

GEÇMİŞTEN GÜNÜMÜZE SPORDA GÖRECELİ ENERJİ EKSİKLİĞİ

Melda Pelin YARGIÇ. Necmettin Erbakan Üniversitesi/Meram Tıp Fakültesi

Özet

Sporda göreceli enerji eksikliği (RED-S), geçmiş yıllarda “atletik amenore” ve “kadın atlet üçlemesi” olarak adlandırılmış, gittikçe kapsamının tahmin edilenden geniş olduğu anlaşılmış bir tanıdır. Bugünkü bilgilerimize göre kullanılabilir enerjinin düşük olması, üreme sağlığını, kemik sağlığını, endokrin sistemi, metabolizmayı, kan dokusunu, büyüme – gelişmeyi, kalp-damar sistemini, gastrointestinal sistemi, ruh sağlığını, bağışıklığı ve spor performansını etkileyen bir sendrom ile sonuçlanmaktadır. Bu sendromun tanısının konulabilmesi için güncel araçlar geliştirilmektedir. Tedavi süreci sporcu, antrenör, farklı uzmanlık dallarından hekimler, diyetisyen ve psikologdan oluşan bir ekibin uzun süreli çalışmasını gerektirir, buna karşın RED-S’in yol açtığı tüm hasarlar tamamen geri dönüşümlü olmayabilir.

Anahtar Kelimeler: kadın atlet üçlemesi, yeme bozukluğu, sporda göreceli enerji eksikliği, düşük kullanılabilir enerji

Abstract

Relative Energy Deficiency in Sport (RED-S) is a diagnosis that has been previously named as “athletic amenorrhea” and the “female athlete triad”. However, its scope is much wider than predicted. According to our current knowledge, low energy availability affects reproductive health, bone health, endocrine system, metabolism, blood tissue, growth – development, cardiovascular system, gastrointestinal system, mental health, immunity and sports performance. Recently, validated tools are being developed to diagnose this syndrome. The treatment process requires long-term work by a team comprised of athlete, coach, physicians from different specialties, dietitian and psychologist, but all the damage caused by RED-s may not be completely reversible.

Keywords: female athlete triad, eating disorder, relative energy deficiency in sport, low energy availability

GİRİŞ

Bir sporcunun, beslenme ile aldığı enerji ile antrenmana bağlı tükettiği enerjinin farkının, yağsız vücut ağırlığına oranlanmasıyla elde edilen “kullanılabilir enerji”nin düşük olması, güncel yaklaşıma göre; menstrüel siklusu, kemik sağlığını, endokrin sistemi, metabolizmayı, kan dokusunu, büyüme – gelişmeyi, kalp-damar sistemini, gastrointestinal sistemi, ruh sağlığını, bağışıklığı ve spor performansını etkileyen kapsamlı bir sendromun merkezinde oturmaktadır. Neredeyse tüm sistemleri etkileyen bu durumun temelinde “düşük kullanılabilir enerji” yatmakta, bu sendrom “Sporda Göreceli Enerji Eksikliği” olarak adlandırılmaktadır (Mountjoy et al., 2014).

Bu derlemede, sporcularda düşük kullanılabilir enerji düzeyinin sağlığa etkilerinin çok yönlü şekilde ele alınması amaçlanmaktadır. Ayrıca konu tarihsel bağlamında ele alınacak, araştırma bulguları ışığında bu klinik duruma verilen ismin ve fizyopatolojisine dair öngörülerin zaman içinde nasıl geliştiği ve şekillendiği açıklanmaya çalışılacaktır.

Atletik Amenore

Antrenmanların menstrüel siklusa etkisi, 1962 yılında Erdelyi tarafından 557 Macar kadın sporcu üzerinde araştırılmış; şiddetli antrenmanların büyük çoğunlukla (%82) sporcuların adet düzenini bozmadığı, ancak nadir de olsa (%12) siklusları düzensizleştirebildiği görülmüştür (Gyula J Erdelyi, 1962). İlerleyen araştırmalarında Erdelyi, oligomenore ve amenorenin, yüksek fiziksel efor ve dayanıklılık gerektiren branşlardaki sporcularda daha sık görüldüğünü tespit etmiştir (G J Erdelyi, 1976). Uzun mesafe koşucularının menstrüel sikluslarını inceleyen 1979 tarihli bir araştırma, uzun mesafe koşucularında menstrüel disfonksiyonun gerçek bir fenomen olduğunu belirtip bunun vücut yağ yüzdesi ile ilişkili olduğunu raporlamıştır (Dale et al., 1979). Zaman içinde bu fenomen “atletik amenore” olarak nitelendirilmiştir (Anne B Loucks & Horvath, 1985).

