







## Alterações hormonais no treinamento de força durante o ciclo menstrual: revisão sistemática

### Hormonal changes in strength training during the menstrual cycle: a systematic review

Vitória Aparecida da Silva Pereira<sup>1</sup> , Andreza Alamon Trindade<sup>1</sup> , Michel Oliveira da Silva<sup>2</sup> , André Dias de Oliveira Fernandes<sup>1</sup> , Juliana Brandão Pinto de Castro<sup>2</sup> , Rodrigo Gomes de Souza Vale<sup>2,3</sup> , Rogério Santos de Aguiar<sup>3</sup> 

1. Universidade Estácio de Sá, Petrópolis, RJ, Brasil
2. Universidade do Estado do Rio de Janeiro, RJ, Brasil
3. Universidade Estácio de Sá, Cabo Frio, RJ, Brasil

#### RESUMO

**Introdução:** Durante o ciclo menstrual, as mulheres são expostas a variações contínuas nas concentrações séricas de diversos hormônios esteroides sexuais femininos. As flutuações dos principais hormônios femininos (estrogênio, progesterona, hormônio folículo estimulante e hormônio luteinizante) são essenciais para regular os padrões do ciclo ovulatório. Neste sentido, especula-se que o treinamento de força pode estimular as vias de sinalização dos hormônios essenciais para regular os padrões nas diferentes fases do ciclo ovulatório. **Objetivo:** Analisar as alterações hormonais e o desempenho da força nas diferentes fases no ciclo menstrual em mulheres experientes submetidas ao treinamento de força. **Métodos:** Foi realizada uma revisão sistemática seguindo as recomendações do PRISMA. Foram pesquisados, nas bases de dados Medline (PubMed), Biblioteca Virtual em Saúde (BVS) e ScienceDirect, os termos “Strength Training”, “Resistance Exercise” e “Menstrual Cycle”. Foram incluídos estudos experimentais que avaliaram as alterações hormonais durante o ciclo menstrual no treinamento de força em mulheres treinadas no exercício resistido. **Resultados:** De um total de 592 documentos, seis estudos preencheram os critérios de inclusão. As intervenções dos estudos incluídos variaram de 2 a 140 dias. Os protocolos demonstraram que a intervenção com o treinamento de força proporcionou alteração nos hormônios progesterona, testosterona, estradiol e amônia nas fases folicular e lútea. **Conclusão:** Os estudos investigados nesta revisão demonstraram que o treinamento de força induziu aumentos hormonais e da força, na fase folicular do ciclo menstrual, em mulheres experientes em treinamento de força.

**Palavras-chave:** treinamento de força; exercícios de resistência; ciclo menstrual.

#### ABSTRACT

**Introduction:** During the menstrual cycle, women are exposed to continual variations in serum concentrations of various female sex steroid hormones. The fluctuations of the main female hormones (estrogen, progesterone, follicle stimulating hormone and luteinizing hormone) are essential for regulating ovulatory cycle patterns. In this sense, it is speculated that strength training can stimulate the signaling pathways of essential hormones to regulate the patterns in the different phases of the ovulatory cycle. **Objective:** To analyze hormonal changes and strength performance in different phases of the menstrual cycle in women experienced in strength training. **Methods:** A systematic review was carried out following the PRISMA recommendations. The terms “Strength Training”, “Resistance Exercise” and “Menstrual Cycle” were searched in Medline (PubMed), Virtual Health Library (VHL), and ScienceDirect databases. We included experimental studies that evaluated hormonal changes during the menstrual cycle in strength training in women trained in resistance exercise. **Results:** From a total of 592 documents, six studies met the inclusion criteria. Interventions in the included studies ranged from 2 to 140 days. The protocols demonstrated that the intervention with strength training changes progesterone, testosterone, estradiol, and ammonia in the follicular and luteal phases. **Conclusion:** The studies investigated in this review demonstrated that strength training induced hormonal and strength increases, in the follicular phase of the menstrual cycle, in women experienced in strength training.

