

# Tríade da Mulher Atleta – Uma revisão narrativa

## Female Athlete Triad – A narrative review

Arthur Flores Belaguarda, Bruno Ramalho de Carvalho

Centro Universitário de Brasília (CEUB)

### RESUMO

**Introdução:** A tríade da mulher atleta é um espectro clínico que abrange desde a disponibilidade adequada de energia, ciclo menstrual normal e boa saúde óssea até a baixa disponibilidade energética, amenorreia e osteoporose. O problema central está no estado energético das atletas, que pode ser desencadeado por distúrbios alimentares e falta de acompanhamento nutricional adequado. Tanto distúrbios alimentares como pressões sociais relacionadas a ideais de beleza contribuem para a falta de consciência das necessidades calóricas diárias. Esse constante déficit calórico tem um impacto negativo na saúde física, levando a distúrbios menstruais e ósseos. **Objetivos:** Analisar os principais aspectos relacionados à tríade da mulher atleta com base nas referências atuais. **Métodos:** Revisão da literatura, por meio da base de dados eletrônica PUBMED. **Conclusões:** A tríade da mulher atleta é um problema de saúde que exige atenção e cuidado. É necessário identificar, tratar e prevenir os sintomas por meio de acompanhamento nutricional e psicológico. No entanto, há escassez de dados e estudos na área, fato este que ressalta a importância de se realizar mais pesquisas. Faz-se necessária a realização de políticas públicas voltadas para a comunidade atlética, observando os impactos emocionais e as pressões sociais relacionadas à imagem corporal, evitando dietas restritivas e transtornos alimentares. Conclui-se, portanto, ser de suma importância dedicar uma maior atenção às atletas, fornecendo o acompanhamento adequado e impulsionando a pesquisa sobre a tríade da mulher atleta.

Palavras-chave: tríade da mulher atleta, densidade mineral óssea, hipogonadismo, oligo-amenorreia

**Background:** The female athlete triad is a clinical spectrum that ranges from adequate energy availability, normal menstrual cycle, and good bone health to low energy availability, amenorrhea, and osteoporosis. The central issue lies in the energy state of the athletes, which can be triggered by eating disorders and a lack of adequate nutritional support. Both eating disorders and societal pressures related to beauty ideals contribute to a lack of awareness of daily caloric needs. This constant energy deficit has a negative impact on physical health, leading to menstrual and bone disorders. **Objectives:** To analyze the key aspects related to the female athlete triad based on current references. **Methods:** Literature review conducted using the PUBMED electronic database. **Conclusions:** The female athlete triad is a health problem that requires attention and care. It is necessary to identify, treat, and prevent symptoms through nutritional and psychological support. However, there is a lack of data and studies in this field, emphasizing the need for further research. Awareness and public policies targeting the athletic community, considering the emotional impacts and societal pressures related to body image, are essential to avoid restrictive diets and eating disorders. Therefore, it is crucial to devote greater attention to athletes, providing appropriate support and driving research on the female athlete triad.

**Keywords:** female athlete triad; bone density; hypogonadism; oligo-amenorrhea

## 1. INTRODUÇÃO

A tríade da mulher atleta pode ser compreendida como um espectro clínico, com umas extremidades marcada pela disponibilidade adequada de energia, ciclo menstrual normal e boa saúde óssea, e a outra extremidade, por baixa disponibilidade energética, amenorreia e osteoporose. <sup>(1)</sup> O cerne da síndrome está no estado energético da atleta e, embora seja caracterizada como uma tríade, não é necessária a presença simultânea dos três componentes para diagnosticá-la. <sup>(2,8)</sup>

Atualmente, sabe-se que o aporte calórico adequado para suprir os processos metabólicos fisiológicos, subtraído dos gastos em treinamentos físicos, consiste em valores acima de 45kcal/kg/dia, enquanto valores abaixo de 30kcal/kg/dia estão relacionados a alteração funcional do eixo hipotálamo-hipófise ovariano, desencadeando distúrbios menstruais decorrentes de oligo-ovulação ou anovulação, bem como aumentando o risco de fraturas, pela redução da densidade mineral óssea (DMO). <sup>(3,4)</sup>