Kadın Atlet Üçlemesi

Amerikan Spor Hekimleri Koleji (ACSM) 1992 Haziran’ında sporcu sağlığı ile ilgilenen uzmanların dikkatini çeken ve kaygı uyandıran bir hastalık üçlemesi hakkında bir panel toplamıştır (Yeager et al., 1993). Bu panelde yeme bozukluğu, amenore ve osteoporoz üçlemesinin kadın sporcu sağlığını ciddi anlamda tehdit eden bir sorun olduğu tespit edilmiştir. Yeme bozukluğu, anoreksiya nervosa ve bulimia nervosa gibi ileri bozukluklar olabileceği gibi, DSM-III-R (o tarihteki güncel kriterler) kriterlerini karşılamayan ancak endokrin, psikiyatrik ve kas-iskelet sistemiyle ilişkili patolojilere yol açabilecek

sorunlu yeme davranışı da olabileceği vurgulanmıştır (Yeager et al., 1993). Amenore ise hem gecikmiş menarş (16 yaştan sonra), hem de sekonder amenore olarak değerlendirilmiştir. Sekonder amenore ise birbirini takip eden 3-6 siklusun yokluğu olarak tanımlanmıştır. Üçlemenin son hastalığı olan osteoporoz, iskelet kırılabilirliğinin ve kemik kırığı riskinin artmasına yol açan kemik mikromimarizinin bozukluğu ve düşük kemik kitlesine denmiştir. Amenoreik sporcularda osteoporoz çok hızlı gelişebilir ve her zaman tam iyileşme sağlanamayabilir (Yeager et al., 1993). O yıllarda kadın atlet üçlemesi olarak nitelendirilen bu sendrom, etyopatogenezinde yeme bozukluğu olan ve sonuçta amenore ve kemik mineral dansitesinde azalma görülen, sınırlı ve basit bir denklem olarak anlaşılmıştır.

Uluslararası Olimpiyat Komitesi de kadın atlet üçlemesi hakkında 2005 yılında bir uzman paneli toplamış ve konu hakkında bir tutum belgesi yayınlamıştır (IOC Medical Commission Working Group Women in Sport, 2005). Bu belgede de sendrom, yeme bozukluğu - menstrüel bozukluklar – kemik sağlığı kapsamı içinde ele alınmış, korunma ve tedavi bu kapsamda tartışılmıştır.

Sporda Göreceli Enerji Eksikliği (RED-S)

Amerikan Spor Hekimleri Koleji 2007 yılında kadın atlet üçlemesini tekrar ele almıştır ve tanımını şu şekilde güncelleştirir: “birbiriyle ilişkili üç bileşen arasındaki ilişki: enerji kullanılabilirliği (EA), adet fonksiyonu ve kemik sağlığı” (Nattiv et al., 2007). Burada “kullanılabilir enerji” kavramı, diyetle alınan enerji ile egzersiz ile harcanan enerjinin farkı olarak tanımlanmıştır ve kemik ve menstrüel sağlıktaki bozulmanın sebebi olarak ortaya konmuştur (Nattiv et al., 2007). 2014 yılında Uluslararası Olimpiyat Komitesi’nin kadın atlet üçlemesi üzerine yayınladığı uzlaşma metnini güncellemek üzere topladığı panelde bu alanda geçen yıllar içinde oldukça gelişkin hale gelmiş olan literatür değerlendirildiğinde, konuya kapsamlı bir güncelleme yapılması ihtiyacı anlaşılmıştır (Mountjoy et al., 2014). Bu güncelleme sonucunda, tanının isminin değiştirilmesi de önerilmiştir. Üç hastalığın basit bir neden-sonuç ilişkisi içinde bir arada görülmesinden daha kapsamlı bir sağlık sorunu ile karşı karşıya olduğu anlaşılmış, sorunun fizyolojik işlevleri, sağlığı ve sportif performansı etkileyen multisistemik bir durum olduğu ortaya konmuştur. Uluslararası Olimpiyat Komitesi’nin “Kadın Atlet Üçlemesinin Ötesi: Sporda Göreceli Enerji Eksikliği” başlıklı uzlaşma metni, bu klinik durumun metabolizma, immün sistem, hematolojik sistem, gastrointestinal sistem, ruh sağlığı, kardiyovasküler sistem, endokrin sistem ve büyüme - gelişmeyi de etkileyen kapsamlı bir sorun olduğunu vurgulamıştır. Yapılan bu güncellemede sorunun etyopatogenezine ise, yeme bozukluğu değil, “kullanılabilir enerji açığı” yerleştirilmiştir (Mountjoy et al., 2014).