**Keywords:** strength training; resistance exercises; menstrual cycle.

## Introdução

O ciclo menstrual é um processo complexo que envolve replicação e crescimento celular sob a influência de hormônios, fatores de crescimento, neurotransmissores e moléculas reguladoras [1]. Repete-se em intervalos regulares de 21 a 36 dias, com média de 28 dias e consiste em um fenômeno essencialmente ligado à vida reprodutiva da mulher [2].

A fisiologia do ciclo menstrual (CM) depende do equilíbrio entre o eixo hipófise-ovários hipotálamo. Assim, o ciclo menstrual requer a secreção do hormônio liberador de gonadotrofinas (GnRH) pelo hipotálamo em uma faixa crítica de amplitude e frequência [3]. Durante a CM, o estrógeno e a progesterona são responsáveis pelas alterações que ocorrem no endométrio, colo uterino e vagina, além do retroalimentado da regulação da secreção do hormônio folículo estimulante (FSH) e do hormônio luteinizante (LH) pela hipófise anterior [4].

O CM é composto por quatro fases. A fase folicular do ciclo menstrual dura de 10 a 20 dias e termina com a ovulação; a fase lútea dura 14 dias; e menstrual, de quatro a sete dias [5]. Nesse período, os hormônios ovarianos (estrogênio e progesterona) sofrem alterações em suas concentrações, demarcando as fases do ciclo menstrual [1]. Essas fases são conhecidas como fase folicular e fase lútea, que são separadas pelo período ovulatório [6].

A fase folicular (PF) inicia-se no primeiro dia do ciclo menstrual e termina no final do período ovulatório, sendo caracterizada por aumento gradual do hormônio folículo estimulante (FSH), baixos níveis de progesterona e pico de estrógeno próximo à fase ovulatória [1]. A fase de lútea (PL) inicia-se no final da fase ovulatória e vai até o próximo fluxo menstrual, apresentando aumento na concentração tanto de estrógeno quanto de progesterona [7].

Nas mulheres, no CM, os hormônios estrogênio e progesterona são dois hormônios sexuais primários que flutuam em três ambientes hormonais distintos: a fase folicular precoce caracterizada por baixas concentrações de estrogênio e progesterona, a fase folicular tardia (ou peri-ovulatória) caracterizada por altas concentrações de estrogênio e baixa progesterona, e a fase lútea, na qual altos níveis de estrogênio e progesterona estão presentes [8].

Chidi-Ogbolu & Baar [9] demonstraram que mulheres praticantes de treinamento de força (TF) em CM podem estimular as vias de sinalização induzidas por hormônios como estrógenos e andrógenos, que são grupos de hormônios sexuais endógenos produzidos por mulheres e homens [10].

Knowles *et al.* [11] relataram o aumento do estrógeno durante a fase folicular tardia no desempenho do TS, pois há aumento da força na fase folicular e declínios na fase média do lúteo. Entretanto, o estrógeno torna-se mais abundante após uma sessão aguda de TF, gerando um aumento de 65-95 minutos na fase lútea em relação à fase folicular [12]. Em seguida, o estradiol permanece até 21% maior do que os níveis de repouso dentro de 24 horas após o treinamento [13].

Rechichi *et al.* [8] ressaltam que o estrógeno tem maior efeito fortalecedor no músculo esquelético, embora o mecanismo básico não seja claramente conhecido. Variações durante a fase menstrual podem ser consequência de alterações decorrentes dos efeitos do TF sobre o metabolismo, os quais são novamente atribuídos às flutuações observadas nas concentrações dos hormônios ovarianos [14].

As dificuldades em torno do dia do teste que coincidem com flutuações hormonais e avaliação hormonal para garantir que a fase correta está sendo examinada podem ser algumas das razões para o desenvolvimento de poucas investigações sobre treinamento de força (TF) e CM [15]. Assim, o objetivo desta revisão sistemática foi analisar as alterações hormonais e o desempenho de força em diferentes fases do ciclo menstrual em mulheres experientes submetidas ao TF.

