadaşları, YDT sırasında vastus medialis oblikus (VMO) zayıflığının anterior yönde azalmış fonksiyonla ilişkili olduğunu bulmuştur [23]. Nitekim literatüre bakıldığında bir çok çalışmada MPB tekniğinin VMO/VL aktivitesi oranında artış sağladığı rapor edilmiştir [24]-[28]. MPB'nin bu etkisinin, patellar hizalamayı iyileştirme etkisi sayesinde daha yüksek bir VMO aktivitesi ortaya çıkarmasından kaynaklı olabileceği düşünülmektedir.

FRB tekniğinin dinamik aktiviteler esnasında artmış dinamik valgusu azaltarak dinamik postural kontrolü daha fazla geliştirmiş olabileceği düşünülmektedir. Nitekim uyguladığımız FRB tekniğiyle benzer etki hedefleyen bir çok anlık etki çalışmasında, kalça ve diz kinematiklerini etkileyerek dinamik diz valgusu, ağrı ve fonksiyon üzerinde etkili olduğu gösterilmiştir [11], [29]-[33]. Song ve arkadaşları 2017 yılında, PFA'lı kadın bireyler üzerinde ayakta durma pozisyonunda ve ekstremiteler maksimum eksternal rotasyonda iken %25 gerimle uyguladıkları Kinezyobant uygulamasının YDT testi sırasındaki etkinliğini değerlendirdikleri çalışmalarının sonucunda; dinamik dengeyi geliştirmek ve YDT sırasında ağrıyı azaltmak için FRB tekniği kullanımını önermişlerdir [11]. Sonuç olarak çalışmamızın verileri, PFA'lı bireylerin denge performanslarının geliştirilmesinde egzersiz programının etkili olduğunu ancak hem lokal hem de proksimal bölgeye yönelik egzersize ilave uygulanan FRB veya MPB tekniğinin ek katkı sağlayabileceğini göstermektedir.

V. SONUÇLAR

Hem kor güçlendirme egzersizlerinin dahil edildiği egzersiz programı hem de bu egzersiz programına eklenen MPB ve FRB bantlama uygulamaları PFA'lı bireylerde dengeyi geliştirebilir. Her iki bantlama uygulaması özellikle de FRB egzersize ilave uygulandığında tedavinin etkinliğini arttırabilir. Bu etkilerin ilerleyen çalışmalarda daha büyük örneklem büyüklüğü ve daha uzun tedavi sürelerinde test edilmesi önerilir.

KAYNAKLAR

- [1] L. Ricotti, "Static and dynamic balance in young athletes." *Journal of human sport and exercise*, 6(4), 616-628, 2011.
- [2] K. Jones, K. Barker. "Human Movement Explained." Edinburgh, Scotland: Butterworth-Heinemann; 2000.
- [3] S. Citaker, D. Kaya, I. Yuksel, B. Yosmaoglu, J. Nyland, O. A. Atay, M. N. Doral, "Static Balance in Patients With Patellofemoral Pain Syndrome." *Sports Health: A Multidisciplinary Approach*, 3(6), 524-527. 2011. doi:10.1177/1941738111420803
- [4] K. M. Crossley, M. van Middelkoop, M. J. Callaghan, N. J. Collins, M. S. Rathleff, C. J. Barton. "2016 Patellofemoral pain consensus statement from the 4th International Patellofemoral Pain Research Retreat, Manchester. Part 2: recommended physical interventions (exercise, taping, bracing, foot orthoses and combined interventions)," *British Journal of Sports Medicine*, 50(14):844-852, 2016.
- [5] F. T. Sheehan, A. Derasari, T. J. Brindle, K. E. Alter. "Understanding patellofemoral pain with maltracking in the presence of joint laxity: complete 3D in vivo patellofemoral and tibiofemoral kinematics," *Journal of Orthopaedic Research*, 27(5):561-570, 2009.
- [6] C. Grant, C. N. Fick, J. Welsh, J. McConnell, F. T. "Sheehan. A word of caution for future studies in patellofemoral pain: a systematic review with meta-analysis," *The American Journal of Sports Medicine*, 49(2):538-551, 2021.
- [7] A. Motealleh, M. Mohamadi, M. B. Moghadam, N. Nejati, N. Arjang, & N. Ebrahimi, "Effects of core neuromuscular training on pain, balance, and functional performance in women with patellofemoral pain syndrome: a clinical trial." *Journal of chiropractic medicine*, 18(1), 9-18, 2019.
- [8] Y. Erdoganoglu, M. Pepe, D. Kaya, B. Tagrikulu, E. Aksahin, C. N. Aktekin. "Lower extremity alignment due to patellofemoral syndrome and dynamic postural balance." *Journal of Orthopaedic Surgery*. 28(1), 2020. doi:10.1177/2309499019900819
- [9] M. F. Chevidikunnan, A. Al Saif, R. A. Gaowgzeh, & K. A. Mamdouh, "Effectiveness of core muscle strengthening for improving pain and dynamic balance among female patients with patellofemoral pain syndrome." *Journal of physical therapy science*, 28(5), 1518-1523, 2016.