Son olarak 2018 yılında Uluslararası Olimpiyat Komitesi tarafından Sporda Göreceli Enerji Eksikliği konusunda bir güncelleme metni yayınlanmıştır ve kullanılabilir enerjinin ölçülmesi, erkek sporcularda

RED-S, RED-S ile ilişkili sağlık parametreleri ve performans parametreleri gibi konularda detaya girmişlerdir (Mountjoy et al., 2018).

Kullanılabilir Enerjinin Azlığı

RED-S kavramının temelini oluşturan kullanılabilir enerjinin azlığı, sporcunun diyet ile aldığı enerji ile egzersizde harcadığı enerji arasındaki uyumsuzluktur. Vücudun ideal sağlık ve performansını korumak için gerekli işlevleri destekleyecek enerji sistemde bulunamaz. Kullanılabilir enerji, diyet ile alınan enerjiden (kcal), egzersiz ile harcanan enerjinin (kcal) çıkarılıp, farkın yağsız vücut ağırlığına (kg) bölünmesi ile hesaplanır. Kadınların fizyolojik fonksiyonu için ideal kullanılabilir enerji düzeyi 45 kcal/kg FFM/gün olarak tespit edilmiştir (A B Loucks & Thuma, 2003). Öte yandan, 30 kcal/kg FFM/gün değeri, pek çok sistemin işlevinin bozulduğu, enerji kullanılabilirliğinin düşük olduğu bir değer olarak belirlenmiştir (Williams et al., 2015).

RED-S'in Saptanması

Sporcularda enerji alımının ve egzersizle harcanan enerjinin takibi her zaman kolay değildir. Ancak RED-S konusunda sporcu, antrenör ve sağlık ekibinin farkındalığının yüksek olması büyük fark yaratır. Sporculardaki yeme bozukluklarını fark etmek konusunda antrenörler oldukça avantajlı pozisyondadırlar. Örneğin sporcunun performansında beklenen dışı bir duraksamanın sebebi enerji alımında muhtemel bir dengesizlik olabilir.

Sağlık ekipleri periyodik muayenelerde sporcuya beslenmesine dair açık ve kapalı uçlu sorular sorarak bilgi edinmeye çalışmalıdır. Ayrıca sporcuların beden algısına dair sorular da önemlidir. Sorulabilecek sorulara örnek olarak şunlar verilebilir: "Vücut şeklini ya da ağırlığını etkilemek amacıyla tükettiğin besin miktarını bilinçli olarak kısıtlıyor musun? Vücut şeklini ya da ağırlığını etkilemek amacıyla 8 saat ya da daha fazla süre boyunca hiçbir şey yemediğin oluyor mu? Vücut şeklini ya da ağırlığını etkilemek amacıyla bazı besinleri tüketmekten kaçındığın oluyor mu? Beslenmede uyguladığın katı kısıtlamalar var mı (vücut şeklini ya da ağırlığını etkilemek amacıyla)? Mideni boş hissetmek yönünde bir isteğin var mı?" Sıralanmış olan bu sorular, diyetel kısıtlama soruları olup, liseli uzun mesafe koşucularında düşük kemik mineral ağırlığı ile ilişkili olduğu saptanmış sorulardır (Barrack et al., 2008). Ayrıca kadın sporculara mutlaka ilk adet yaşı, son adet tarihi, son bir yılda kaç kez adet kanaması olduğu, herhangi bir hormon içeren preparat kullanıp kullanmadığı (oral kontraseptif ajanlar gibi) sorulmalıdır. Sporculara daha önce hiç stres kırığı geçirip geçirmediği, kemik mineral yoğunluğu daha önce ölçüldüyse sonucu sorulmalıdır. Adolesan sporcunun büyüme ve gelişmesi takip edilmelidir ve beklenen değerlerin gerisine düşmeye başladığı görülürse RED-S açısından incelenmelidir.