## Métodos

Esta revisão sistemática seguiu as recomendações do Main Items to report Systematic Reviews and Meta-analyses (PRISMA) [16] e foi registrada no International Prospective Registry of Systematic Reviews (PROSPERO), com o número CRD42020091506.

### *Critérios de elegibilidade*

A Tabela I mostra a estratégia PICOS utilizada para delimitar os critérios de inclusão. Foram excluídos estudos com mulheres sedentárias que utilizavam algum método contraceptivo, que já haviam passado pela menopausa ou que realizavam qualquer outro tipo de treinamento.

**Tabela I** - Estratégia PICOS

Iniciais	Descrição	Análises
P	Participantes	Mulheres que praticam treinamento de força durante o ciclo menstrual
I	Intervenção	Treinamento de força
C	Comparação	Pré, durante e após treinamento de força
O	Resultados	Efeito do treinamento de força durante o ciclo menstrual
S	<i>Study design</i>	Experimental

### *Estratégia de busca*

Foi realizada uma busca sem filtros nas bases de dados Medline (via PubMed), Biblioteca Virtual em Saúde (BVS) e ScienceDirect, em outubro de 2022, utilizando os termos “Treinamento de Força”, “Exercício Resistido” e “Ciclo Menstrual”. Esses descritores foram combinados usando os operadores lógicos [OR] (entre sinônimos) e [AND] (entre os termos). Depois que as referências foram extraídas usando os termos de pesquisa, elas foram exportadas para uma biblioteca compartilhada do EndNote X8. Dois avaliadores independentes completaram a pesquisa, a retirada de duplicatas, a análise dos títulos e resumos e a triagem dos artigos completos. Eventuais divergên-

cias na análise foram encaminhadas a um terceiro avaliador. Em seguida, procedeu-se à leitura dos artigos que atendiam aos critérios de elegibilidade do presente estudo.

### Análise de viés

A ferramenta Risk of Bias of Non-Randomized Intervention Studies (ROBINS-I) foi utilizada para avaliar o risco de viés nos estudos incluídos nesta revisão [17]. Os estudos foram classificados em “viés de seleção”, “viés de desempenho”, “viés de detecção”, “viés de monitoramento”, “viés de relato”, “viés por falta de dados” e “viés” na seleção dos resultados relatados, com as respostas “sim”, “provavelmente sim”, “provavelmente não” e “não”. Dois avaliadores independentes e experientes analisaram o risco de viés nos estudos incluídos. As discordâncias foram resolvidas por um terceiro avaliador.

### Processo de coleta de dados

Os seguintes dados foram extraídos dos estudos selecionados: país, número de participantes em cada grupo, idade, massa corporal, estatura e duração do ciclo menstrual (Tabela I), protocolo de intervenção, musculatura testada, metodologias, testes utilizados e carga de treinamento para análise dos dados (Tabela II e III), análise hormonal (Tabelas IV).

## Resultados

Foram encontrados 594 estudos seguindo a metodologia de pesquisa proposta (Medline = 43; BVS = 65; ScienceDirect = 484). Após a utilização dos critérios de seleção, seis artigos foram incluídos nesta revisão (Figura 1).