Distúrbios alimentares, como a bulimia, a anorexia nervosa e a compulsão alimentar, constituem algumas das principais causas de baixa disponibilidade energética nas atletas do sexo feminino. Além disso, estudos observacionais constataram que tanto atletas profissionais quanto atletas recreativas podem apresentar baixa disponibilidade energética, mesmo na ausência de distúrbios alimentares ou de restrição consciente da ingestão calórica mínima, tanto por desconhecimento quanto por pressões sociais por ideais de estética. <sup>(2)</sup>

Dessa forma, durante o processo de acompanhamento de atletas, é importante que a equipe de saúde inclua profissionais como nutricionistas e médicos do esporte, educadores físicos e profissionais da saúde mental, garantindo a interdisciplinaridade do diagnóstico e da abordagem da tríade. <sup>(4,7,9)</sup>

## 2. OBJETIVO

Esta revisão de literatura tem como objetivo analisar os principais aspectos relacionados à tríade da mulher atleta com base nas referências presentes na atualidade. Serão discutidos brevemente os mecanismos complexos que interligam os componentes da tríade, bem como os fatores de risco, as causas e as consequências para a saúde, bem como estratégias de prevenção e tratamento.

## 3. METODOLOGIA

Realizou-se pesquisa da literatura, que abrangeu artigos publicados até 20 de abril de 2023, na base de dados eletrônica PUBMED, em língua inglesa. A estratégia de busca incluiu o termo “female athlete triad”. Com relação à elegibilidade, a seleção foi determinada por tipos de estudos e restrita a ensaios clínicos, ensaios clínicos randomizados e controlados, revisões sistemáticas com metanálise ou não, e estudos observacionais, e resultou na inclusão de 8 artigos. <sup>(2,3,4,7,8,9,10,11)</sup> As referências dos estudos selecionados também foram verificadas e 8 artigos relevantes foram incluídos na revisão. <sup>(1,5,6,12,13,14,15,16,17,18)</sup>

## 4. DISCUSSÃO

### 4.1 MASSA CORPORAL

A regulação hormonal do balanço energético ocorre pelo equilíbrio de vias orexígenas e anorexígenas, por mecanismos complexos que envolvem a ação da grelina e da leptina, respectivamente. De forma sucinta, sabe-se que a leptina se encontra em menores concentrações em atletas de alta performance quando comparadas às atletas recreativas, bem como em amenorreicas, quando comparadas às eumenorreicas; isso ocorre, possivelmente, como mecanismo de compensação do corpo, na intenção de manter o aporte energético pela normalização da ingestão. Por outro lado, a secreção do peptídeo YY, que sinaliza a saciedade, parece estar aumentada em mulheres amenorreicas, a exemplo do que ocorre na anorexia nervosa e contrapondo-se ao mecanismo compensatório grelina/leptina. <sup>(17)</sup> Assim, a manutenção do aporte energético e do peso adequado pode configurar desafio às mulheres atletas.

O índice de massa corporal (IMC) ainda é uma das principais ferramentas para avaliação ponderal da atleta, embora o organismo, em busca de uma homeostase energética, por vezes, se autorregule em um processo de supressão das funções fisiológicas, fazendo com que um balanço negativo crônico passe despercebido quando analisado fisicamente pelo IMC. <sup>(7)</sup> Independentemente de existir alteração referente ao peso, mas principalmente quando sim, devem-se avaliar, além da composição corporal, <sup>(18)</sup> outros marcadores de baixa disponibilidade energética, como sinais fisiológicos de adaptação à deficiência crônica de energia, como a redução da taxa metabólica de repouso e a baixa triiodotironina. Outro índice específico de disponibilidade energética diária é definido pela subtração do gasto de energia do exercício (kcal) da ingestão de energia (kcal), dividindo-se o resultado por quilogramas de massa livre de gordura ou massa corporal magra. <sup>(7)</sup>

Cabe salientar a necessidade de volição da atleta em cooperar com as etapas de avaliação, diagnóstico e tratamento. É necessário engajamento da paciente com o seu processo de correção de estilo de vida, para que as mudanças de hábitos alimentares e da maneira de lidar com o corpo e a autoaceitação sejam eficazes. <sup>(3,4)</sup>

