

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional
Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia

Brenda Silva Ribeiro

INFLUÊNCIA DAS FASES DO CICLO MENSTRUAL NAS LESÕES
MUSCULOESQUELÉTICAS EM ATLETAS:
uma revisão narrativa

Belo Horizonte
2021

Brenda Silva Ribeiro

**INFLUÊNCIA DAS FASES DO CICLO MENSTRUAL NAS LESÕES
MUSCULOESQUELÉTICAS EM ATLETAS:
uma revisão narrativa**

Monografia apresentada ao Colegiado do Curso de Pós-Graduação em Fisioterapia da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial à obtenção do título de Especialista em Fisioterapia Esportiva.

Orientadora: Me. Fernanda Viegas Paulo Amaro

Belo Horizonte

2021



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

ESPECIALIZAÇÃO EM AVANÇOS CLÍNICOS EM FISIOTERAPIA



FOLHA DE APROVAÇÃO

INFLUÊNCIA DAS FASES DO CICLO MENSTRUAL NAS LESÕES MUSCULOESQUELÉTICAS EM ATLETAS: UMA REVISÃO NARRATIVA

BRENDA SILVA RIBEIRO

Trabalho de Conclusão de Curso submetido à Banca Examinadora designada pela Coordenação do curso de ESPECIALIZAÇÃO EM FISIOTERAPIA, do Departamento de Fisioterapia, área de concentração FISIOTERAPIA ESPORTIVA.

Aprovada em 07 de maio de 2021, pela banca constituída pelos membros: Bruno Alvarenga Soarese Michele Sena de Castro Silva

Renan Alves Resende

Prof(a). Renan Alves Resende
Coordenador do curso de Especialização em Avanços Clínicos em
Fisioterapia

Belo Horizonte, 07 de maio de 2021

RESUMO

A participação da mulher no cenário esportivo foi oficializada pelo Comitê Olímpico Internacional em 1919, a partir desta data o número de participantes do sexo feminino nos jogos olímpicos só tem aumentado. Com a crescente participação das mulheres que praticam esporte, inclusive no alto rendimento, é importante compreender a diferença entre os sexos nas taxas de lesões, fatores de risco, estratégias de prevenção e tratamento. Tem sido foco dos estudos atuais o ciclo menstrual das atletas. É de grande importância o conhecimento sobre o ciclo menstrual devido as suas funções fisiológicas para o entendimento das diversas alterações biológicas e suas influências sobre o organismo feminino. O presente estudo teve como objetivo realizar uma revisão de literatura sobre a influência das fases do ciclo menstrual nas lesões musculoesqueléticas em atletas. Foi realizada uma revisão de literatura do tipo narrativa. Foram incluídos na presente revisão 19 artigos que analisaram os efeitos causados pelos hormônios sexuais durante o ciclo menstrual em mulheres ativas fisicamente e maiores de 18 anos. A exposição elevada ao estrogênio provoca efeitos relacionados ao aumento da frouxidão da articulação e no controle motor, durante a fase da ovulação e durante o início da fase lútea. Se a mulher está acostumada às variações hormonais cíclicas, os efeitos não se tornam tão nocivos dentro de um ciclo menstrual regular. Entretanto, em um ciclo menstrual irregular as variações podem elevar o risco de lesão. Sugere-se a realização de novos estudos afim de conseguir encontrar parâmetros para poder controlar ou minimizar essas variações hormonais inesperadas.

Palavras-chave: ciclo menstrual; mulher atleta; lesão musculoesquelética; instabilidade articular.

ABSTRACT

The participation of women in the sports scene was made official by the International Olympic Committee in 1919, from this date the number of female participants in the Olympic games has only increased. With the increasing participation of women who practice sports, including in high performance, it is important to understand the difference between the sexes in the rates of risk, risk factors, prevention and treatment. The menstrual cycle of athletes has been the focus of current studies. Knowledge about menstrual cycle is of great importance due to its physiological functions for understanding the various biological changes and their influences on the female organism. The present study aimed to conduct a literature review on the influence of the phases of the menstrual cycle on musculoskeletal injuries in athletes. A narrative-type literature review was carried out. The present review included 19 articles that analyzed the effects caused by sex hormones during menstrual cycle in women who are physically active and over 18 years old. High exposure to estrogen causes effects related to increased joint laxity and motor control, during the ovulation phase and during the beginning of the luteal phase. The woman is accustomed to cyclical hormonal variations, the effects do not become so harmful within a regular menstrual cycle, but in an irregular menstrual cycle as variations are not expected which can increase the risk of injury. It is suggested to carry out further studies in order to find parameters to be able to control or minimize these unexpected hormonal variations.

Keywords: menstrual cycle; female athlete; musculoskeletal injury; joint instability.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	5
2 MATERIAIS E MÉTODOS	9
3 RESULTADOS	10
4 DISCUSSÃO	20
5 CONCLUSÃO	27
REFERÊNCIAS	28

1 INTRODUÇÃO

A mulher possui um histórico de lutas com importantes quebras de paradigmas impostas pela sociedade, que é calcada de valores masculinos (Freitas, 2002). Uma demonstração deste histórico é a conquista da participação feminina nos Jogos Olímpicos, o maior evento esportivo mundial, sendo possível ponderar através dos Jogos a luta por direitos iguais entre homens e mulheres (Pierro, 2007). A participação feminina nos Jogos Olímpicos inicialmente foi de maneira simbólica em Paris 1900 (Rubio; Simões, 1999). As mulheres puderam participar apenas de duas modalidades, golfe e tênis, que eram consideradas esteticamente belas e delicadas (Rubio; Simões, 1999). A participação feminina foi oficializada pelo Comitê Olímpico Internacional (COI) em 1919, porém as modalidades ainda eram restritas, apenas natação e tênis (Firmino, 2014). Em 1964 o vôlei foi incluído e em 1976 o basquete (International Olympic Committee, 2009). Os Jogos Olímpicos de Londres 2012, foi considerado um marco na história, pois pela primeira vez em sua edição todas as nações participantes do evento (204) tinham atletas mulheres em sua delegação (Firmino, 2014). Ainda conforme dados oficiais do COI, Estados Unidos, China e mais 32 países participantes do evento possuíam uma delegação com mais mulheres atletas do que homens atletas (Firmino, 2014). Países como Brunei, Qatar e Arábia Saudita, que não permitiam a participação de mulheres em Jogos Olímpicos devido às restrições religiosas passaram a permitir em 2012 (Firmino, 2014).

O esporte é visto pela sociedade capitalista como fonte de lucro (Cunha, 2006). A pressão constante para os resultados nas atletas, as elevadas cargas de treino, as normas das competições e aumento bruto da participação esportiva, geraram uma crescente preocupação com problemas de saúde das atletas (Green *et al.*, 2003). Cada mulher possui uma propriedade única e individual e podendo haver diferentes efeitos metabólicos em sua variação hormonal. A fisiologia da mulher é uma cascata periódica de hormônios que tem suas flutuações durante o ciclo menstrual (CM) (Oleka, 2019). 41,7% das mulheres praticantes de exercício físico consideram que há uma influência negativa no seu treinamento e desempenho esportivo em decorrência do seu CM (Bruinvels, 2017). É de grande importância o conhecimento sobre o CM e suas funções fisiológicas para o entendimento das

diversas modificações biológicas e suas influências de maneira global sobre o organismo feminino (Guyton; Hall, 1999). O foco dos estudos atuais tem sido a menstruação de atletas do sexo feminino e o uso do CM para otimizar o treinamento e o desempenho enquanto diminuição de lesões (Oleka, 2019).