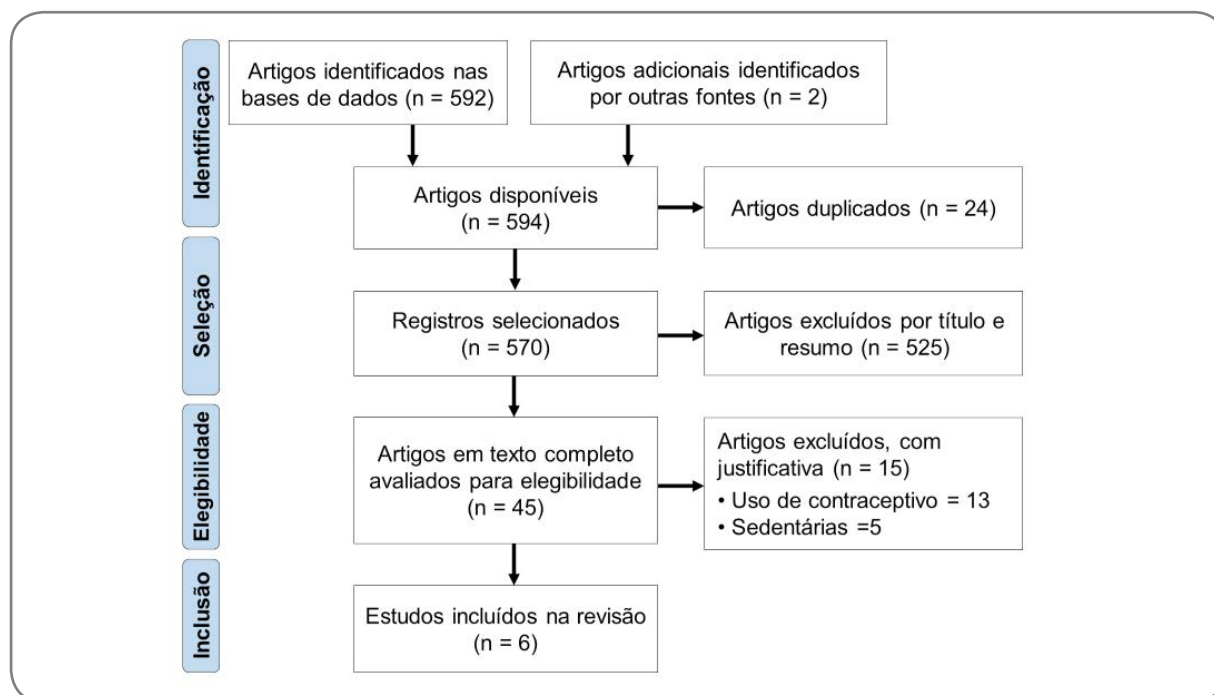


Figura 1 - Fluxograma PRISMA do processo de seleção dos estudos

A Tabela II apresenta as características dos estudos, os países estudados e as características da amostra dos estudos incluídos nesta revisão. Ao analisar os seis estudos da Tabela I, observamos uma população de 81 mulheres treinadas (idade média:  $26,3 \pm 2,39$  anos; massa corporal:  $62,11 \pm 2,14$  kg; estatura:  $164,5 \pm 3,96$  cm).

**Tabela II - Características descritivas dos estudos incluídos nesta revisão**

Estudo	País	Tipo de amostra	N	Características da amostra			
				Idade (anos)	Altura	Peso (kg)	DCM
<b>Kraemer et al. [18]</b>	EUA	Exp.	9	24,1±4,3	161,6±7,6	63,4±11,9	30±2,82
<b>Reis et al. [19]</b>	Alemanha	-	7	24,4±3,5	171±6,4	65,6±4,6	28,36±0,95
<b>Jonge et al. [20]</b>	PB	Exp.	19	29,9±8,0	167±7	61,4±8,4	-
<b>Elliott et al. [21]</b>	RU	Exp.	7	25±5	160±0.1	62,1±2,7	29±1
<b>Sung et al. [22]</b>	Alemanha	Exp.	20	25,9±4,5	164,2±5,5	60,6±7,8	28,6±2,3
<b>Parra et al. [23]</b>	Espanha	-	19	28,6±5,9	163,4±6,1	59,6±5,8	24-35 dias

EUA = United States of America; PB = Países Baixos; RU = Reino Unido; Exp = Experimental; DCM = Duração do ciclo menstrual

A Tabela III mostra as características metodológicas e os resultados relacionados às condições de repouso na imposição da carga máxima em seis dos estudos, incluindo os dias de intervenção, os exercícios avaliados, o teste de repetição máxima, o protocolo de treinamento, o intervalo entre as séries e a carga de treinamento.