## 4.2 METABOLISMO ÓSSEO

Nattiv e colaboradores (2013) observaram corredoras de média e longa distância que sofreram lesões por estresse ósseo; dentre elas, 23% relataram oligomenorreia e/ou amenorreia durante o período de estudo de 5 anos. Dos 34 atletas com lesões por estresse ósseo nesse estudo, 22 (65%) eram do sexo feminino, sugerindo que as mulheres podem estar sujeitas a maior risco de alterações do metabolismo ósseo em relação aos homens. Além disso, as mulheres sofreram lesões mais complexas que as observadas no sexo masculino, demandando maior tempo de recuperação. <sup>(15)</sup>

Uma complexa interação hormonal regula a homeostase óssea. Sucintamente, a perda de peso excessiva e a falta de ingestão calórica adequada podem afetar a produção e ação de vários hormônios que regulam a formação e a reabsorção óssea, levando à osteoporose. <sup>(3)</sup>

### 4.2.1. LEPTINA

Papageorgiou e colaboradores (2017) observaram a ocorrência de respostas inferiores de leptina e insulina em mulheres com restrição calórica em relação às mulheres com ingestão adequada, indicando adaptações

na economia de energia para funções vitais. A leptina exerce ações diretas e indiretas no metabolismo ósseo, promovendo o aumento da formação óssea, estimulando a diferenciação e a atividade dos osteoblastos, aumentando a produção de fatores de crescimento ósseo, como o IGF-1, inibindo a reabsorção óssea reduzindo a atividade osteoclástica, por meio da regulação de citocinas pró-inflamatórias como o TNF- $\alpha$  e a IL-1. Outro mecanismo consiste na interação com hormônios e citocinas como o PTH e com a vitamina D, regulando a homeostase do cálcio e a mineralização óssea. Além disso, a leptina pode modular a ação de citocinas inflamatórias e adipocinas, como o adiponectina, que também exerce função regulatória no metabolismo ósseo. <sup>(6,14)</sup>

#### 4.2.2. INSULINA

A insulina é também um potencial determinante da densidade mineral óssea, e a sua deficiência é frequentemente acompanhada por massa reduzida e aumento do risco de fraturas, principalmente em região pélvica, coluna vertebral, punho, com predominância de fraturas radiais e em fêmur proximal. A insulina pode inibir a reabsorção óssea, que é o processo de degradação da matriz óssea pelos osteoclastos. Ela faz isso ao diminuir a expressão e atividade de fatores que estimulam a formação e atividade dos osteoclastos, como o fator de crescimento do tecido conjuntivo (CTGF) e o receptor ativador do fator nuclear kappa-B ligante (RANKL). Além disso, exerce função no metabolismo do cálcio e do fosforo, estimulando a reabsorção destes minerais a nível renal e intestinal. <sup>(15)</sup>

#### 4.2.3. HORMÔNIOS TIREOIDEANOS

Embora a literatura não demonstre interferência da baixa disponibilidade energética sobre os níveis séricos da triiodotironina (T3) ou do fator de crescimento similar à insulina (IGF-1), especula-se sobre a existência de ação direta dos hormônios tireoidianos sobre o metabolismo ósseo ou da regulação indireta do eixo hormônio do crescimento (GH)/IGF-1, <sup>(13)</sup> podendo levar a formação e mineralização óssea insuficientes. <sup>(9,10,11)</sup>

#### 4.2.4. ESTEROIDES SEXUAIS

O estradiol e a testosterona também possuem um papel importante na formação óssea, inibindo a sua reabsorção e promovendo a mineralização. A diminuição na produção desses hormônios em casos de baixa disponibilidade energética pode contribuir para a perda de massa óssea e aumento do risco de fraturas. <sup>(3,8)</sup>

#### 4.2.5. ATIVIDADE PRÓ-INFLAMATÓRIA

Outro fator consiste na prática excessiva de exercícios físicos, que cursa com a produção de citocinas pró-inflamatórias, como a interleucina-6 (IL-6) e o fator de necrose tumoral (TNF), elevando o número de osteoclastos e aumentando o cortisol sérico, regulador do metabolismo ósseo, levando a uma diminuição na formação e aumento na reabsorção. <sup>(6)</sup>

