

# Core Bölgesinin Spor Yaralanmalarında ve Sporcu Performansında Önemi

## The Importance of the Core Region in Sports Injuries and Sports Performance

Aydan ÖRSÇELİK<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Spor Hekimliği Kliniği,  
Gülhane Eğitim ve  
Araştırma Hastanesi,  
Ankara

Geliş Tarihi/Received: 19.12.2016  
Kabul Tarihi/Accepted: 31.10.2017

Yazışma Adresi/Correspondence:

Aydan ÖRSÇELİK  
Gülhane Eğitim ve  
Araştırma Hastanesi,  
Spor Hekimliği Kliniği,  
Ankara, TÜRKİYE  
aorscelik@gata.edu.tr

**ÖZET** Son yıllarda, core kuvvetlendirme ve stabilizasyon egzersizlerinin katıldığı antrenman programları daha popüler hale gelmiştir. Bu core bölgesinin anatomik ve fonksiyonel olarak vücudun en etkileyici bölümü olması ve dinamo görevini üstlenmesinden kaynaklanır. Core bölgesi vücudun üst yarımı ile alt yarımı arasında güç aktarımından sorumludur. Tüm hareketler core bölgesinden başlar ve ekstremitelere aktarılır. Günlük yaşam aktivitelerinde olduğu gibi ağırlık egzersizleri sırasında da bel stabilizasyonunda core kasları çok önemli bir rol oynar. Core için atma ve sallanma gibi karma uzuv hareketleri için gövde stabilitesini sağlayan torakolomber, abdominal, pelvik ve kalça kas sistemi olarak tanımlamalar bulunmaktadır. Sağlıklı bireyler bile yaralanmalardan korunmaya ve atletik performansı artırmaya yardımcı olmak için güçlü ve stabil bir core geliştirmeye ihtiyaç duyar. Sporcu core'u ne kadar güçlü ve stabil ise sporcunun da o kadar güçlü olduğu iddia edilmektedir. Ancak core kuvvet antrenmanlarının (CKA) atletik performansı geliştirme üzerine çok az sayıda çalışma bulunmaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Kas kuvveti; atletik performans

**ABSTRACT** Recently, training programs that incorporate core strengthening and stability exercises have become popular. The core is the anatomic and functional centerpiece and the powerhouse of the body. Core is responsible for the transmission of force between upper and lower halves of your body. All motions are generated from the core and translated to the extremities. Core muscles play a very important role in stabilizing the spine during lifting exercises as well as everyday activities. The core can be defined as the thoracolumbar, abdominal, pelvic, and hip musculatures, which provide trunk stability for integrated limb movements (such as throwing and swinging). Even healthy clients need to create a strong and stable core to help prevent injury and increase athletic performance. It is claimed that the stronger and more stable the athlete's core is, the stronger the athlete is. However, there are very few studies on improving the athletic performance of core strength training.

**Keywords:** Muscle strength; athletic performance

Son yıllarda, core kuvvetlendirme ve stabilizasyon egzersizlerinin katıldığı antrenman programları daha popüler hale gelmiştir. Bu core bölgesinin anatomik ve fonksiyonel olarak vücudun en etkileyici bölümü olması ve dinamo görevini üstlenmesinden kaynaklanır.<sup>1</sup> Core bölgesi vücudun üst yarımı ile alt yarımı arasında güç aktarımından sorumludur.<sup>2-4</sup> Tüm hareketler core bölgesinden başlar ve ekstremitelere aktarılır.<sup>1</sup> Günlük yaşam aktivitelerinde olduğu gibi ağırlık egzersizleri sırasında da bel stabilizasyonunda core kasları çok önemli bir rol oynar.<sup>2,3,5</sup> Genel olarak, core kasları abdominal ve bel bölgesi kas sistemini içerir.<sup>2,3</sup> Core için atma ve sallanma gibi karma uzuv hareketleri için gövde stabilitesini sağlayan torakolomber, abdominal, pelvik ve kalça kas sistemi olarak da tanımlamalar bulunmaktadır.<sup>4-7</sup>