**Tabela III - Métodos e resultados dos estudos incluídos nesta revisão**

Estudo	Dias Treino	Exercícios utilizados	Valor de p	Teste usado	Protocolo treinamento	Inter. Ent series	Carga horária de treinamento
<b>Kraemer et al. [18]</b>	21	EJ, AM, ABI, RB, PD, RD, LP	P<0,05	5-10RM	1×5-10RM	1-3 min	29 ± 4,9
<b>Reis et al. [19]</b>	15	LPI, FIVM	P=0,026	-	3×12 (uni.) EE	15 min	-
<b>Jonge et al. [20]</b>	3	EIQ, FIQ	P<0,05	Iso	5×10RM	2 min	60°, 240° Iso
<b>Elliott et al. [21]</b>	2	PPT	P<0,05	FIVM	3x Iso	3 min	41,73±20,82 kg
<b>Sung et al. [22]</b>	140	RB e AT	P<0,05	-	3×8-10 80%RM 3×15-20RM	3-5 min	-
<b>Parra et al. [23]</b>	-	AT	P<0,05	1MR	10×10RM	2 min	75,8 ± 0,26 kg

ABI = Abdominal inclinado; AM = Agachamento Militar; AT= agachamento por trás; EJ = Extensão do joelho; Ent.= entre; EIQ = Extensão isocinética do quadril; FIQ = flexão isocinética do quadril; FIVM = Força isométrica voluntária máxima; Inter = intervalo; ISO = Isometria; LP = Leg press; LPI = Leg press isométrico; PPT = Puxado por trás; RB = Remada baixa; PD = Pulldown; RD = Rosca direta; RM = Máxima repetição; Trein= treinamento.

**Tabela IV** – Resultado da variação hormonal pré, durante e pós TF durante a fase folicular

Estudo	Concentração	Pré-treino		Pós-treino	
		FF	FL	FF	FL
<b>Kraemer et al. [18]</b>	S5/3	190,34±130,73	156,19±55,08	265,44±186,73	142,96±110,15
	S10/3	120,06±110,82	166,58±96,10	169,39±87,20	120,20±88,20
	S5/1	167,44±142,76	210,71±101,38	137,75±58,15	193,69±80,20
	H10/1	120,28±101,52	230,56±147,65*	239,48±181,57*	126,92±92,42
	H5/1	107,16±44,85	208,98±89,40*	202,23±107,13*	125,35±125,75
	H10/3	173,77±115,07	184,30±101,62	173,03±132,33	143,34±60,44
<b>Reis et al. [19]</b>	E2 (pmol/l)	150,2 ± 52,0	313,7 ± 165,3	153,4 ± 52,9	337,2 ± 176,0
	P4 (nmol/l)	0,45 ± 0,45	32,96 ± 21,02	0,29 ± 0,16	32,25 ± 21,27
	SHBG (nmol/l)	46,30 ± 21,94	49,66 ± 24,45	52,28 ± 26,60	54,27 ± 27,37
	T(nmol/l)	3,37 ± 0,97	2,92 ± 1,15	3,47 ± 1,63	2,98 ± 0,97
	C(nmol/l)	393,9 ± 181,3	297,0 ± 51,3	331,5 ± 146,6	277,4 ± 162,0
	T(nmol/l)/SHBG (nmol/l×100)	2,95 ± 2,68	2,35 ± 2,20	2,35 ± 1,73	2,09 ± 1,68
<b>Jonge et al. [20]</b>	Estrogen (pmol l-1)	170,1 ± 116,8	533,5 ± 289,6*	-	369,7 ± 126,9*
	P (nmol l-1)	6,53 ± 12,12	2,45 ± 1,30	-	40,63 ± 19,17*
	FSH (i.u. l-1)	5,18 ± 2,31	7,56 ± 3,85*	-	3,29 ± 3,38*
	LH (i.u. l-1)	6,01 ± 3,87	24,87 ± 21,12*	-	4,76 ± 2,96*
	Estrogen (pmol l-1)	170,1 ± 116,8	533,5 ± 289,6*	-	369,7 ± 126,9*
	Estradiol (pmol l-1)	110,8 ± 61,6	464,7 ± 83,5	-	-
<b>Elliott et al. [21]</b>	P (nmol l-1)	3,3 ± 1,5	36,2 ± 28,3	-	-
	T (nmol l-1)	0,7 ± 0,2	0,8 ± 0,1	-	-
	E2 (pg/ml)	124 ± 104	114 ± 71	92 ± 70	142 ± 41*
<b>Sung et al. [22]</b>	P4 (ng/ml)	0,82 ± 0,53	5,66 ± 3,93*	0,78 ± 0,50	8,36 ± 3,33*
	DHEA-s (µg/ml)	2,65 ± 1,13	2,52 ± 0,83	2,55 ± 0,73	2,58 ± 0,73
	T (ng/ml)	0,44 ± 0,20	0,35 ± 0,18*	0,37 ± 0,14*	0,37 ± 0,15
	T livre (pg/ml)	2,57 ± 0,86	1,94 ± 0,62*	2,14 ± 0,62*	2,06 ± 0,60
		151,6±70,0	155,1±44,9	150,6±43,8	152,4±53,3*
		154,1±69,3	195,5±95,3	172,1±85,8	173,9±84,4*