O CM é um fenômeno caracterizado por um padrão de variações rítmicas mensais da secreção dos hormônios femininos, que consiste em alterações nos ovários e nos outros órgãos sexuais (Guyton, 2011). O CM regular tem duração média de 28 dias, podendo ser mais curto ou mais longo (Guyton, 2011). É dividido em três fases: fase folicular, ovulação e a fase luteínica (Costanzo, 2015). Na fase folicular ocorre liberação dos hormônios folículo estimulante (FSH) e luteinizante (LH) pela hipófise anterior, importantes para a maturação dos folículos já existentes, desde o nascimento na mulher. Com esta maturação se inicia a síntese do estrogênio, responsável por finalizar o processo de maturação do folículo. A quantidade de estrogênio secretada é diretamente proporcional a maturação dos folículos. Além disso, é considerado o hormônio que dá início a formação de uma nova camada de endométrio no útero. Na fase seguinte, ocorre a ovulação, no dia 14 do ciclo menstrual regular, durante o pico de secreção de LH e FSH, quando ocorre a ruptura do folículo e formação do corpo lúteo. Os altos níveis de estrogênio estimulam a liberação do óvulo maduro e inibem a liberação de FSH e LH pelo estrogênio. Como efeito secundário a temperatura basal do corpo da mulher terá aumento de 2 a 3 graus. Em relação ao CM, na fase lútea, o corpo lúteo desenvolvido no ovário após a liberação do óvulo das tubas uterinas continua a crescer após a ovulação por um tempo. Além disso, este produzirá uma quantidade considerável do hormônio progesterona (Costanzo, 2015), quantidade maior do que pode ser convertido, devido à grande secreção de progesterona no sangue circulante (Guyton, 2011). Se ocorrer fecundação os hormônios serão secretados pelo corpo lúteo até a placenta assumir esse papel, caso não ocorra fecundação, a menstruação acontecerá no dia 1 do próximo CM (Costanzo, 2015). Os níveis mais baixos de estrogênio e progesterona ocorrem no início do CM, dias 1 a 6. O estrogênio tem aumento em duas fases, o primeiro, chega a atingir seu pico, na fase da ovulação, dias 12 a 14, e o segundo, um aumento menor, na fase lútea, dias 20 a 24. A progesterona aumenta gradualmente na fase folicular tardia, logo antes da

ovulação, porém atinge seu nível mais alto na fase lútea média, entre os dias 19-24 (Herzberg *et al.*, 2017).

Neste contexto, muitos estudos foram realizados a fim de entender a relação entre os hormônios sexuais, estrutura e as propriedades mecânicas encontradas no tecido conjuntivo humano (Heitz *et al.*, 1999; Slaughterbeck; Hardy, 2001; Shultz *et al.*, 2005; Lee *et al.*, 2013). O tecido conjuntivo humano, que constitui músculos e os ligamentos, constitui-se de fibras de colágeno ligadas intimamente (Liu *et al.*, 1996; Hansen *et al.*, 2011). Foi demonstrado que o estrogênio coordena a síntese de proteínas no tecido conjuntivo (Liu *et al.*, 1996; Hansen *et al.*, 2011). A síntese de colágeno reduzida é fator para diminuição do tônus e rigidez muscular e aumento da elasticidade quando o estradiol aumenta com a redução da produção de colágeno e da proliferação de fibroblastos (Park *et al.*, 2009; LEE *et al.*, 2013). Há uma diferença no papel do estrogênio na regulação da massa muscular e da frouxidão ligamentar referente ao sexo (Lee *et al.*, 2013). Existem hipóteses de que as alterações hormonais durante o CM podem elevar a vulnerabilidade de uma atleta feminina a lesões ligamentares (Mandelbaum *et al.*, 2005).

A lesão pode ser definida como distúrbios do sistema musculoesquelético. (Clarsen *et al.*, 2014). Pode ser classificada em lesões agudas, que podem ser relacionadas a um momento específico, identificável e inesperado (Clarsen *et al.*, 2014), e em lesões por uso excessivo que são as lesões de início gradual decorrente de repetitivos microtraumas, sem a presença do evento identificável (Roos; Marshall, 2014). As lesões recorrentes acontecem na mesma parte do corpo e quase sempre são da mesma natureza e/ou mecanismo. Pode ser classificada também como re-lesão, quando a lesão está cicatrizada ou como exacerbação, quando a lesão não está cicatrizada (Finch; Cook, 2014; Hamilton *et al.*, 2011). São classificadas de acordo com a região do corpo acometida e/ou por sua natureza, por exemplo, entorse de tornozelo. Já a lesão esportiva é um termo utilizado para se referir a uma diversidade de distúrbios musculoesqueléticos advindos da prática esportiva (Van; Hlobil; Kemper, 1992). No esporte, as lesões do sistema musculoesquelético apresentam incidência de 3,98 lesões por 1000 horas de treino e 13,79 lesões por 1000 horas de jogo (Hootman *et al.*, 2007). Uma média de 8,6 milhões de lesões esportivas foram documentadas (2011-2014) nos EUA, o que equivale a uma incidência de 34 lesões a cada 1000 atletas (Sheu; Chen;

Hedegaard, 2016). Para os médicos toda lesão aumenta o risco de uma lesão subsequente, principalmente em caso de reabilitação incorreta e lesões graves que dispõem de um risco maior de osteoartrite a longo prazo (Dyorak, 2009). O número geral das lesões é fator de impacto relevante nas despesas relacionadas à saúde. Essas despesas na Suíça, por exemplo, somaram aproximadamente 170 milhões de dólares em 2010 com lesões no futebol amador (Bizzini; Dyorak, 2013). Para os jogadores, estar sem lesão é primordial para ter o desempenho no mais alto nível. Foi constatado em times de elite melhores resultados e classificação em campeonatos quando o elenco apresentava menor número de lesionados (Hagglund *et al.*, 2013).

Continua crescente o número de mulheres que praticam esporte, fazendo-se importante compreender a diferença entre os sexos nas taxas de lesão, fatores de risco, estratégias de prevenção e tratamento, para assim poder melhorar os cuidados (Sutton; Bullock, 2013). Atletas mulheres têm duas a oito vezes mais chances de sofrer lesões ligamentares no joelho (Toth; Cordasco, 2001; Arendt; Dick, 1995). Atletas universitárias de futebol e basquete de alto nível durante todo o ano tem risco de lesão de ligamento cruzado anterior (LCA) de aproximadamente 4,4% a 5% ao ano, (Prodromos *et al.*, 2007; Hewett *et al.*, 2005). Um estudo norueguês demonstrou que jogadoras de handebol tem risco de lesão de LCA 2,4 vezes maior em pisos artificiais do que em pisos de madeira natural, risco que não é observado em homens (Olsen *et al.*, 2003). Mais da metade de todas as lesões afetam os membros inferiores em jogadoras de voleibol, maior parte afetando o tornozelo e o joelho (Agel *et al.*, 2007). As lesões no joelho foram responsáveis por 14% e de acordo com os dados elas aconteceram através de um mecanismo de lesão sem contato (Agel *et al.*, 2007). A necessidade de resultados e sucesso impõe as atletas uma necessária e fatal condição, em que são submetidas a esforços físicos e psíquicos bem próximos de seus limites fisiológicos (Carazzato; Campos, 1992). Por consequência, essa alta exposição pode levar a um distúrbio, que é agravada pelos fatores predisponentes, resultando em um alto número de lesões atléticas (Carazzato; Campos, 1992). Neste contexto, o objetivo do presente estudo foi realizar uma revisão de literatura sobre a influência das fases do ciclo menstrual nas lesões musculoesqueléticas em atletas.