Kadın sporcularda RED-S riskini saptamaya yönelik geliştirilmiş, geçerli ve güvenilir bir ölçek olan LEAF ölçeğinden de yararlanılabilir. LEAF ölçeği 25 sorudan oluşmaktadır ve sorular sporcuların kendilerinin cevaplamasına yöneliktir. Puan toplamı 8 ve üstünde olduğunda yüksek risk göstermektedir. Kullanılması kolay ve pratik bir ölçektir. Ayrıca duyarlılığı %78, özgüllüğü %90'dır (Melin et al., 2014). Erkek sporcularda risk değerlendiren bir ölçeğin geliştirilmesi çalışmalarının sürdürüldüğü araştırmacılar tarafından bildirilmiştir.

Sporada Göreceli Enerji Eksikliğinin Sağlığa Etkileri

Kadın atlet üçlemesi, kemik ve üreme sağlığı ile sınırlı bir tanıdır. Öte yandan sporda göreceli enerji eksikliği tanısı, kemik ve üreme sağlığına ek olarak endokrin sistem, immün sistem, kardiyovasküler sistem, gastrointestinal sistem, hematolojik, metabolik ve büyüme-gelişme ile ilişkili bozuklukları da kapsamına alır.

Sporcularda kullanılabilir enerjinin düşüklüğü hipotalamus-hipofiz-gonad aksını sekteye uğratarak tiroid fonksiyonlarını bozar, iştahı düzenleyen hormonların seviyelerinde değişikliklere yol açar (örneğin leptin ve oksitosin düşerken, ghrelin, peptid YY ve adiponektin artar.). Buna ek olarak, insülin ve insülin benzeri büyüme faktörü 1 seviyeleri azalır, büyüme hormonuna karşı direnç gelişir (Koehler et al., 2013, 2016). Erkek sporcularda ayrıca testosteron düzeylerinde düşüş izlenir (Hackney et al., 1988).

Kadın sporcularda kullanılabilir enerji düzeyi düştüğünde hipotalamusta GnRH pulsatilitesi bozulur ve bu durum hipofizden LH ve FSH salınımını bozar, nihayetinde kanda östradiol ve progesteron düzeyleri düşer. Bu şekilde kullanılabilir enerjinin düşüşü, kadın sporcularda fonksiyonel hipotalamik amenoreye yol açar (Gordon et al., 2017).

Özellikle oligomenoreik ve amenoreik kadın sporcularda, kemik mineral yoğunluğu, kullanılabilir enerji düzeyi yeterli olan kadın sporculara kıyasla daha düşük saptanmaktadır. Buna ek olarak, kemik mikro mimarisinde bozulma, kemik yapım-yıkım belirteçlerinde değişim, kemik kuvvetinde azalma, kemiklerde stres kırığı riskinde artış görülür (Papageorgiou et al., 2018).

Kullanılabilir enerjinin düşük olması, hem kadın hem de erkek sporcularda bazal metabolizma hızını düşürür. Kalori alımı sabit tutularak, antrenman yükü kademeli olarak arttırıldığında sadece dört hafta içinde elit kürek sporcularının bazal metabolizma hızında düşüş olduğu saptanmıştır (Woods et al., 2017).

Kullanılabilir enerjinin azlığı, adolesanlarda görüldüğünde, büyüme-gelişmenin etkilenmesi gibi ek sorunları da beraberinde getirir. Beslenme ve antrenman yükü sağlıklı enerji dengesi korunacak şekilde düzenlendiğinde geri kalan büyüme – gelişme bir miktar telafi edilebilse de, bu telafi edici gelişim her zaman yeterli olmamaktadır (Modan-Moses et al., 2003). Büyüme ve gelişmenin geri kalmasının arkasındaki önemli bir sebep büyüme hormonu salınım paterninde bozulmadır. Pulsatil salınması gereken GH'nin puls'lar arası düzeyinin de yüksek olması, egzersize yanıt olarak GH ve IGF-1 salınımının beklenenden az olmasına yol açmaktadır. Sürekli GH yüksekliği ayrıca GH direnci gelişimine sebep olarak, GH'nun etkinliğini azaltır (Waters et al., 2001).