#### 4.2.6. METABOLISMO DO CÁLCIO E FÓSFORO

O paratormônio (PTH) e a vitamina D atuam em sinergismo, estimulando a síntese de calcitriol, promovendo a absorção intestinal de cálcio. A baixa disponibilidade energética se correlaciona a um déficit de vitamina D e conseqüentemente de absorção de cálcio, afetando a mineralização óssea e aumentando o risco de osteoporose e fraturas.<sup>(3,6)</sup> Embora o PTH atue principalmente na reabsorção óssea, se sabe que, em baixas doses e em pulsos intermitentes, o PTH estimula o metabolismo dos osteoblastos, bem como exerce função na reabsorção renal de cálcio nos túbulos renais, reduzindo a eliminação urinária de cálcio e exercendo papel fundamental na sua homeostase.<sup>(6)</sup>

#### 4.2.7. ABORDAGEM TERAPÊUTICA DA PERDA ÓSSEA

Embora se saiba que o déficit calórico seja o gatilho da tríade da mulher atleta e, por analogia, da diminuição da densidade mineral óssea, o estudo REFUEL constatou que atletas que receberam uma intervenção durante um ano de aumento do aporte calórico não se beneficiaram do aumento da densidade mineral óssea em comparação com as demais. Cabe questionar, portanto, se a elevação do aporte calórico durante o período de apenas 12 meses seria suficiente para deflagrar alterações perceptíveis em densitometrias.<sup>(3,9)</sup>

Discute-se atualmente quanto a associação precoce da terapêutica farmacológica com reposição transdérmica de estrogênio em conjunto com a readequação nutricional. Tal tratamento se mostrou eficaz em propor uma reparação precoce da densidade mineral óssea, sendo superior ao contraceptivo oral em pílula nessas pacientes, podendo ser uma aliada no tratamento da tríade quando o fator ósseo for preponderante.<sup>(8,9)</sup> Isso se deve possivelmente ao fato do 17  $\beta$ -estradiol transdérmico não sofrer passagem hepática e com isso não ser metabolizado, não atuando na supressão do IGF1. Outro possível fator observado foi referente ao feedback negativo do etinilestradiol proveniente dos contraceptivos orais na produção hepática de SHBG, a qual não foi observada na terapia transdérmica.<sup>(8,9,11)</sup>

Assim, a recomendação atual para tratamento da tríade da mulher atleta consiste na intervenção nutricional por um período de até 12 meses, e caso os resultados não sejam satisfatórios, se inicia a terapia de reposição de estrogênio na forma de adesivo transdérmico de 17  $\beta$ -estradiol. Além disso, a terapêutica baseada na administração de teriparatida (PTH 1–34 recombinante humano) e de bifosfonados tem se mostrado benéfica em pacientes elegíveis para o seu uso.<sup>(8,9,11)</sup>

#### 4.3 TRANSTORNOS ALIMENTARES E A BAIXA DISPONIBILIDADE ENERGÉTICA

Atitudes desordenadas relacionadas à alimentação e distúrbios alimentares clínicos são fatores que contribuem para o desenvolvimento de deficiência de energia em mulheres que praticam exercícios, especialmente por meio da restrição consciente da ingestão de energia (ou seja, restrição cognitiva) e do medo e/ou preocupação em relação à adiposidade. Enquanto os distúrbios alimentares diagnosticados clinicamente são mais prevalentes em atletas de elite, as atitudes alimentares desordenadas subclínicas são comuns em mulheres universitárias e em mulheres que se exercitam de forma recreativa, Alguns desses

transtornos consistem na anorexia nervosa, bulimia nervosa e transtorno da compulsão alimentar periódica. (5,13,16)

Tais transtornos propiciam graves consequências para a saúde e desempenho atlético. Quando a ingestão dietética falha em atender às necessidades energéticas diárias, o corpo redireciona os combustíveis metabólicos oxidáveis para longe de processos fisiológicos dispendiosos, como crescimento e reprodução, em favor dos processos necessários para a sobrevivência, ou seja, locomoção, manutenção celular e termorregulação. (16)