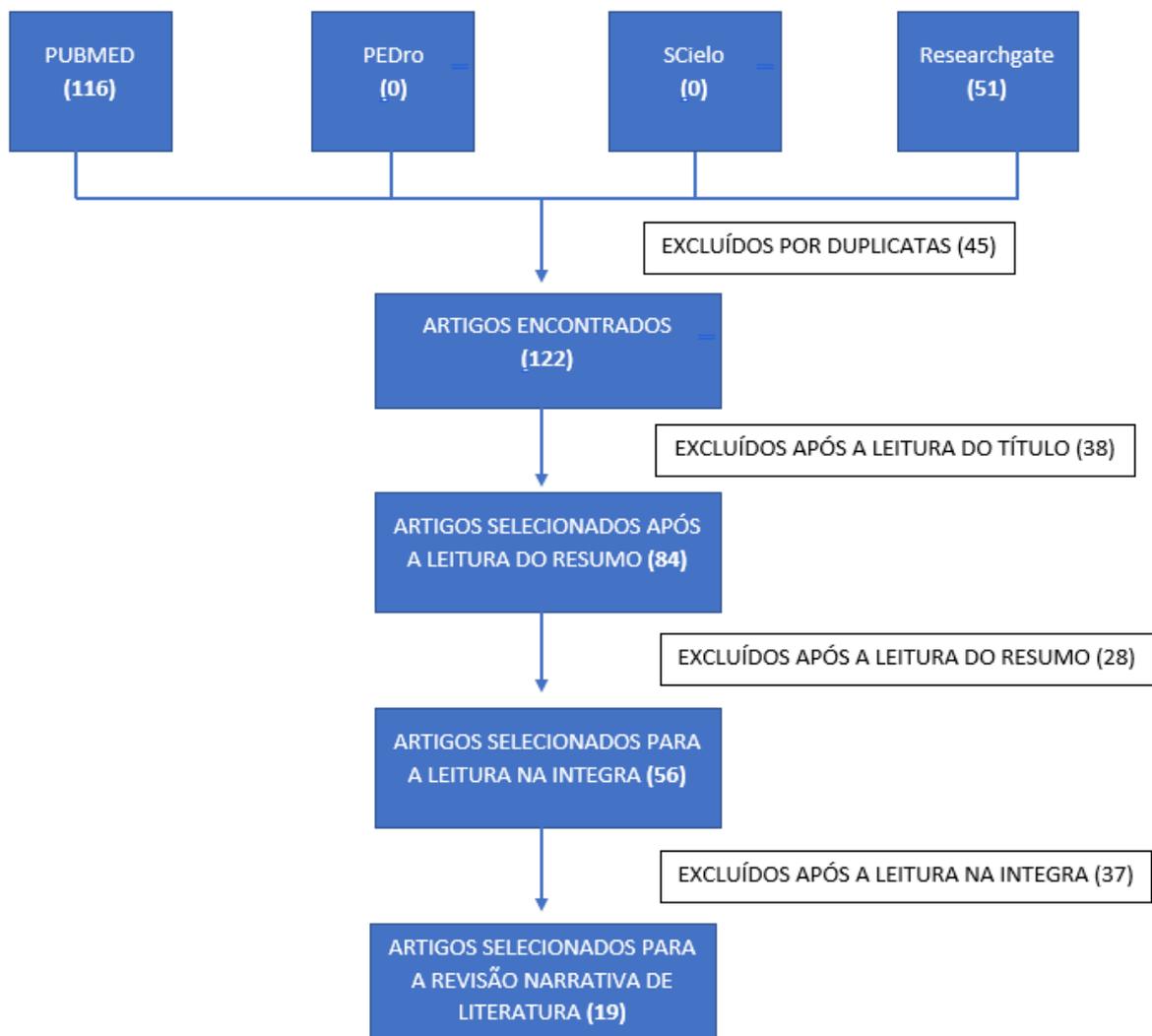
2 MATERIAIS E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada nos bancos de dados eletrônicos de artigos nos idiomas inglês e português, no período entre os anos de 2005 a 2020. As bases de dados utilizadas foram: PubMed, SciELO, PEDro e Research Gate, aplicando os seguintes termos: “*menstrual cycle*” e “*female athlete*”, combinados com os termos: “*injury*” e “*joint instability*”, através do booleano AND. Os estudos selecionados atenderam aos seguintes critérios de inclusão: estudos que avaliaram possíveis associações entre ciclo menstrual e lesões em mulheres atletas. Os critérios de exclusão utilizados foram: estudos de revisão de literatura, revisão sistemática e/ou de metanálise, amostras menores que dez participantes, estudos que incluíram menores de 18 anos, mulheres gestantes e/ou que não relataram resultados específicos para as fases do ciclo menstrual.

3 RESULTADOS

Foram incluídos 19 artigos no presente estudo. Considerando a busca nas bases de dados eletrônicas, inicialmente foram encontrados 167 estudos. A figura 1 mostra o processo de seleção dos artigos. O número de artigos em cada etapa está representado entre parênteses.

Figura 1 - Fluxograma do processo de seleção dos artigos



O Quadro 1 descreve a amostra, as fases do ciclo menstrual analisadas, as lesões musculoesqueléticas que foram avaliadas e a conclusão de cada estudo que foi selecionado para esta revisão.

Quadro 1 - Descrição da amostra, fases do ciclo menstrual analisadas, lesões musculoesqueléticas avaliadas e a conclusão dos estudos.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA	AMOSTRA	FASES DO CICLO MENSTRUAL	LESÕES AVALIADAS	CONCLUSÃO
Abt JP <i>et al.</i> , 2007	10 mulheres saudáveis e ativas fisicamente. Idade: $21,4 \pm 1,4$ anos, Altura: $1,67 \pm 0,06$ m, Massa: $59,9 \pm 7,4$ kg.	Fase menstrual, pós-ovulatória e lútea média.	Coordenação motora fina, estabilidade postural, razão de força dos isquiotibiais e quadríceps, excursão por flexão do joelho, excursão em valgo do joelho, força de cisalhamento anterior tibial proximal máxima, momento da flexão na força de cisalhamento anterior proximal da tibia ou momento valgo na força de cisalhamento anterior proximal da tibia.	As características neuromusculares e biomecânicas não são influenciadas pela variação dos níveis hormonais entre as fases do ciclo menstrual.
Bryant Al <i>et al.</i> , 2011	38 mulheres atléticas que corriam mais de 20 km por semana há pelo menos 2 anos antes. 19 mulheres que usavam o MOCP e 19 que não-	Fase folicular e mais alto (24 horas antes da ovulação) de estrogênio.	Alteração de coordenação neuromuscular, rigidez muscular ativa.	Não houve evidência para apoiar a noção de um efeito induzido por estrogênio, agudo ou crônico, na rigidez das pernas.

	MOCP. Idade $31,9 \pm 7,3$ (não-MOCP) $28,0 \pm 4,2$ (MOCP).			
Casey E <i>et al.</i> , 2016	30 mulheres saudáveis com idades entre 18 e 35 anos. 15 das mulheres não usavam contraceptivos orais, e 15 delas usavam contraceptivos orais.	Folicular, ovulatória e lútea.	Aumento na excitabilidade da coluna vertebral durante a fase periovulatória. Frouxidão ligamentar e a lesão do LCA.	A excitabilidade da coluna vertebral permanece estável ao longo do ciclo menstrual. Os resultados acrescentam novas informações sobre o potencial de um efeito diferencial do estrogênio e progesterona endógenos e exógenos na excitabilidade da coluna vertebral.
Chaudhari AM <i>et al.</i> , 2007	25 mulheres, 13 CO (idade 20,3) e 12 NOC (idade $19,1 \pm 1$) e 12 homens (idade $20,3 \pm 1,7$). Ambos envolvidos em esportes recreativos.	Início da fase folicular do ciclo (dia 1) registrando a data do início do sangramento menstrual.	Lesão sem contato do LCA.	Os resultados mostram que o ciclo hormonal em mulheres não parece afetar a carga da articulação do joelho ou da articulação do quadril durante várias atividades diferentes de salto e aterrissagem de membro único e que as mulheres não parecem ter cargas significativamente diferentes das dos homens durante qualquer fase do ciclo menstrual. Além disso, o uso de um contraceptivo oral por mulheres não parece afetar a carga articular.
Fridén C <i>et al.</i> , 2005	32 mulheres, saudáveis, impedidos de fumar e	Folicular precoce, fase	Controle postural em mulheres com e sem sintomas pré-menstruais.	O desempenho psicomotor demonstrou variar durante o ciclo menstrual, com