Hipoöstrojenizm, kadın sporcularda kalp damar sağlığını erken yaşlardan başlayarak olumsuz yönde etkilemektedir. Erken ateroskleroz, kan lipid profilinde bozulma, endotel disfonksiyonu, renin-anjiyotensin-aldosteron yanıtında bozulma özellikle amenoreik kadın sporcularda görülebilen bazı kardiyovasküler sorunlardır (O'Donnell et al., 2011, 2015; Rickenlund et al., 2005).

Kullanılabilir enerjinin çok düşük kaldığı anoreksiya nervosa hastalığında sindirim sistemi fonksiyonları da önemli ölçüde etkilenmektedir. Bu hastalarda izlenen, literatürde rapor edilmiş sindirim sistemi bozuklukları arasında sfinkter işlevlerinde bozulma, mide boşalma süresinin gecikmesi, kabızlık, bağırsak geçiş süresinde uzama bulunmaktadır (Norris et al., 2016). Kullanılabilir enerji azlığında genel itibariyle sindirim faaliyetleri yavaşlamakta ve azalmaktadır.

Tedavi Yaklaşımları

Tedavi, kullanılabilir enerjinin sporcuda neden düşük kaldığına göre ve ortaya çıkmış olan fizyolojik işlev bozukluklarının derinliğine göre farklılaşır. Eğer altta yatan bir yeme bozukluğu ve beden algısında bozukluk yok ise beslenme eğitimi ve beslenmenin düzenlenmesi bazı durumlarda yeterli olabilir. Beslenme, hem kalori ihtiyacının tamamlanması, hem de makro ve mikro besleyicilerin dağılımının sağlıklı planlanması ile düzene sokulmalıdır. Sporcunun yaşı, antrenman yükü, yarışma düzeyi beslenme planını etkilemelidir. Bu amaçla spor beslenmesi konusunda uzmanlaşmış bir diyetisyene başvurulması gerekir. Kemik sağlığı oldukça geç yerine gelir. Bu süreçte kırık riskini azaltmak için kan düzeyi düşük saptanır ise D vitamini replasmanı düşünülebilir. Psikolojik destek tedavi sürecinde kritiktir. Bilişsel davranışçı terapi yönteminin fonksiyonel hipotalamik amenore tedavisinde faydalı olabildiği bilinmektedir (Michopoulos et al., 2013). Adet döngüsünde normalleşme birkaç ay içinde görülmektedir, kemik sağlığının düzelmesi ise çok daha uzun zaman almaktadır. Bu süreçte spora dönüş kararı, Uluslararası Olimpiyat Komitesi'nin hazırladığı RED-S değerlendirme aracından yararlanılarak verilebilir (Mountjoy et al., 2015).

İleri durumlarda farmakolojik tedavi ihtiyacı görülebilir. Adetlerin düzene sokulması amacıyla oral kontraseptif kullanımı önerilmez. Onun yerine kısa süreli transdermal östradiol ile kombine edilen siklik

oral progesterin tedavisi adet döngüsünü uyarabilir (Gordon et al., 2017). Kemik mineral yoğunluğunun çok düşük olduğu durumlarda rekombinant parathormon tedavisi planlanabilir ancak büyüme plakları henüz açık olan çocuk ve adolesanlarda kontrendike olduğu akılda tutulmalıdır (Gordon et al., 2017).

SONUÇ VE ÖNERİLER

Sonuç olarak sporda göreceli enerji eksikliği, öncelikle kadın sporcularda fark edilmiş, ilerleyen yıllarda erkek sporcuları da etkilediği anlaşılmış olan, üreme sağlığı ve kemik sağlığını çarpıcı olarak etkileyen ancak kesinlikle bununla sınırlı kalmayan, sporcu sağlığını multisistemik olarak etkileyen bir durumdur. Tarama ve tanı açısından çeşitli zorluklar barındırmakla birlikte, yeni geliştirilen geçerli ve güvenilir araçlar sporcu sağlığı ile ilgilenenlerin yardımına koşturmaktadır. Kullanılabilir enerjinin düşüklüğü, vücuttaki neredeyse tüm sistemleri etkilemesi itibarıyla araştırmaya açık, literatür bilgisinin mutlaka zenginleşeceği bir alandır. Tedavisinde mutlaka bir ekibin birlikte çalışmasını gerektirmektedir ve bu ekipte sporcu, antrenör, ilgili branşlardan uzman hekimler, psikolog ve beslenme uzmanı bulunması gereklidir. Bu alanda hem bilgilendirme faaliyetlerinin artarak sürmesi, hem de araştırma çalışmalarının farklı sporcu popülasyonları üzerinde ve farklı sistemler ele alınarak yapılması gerekmektedir.