Sağlıklı bireyler bile yaralanmalardan korunmaya ve atletik performansı artırmaya yardımcı olmak için güçlü ve stabil bir core geliştirmeye ihtiyaç duymaktadır.<sup>2,3</sup> Sporcu core'u ne kadar güçlü ve stabilse sporcunun da o kadar güçlü olduğu iddia edilmektedir.<sup>1</sup> Ancak CKA'nın atletik performansı geliştirme üzerine etkisini araştıran çok az sayıda çalışma bulunmaktadır.<sup>7,8</sup> Atletik performansı artırdığına yönelik olan görüşlerin de, genel kuvvet antrenmanlarının hareketin ekonomisini geliştirme, yorgunluğu geciktirme, anaerobik kapasiteyi artırma ve maksimal hızı geliştirmesi sonucunda dayanıklılık performansını artırmaya katkı sağlamasından kaynaklandığı değerlendirilmektedir.<sup>9</sup>

Koşucularda core kaslarında dengesizlik ya da yetersizlik yorgunluk artışı, dayanıklılıkta azalma ve yaralanma ile sonuçlanabilir.<sup>3</sup> Sato ve ark. tarafından yapılan bir çalışmada rekreasyonel ve yarışmacı sporcularda 6 hafta uygulanan CKA'nın zemin reaksiyon kuvveti (GRF), alt ekstremitte stabilitesi ve tüm koşu performansı üzerine etkisi araştırılmıştır. Randomize olarak ayrılan iki gruptan birine CKA uygulanmış (n=12), diğer gruba (n=8) uygulanmayıp kontrol grubu olarak değerlendirilmiştir. CKA uygulanan grupta 5000 m koşusunda belirgin hız artışı saptanmıştır. Ancak, 6 hafta uygulanan CKA alt ekstremitte stabilitesine ve GRF değişkenlerine belirgin etki oluşturmamıştır.<sup>8</sup>

Sharma ve ark. tarafından yapılan bir çalışmada gövde instabilitesi olan voleybol sporcularına 9 hafta boyunca CKA uygulanarak vertikal sıçrama performansı ve statik denge değişkenleri üzerine etkisi incelenmiştir. 40 sporcu randomize olarak iki gruba ayrılmıştır; Müdahale ve kontrol grubu. 9 hafta uygulanan CKA'nın gövde stabilitesini artırdığı ve vertikal sıçrama parametrelerini geliştirdiği ortaya konulmuştur.<sup>10</sup>

Granacher ve ark. tarafından yapılan bir çalışmada stabil ve stabil olmayan yüzeyde uygulanan CKA'nın okul çağındaki çocukların (13-15 yaş) fiziksel uygunlukları üzerine etkisi araştırılmıştır. 27 sağlıklı kişi randomize olarak iki gruba ayrılmıştır; Stabil grup (n=13) ve stabil olmayan grup (n=14). Her iki gruba 6 haftalık CKA uygulanmıştır. Stabil grubun egzersizleri stabil yüzey, stabil olmayan grubun egzersizleri stabil olmayan yüzey kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Her iki grubun fiziksel uygunluğunda belirgin artış saptanmıştır. Stabil olmayan grupta yapılan CKA'nın sadece otur uzan testinde avantaj sağlandığı gözlenmiştir.<sup>5</sup> Bu sonucu avantaj olarak kabul etmekte performans için çok anlam ifade etmemektedir.

Prieske ve ark. tarafından yapılan Granacher'in de yer aldığı çalışmada 39 erkek futbolcuya (17±1 yaş) sta-

bil ve stabil olmayan yüzeyde uygulanan CKA'nın nöromusküler ve atletik performans üzerine üzerine etkisi araştırılmıştır. Randomize olarak iki gruba ayrılmıştır; Stabil yüzey grubu (SY) ve Stabil olmayan yüzey grubu (SOY). Her iki gruba rutin sezon içi futbol antrenmanına ilave olarak haftada 2-3 defa, 9 hafta boyunca CKA uygulanmıştır. SOY grubunun egzersizleri stabil olmayan yüzey kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Rutin sezon içi futbol antrenmanına ilave uygulanan stabil veya stabil olmayan yüzeyde CKA'nın gövde kas gücü aktivasyonu, sürat koşusu ve tekme performansında gelişmeye neden olduğu ortaya konmuştur.<sup>11</sup> Bu çalışmanın kısıtlılığı kontrol grubunun olmamasıdır. Granacher, Prieske ve ark. tarafından yapılan bu iki çalışmanın ortak sonucu, CKA uygulanmasının atletik performans üzerinde belirgin farklılık oluşturduğu ancak CKA uygulanan yüzeyin stabil veya stabil olmamasının sonuçları değiştirmediğidir.