	participavam de níveis moderados de atividade, com média de 2 sessões de treinamento por semana. Média de idade 26 anos.	de ovulação e fase lútea média.		uma desaceleração psicomotora significativa na fase pré-menstrual em mulheres com sintomas pré-menstruais.
Hansen M <i>et al.</i> , 2013	30 Jogadoras sub-elite de handebol feminino (18 a 30 anos). 15 usuárias de CO de longa data e 15 não usuárias.	Fase folicular e fase lútea do ciclo menstrual.	Morfologia do tendão patelar, composição bioquímica e propriedades biomecânicas.	Não foram observadas diferenças na composição estrutural do tendão patelar, reticulação de colágeno e propriedades biomecânicas entre os usuários de CO e NOC. O estradiol sérico foi inversamente correlacionado com a rigidez do tendão patelar em usuários de NOC.
Hansen M <i>et al.</i> , 2009.	23 mulheres jovens e saudáveis, 12 mulheres eumenorréicas (24±2 idade) e 11 mulheres usuárias de CO (24±4 idade).	Fase folicular e fase lútea	Síntese de colágeno tendão e muscular	A manipulação da concentração de hormônios femininos in vivo por CO foi associada a uma menor taxa de síntese de colágeno no tendão em mulheres jovens. Além disso, o CO pareceu diminuir o efeito estimulante do exercício na síntese do tecido conjuntivo intramuscular mas não nos usuários do CO. Finalmente,

				marcadores para a síntese de colágeno ósseo indicaram um efeito prejudicial no equilíbrio entre a síntese e a quebra do colágeno ósseo.
Hertel J <i>et al.</i> , 2006.	14 atletas colegiais saudáveis (idade = 19,3 ± 1,3 anos).	Fase folicular média ovulatória e fase meia-lútea.	Rupturas do ligamento cruzado anterior. Medidas de força dos isquiotibiais e quadríceps, senso de posição da articulação do joelho, controle postural e frouxidão da articulação do joelho.	Não identificamos alterações substanciais na força dos músculos isquiotibiais ou do quadríceps, no sentido passivo da posição da articulação do joelho, no controle postural na postura de perna única ou na flacidez da articulação do joelho durante o ciclo menstrual de atletas do sexo feminino.
Khowailed IA <i>et al.</i> , 2015.	12 corredores femininos, idade 25,6 ± 3,7 anos.	Fase folicular e ovulação.	Padrões de ativação muscular da extremidade inferior e frouxidão do LCA.	Diminuição da frouxidão da articulação do joelho durante o ciclo menstrual leva à diminuição do controle neuromuscular durante a corrida.
Lee H, Petrofsky J, 2018.	19 mulheres com idade 25,9 ± 1,8 e 17 homens com idade 27,3 ± 2,0. Todos realizam 150 minutos de atividade física moderada ou leve por semana.	Menstruação e ovulação.	Espessura da fáscia plantar, na frouxidão e oscilação postural.	A frouxidão da fáscia plantar foi maior na ovulação em comparação com a menstruação em mulheres, e a frouxidão da fáscia plantar masculina foi a mesma que a das mulheres menstruadas. O balanço postural e o tremor das mulheres foram maiores na

				ovulação, quando a frouxidão da fásia plantar aumentou, do que durante a menstruação.
Miller BF et al., 2007.	17 jovens saudáveis, 8 mulheres com idade 26 ± 2 anos e 7 mulheres com idade 26 ± 4 anos e homens com idade 25 ± 1 anos.	Fase folicular e Lútea.	Síntese de colágeno tendinoso após um exercício extenuante.	Os valores de FSR do colágeno tendinoso parecem estar diminuídos no repouso e após o exercício em mulheres em comparação com homens.
Park SK et al., 2009.	26 mulheres jovens, idade $22,7 \pm 3,3$ anos. A maioria dos sujeitos (20 de 26) participa de atividade esportiva associada a manobras de corrida, salto e corte. E 6 participantes de outras atividades esportivas.	Fase folicular, ovulação e fase lútea.	Flacidez e rigidez do joelho.	Os níveis hormonais estão relacionados ao aumento da flacidez do joelho durante a ovulação que o estradiol e a progesterona influência na frouxidão e rigidez do joelho durante a fase lútea.
Park SK et al., 2009	26 mulheres saudáveis, idade, $22,7 \pm 3,3$ anos.	Folicular, ovulação e lútea.	Mecânica da articulação do joelho.	Verificou-se que o aumento da KJL durante o ciclo menstrual leva a maiores cargas nas articulações do joelho em movimentos selecionados de alto risco em mulheres jovens

				saudáveis. Também foi descoberto que a influência dos hormônios na KJL era específica do assunto, possivelmente explicando por que algumas atletas são mais propensas a lesões do LCA do que outras.
Park SK <i>et al.</i> , 2015	25 mulheres saudáveis, média de idade(DP): 22,7 (3,5) anos, níveis de atividade 8,7± 4,6 h / semana.	Fase folicular, ovulação e lútea.	Frouxidão ligamentar e ruptura do ligamento cruzado anterior.	A frouxidão articular do joelho se correlaciona positivamente com as cargas articulares do joelho durante o ciclo menstrual. Embora não possa ser generalizada devido à variabilidade do sujeito na frouxidão do joelho ao longo do ciclo menstrual, as mudanças na frouxidão do joelho se correlacionaram positivamente com as mudanças nas cargas da articulação do joelho.
Pollard CD, Braun B e Hamill J, 2006.	12 homens, idade 24,3 anos (DP, 4,0 anos) e 12 mulheres, idade 24,8 anos (SD, 7,8 anos).	Fase folicular precoce, fase folicular média e fase lútea média.	Frouxidão ligamentar e ruptura do ligamento cruzado anterior.	Primeiro, as mulheres exibiram maior frouxidão anterior do joelho do que os homens antes e após o exercício em todas as fases do ciclo menstrual. Segundo, as flutuações de estrogênio no ciclo menstrual não modificaram a frouxidão anterior do joelho nas mulheres.

Fouladi R <i>et al.</i> , 2011.	16 estudantes de educação física do sexo feminino, idade = 23,6 ± 1,1 anos, altura = 166,6 ± 6,1 cm, peso = 58,9 ± 9,6 kg). Mínimo 2 anos de experiência em atividade física contínua (3x por semana, 2h por dia). Nenhuma usou contraceptivos orais nos 6 meses anteriores ao estudo.	Fase folicular precoce, fase folicular média e fase lútea média.	Investigar a relação entre o nível hormonal feminino e a propriocepção, medindo a posição da articulação do joelho ao longo do ciclo menstrual.	Atletas saudáveis do sexo feminino apresentam diferentes níveis de posição da articulação do joelho ao longo de um ciclo menstrual. A precisão diminui durante menstruação, quando os níveis circulantes de hormônios sexuais são baixos.
Shahraki SF, Minoonejad H, Tabrizi MY, 2020.	15 mulheres idade: 23,27 ± 1,66 anos, altura: 1,67 ± 0,05 cm; peso: 57,60 ± 6,75 kg, nenhuma usou contraceptivos orais.	Fase folicular, ovulação e lútea	Investigar o efeito de ciclo menstrual nos fatores de estabilidade da articulação do ombro incluindo rigidez ligamentar, força muscular, função proprioceptiva e estabilidade funcional do ombro, como fatores de risco intrínsecos à lesão	O ciclo menstrual pode ter um efeito significativo na propriocepção e fatores de força. Para o fator de força, um aumento significativo foi observado na ovulação fase do que em outras fases do ciclo menstruação. Por outro lado, frouxidão e status funcional fatores de mobilidade não mostraram mudança em nenhuma fase ciclo menstrual.
Yim J, Petrofsky J, Lee H, 2018.	20 mulheres fisicamente ativas com idade média	Ovulação e durante a fase	Determinar o efeito do ciclo menstrual no tônus muscular e nas propriedades	Os resultados sugerem o efeito do estrogênio nos tecidos conjuntivos