KAYNAKLAR

- Barrack, M. T., Rauh, M. J., Barkai, H.-S., & Nichols, J. F. (2008). Dietary restraint and low bone mass in female adolescent endurance runners. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 87(1), 36–43. <https://doi.org/10.1093/ajcn/87.1.36>
- Dale, E., Gerlach, D. H., & Wilhite, A. L. (1979). Menstrual Dysfunction in Distance Runners. *Obstetrics & Gynecology*, 54(1), 47–53. <https://doi.org/10.1097/00006250-197907000-00013>
- Erdelyi, G. J. (1976). Effects of exercise on the menstrual cycle. *Phys Sportsmed*, 4(3), 79–81.
- Erdelyi, Gyula J. (1962). Gynecological survey of female athletes. *J. Sports Med. Phys. Fit*, 2, 174–179.
- Gordon, C. M., Ackerman, K. E., Berga, S. L., Kaplan, J. R., Mastorakos, G., Misra, M., Murad, M. H., Santoro, N. F., & Warren, M. P. (2017). Functional hypothalamic amenorrhea: an endocrine society clinical practice guideline. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, 102(5), 1413–1439.
- Hackney, A., Sinning, W. E., & Bruot, B. C. (1988). Reproductive hormonal profiles of endurance-trained and untrained males. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 20(1), 60–65.
- IOC Medical Commission Working Group Women in Sport. (2005). *Position Stand on The Female Athlete Triad*. [https://stillmedab.olympic.org/media/Document Library/OlympicOrg/IOC/Who-We-Are/Commissions/Medical-and-Scientific-Commission/EN-Position-Stand-on-the-Female-Athlete-Triad.pdf#_ga=2.267353606.909665724.1618992677-123618370.1618992677](https://stillmedab.olympic.org/media/Document%20Library/OlympicOrg/IOC/Who-We-Are/Commissions/Medical-and-Scientific-Commission/EN-Position-Stand-on-the-Female-Athlete-Triad.pdf#_ga=2.267353606.909665724.1618992677-123618370.1618992677)