Hoppes ve ark. tarafından 8 haftalık core stabilize programının fiziksel dayanıklılık ve abdominal kas kalınlığını geliştirici etkisini göstermek amacıyla yaptıkları randomize kontrollü çalışmaya 33 asker katılımcı dahil edilmiştir. Katılımcılar core stabilize programı uygulanan grup ve kontrol grubu olarak ikiye ayrılmıştır. Askerlerde zırh kullanımının; aksiyel yüklenmeye sebep olup bel ağrısı ile sonuçlanabileceği, bel biyomekaniğini negatif yönde etkileyebileceği fikirleriyle yola çıktıkları çalışmalarında katılımcılar zırhlı ve zırhsız olarak ayakta ve yatar pozisyonda USG eşliğinde abdominal kas kalınlığı ölçümü ile değerlendirilmiştir. Bu çalışmanın sonucunda sekiz hafta yapılan core stabilize programı ile transversus abdominis kas aktivasyonunda ayakta, zırhlı ya da zırhsız ölçümlerinde belirgin gelişme saptanmıştır.<sup>12</sup> Bu çalışmanın bu derlemede yer almasının sebebi çalışmaya dâhil edilen askerlerin düzenli ve yoğun spor yapan bir birimden seçilmiş olmasıdır.

Plummer ve ark. tarafından yapılan çalışmada atış hareketi sırasında 42 beyzbol ve softbol tutucusunun her iki gluteus maksimus ve medius kas aktivitesi incelenmiştir. Bu çalışmanın sonucunda tutucuların atma hareketi sırasında pelvis ve gövde kontrolü denemesinde hem konsantrik hem de egzantrik gluteal aktivasyonunun kanıtı sağlanmıştır. Gluteal kaslar pelvisin stabilitesinin korunmasında direk bir rol oynamaktadır ve tutucular tüm lumbopelvik kompleksinin kuvvetlendirme antrenman programına dâhil edilmesini içermezdir. Konsantrik ve egzantrik gluteal egzersizleri ile birleştirilmesi kas iskelet sistemi core stabilitesinin gelişimine yardımcı olabilir, böylece üst ekstremitte yaralanmasından korunmaya da yardım edebilir.<sup>13</sup>

Tinto ve ark. tarafından yapılan çalışmada ortalama 10±1 yaşında yirmi bayan senkronize yüzücü iki gruba ayrılmıştır. Bir gruba rutin egzersizlere ek olarak 6 ay boyunca haftada 2 defa CKA, diğer gruba sadece rutin egzersizler uygulanmıştır. Sporcuların oblik ve transversus abdominis kas gücü Stabilizer Pressure Biofeedback cihazı ile yüzüstü ve sırtüstü pozisyonda ve izotonik kas dayanıklılığı McGill testi ile değerlendirilmiştir. CKA grubunda çok sayıda parametrede istatistiksel olarak anlamlı artış saptanmıştır.<sup>14</sup> Diğer çalışmalarda 6 ile 9 hafta arası sürelerde uygulanan CKA, Tinto ve ark. tarafından yapılan bu çalışmada farklı olarak 6 ay gibi uzun süre uygulanmıştır. Sürenin uzunluğu performans açısından daha etkin sonuç alınmasını sağlamış olabilir. Ayrıca sporcu yaş grubunun çocuk ile adölesan arası olmasının gelişimlerinde daha büyük ve anlamlı farklılığa yol açabileceği değerlendirilmektedir. Bu çalışma genel olarak hareketin kalitesini iyileştirmek ve yaralanmaya karşı önlem almak, stabilite ve özel adaptasyonları sağlamak için core bölgesinin güçlendirilmesinin önemini yinelemektedir.

Örsçelik ve ark. tarafından yapılan çalışmada aynı oryantiring kulübündeki 30 bayan elit sporcu (20-21 yaş) randomize olarak iki gruba ayrılmıştır; Müdahale ve kontrol. Her iki grup rutin antrenman programını uygularken müdahale grubuna 12 hafta boyunca haftada 3 gün 40 dakika CKA yaptırılmıştır. Antrenman öncesi ve sonrasında akciğer fonksiyon, wingate anaerobik güç, Cooper, izokinetik, denge ve koordinasyon test ölçümleri yapılmıştır. Antrenmana bağlı her iki grupta gelişme gözlenmekle birlikte müdahale grubunda denge, koordinasyon, kas kuvveti, akciğer fonksiyonları ve aerobik performans parametrelerinde daha belirgin artış saptanmıştır. İlginç olarak, dayanıklılık parametreleri kontrol grubunda artarken, müdahale grubunda azalmıştır. CKA oryantiring sporcularında performansı geliştirmede önemli olabilirken belki maraton koşucularında hata olabileceği değerlendirilmiştir. Sonuçta, amaç dayanıklılığı artırmaksa CKA dezavantaj olabilir.<sup>15</sup>