	de 20,7 ± 1,6 anos e índice de massa corporal (IMC) de 22,4 ± 2,7 kg/m ² . Realizou entre 60 e 150 min de atividade física moderada ou leve por semana. Nenhum uso de qualquer medicamento que afete os hormônios sexuais	folicular inicial.	mecânicas, incluindo rigidez e elasticidade dos músculos estabilizadores do tornozelo em relação ao equilíbrio, comparando as duas fases do ciclo menstrual (folicular versus ovulação) e como correlaciona-se ao balanço postural.	humanos, aumentando a frouxidão articular e muscular e afetando a estabilidade da postura de acordo com a fase do ciclo menstrual.
Shultz SJ <i>et al.</i> , 2012.	74 mulheres e 50 homens (18 a 30 anos) participantes foram recreacionalmente ativos (2,5 a 10h · semana ⁻¹) nos últimos 3 meses e não-fumantes, tinham um índice de massa corporal (peso / altura ²) ≤30kg · m ⁻² . Não usavam hormônios exógenos por pelo menos 6 meses.	2 ciclos de 6 dias consecutivos após a menstruação início (de auto-relato) e 8-10 dias consecutivos após a ovulação	Alterações cíclicas na frouxidão anterior do joelho, <i>genu recurvatum</i> , varo-valgo e frouxidão do joelho de rotação interna-externa ao longo do ciclo menstrual. E mudanças na biomecânica da aterrissagem de dias de frouxidão mínima a máxima.	A variabilidade intersubjetiva nas alterações da frouxidão cíclica multiplanar do joelho ao longo do ciclo menstrual pode afetar a magnitude e a direção dos padrões cinemáticos do joelho durante a menstruação. Fase inicial de um pouso forçado. Além disso, essas alterações ocorreram sem alterações consideráveis nos momentos articulares e nas estratégias de ativação muscular.

Legenda: CO: contraceptivos; COP: centro de pressão do pé; CSA: área de seção transversal do tendão patelar; FSR: síntese fracionária do tendão e colágeno muscular; JPS: senso de posição articular; KJL: frouxidão nas articulações do joelho; MOCP: pílula anticoncepcional oral onofásica; NOC: não tomam contraceptivo oral.

4 DISCUSSÃO

O objetivo desse estudo foi realizar uma revisão narrativa da literatura sobre a influência das fases do ciclo menstrual nas lesões musculoesqueléticas em atletas. O CM de atletas tem sido foco de estudos para aprimorar o treinamento e o desempenho devido à redução de lesões (Oleka, 2019). Durante o CM ocorrem mudanças hormonais periódicas da fisiologia da mulher (Oleka, 2019), sendo que 41,7% das mulheres praticantes de exercício físico acreditam que há influência negativa no seu treinamento e desempenho esportivo (Bruinvels, 2017). Deste modo, é importante entender as diversas alterações biológicas e as suas influências durante as diferentes fases do CM.

O estrogênio tem aumento em duas fases, na ovulação e na fase lútea; já a progesterona tem aumento na fase folicular tardia, pré-ovulação, sendo seu pico na fase lútea média (Herzberg *et al.*, 2017). Segundo Liu e colaboradores (1996) e Hansen e colaboradores (2011), o estrogênio é responsável pela síntese de proteínas no tecido conjuntivo. O estrogênio desempenha papéis diferentes na regulação da massa muscular e da frouxidão ligamentar relacionado ao sexo (Lee *et al.*, 2013). É posto que as alterações hormonais durante o CM podem elevar a vulnerabilidade de uma atleta mulher a lesões ligamentares (Mandelbaum *et al.*, 2005). Segundo Park e colaboradores (2009) e Lee e colaboradores (2013), a redução da síntese de colágeno é fator para diminuição do tônus e rigidez muscular, o que deste modo aumenta a elasticidade quando o estrogênio aumenta com a baixa produção de colágeno e da proliferação de fibroblastos.

Hansen e colaboradores (2009) afirmaram que o aumento da renovação do colágeno no tecido conjuntivo intramuscular durante a hipertrofia do sistema contrátil em resposta ao treinamento é importante para a adaptação apropriada das estruturas do tecido conjuntivo. Devido à importância dada a produção de colágeno no tecido conjuntivo, Hansen e colaboradores (2009) mensuraram a síntese de colágeno no tendão e no tecido muscular em dois grupos de mulheres, usuárias de contraceptivos (CO) ou não usuárias de CO. Foram encontradas taxas menores de síntese proteica do colágeno nos tendões, em repouso e após exercício físico, em mulheres expostas a uma alta concentração de hormônios femininos sintéticos (usuárias de CO) em comparação com mulheres expostas a uma baixa

concentração de hormônios femininos endógenos (não usuárias de CO). Nas mulheres não usuárias de CO foi encontrado aumento da síntese fracionária do tendão e colágeno muscular nas 24 horas após o exercício em comparação aos valores de repouso (Hansen M *et al.*, 2009). Miller e colaboradores (2007) mostraram também valores da síntese fracionária do colágeno tendíneo mais baixos nas mulheres em relação aos homens nas situações de repouso e 72 horas após exercício físico. Essas informações corroboram com o entendimento de que o estrogênio pode modular as respostas sintéticas do fibroblasto à carga mecânica, podendo auxiliar uma taxa menor de reparo tecidual após exercício. Casey e colaboradores (2016) também demonstraram que as mulheres que usam CO orais têm efeitos negativos na síntese de colágeno induzida pelo exercício nos tendões e de proteínas no músculo, causando inibição das sínteses. Hansen e colaboradores (2013) analisaram a morfologia do tendão patelar, composição bioquímica e propriedades biomecânicas. Não foi observada diferença significativa nas propriedades mecânicas do tendão patelar nas diferentes fases do CM. Ainda que a generalização entre as propriedades do tendão patelar e do LCA suporte um questionamento, os dados analisados sobre o tendão patelar sustentam o pressuposto de que a frouxidão do joelho é aumentada se as mulheres forem consideravelmente expostas ao estrogênio. Entretanto, apenas 20 a 28% das variações nas propriedades biomecânicas do tendão patelar são explicadas pela diferença no estrogênio (Hansen *et al.*, 2013). Se o efeito do estrogênio em outros tendões e ligamentos seguir o efeito no tendão patelar, os dados confirmariam os achados anteriores, que associa a alta exposição ao estrogênio em mulheres ao aumento da frouxidão do joelho, elevando o risco de uma lesão no LCA (Hansen *et al.*, 2013).

Lee e Petrofsky (2018), Park e colaboradores (2009), Park e colaboradores (2015) e Yim, Petrofsky, Lee, (2018) investigaram se a alteração da frouxidão da articulação durante o CM afeta os fatores de risco biomecânicos. Alguns estudos determinam a fraqueza da musculatura do quadril como fator de risco para as lesões no joelho. Esses estudos propõem que a rotação interna do fêmur associada à adução do quadril modifica a articulação do joelho para aposição de valgismo. Segundo Park e colaboradores (2009) os níveis hormonais estão relacionados ao aumento da frouxidão do joelho durante a ovulação que o estrogênio e a