Tabela IV – Continuação

Estudo	Concentração	Pré-treino		Pós-treino	
		FF	FL	FF	FL
Parra et al. [23]	CK (U·L-1)	117,3±40,1	130,6±47,7	128,8±49,5	125,6±45,5*
		151,6±70,0	155,1±44,9	150,6±43,8	152,4±53,3*
	Myoglobin (µg·L-1)	105,5±43,9	129,1±56,3	107,9±41,2	115,0±48,7**
	LDH (U·L-1)	187,1±20,3	181,5±26,8	184,4±16,3	184,3±21,3**
	TNF-α (pg/mL)	4,8±1,4	4,8±1,0	4,6±0,9	4,7±1,1**
	CRP (mg/L)	0,6±0,4	0,5±0,3	0,5±0,3	0,5±0,3**
		0,5±0,3	0,5±0,3	0,5±0,3	0,5±0,3*
	AST (Ui/L)	22,8±4,2	23,4±4,7	23,8±4,2	23,4±4,3*
		23,1±4,7	24,3±5,1	23,8±4,0	23,7±4,6*

FF = fase folicular; FL = fase lútea; S=Força; HC = Concentração hormonal; H = Hipertrofia; 5/3 = 5RM/3 minutos de repouso 10/3 = 10RM/3 minutos de repouso; 5/1 = 5RM/1 minuto de repouso; 10/1 = 10RM/1 minuto de repouso; 10/3 = 10RM/3 minutos de repouso; E2 = Estradiol; P4 = Progesterona; SHBG = Globulina ligadora de hormônios sexuais; T = Testosterona; C = Cortisol; FSH = Hormônio folículo estimulante; P = Progesterona; LH = hormônio luteinizante; DHEA-s = Sulfato de di-hidrotestosterona; CK = creatina quinase; LDH = lactato desidrogenase; IL-6 = interleucina-6; TNF-α = fator de necrose tumoral; PCR = proteína C-reativa; AST = aspartato aminotransferase; ALT = alanina aminotransferase; \*, \*\* (p < 0,05)

A Tabela V apresenta o risco de viés nos estudos por meio da ferramenta ROBINS-I. Dos seis estudos, dois estudos foram considerados de risco moderado [18,21], dois foram considerados de risco crítico de viés [19,22] e os demais estudos foram considerados de baixo risco de viés [20,23].