Esculier ve ark. tarafından yapılan patellofemoral ağrı sendromu (PFAS) olan koşucularda çok yönlü rehabilitasyon programının semptomlar ve GRF üzerine etkisinin araştırıldığı çalışmaya 21 koşucu dahil edilmiştir. Koşuculara 8 hafta boyunca alt bacak, core kuvvetlendirme ve motor kontrol egzersizleri uygulanmıştır. Diz sonuçlarının günlük yaşam aktivite skalası anketi (The Activities of Daily Living Scale of the Knee Outcome Survey (KOS-ADLS) questionnaire) ve VAS ile değişen semptom ve fonksiyonların değerlendirilmesi yapılmış-

tır. Ayrıca koşarken vertikal zemin reaksiyon kuvveti (VGRF) ve alt bacak izometrik kuvveti ölçülmüştür. Girişim sonrasında KOS-ADLS ve VAS değerlerinde istatistiksel ve klinik olarak belirgin gelişme gösterilmiştir. İzometrik kuvvette değişiklik saptanamamıştır. Girişim sonrası anlık vertikal yüklenme oranı azalmıştır ve bu azalma KOS-ADLS skoru değişimi ile ilişkilendirilmiştir. Bu çalışma çok yönlü girişimin PFAS'lı koşucularda ağrıyı azaltma ve fonksiyonları geliştirmede başarılı olduğunu göstermiştir.<sup>16</sup>

Yılmaz Yelvar ve ark. tarafından 42 gönüllü PFAS'lı bayanda yapılan çalışmada hastalar randomize olarak 2 gruba ayrılmıştır. 1. gruba (n=22) terapotik diz egzersizleri ve stabilizasyon egzersizleri uygulanırken 2. gruba (n=20) sadece terapotik diz egzersizleri uygulanmıştır. Hastalar tedavi öncesi, sonrası ve 12. haftada ağrı, hamstring esnekliği, fonksiyon, alt ekstremitte kas kuvveti ve postural kontrol yönünden değerlendirilmiştir. 1. grup tedaviden sonra tüm parametreler açısından daha başarılı olarak saptanmıştır. PFAS'lı hastalarda stabilizasyon egzersizlerinin kuvvet ve fonksiyonu geliştirdiği, ağrının azalmasını sağlamaya yardımcı olduğu ortaya konmuştur.<sup>17</sup>

Ferber ve ark. tarafından yapılan dört merkezde yürütülen randomize kontrollü çalışmada PFAS'lı 199 sporcu diz ve kalça grubu olarak iki gruba ayrılmıştır. Bu hastalara 6 hafta boyunca rehabilitasyon programı uygulanmıştır. Kalça grubunda core stabilizasyonuna yönelik rehabilitasyon yapılmıştır. Çalışmada hem diz hem kalça grubunda 6 hafta boyunca rehabilitasyon uygulaması sonucunda PFAS, fonksiyon ve kuvvette gelişim görülmüştür. Kalça grubunda daha erken dönemde ağrıya çözümlenme ve tüm kuvvet kazanımlarında diz grubundan daha büyük gelişim saptanmıştır.<sup>18</sup> Kontrol grubunun olmaması bu çalışmanın kısıtlılığıdır.

Esculier, Yılmaz Yelvar, Ferber ve ark. tarafından yapılan bu üç ayrı çalışmanın ortak sonucu olarak PFAS olan sporcularda en az 6 hafta boyunca uygulanan CKA'nın ağrının azalması ve fonksiyonun gelişiminde etkili olduğu çıkarılabilmektedir.