progesterona influenciam na frouxidão e na rigidez na articulação do joelho durante a fase lútea. Há diminuição na rigidez do joelho de aproximadamente 17% durante a ovulação (Park *et al.*, 2009). Os dados mostraram maior frouxidão do joelho durante a ovulação de 12,7%, a 89 N, e 8%, a carga manual máxima, em comparação com as outras fases (Park *et al.*, 2009). Yim, Petrofsky, Lee, (2018) encontraram durante a ovulação uma diminuição dos tónus nos músculos estabilizadores do tornozelo, diminuição da rigidez dos músculos tibial anterior (TA) e fibular longo, uma maior elasticidade do músculo TA e a oscilação postural maior durante o teste de equilíbrio. Lee e Petrofsky (2018) também encontraram alterações durante a ovulação. A frouxidão da fásia plantar foi maior na fase de ovulação, conseqüentemente afetando o balanço postural nessa fase. O aumento da frouxidão da fásia plantar ocorreu devido ao aumento do estrogênio, do mesmo modo afetando os ligamentos e tendões que sofreram a mesma alteração. Deste modo, podemos sustentar a ideia de influência do aumento da frouxidão com um aumento na incidência de lesões esportivas em mulheres na ovulação. Fridén e colaboradores (2005) demonstraram controle postural alterado durante a fase lútea média em mulheres com sintomas pré-menstruais e variação no desempenho psicomotor durante o CM. Esses autores sugerem efeito central dos hormônios sexuais femininos no controle postural. Esses resultados podem estar associados a incidência de lesões relatada anteriormente durante a fase lútea e nos primeiros dias de menstruação em mulheres atletas. A gravidade dos sintomas pré-menstruais aumenta durante a fase lútea e desaparece alguns dias após o início da menstruação. Os sintomas pré-menstruais relatados por Fridén e colaboradores (2005) foram irritabilidade, depressão, fadiga, inchaço e sensibilidade mamária são os sintomas mais comuns, porém o déficit na concentração e o desempenho psicomotor também podem ocorrer.

Lee e Petrofsky (2018), Park e colaboradores (2009), Park e colaboradores (2015) e Yim, Petrofsky, Lee (2018) especularam a relação entre o aumento da frouxidão nas articulações do joelho durante o CM com a alta taxa de lesões no LCA em atletas do sexo feminino. Contudo, a relação entre a frouxidão da articulação do joelho e os níveis hormonais deve ser esclarecida mediante os resultados contraditórios nessa área. Posteriormente deve-se investigar os mecanismos de lesão do LCA relacionado ao CM. Pollard, Braun e Hamill (2006) encontraram

resultados idênticos na frouxidão anterior da articulação do joelho pelo exercício para mulheres e homens, e as variações na concentração de estrogênio não tiveram impacto na frouxidão da articulação do joelho das mulheres. As mulheres apresentam uma frouxidão anterior do joelho maior do que nos homens, o que é evidente. Porém sua resposta à frouxidão ao exercício é parecida com a dos homens, independente da fase do CM (Pollard; Braun; Hamill, 2006). Não houve alteração na frouxidão anterior do joelho em mulheres ao longo dos períodos de coletas de dados induzida pela concentração de estrogênio, o exercício provocou aumentos equivalentes (Pollard; Braun; Hamill, 2006). Segundo Shultz e colaboradores (2012) o aumento na frouxidão da articulação do joelho ao longo do CM resultou em alterações cinemáticas em diferentes planos anatômicos, proporcionando maiores amplitudes de movimento nos planos frontal e transversal durante a aterrissagem. Essas modificações podem gerar uma sobrecarga no LCA.

Park e colaboradores (2015) acharam uma correlação positiva para alterações na frouxidão do joelho, juntamente com alterações no momento da articulação do joelho e impulso da fase folicular para a ovulação e ovulação para a fase lútea. Foi relacionada maior frouxidão do joelho ao aumento da carga articular do joelho em algumas mulheres em momentos específicos do CM. O conjunto de dados demonstrou a correlação positiva entre as alterações na frouxidão e alterações de movimento do joelho, adução e cargas de rotação interna durante o CM. As mudanças causaram uma diferença nos momentos de rotação interna de quadril e nos momentos de adução de quadril. Ainda que tenha sido em um ambiente controlado houve um aumento da frouxidão da articulação do joelho em 50% da carga. Em situações de jogo, com movimentos de frenagem, aceleração e desaceleração do corpo, mudança de direção e situações de imprevisto, isso pode ter maior impacto no aumento da carga nas articulações do joelho. Desta forma, o risco de lesão do LCA é maior devido ao aumento na carga do joelho em razão do aumento da flacidez do joelho durante o CM. Sendo previsto uma carga maior quando se combinam o efeito das cargas de rotação e adução do quadril no LCA. Chaudhari e colaboradores (2007), avaliaram atividades de salto e aterrissagem de mulheres em diferentes fases do CM. Não foi apresentada diferenças cinemáticas ou de carga que pudessem estar relacionadas ao CM. Entretanto, o pequeno número de ensaios repetidos realizados pode ter sido uma limitação, já que o número maior

de ensaios permitiria uma avaliação mais quantitativa da variabilidade intra-objeto, assim podendo incluir se há mais variabilidade intra-objeto entre as fases do CM. É questionável se as diferenças encontradas não têm relevância clínica, diferenças que poderiam resultar em um risco de lesão maior durante uma fase do CM em relação a outra. O LCA é uma estrutura viscoelástica, é provável que as diferenças nas taxas de carga aumentem a probabilidade de lesões. Ao longo do CM, Fouladi e colaboradores (2011) sugerem que o senso de posição articular em atletas saudáveis muda e que há uma diminuição da precisão durante a menstruação, isto quando os níveis de hormônios sexuais circulantes são baixos. Desta forma permitindo que as atletas do sexo feminino tenham um risco de maior de se lesionar.

Foi observado por Khowailed e colaboradores (2015) padrão consistente associado ao recrutamento desordenado do músculo isquiotibiais no disparo do padrão de recrutamento do músculo quadríceps ao longo do CM. Esse recrutamento desproporcional aumenta a força de cisalhamento anterior nos ângulos baixos de flexão do joelho, o que pode aumentar o potencial de valgo do membro inferior e possivelmente aumentar o risco de lesão do LCA. O CM tem efeitos na força muscular e no controle motor, seus efeitos podem ser nas restrições ativas, natureza neuromuscular, e restrições passivas, ligamentares, da estabilidade do joelho (Khowailed *et al.*, 2015). Durante a menstruação, o desempenho do sistema neuromuscular fica comprometido, o que pode delimitar a participação tanto quanto a intensidade da atividade em eventos esportivos de forma a comprometer o aumento do risco de lesões mediante a uma estratégia de controle motor prejudicada (Khowailed *et al.*, 2015).

Em contrapartida, Abt e colaboradores (2007) e Hertel e colaboradores (2006) obtiveram resultados negativos quanto a influência da variação dos níveis hormonais entre as fases do CM nas características neuromusculares e biomecânicas. Resultado que pode ser questionado, pois Hertel e colaboradores (2006) relataram que o tamanho da amostra foi inadequado, tiveram também problemas de logística e a sessão de testes ovulatórios não correspondia sempre ao dia da ovulação das pacientes. Hertel e colaboradores (2006) afirmaram ser possível que mulheres ativas fisicamente possam ter risco aumentado de lesão de LCA, caso tenham ovulação inconsistente através de CM positivos devido aos surtos inconsistentes de estrogênio e progesterona entre os ciclos. Shahraki, Minoonejad e Tabrizi (2020)

também não encontraram diferença na frouxidão do ombro após testes clínicos nas três fases do CM. Resultado que pode ser justificado pela forma como foram feitos os testes clínicos, sabendo-se que a frouxidão ligamentar poderia ter sido avaliada em um artrômetro, instrumento de alta precisão. Bryant e colaboradores (2011) acreditavam que flutuações agudas no estrogênio endógeno teriam efeito relevante na rigidez das pernas e enquanto a diminuição do estrogênio plasmático endógeno a um nível constante conseguiria regular a rigidez das pernas. Era ponderado que os usuários de pílula anticoncepcional oral onofásica (PAOO) mantivessem a rigidez dos membros inferiores, desta forma as propriedades de transmissão de energia dos tecidos moles, ajustariam os padrões de ativação dos músculos. Não houve evidência que apoiasse a ideia de um efeito induzido por estrogênio, de forma aguda ou crônica, na rigidez das pernas. O efeito do estrogênio foi mais potente na dinâmica dos membros inferiores de usuários não-PAOO e PAOO, com oscilações no comprimento e a velocidade do trajeto do centro de pressão do pé em função da concentração dos hormônios no plasma. Segundo, Bryant e colaboradores (2011) houve uma influência da parte superior do corpo, ainda que os participantes tenham recebido instruções para manter a postura estável, não foi possível eliminar totalmente a oscilação da parte superior do corpo. As adaptações neuromusculares compensatórias e estratégias de controle precisam ser reduzidas por eletromiografia.