- Koehler, K., Achtzehn, S., Braun, H., Mester, J., & Schaezner, W. (2013). Comparison of self-reported energy availability and metabolic hormones to assess adequacy of dietary energy intake in young elite athletes. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 38(7), 725–733.
- Koehler, K., Hoerner, N. R., Gibbs, J. C., Zinner, C., Braun, H., De Souza, M. J., & Schaezner, W. (2016). Low energy availability in exercising men is associated with reduced leptin and insulin but not with changes in other metabolic hormones. *Journal of Sports Sciences*, 34(20), 1921–1929.
- Loucks, A B, & Thuma, J. R. (2003). Luteinizing hormone pulsatility is disrupted at a threshold of energy availability in regularly menstruating women. *Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*, 88(1), 297–311. <https://doi.org/10.1210/jc.2002-020369>
- Loucks, Anne B, & Horvath, S. M. (1985). Athletic amenorrhea: a review. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 17(1), 56–72.
- Melin, A., Tornberg, Å. B., Skouby, S., Faber, J., Ritz, C., Sjödin, A., & Sundgot-Borgen, J. (2014). The LEAF questionnaire: a screening tool for the identification of female athletes at risk for the female athlete triad. *British Journal of Sports Medicine*, 48(7), 540–545.
- Michopoulos, V., Mancini, F., Loucks, T. L., & Berga, S. L. (2013). Neuroendocrine recovery initiated by cognitive behavioral therapy in women with functional hypothalamic amenorrhea: a randomized, controlled trial. *Fertility and Sterility*, 99(7), 2084–2091.
- Modan-Moses, D., Yaroslavsky, A., Novikov, I., Segev, S., Toledano, A., Miterany, E., & Stein, D. (2003). Stunting of growth as a major feature of anorexia nervosa in male adolescents. *Pediatrics*, 111(2), 270–276.
- Mountjoy, M., Sundgot-Borgen, J., Burke, L., Ackerman, K. E., Blauwet, C., Constantini, N., Lebrun, C., Lundy, B., Melin, A., Torstveit, M. K., & Budgett, R. (2018). International Olympic Committee (IOC) Consensus statement on relative energy deficiency in sport (red-s): 2018 update. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 28(4), 316–331. <https://doi.org/10.1123/ijsnem.2018-0136>
- Mountjoy, M., Sundgot-Borgen, J., Burke, L., Carter, S., Constantini, N., Lebrun, C., Meyer, N., Sherman, R., Steffen, K., & Budgett, R. (2015). *Authors' 2015 additions to the IOC consensus statement: Relative Energy Deficiency in Sport (RED-S)*. BMJ Publishing Group Ltd and British Association of Sport and Exercise Medicine.
- Mountjoy, M., Sundgot-Borgen, J., Burke, L., Carter, S., Constantini, N., Lebrun, C., Meyer, N., Sherman, R., Steffen, K., Budgett, R., & Ljungqvist, A. (2014). The IOC consensus statement: Beyond the Female Athlete Triad-Relative Energy Deficiency in Sport (RED-S). *British Journal of Sports Medicine*, 48(7), 491–497. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2014-093502>
- Nattiv, A., Loucks, A. B., Manore, M. M., Sanborn, C. F., Sundgot-Borgen, J., & Warren, M. P. (2007). American College of Sports Medicine position stand. The female athlete triad. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 39(10), 1867–1882. <https://doi.org/10.1249/mss.0b013e318149f111>
- Norris, M. L., Harrison, M. E., Isserlin, L., Robinson, A., Feder, S., & Sampson, M. (2016). Gastrointestinal complications associated with anorexia nervosa: A systematic review. *International Journal of Eating Disorders*, 49(3), 216–237.

- O'Donnell, E., Goodman, J. M., & Harvey, P. J. (2011). Cardiovascular consequences of ovarian disruption: A focus on functional hypothalamic amenorrhea in physically active women. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, 96(12), 3638–3648.
- O'Donnell, E., Goodman, J. M., Mak, S., Murai, H., Morris, B. L., Floras, J. S., & Harvey, P. J. (2015). Discordant orthostatic reflex renin–angiotensin and sympathoneural responses in premenopausal exercising-hypoestrogenic women. *Hypertension*, 65(5), 1089–1095.
- Papageorgiou, M., Dolan, E., Elliott-Sale, K. J., & Sale, C. (2018). Reduced energy availability: implications for bone health in physically active populations. *European Journal of Nutrition*, 57(3), 847–859.
- Rickenlund, A., Eriksson, M. J., Schenck-Gustafsson, K., & Hirschberg, A. L. (2005). Amenorrhea in female athletes is associated with endothelial dysfunction and unfavorable lipid profile. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, 90(3), 1354–1359.
- Waters, D. L., Qualls, C. R., Dorin, R., Veldhuis, J. D., & Baumgartner, R. N. (2001). Increased pulsatility, process irregularity, and nocturnal trough concentrations of growth hormone in amenorrheic compared to eumenorrheic athletes. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, 86(3), 1013–1019.
- Williams, N. I., Leidy, H. J., Hill, B. R., Lieberman, J. L., Legro, R. S., & Souza, M. J. De. (2015). Magnitude of daily energy deficit predicts frequency but not severity of menstrual disturbances associated with exercise and caloric restriction. *American Journal of Physiology-Endocrinology and Metabolism*, 308(1), E29–E39.
- Woods, A. L., Garvican-Lewis, L. A., Lundy, B., Rice, A. J., & Thompson, K. G. (2017). New approaches to determine fatigue in elite athletes during intensified training: Resting metabolic rate and pacing profile. *PLoS One*, 12(3), e0173807.
- Yeager, K. K., Agostini, R., Nattiv, A., & Drinkwater, B. (1993). The female athlete triad: disordered eating, amenorrhea, osteoporosis. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 25(7).
https://journals.lww.com/acsm-msse/Fulltext/1993/07000/The_female_athlete_triad__disordered_eating,.3.aspx