Durante o acompanhamento de mulheres com anorexia nervosa, observou-se que a recuperação de peso por meio de tratamento hospitalar pode não resolver as atitudes alimentares desordenadas, uma vez que a psicopatologia persiste apesar da normalização nutricional e um número considerável de mulheres retorna a comportamentos alimentares restritivos. Da mesma forma, mulheres com anorexia nervosa que não concluíram a terapia ambulatorial apresentaram pontuações mais altas para a motivação em busca de baixos percentuais de gordura e insatisfação corporal no início do tratamento em comparação com aquelas que concluíram a terapia, sugerindo que as atitudes psicológicas em relação à alimentação podem estar relacionadas ao sucesso de uma intervenção nutricional. Como a terapia nutricional é o curso de tratamento primariamente recomendado para mulheres com a tríade, é importante determinar se podem surgir consequências psicológicas não intencionais durante o curso do tratamento nutricional, que presumivelmente envolverá ganho de peso e aumento da massa de gordura. (16)

Para prevenir os transtornos alimentares e a baixa disponibilidade energética, faz-se imperativo o acompanhamento nutricional adequado dessas atletas, de acordo com suas necessidades individuais, haja vista que, com a correção do aporte calórico diário, melhorias na composição corporal se tornam factíveis, fazendo com que ocorram benefícios referentes à regularidade menstrual em consequência da melhora dos padrões estrogênicos. Além do acompanhamento nutricional, o suporte psicológico, com profissionais qualificados se faz essencial, devido a íntima relação com transtornos alimentares, suportados pelos elevados níveis de competitividade e pressão social por um ideal de corpo atlético com baixos percentuais de gordura. (5,7)

#### 4.4 BAIXA DISPONIBILIDADE ENERGÉTICA E A IRREGULARIDADE MENSTRUAL

Notadamente, a gravidade das atitudes alimentares desordenadas está associada à gravidade dos distúrbios menstruais, uma vez que mulheres com deficiência de energia e distúrbios menstruais graves apresentam perfis alimentares caracterizados por alta restrição cognitiva e compulsividade em busca de baixos percentuais de gordura corporal. Embora a maioria dos estudos sobre a tríade da mulher atleta tenha se concentrado na deficiência de energia como o principal fator causal da disfunção reprodutiva, evidências indicam que o estresse psicológico também desempenha um papel. Em mamíferos não humanos, o estresse social e a restrição alimentar foram associados ao comprometimento reprodutivo. Em humanos, têm se

investigado o impacto emocional, estabelecendo correlações entre estresse e amenorreia hipotalâmica funcional. <sup>(16)</sup>

Além disso, a manifestação de transtornos alimentares tem sido relacionada a sintomas depressivos e estresse. Em mulheres que praticam exercícios e apresentam distúrbios menstruais, observou-se uma associação entre estresse subjacente, sintomas depressivos e atitudes relacionadas à alimentação desordenada, o que ressalta ainda mais a importância de compreender as influências psicológicas na função reprodutiva dessas mulheres. <sup>(16)</sup>

A baixa disponibilidade energética também pode levar à síndrome amenorreica hipotalâmica (SAH) em atletas femininas. A SAH é uma condição em que a função ovariana é suprimida através da inibição do hormônio liberador de gonadotropina, redução da pulsatilidade do hormônio luteinizante e diminuição das concentrações de estrogênio, levando a distúrbios menstruais. <sup>(7)</sup> A baixa disponibilidade energética é um fator chave na SAH em mulheres atletas que praticam esportes que valorizam um baixo percentual de gordura corporal e desempenho de alto nível. O desequilíbrio entre a ingestão e o gasto de energia pode resultar em uma diminuição na produção de esteroides sexuais. <sup>(12,14)</sup>

Para prevenir a SAH, é importante que as atletas femininas recebam orientação nutricional adequada e suporte emocional para lidar com a pressão e o estresse associados à competição. Além disso, é importante promover uma cultura esportiva saudável que valorize o desempenho e a saúde sobre o baixo percentual de gordura corporal. Em casos graves de SAH, a terapia de reposição hormonal pode ser necessária para restaurar a função ovariana. <sup>(7,10)</sup>

O estudo REFUEL avaliou atletas com um acréscimo no aporte calórico durante o período de 12 meses, e constatou melhora importante da regularidade menstrual, associada a uma sutil melhora do estradiol circulante, podendo ou não estar correlacionadas. Tal fato corrobora para a principal proposta terapêutica em portadoras da tríade da mulher atleta consistir no acompanhamento nutricional conforme suas necessidades individuais, sem a necessidade de incursões farmacológicas. <sup>(10)</sup>