Esta revisão narrativa apresentou algumas limitações. Os estudos selecionados não realizaram uma análise longitudinal, e a maioria dos estudos selecionados realizaram coletas em períodos curtos, o que nos permitiu analisar poucos ciclos. O CM pode sofrer influência por vários fatores. Segundo Hertel e colaboradores (2006) mulheres fisicamente ativas que tem uma ovulação inconsistente ainda que dentro do ciclo menstrual positivo podem ter riscos maiores de lesões de LCA devido as irregularidades de estrogênio e progesterona. É importante ressaltar que cada mulher possui uma propriedade única e individual e pode haver diferentes efeitos metabólicos em sua variação hormonal (Oleka, 2019). Um estudo longitudinal permitiria uma análise mais detalhe sobre a influência dessas variações. Outra limitação foi a quantidade de estudos que não analisaram todas as fases, sendo que alguns não investigaram a fase da ovulação, fase em que o estrogênio atinge o pico (Costanzo, 2015). Liu e colaboradores (1996) e Hansen e colaboradores (2011) demonstraram que o estrogênio controla a síntese de

proteínas no tecido conjuntivo. E mesmo que o estrogênio não tenha ação neuromuscular central, ele tem efeitos no relaxamento dos ligamentos e na diminuição da velocidade de contração muscular, sendo necessário uma compensação na atividade muscular para manter o controle motor nas articulações (Lee; Petrofsky, 2018). Sugere-se a realização de novos estudos a fim de conseguir encontrar parâmetros a fim de controlar essas variações hormonais inesperadas.

5 CONCLUSÃO

Embora não possa ser generalizado devido às propriedades únicas e individuais de cada mulher, há uma influência associada a alta exposição ao estrogênio podendo ter diferentes efeitos metabólicos. Os níveis hormonais elevados estão relacionados ao aumento da frouxidão da articulação e controle motor, durante a fase da ovulação e durante o início da fase lútea. As mulheres conseguem responder de forma esperada a aumentos repetitivos no estrogênio e progesterona. O grande problema é quando há um aumento ocasional no estrogênio ou progesterona que a mulher pode responder de maneira imprevisível. Esses achados confirmam a importância de controle do CM, mediante os efeitos dos hormônios sexuais em variações inesperadas, com o objetivo de evitar lesões durante as atividades esportivas.

REFERÊNCIAS

- ABT, J.P. *et al.* Neuromuscular and biomechanical characteristics do not vary across the menstrual cycle. **Knee Surg. Sports Traumatol Arthrosc.**15(7):901-7; Jul 2007;
- AGEL, J. *et al.* Descriptive epidemiology of collegiate women's volleyball injuries: National Collegiate Athletic Association Injury Surveillance System, 1988-1989 through 2003-2004. **J. Athl. Train.**;42(2):295-302. PMID: 17710179; PMCID: PMC1941295, Apr-Jun 2007.
- ARENDT, E. & DICK, R. Knee injury patterns among men and women in collegiate basketball and soccer. NCAA data and review of literature. **Am. J. Sports Med.** 23(6):694-701, Nov-Dec 1995.
- BIZZINI, M.; JUNGE, A. & DVORAK, J. Implementation of the FIFA 11+ football warm up program: how to approach and convince the football associations to invest in prevention. **Br. J. Sports Med.** 47(12):803–6, Mar 2013.
- BRUINVELS, G. *et al.* Sport, exercise and the menstrual cycle: where is the research? **Br. J. Sports Med.** 51(6):487-488, Mar 2017.
- BRYANT, A. L. *et al.* Estrogen-induced effects on the neuro-mechanics of hopping in humans. **Eur. J. Appl. Physiol.** 111(2):245-52; Feb 2011.
- CARAZZATO, J.G.; CAMPOS, L.A.N. & CARAZZATO, S.G. Incidência de lesões traumáticas em atletas competitivos de dez tipos de modalidades esportivas. **Rev. Bras. Ort.** 27(10):745-758, 1992.
- CASEY, E. *et al.* Influence of Menstrual Cycle and Oral Contraceptive Phase on Spinal Excitability. **PM R.** 8(9):860-8. Sep 2016.
- CHAUDHARI, A.M. *et al.* Knee and hip loading patterns at different phases in the menstrual cycle: implications for the gender difference in anterior cruciate ligament injury rates. **Am. J. Sports Med.** 35(5):793-800. May 2007.
- CLARSEN, B. *et al.* The Oslo Sports Trauma Research Center questionnaire on health problems: a new approach to prospective monitoring of illness and injury in elite athletes. **Br. J. Sports Med.** 48(9):754-60, Apr 2014.
- COSTANZO, L.S. **Fisiologia.** Guanabara Koogan LTDA. Rio de Janeiro, 2015. 6ª ed.
- CUNHA, A. F. V. P. **Impacto da prática desportiva na saúde da mulher atleta:** estudo de revisão das componentes da tríade. 2006. 64 f. Monografia no âmbito da disciplina de seminário do 5ºano – Opção de Andebol da faculdade de Desporto. Faculdade Desporto. Universidade do Porto, Porto,2006.
- DVORAK, J. Give Hippocrates a jersey: promoting health through football/sport. **Br. J. Sports Med.** 43(5):317–22, May 2009.

FACT SHEET WOMEN IN THE OLYMPIC MOVEMENT – Key Figures: Departamento of International Cooperation/ IOC, 2012. Disponível em : <https://stillmed.olympic.org/media/Document%20Library/OlympicOrg/Factsheets-Reference-Documents/Women-in-the-Olympic-Movement/Factsheet-Women-in-the-Olympic-Movement.pdf> Acesso em: 11 de março de 2021.

FRIDÉN, C. *et al.* Altered postural control during the luteal phase in women with premenstrual symptoms. **Neuroendocrinology**. 81(3):150-7. Mar 2005.

FIRMINO, C. B. “**Sou Atleta, Sou Mulher**”: A Representação Feminina Sob Análise Das Modalidades Mais Noticiadas Nas Olimpíadas De Londres 2012. 2014. 106 f. Dissertação (Mestrado em Comunicação Midiática) – Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação, Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2014.

FINCH, C.F. & COOK, J. Categorising sports injuries in epidemiological studies: the subsequent injury categorisation (SIC) model to address multiple, recurrent and exacerbation of injuries. **Br. J. Sports Med.**;48(17):1276-80, Aug 2014.

FOULADI, R. *et al.* Menstrual cycle and knee joint position sense in healthy female athletes. **Knee Surg. Sports Traumatol. Arthrosc.** 20(8):1647-52. Aug 2012;

FREITAS, S. Mulher: fonte e instrumento do poder. In.: Simões, A. C. (org) **Mulher e Esporte** – Mitos e Verdades: São Paulo: Manole, 2003. p.49-68.

GREEN, M. *et al.* Injury related risk behavior: study of Australian skydivers. **Journal of Medicine in Sport**. vol 6 (2), p. 166-175, jun. 2003.

GUYTON, A.C.; HALL, J.E. Fisiologia Feminina Antes da gravidez e Hormônios Femininos. In: GUYTON A.C.; HALL J.E. **Tratado de fisiologia médica**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2011. 12ª ed., cap. 81, 1041-1070.

GUYTON, A.C.; HALL, JE. **Fisiologia humana e mecanismo das doenças**. 6 ed. Rio de Janeiro; Guanabara Koogan; 1998.