- [10] N. J. Collins, C. J. Barton, M. V. Middelkoop, M. J. Callaghan, M. S. Rathleff, B. T. Vicenzino, et al. "2018 Consensus statement on exercise therapy and physical interventions (orthoses, taping and manual therapy) to treat patellofemoral pain: recommendations from the 5th international patellofemoral pain research retreat, gold coast, australia, 2017," *British Journal of Sports Medicine*, 52(18):1170-1178, 2018.
- [11] C. Y. Song, J. J. Lin, A. H. Chang, "Effects of femoral rotational taping on dynamic postural stability in female patients with patellofemoral pain." *Clinical Journal of Sport Medicine*, 27(5), 438-443, 2017.
- [12] N. Aminaka, P. A. Gribble, "Patellar taping, patellofemoral pain syndrome, lower extremity kinematics, and dynamic postural control." *Journal of athletic training*, 43(1), 21-28, 2008.
- [13] R. Arjun, R. Kishan, M. Dhillon, D. Chouhan. "Reliability of clinical methods in evaluating patellofemoral pain syndrome with malalignment," *International Journal of Research in Orthopaedics*, 3(3):334, 2017.
- [14] T. H. Nakagawa, T. B. Muniz, R. dM. Baldon, C. Dias Maciel, R. B. de Menezes Reiff, F. V. Serrão. "The effect of additional strengthening of hip abductor and lateral rotator muscles in patellofemoral pain syndrome: a randomized controlled pilot study," *Clinical Rehabilitation*, 22(12):1051-1060, 2008.
- [15] G.F. Coughlan, K. Fullam, E. Delahunt, C. Gissane, B. M. Caulfield. "A comparison between performance on selected directions of the star excursion balance test and the Y balance test," *Journal of Athletic Training*, 47(4):366-371, 2012.
- [16] A. Razeghi, N. Rahnama, E. Shokri. "The ability of modified star excursion balance test to differentiate between women athletes with and without chronic ankle instability," *International Journal of Medical Research & Health Sciences*, 5:210-215, 2016.
- [17] A. C. Gonell, J. A. P. Romero, L. M. Soler. "Relationship between the Y balance test scores and soft tissue injury incidence in a soccer team," *International Journal of Sports Physical Therapy*, 10(7):955-966, 2015.
- [18] T. H. Nakagawa, A. F. Dos Santos, G. C. Lessi, R. S. Petersen, R. S. Silva. "Y-balance test asymmetry and frontal plane knee projection angle during single-leg squat as predictors of patellofemoral pain in male military recruits," *Physical Therapy in Sport*, 44:121-127, 2020.
- [19] S. P. Lee, R. B. Souza, C. M. Powers. "The influence of hip abductor muscle performance on dynamic postural stability in females with patellofemoral pain," *Gait & Posture*, 36(3):425-429, 2012.
- [20] B. Arun, T. Vakkachan, B. Abraham. "Comparison of dynamic postural control with and without patellofemoral pain syndrome using star excursion balance test," *Journal of Medical Science and Technology*, 2(3):1-6, 2013.
- [21] D. C. Ferreira, R. A. d. Silva Junior, C. G. A. Araújo, P. R. Mantovani, C. D. S. G. Macedo. "McConnell patellar taping on postural control of women with patellofemoral pain syndrome: randomized clinical trial," *Fisioterapia em Movimento*, (Fisioter Mov), 33:e003357, 2020.
- [22] I. Conforti, S. Fiore, I. Mileti, L. Dinia, F. Mangini, F. Frezza, et al., editors. "Measuring immediate effects of patellar taping on balance kinematics." In: 2020 IEEE International Symposium on Medical Measurements and Applications (MeMeA), Bari, Italy, 2020:1-6
- [23] J. Earl, J. Hertel, C. Denegar. "Efficacy of a 6-week neuro muscular rehabilitation program on pain, function, muscle activity and joint motion in patients with patellofemoral pain," *Journal of Athletic Training*, 38(2):83, 2003.
- [24] S. M. Cowan, K. L. Bennell, P. W. Hodges. "Therapeutic patellar taping changes the timing of vasti muscle activation in people with patellofemoral pain syndrome," *Clinical Journal of Sport Medicine*, 12(6):339-347, 2002.
- [25] C. Barton, V. Balachandar, S. Lack, D. Morrissey. "Patellar taping for patellofemoral pain: a systematic review and meta-analysis to evaluate clinical outcomes and biomechanical mechanisms," *British journal of sports medicine*, 48(6):417-424, 2014.
- [26] E. A. Christou. "Patellar taping increases vastus medialis oblique activity in the presence of patellofemoral pain," *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 14(4):495-504, 2004.
- [27] W. Gilleard, J. McConnell, D. Parsons. "The effect of patellar taping on the onset of vastus medialis obliquus and vastus lateralis muscle activity in persons with patellofemoral pain," *Physical Therapy*, 78(1):25-32, 1998.
- [28] S. E. Lee, S. H. Cho. "The effect of McConnell taping on vastus medialis and lateralis activity during squatting in adults with patellofemoral pain syndrome," *Journal of Exercise Rehabilitation*, 9(2):326-330, 2013.
- [29] C. Y. Song, H. Y. Huang, S. C. Chen, J. J. Lin, A. H. Chang. "Effects of femoral rotational taping on pain, lower extremity kinematics, and muscle activation in female patients with patellofemoral pain," *Journal of Science and Medicine in Sport*, 18(4):388-393, 2015.
- [30] L. Herrington. "Effect of a SERF strap on pain and knee-valgus angle during unilateral squat and step landing in patellofemoral patients," *Journal of Sport Rehabilitation*, 22(1):27-32, 2013.
- [31] C. M. Powers, R. B. Souza, D. Selkowitz. "The effect of femoral strapping on pain response, hip rotation and gluteus maximus activation in persons with patellofemoral pain," *Physiotherapy*, 93(1):198, 2007.
- [32] H. Greuel, L. Herrington, A. Liu, R. K. Jones. "Does the Powers™ strap influence the lower limb biomechanics during running? " *Gait & Posture*, 57:141-146, 2017.
- [33] S. Rajasekar, A. Kumar, J. Patel, M. Ramprasad, A. J. Samuel. "Does kinesio taping correct exaggerated dynamic knee valgus? A randomized double blinded sham-controlled trial," *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 22(3):727-732, 2018.