Tabela V – Risco de viés por meio da ferramenta ROBINS-1

Estudo	1	2	3	4	5	6	7	Total
Kraemer et al. [18]	PSim	PNão	PSim	PNão	PNão	PNão	PSim	3
Reis et al. [19]	PSim	PSim	PSim	PNão	PSim	PSim	PNão	5
Jonge et al. [20]	PNão	PSim	PNão	PNão	PNão	PSim	PNão	2
Elliott et al. [21]	PSim	PNão	PSim	PNão	PSim	PNão	PSim	4
Sung et al. [22]	PNão	PSim	PSim	PSim	PNão	PSim	PSim	5
Parra et al. [23]	PNão	PSim	PSim	PNão	PNão	PNão	PNão	2

P = Provavelmente; 1 = Viés de seleção; 2 = Viés de desempenho; 3 = Viés de detecção; 4 = Viés de monitoramento; 5 = Viés de relato; 6 = Viés por falta de dados; 7 = Viés na seleção dos resultados relatados

## Discussão

Esta revisão sistemática teve como objetivo analisar os principais achados de alterações hormonais e desempenho de força em diferentes fases do ciclo menstrual em mulheres experientes submetidas ao TF. Os seis estudos incluíram diferentes

questões de pesquisa, mediram diferentes mudanças hormonais e desempenho de força em diferentes estágios do ciclo menstrual e, muitas vezes, relataram resultados variados nos homônimos analisados e aumento da força muscular.

Dos seis estudos incluídos (tabela II), dois não apresentaram a carga de treinamento e análises hormonais [18,22], enquanto os outros quatro apresentaram a carga de treinamento e análises hormonais [19-21,23].

A análise dos estudos [18,23] mostra que a prática da TF com protocolos de exercícios realizados de 2 a 140 dias causou aumento significativo dos hormônios estradiol, progesterona, testosterona, sulfato de di-hidrotestosterona, cortisol e amônia, e dos marcadores sanguíneos de dano muscular e inflamação: creatina quinase, mioglobina, lactato desidrogenase, interleucina-6, fator de necrose tumor- $\alpha$  e proteína C reativa.

No entanto, os achados desses estudos experimentais devem ser interpretados com cautela, pois foram classificados como risco incerto de viés (Tabela V). Em relação às intervenções, dois estudos utilizaram aparelhos isocinéticos de TF [18,20], dois utilizaram dinamômetros [21,22] e dois pesos livres com barras e arruelas [19,24]. Em todos os estudos houve variações hormonais após a intervenção durante as diferentes fases do ciclo menstrual.

Além disso, dois desses estudos [19,22] relataram análises hormonais antes e após o treinamento durante a fase folicular e lútea, enquanto dois estudos [20,21] descreveram análises hormonais em FF, médio e tardio, sem informar se era pré ou pós-teste. Um estudo [23] apresentou os resultados das análises hormonais do pré-treinamento, no meio do treinamento e imediatamente após o treinamento nos tempos de 5 minutos, 120 minutos e 24 e 48 horas. Além disso, dois desses estudos não apresentaram os testes de repetições máximas (RM) utilizados nos exercícios [19,22] e os outros quatro [18,20,21,23] descreveram os testes de RM utilizados nos protocolos.

Nesse sentido, Kraemer *et al.* [18], Reis *et al.* [19], Jonge *et al.* [20], Sung *et al.* [22] e Parra [23] analisaram estrógeno, progesterona, creatina quinase e amônia em mulheres durante o MC utilizando um dinamômetro isocinético. Os pesquisadores relataram que, após a intervenção do TF com protocolos de RM, houve um aumento significativo nos níveis de estrogênio e progesterona durante a FF para FL ( $P < 0,05$ ) e FL ( $P < 0,01$ ).

O estrogênio é um hormônio com suposta função anabólica, enquanto a progesterona tem sido associada a vias catabólicas [24]. Dadas essas diferenças nas funções hormonais, especula-se que o desempenho da musculatura esquelética pode variar com alterações na produção hormonal durante as diferentes fases do ciclo menstrual.

O quadro atual da literatura não fornece respostas claras sobre esse tema. No entanto, Fridén *et al.* [25] relataram um aumento de 11% no quadríceps e na força de preensão manual voluntária isométrica voluntária máxima no período de ovulação que coincidiu com a FP.