Foi observado que um aumento modesto na ingestão diária de calorias, com acréscimo de  $330 \pm 65$  kcal/dia, foi suficiente para induzir a recuperação menstrual nas atletas que anteriormente sofriam de oligomenorreia ou amenorreia. No referido estudo, esse aumento contemplou algo em torno de 20 a 40% das necessidades energéticas basais, durante um período de 12 meses, sendo suficiente para causar melhorias referentes ao ciclo menstrual das participantes observadas. <sup>(3,10)</sup>

## 5. CONCLUSÃO

É notório que a tríade da mulher atleta consiste em um importante problema de saúde, pouco referenciado por evidências científicas robustas. Por vezes, atletas são avaliadas com negligência por parte da equipe multidisciplinar ou sequer passem por essa avaliação. É necessário, portanto, uma maior atenção para os possíveis sinais e sintomas apresentados por essas atletas a fim de identificá-las e tratá-las adequadamente, e

antes disso, prevenir o surgimento da tríade, com assessorias qualificadas e a devida atenção nos mais diversos ambientes esportivos.

Além disso, a conscientização é necessária, bem como estratégias de políticas públicas voltadas para a comunidade atlética, com o intuito de incentivar o acompanhamento nutricional por profissionais qualificados, preferencialmente especializados na área de nutrição esportiva. Faz-se necessário também o acompanhamento psicológico dessas atletas, haja vista a intensa carga emocional presente em suas rotinas, juntamente com as pressões sociais para a padronização do corpo atlético com baixo percentual de gordura, ancorado em dietas excessivamente restritivas e a transtornos alimentares associados, fatores estes que contribuem para a tríade da mulher atleta.

Por fim, é importante conhecer o comportamento do espectro sintomático da tríade da mulher atleta como parte de um programa de cuidados à saúde que contemple não apenas o momento em que as queixas se apresentam, mas projetem as repercussões do problema para ex-atletas no climatério, garantindo-lhes um melhor processo de envelhecimento.

## REFERÊNCIAS

- 1- Faroni RP, Corrêa BR, Sartori MG, Araujo MP. Além da tríade da mulher atleta: o novo conceito de deficiência relativa de energia no esporte. *Femina*. 2021;49(1):39-43
- 2- Skarakis, N. S., Mastorakos, G., Georgopoulos, N., & Goulis, D. G. (2021). Energy deficiency, menstrual disorders, and low bone mineral density in female athletes: a systematic review. *Hormones*. doi:10.1007/s42000-021-00288-0
- 3- De Souza MJ, Ricker EA, Mallinson RJ, Allaway HCM, Koltun KJ, Strock NCA, Gibbs JC, Kuruppumullage Don P, Williams NI. Bone mineral density in response to increased energy intake in exercising women with oligomenorrhea/amenorrhea: the REFUEL randomized controlled trial. *Am J Clin Nutr*. 2022 Jun 7;115(6):1457-1472. doi: 10.1093/ajcn/nqac044. PMID: 35170727; PMCID: PMC9170471.
- 4- Becker CB, McDaniel L, Bull S, Powell M, McIntyre K. Can we reduce eating disorder risk factors in female college athletes? A randomized exploratory investigation of two peer-led interventions. *Body Image*. 2012 Jan;9(1):31-42. doi: 10.1016/j.bodyim.2011.09.005. Epub 2011 Oct 22. PMID: 22019502; PMCID: PMC3246101.
- 5- Coelho, G. M. de O., Soares, E. de A., & Ribeiro, B. G. (2010). Are female athletes at increased risk for disordered eating and its complications? *Appetite*, 55(3), 379–387. doi:10.1016/j.appet.2010.08.003
- 6- Mountjoy M, Sundgot-Borgen J, Burke L, Carter S, Constantini N, Lebrun C, Meyer N, Sherman R, Steffen K, Budgett R, Ljungqvist A. The IOC consensus statement: beyond the Female Athlete