Alvarez-Díaz ve ark. tarafından yapılan çalışmada minimum 2 yıl takibi yapılan spondilolizis tanısı almış 34 futbolcuya (ortalama 15.7 yaş) 3 ay süreyle spor aktivitelerine ara verilerek rehabilitasyon programı uygulanmıştır. Rehabilitasyon programında abdominal kas kuvvetlendirme, hamstring germe, core stabilizasyon egzersizleri ve gövde rotasyon hareketleri yaptırılmıştır. İstirahat halinde ve günlük aktivite ile ağrısı olan hasta-

lara ayrıca torakolomber ortez kullanılmıştır. Hastalar 3 ay aralıklarla takibe alınmıştır. Hastaların takibinde Steiner ve Michelli tarafından kullanılan fonksiyonel skorlama uygulanmıştır. Spora ara verme süresi ortalama 3.9 ay ve tam spora dönüş 5.2 ay olarak saptanmıştır. Çalışma 28 hasta (%82) şiddetli egzersiz sırasında ağrısız, 4 hasta (%12) şiddetli egzersiz sırasında minimum rahatsızlık hissi, 1 hasta (%3) hafif ağrı ve spor seviyesinde azalma ve 1 hasta (%3) spora dönememiş olarak sonuçlanmıştır. Bu çalışmanın ortaya koyduğu en önemli değer spondilolizisli genç aktif futbolcularda spora ara vererek yapılan rehabilitasyon uygulamasının mükemmel fonksiyon ile sonuçlandırıldığıdır.<sup>19</sup>

Yüzücülerde omuz aşırı kullanım yaralanmasının önlenmesi kilit unsurdur ve öncelikle uygun antrenman rejimlerine, vuruş tekniğine ve rotator kaf, skapula stabilizatörleri ve core kasları için ilave bir kuvvet antrenman programına dikkat edilmesini içerir.<sup>20</sup> Yarışmacı yüzücülerdeki omuz ağrısı prevelansının yüksek olması nedeniyle Tate ve ark. tarafından yapılan kesitsel çalışmaya 8-77 yaş arası 236 bayan yüzücü dahil edilmiştir. Genç yüzücülerde azalmış omuz esnekliği ve latissimus dorsi gerginliği semptomatik olarak saptanırken, 12 yaş ve üstü olan yüzücülerde pektoralis minör kası gerginliği ve azalmış core dayanıklılığı semptomlar ile ilişkilendirilmiştir. Yüzücü omuzu gelişiminden korunmak için core bölgesi çalışmalarının da önemli olduğu vurgulanmıştır.<sup>21</sup>

Tate ve ark. tarafından yapılan başka bir çalışmaya Amerika'da 156 yüzme takımı koçu veya genç, lise, üniversite takımı liderleri ve 196 elit yüzücü (n=352) dahil

edilmiştir. Bu 5 alandaki genel antrenman uygulamalarını tanımlamak için geliştirilmiş bir web tabanlı çalışmadır. Bu alanlar yüzme, kara antrenmanı ve ayak vuruşu gibi su içi teknikleri miktar tespiti, üst vücut germe, omuz, core kuvvetlendirme ve kros antrenmanını içermektedir. Sonuçlar farklı antrenman çalışmalarını göstermektedir. Ancak, çalışmaya katılanların çoğunun savunma yapan, uzamış kötü pozisyonlanmaya bağlı omuz ağrısını kışkırtabilen ayak vuruşunu kullandığı saptanmıştır. Lise ve üniversite takımlarında uzun mesafe yüzmenin omuz tendinopati risklerini artırdığı ortaya konmuştur. Yaygın olarak kullanılan germe ve kuvvetlendirme egzersizleri ve dozajlarının güncel yayınların tavsiyeleri ile uyuşmadığı saptanmıştır ve yüzme literatüründe tanımlanan tipik mobilite kısıtlamaları ve kas zayıflıklarını tanımlamada özgüllük görülmemiştir. Core kuvvetlendirme ve kros antrenmanının sıklıkla uygulandığı belirlenmiştir. Çalışmada yüzücülerin omuzlarının yaralanma riskini artırabilecek su içi ve kara antrenmanlarının çeşitli alanları tespit edilmiştir.<sup>22</sup>

Tate ve ark. tarafından yapılan bu iki farklı çalışmaya toplamda 588 yüzücü ve yüzme koçu dahil edilmiştir ve CKA yüzücü omzu gelişiminden korunmadaki etkisi yinelenmiştir.

CKA ile ilgili literatürde az sayıda çalışma bulunmakla birlikte, mevcut çalışmaların sonuçları bizlere farklı branşlardaki sporcuların yaralanmalardan korunma ve performansı artırmada güçlü bir core'a ihtiyaç duyduğuna işaret etmektedir. Bu alanda daha net veriler elde etmek için daha çok sayıda çalışmaya ihtiyaç duyulmaktadır.