HAGGLUND, M. *et al.* Injuries affect team performance negatively in professional football: an 11-year follow-up of the UEFA Champions League injury study. **Br. J. Sports Med.** 47(12):738–42, May 2013.

HAMILTON, G.M.; MEEUWISSE, W.H.; EMERY, C.A. & SHRIER I. Subsequent injury definition, classification, and consequence. **Clin. J. Sport Med.** 21(6):508-14, Nov 2011.

HANSEN, M. *et al.* Effect of administration of oral contraceptives in vivo on collagen synthesis in tendon and muscle connective tissue in young women. **J. Appl. Physiol.** (1985). 106(4):1435-43. Apr 2009.

HANSEN M. *et al.* Effect of administration of oral contraceptives on the synthesis and breakdown of myofibrillar proteins in young women. **Scand. J. Med. Sci. Sports**. 21, 62-72, Fev 2011.

HANSEN, M. *et al.* Impact of oral contraceptive use and menstrual phases on patellar tendon morphology, biochemical composition, and biomechanical properties in female athletes. **J. Appl. Physiol.** (1985).114(8):998-1008. Apr 2013.

HEITZ, N.A. *et al.* Hormonal changes throughout the menstrual cycle and increased anterior cruciate ligament laxity in females. **J. Athl. Train.** 34(2): 144–149. Apr-Jun 1999.

HERZBERG, S.D. *et al.* The Effect Of Menstrual Cycle And Contraceptives On ACL Injuries And Laxity. **Orthop. J. Sports Med.** 5(7), Jul 2017.

HERTEL, J. *et al.* Neuromuscular performance and knee laxity do not change across the menstrual cycle in female athletes. **Knee Surg. Sports Traumatol. Arthrosc.**14(9):817-22. Sep 2006.

HESPANHOL JUNIOR, L.C. *et al.* Measuring sports injuries on the pitch: a guide to use in practice. **Braz. J. Phys. Ther.** 19(5):369-380.Sept-Oct 2015.

HEWETT, T.E. *et al.* Biomechanical measures of neuromuscular control and valgus loading of the knee predict anterior cruciate ligament injury risk in female athletes: A prospective study. **Am. J. Sports. Med.**33(4):492-501, Apr 2005.

HOOTMAN, J.M.; DICK, R. & AGEL, J. Epidemiology of collegiate injuries for 15 sports: summary and recommendations for injury prevention initiatives. **Journal of Athletic Training.** 42(2):311–319, Apr-Jun 2007.

INTERNATIONAL OLYMPIC COMMITTEE. The Promotion of Women in the Olympic Movement. Lausanne: Department of International Cooperation – IOC, 2009. Disponível em: https://stillmed.olympic.org/AssetsDocs/importednews/documents/en_report_846.pdf. Acesso em: 11 de março de 2021.

KHOWAILED, I.A.; *et al.*17β-Estradiol Induced Effects on Anterior Cruciate Ligament Laxness and Neuromuscular Activation Patterns in Female Runners. **J. Womens Health (Larchmt).** 24(8):670-80. Aug 2015;

LEE, H.; PETROFSKY, J.S.; LAYMON, M. & YIM, J. A greater reduction of anterior cruciate ligament elasticity in women compared to men as a result of delayed onset muscle soreness. **Tohoku J. Exp. Med.** 231, 111-115, Oct 2013.

LEE, H.; PETROFSKY J.; Differences Between Men and Women in Balance and Tremor in Relation to Plantar Fascia Laxity During the Menstrual Cycle. **J. Athl. Train.** 53(3):255-261. Mar 2018.

LIU, S.H. *et al.* Primary immunolocalization of estrogen and progesterone target cells in the human anterior cruciate ligament. **J. Orthop. Res.** 14, 526-533, August 1996.

MCDONALD, L. **The Women's Book** Volume 1: A Guide to Nutrition, Fat Loss and Muscle Gain, Texas, 2017.

MILLER, B.F.; *et al.* Tendon collagen synthesis at rest and after exercise in women. **J. Appl. Physiol.** (1985). 102(2):541-6. Feb 2007;

OLEKA, C.T. Use of the Menstrual Cycle to Enhance Female Sports Performance and Decrease Sports-Related Injury. **J. Pediatr. Adolesc. Gynecol.** 33(2):110-111, Apr 2020.

OLSEN, O.E. *et al.* Relationship between floor type and risk of ACL injury in team handball. **Scand. J. Med. Sci. Sports.** 13(5):299-304, Oct 2003.

PARK, S.K.; *et al.* Changing hormone levels during the menstrual cycle affect knee laxity and stiffness in healthy female subjects. **Am. J. Sports Med.** 37(3):588-98. Mar 2009.

PARK, S.K. *et al.* Relationship between knee joint laxity and knee joint mechanics during the menstrual cycle. **Br. J. Sports Med.** 43, 174-179, Mar 2009.

PARK, S.K.; *et al.* Alterations in knee joint laxity during the menstrual cycle in healthy women leads to increases in joint loads during selected athletic movements. **Am. J. Sports Med.** 37(6):1169-77. Jun 2009.

PIERRO, C. D. Mulher e Esporte: Uma Perspectiva De Compreensão Dos Desafios Do Ironman. **Rev. Bras. Psicol. Esp.**, São Paulo, v.1 n.1, dez. 2007.

POLLARD, C.D.; BRAUN B.; HAMILL J. Influence of gender, estrogen and exercise on anterior knee laxity. **Clin. Biomech. (Bristol, Avon).** 21(10):1060-6. Dec 2006.

PRODRAMOS, C.C. *et al.* A meta-analysis of the incidence of anterior cruciate ligament tears as a function of gender, sport, and a knee injury-reduction regimen. **Arthroscopy.** 23(12):1320-1325.e6, Dec 2007.

ROOS, K.G. & MARSHALL, S.W. Definition and usage of the term “overuse injury” in the US high school and collegiate sport epidemiology literature: a systematic review. **Sports Med.** 44(3):405-21, Mar 2014.

RUBIO, K.; SIMÕES, A. C. De espectadoras a protagonistas: a conquista do espaço esportivo pelas mulheres. **Revista Movimento**, Porto Alegre, v. 5, n.11, p. 50-56, 1999.

SHAHRAKI, F.S.; Minoonejad H; Tabrizi M.Y.; Comparison of some intrinsic risk factors of shoulder injury in three phases of menstrual cycle in collegiate female athletes. **Phys. Ther. Sport.** 43:195-203. May 2020.

SHEU, Y.; CHEN, L. & HEDEGAARD, H. Sports- and Recreation-related Injury Episodes in the United States, 2011-2014. **Natl. Health Stat. Report.** (99):1-12, Nov 2016.

SHULTZ, S.J. *et al.* Sex differences in knee joint laxity change across the female menstrual cycle. **J. Sports Med. Phys. Fitness**, 45, 594-603. Dec 2005.

SHULTZ, S.J.; *et al.* Cyclic variations in multiplanar knee laxity influence landing biomechanics. **Med. Sci. Sports Exerc.** 44(5):900-9. May 2012.

SLAUTERBECK, J.R. & HARDY, D.M. (2001) Sex hormones and knee ligament injuries in female athletes. **Am. J. Med. Sci.** Oct, 2001. 322, 196-199.

SUTTON, K.M. & BULLOCK, J.M. Anterior Cruciate Ligament Rupture: Differences Between Males and Females. **J. Am. Acad. Orthop. Surg.** 21:41-50, Jan 2013.

TOTH, A.P. & CORDASCO, F.A. Anterior cruciate ligament injuries in the female athlete. **J. Gend. Specif. Med.** 4(4):25-34, 2001.

VAN MECHELEN, W.; HLOBIL, H. & KEMPER, H.C. Incidence, severity, aetiology and prevention of sports injuries. A review of concepts. **Sports Med.** 14(2):82-99, Aug 1992.