- Triad--Relative Energy Deficiency in Sport (RED-S). *Br J Sports Med.* 2014 Apr;48(7):491-7. doi: 10.1136/bjsports-2014-093502. PMID: 24620037.
- 7- De Souza, M. J., Nattiv, A., Joy, E., Misra, M., Williams, N. I., Mallinson, R. J., ... & Arce, J. C. (2014). 2014 Female Athlete Triad Coalition consensus statement on treatment and return to play of the female athlete triad: 1st International Conference held in San Francisco, California, May 2012 and 2nd International Conference held in Indianapolis, Indiana, May 2013. *British journal of sports medicine*, 48(4), 289-289.
  - 8- Ackerman KE, Singhal V, Baskaran C, Slattery M, Campoverde Reyes KJ, Toth A, Eddy KT, Bouxsein ML, Lee H, Klibanski A, Misra M. Oestrogen replacement improves bone mineral density in oligo-amenorrhoeic athletes: a randomised clinical trial. *Br J Sports Med.* 2019 Feb;53(4):229-236. doi: 10.1136/bjsports-2018-099723. Epub 2018 Oct 9. PMID: 30301734; PMCID: PMC6686188..
  - 9- Aalberg K, Stavem K, Norheim F, Russell MB, Chaibi A. Effect of oral and transdermal oestrogen therapy on bone mineral density in functional hypothalamic amenorrhoea: a systematic review and meta-analysis. *BMJ Open Sport Exerc Med.* 2021 Jul 7;7(3):e001112. doi: 10.1136/bmjsem-2021-001112. PMID: 34306727; PMCID: PMC8264872.
  - 10- De Souza MJ, Mallinson RJ, Strock NCA, Koltun KJ, Olmsted MP, Ricker EA, Scheid JL, Allaway HC, Mallinson DJ, Kuruppumullage Don P, Williams NI. Randomised controlled trial of the effects of increased energy intake on menstrual recovery in exercising women with menstrual disturbances: the 'REFUEL' study. *Hum Reprod.* 2021 Jul 19;36(8):2285-2297. doi: 10.1093/humrep/deab149. PMID: 34164675; PMCID: PMC8487661.
  - 11- Zietz, B., Schnabl, S., Nerlich, M., Schoelmerich, J., & Schaeffler, A. (2008). Nutritional Composition in Different Training Stages in Young Female Athletes (Swimming) and Association with Leptin, IGF-1 and Estradiol. *Experimental and Clinical Endocrinology & Diabetes*, 117(06), 283–288. doi:10.1055/s-0028-1085996
  - 12- Williams NI, Leidy HJ, Hill BR, Lieberman JL, Legro RS, Souza MJD. 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.* 2015 11;308(1):E29–39. [PubMed: 25352438]
  - 13- Nichols JF, Rauh MJ, Barrack MT, Barkai H-S, Pernick Y. Disordered eating and menstrual irregularity in high school athletes in lean-build and nonlean-build sports. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* 2007 8;17(4):364–77. [PubMed: 17962711]
  - 14- Papageorgiou M, Elliott-Sale KJ, Parsons A, Tang JCY, Greeves JP, Fraser WD, Sale C. Effects of reduced energy availability on bone metabolism in women and men. *Bone.* 2017 Dec;105:191-199. doi: 10.1016/j.bone.2017.08.019. Epub 2017 Aug 25. PMID: 28847532.
  - 15- Nattiv A, Kennedy G, Barrack MT, Abdelkerim A, Goolsby MA, Arends JC, Seeger LL. Correlation of MRI grading of bone stress injuries with clinical risk factors and return to play: a 5-year

prospective study in collegiate track and field athletes. *Am J Sports Med.* 2013 Aug;41(8):1930-41. doi: 10.1177/0363546513490645. Epub 2013 Jul 3. PMID: 23825184; PMCID: PMC4367232.

- 16- Strock, Nicole CA, et al. "12-months of increased dietary intake does not exacerbate disordered eating-related attitudes, stress, or depressive symptoms in women with exercise-associated menstrual disturbances: The REFUEL randomized controlled trial." *Psychoneuroendocrinology* 152 (2023): 106079.
- 17- Maya J, Misra M. The Female Athlete Triad: Review of Current Literature. *Curr Opin Endocrinol Diabetes Obes.* 2022 February 01; 29(1): 44–51. doi:10.1097/ MED.0000000000000690.
- 18- American College of Sports Medicine. Position Stand on the Female Athlete Triad. *Med Sci Sports Exerc* 1997;29(5):i-ix.