## KAYNAKLAR

- Bliss LS, Teeple P. Core stability: the centerpiece of any training program. *Curr Sports Med Rep* 2005;4:179-83.
- Stephenson J, Swank AM. Core training: designing a program for anyone. *J Strength Cond Res* 2004;26(6):34-7.
- Rivera CE. Core and lumbopelvic stabilization in runners. *Phys. Med. Rehabil Clin N Am* 2017;27(1):319-37.
- Hill J, Leiszler M. Review and role of plyometrics and core rehabilitation in competitive sport. *Curr Sports Med Rep* 2011;10(6):345-51.
- Sharma A, Geovinson SG, Singh Sandhu J. Effects of a nine-week core strengthening exercise program on vertical jump performances and static balance in volleyball players with trunk instability. *J Sports Med Phys Fitness* 2012;52(6):606-15.
- Conte SA, Thompson MM, Marks MA, Dines JS. Abdominal muscle strains in professional baseball: 1991-2010. *Am J Sports Med* 2012;40(3):650-6.
- Akuthota V, Ferreiro A, Moore T, Fredicson M. Core stability exercise principles. *Curr. Sports Med Rep* 2008;7(1):39-44.
- Sato K, Mokha M. Does core strength training influence running kinetics, lower-extremity stability, and 5000-m performance in runners?. *J Strength Cond Res* 2009;23(1):133-40.
- Rønnestad BR, Mujika I. Optimizing strength training for running and cycling endurance performance: a review. *Scand J Med Sci Sports* 2014;24:603-12.
- Granacher U, Schellbach J, Klein K, Prieske O, Baeyens JP, Muehlbauer T. Effects of core strength training using stable versus unstable surfaces on physical fitness in adolescents: a randomized controlled trial. *BMC Sports Sci Med Rehab* 2014;6:40.
- Prieske O, Muehlbauer T, Borde R, Gube M, Bruhn S, Behm DG, et al. Neuromuscular and athletic performance following core strength training in elite youth soccer: Role of instability. *Scand J Med Sci Sports* 2016;26(1):48-56.
- Hoppes CW, Sperier AD, Hopkins CF, Griffiths BD, Principe MF, Schnell BL, et al. The efficacy of an eight-week core stabilization program on core muscle function and endurance: a randomized trial. *Int J Sports Phys Ther* 2016;11(4):507-19.

13. Plummer HA, Oliver GD. The relationship between gluteal muscle activation and throwing kinematics in baseball and softball catchers. *J Strength Cond Res* 2014;28(1): 87-96.
14. Tinto A, Campanella M, Fasano M. Core strengthening and synchronised swimming: TRX® suspension training in young female athletes. *J Sports Med Phys Fitness* 2016. PMID: 27139795.
15. Orsçelik A, Cin T, Apaydin AH, Cicioglu I, Yildiz Y. What changes with core strengthening exercises in orienteering athletes? *Br J Sports Med* 2016;50:Suppl 1 A71-A72.
16. Esculier JF, Bouyer LJ, Roy JS. The effects of a multimodal rehabilitation program on symptoms and ground-reaction forces in runners with patellofemoral pain syndrome. *J Sport Rehabil* 2016;25(1):23-30.
17. Yılmaz Yelvar GD, Baltacı G, Bayrakçı Tunay V, Atay AÖ. The effect of postural stabilization exercises on pain and function in females with patellofemoral pain syndrome. *Acta Orthop Traumatol Turc* 2015;49(2):166-74.
18. Ferber R, Bolgia L, Earl-Boehm JE, Emery C, Hamstra-Wright K. Strengthening of the hip and core versus knee muscles for the treatment of patellofemoral pain: a multicenter randomized controlled trial. *J Athl Train* 2015;50(4):366-77.
19. Alvarez-Díaz P, Alentorn-Geli E, Steinbacher G, Rius M, Pellisé F, Cugat R. Conservative treatment of lumbar spondylolysis in young soccer players. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2011;19(12):2111-4.
20. Nichols AW. Medical Care of the Aquatics Athlete. *Curr Sports Med Rep* 2015;14(5): 389-96.
21. Tate A, Turner GN, Knab SE, Jorgensen C, Strittmatter A, Michener LA. Risk factors associated with shoulder pain and disability across the lifespan of competitive swimmers. *J Athl Train* 2012;47(2):149-58.
22. Tate A, Harrington S, Bunes M, Murray S, Trout C, Meisel C. Investigation of in-water and dry-land training programs for competitive swimmers in the United States. *J Sport Rehabil* 2015;24(4):353-62.