Da mesma forma, Bambaiechi *et al.* [26] relataram que o desempenho da força isométrica atingiu o pico durante a ovulação na FP. Esses resultados sugerem uma associação com hormônios ovarianos que exercem notável influência no metabolismo proteico durante o TF [27]. Segundo Oosthuysen e Bosch [28] os aumentos mais frequentes na síntese proteica muscular estão relacionados ao aumento da frequência de treinamento, o que favorece o ganho de massa muscular em repouso durante a FP.

Haines *et al.* [29] destacaram que a síntese de proteínas de RNAm  $\alpha$  RE, bem como a expressão cíclica de mRNA D1 no músculo esquelético, parecem estar associadas à ativação e proliferação de células satélites esqueléticas durante a PF em comparação com a PL após uma sessão aguda de TF [30,31].

Entretanto, outros estudos não corroboraram esses achados, uma vez que não foram encontradas alterações na força muscular nas diferentes fases do ciclo menstrual [28]. Gür [32] e Sterne [33] relataram não ter encontrado diferenças no torque muscular nos estágios concêntrico e excêntrico entre o menstrual, fase folicular e lútea.

A evidência ambígua nos achados pode ser devida ao uso de diferentes métodos para estimar as fases do ciclo menstrual e a utilização de diferentes testes de desempenho de força muscular. Uma possível limitação dessa evidência é que a maioria dos estudos tem mensurado os valores de pico de força muscular. Entretanto, no contexto prático, a expressão da força máxima raramente ocorre, principalmente se considerarmos que o TF é comumente realizado com cargas submáximas (por exemplo, 60 a 80% de uma repetição máxima de 1RM).

Esta revisão sistemática apresenta algumas limitações que devem ser destacadas. Primeiramente, não foram realizadas dosagens dos hormônios sexuais femininos para confirmar a duração do ciclo do início ao fim de cada fase. Em segundo lugar, nenhum dos estudos nesta revisão relatou se os participantes mediram os níveis hormonais no dia do teste.

Deve ser mostrado, dado em mais detalhes as três fases de um ciclo menstrual regular. Assim, as chances de mostrar uma relação entre as concentrações hormonais e a função muscular estariam aumentadas. No entanto, apesar das limitações apontadas, os achados fornecidos pelos estudos podem contribuir para elucidar alterações hormonais e desempenho de força em diferentes fases do ciclo menstrual em mulheres experientes submetidas ao TF.

## Conclusão

Os estudos analisados na presente revisão sistemática mostraram que o TF pode causar aumentos hormonais e melhora no desempenho da força muscular durante a fase folicular em relação à fase lútea. Sugere-se que os efeitos anabólicos do TF sejam reduzidos em mulheres com distúrbios menstruais. Mais estudos serão necessários para demonstrar os efeitos agudos e a longo prazo no músculo esquelético sobre as respostas hormonais ao TF em diferentes fases do ciclo menstrual.

**Potencial conflito de interesses**

Não foram relatados conflitos de interesse para este artigo.

**Fonte de financiamento**

Não houve fontes externas de financiamento para este estudo.

**Vínculo acadêmico**

Este estudo está vinculado aos trabalhos de conclusão de curso de Pereira AS e Trindade AA do Curso de Educação Física da Universidade Estácio de Sá (Petrópolis, RJ, Brasil).

**Contribuição dos autores**

**Concepção e desenho da pesquisa:** Pereira AS e Trindade AA, Aguiar RS; **Análise e interpretação dos dados:** Aguiar RS, Castro JBP, Silva MO, Fernandes ADO; **Redação do manuscrito:** Pereira AS e Trindade AA, Castro JBP; **Revisão crítica do manuscrito quanto ao conteúdo intelectual importante:** Castro JBP, Vale RGS, Aguiar RS

**Referências**

- Freitas LG. Menstrual cycle: evaluation of alterations. [Tese]. Belo Horizonte: Federal University of Minas Gerais; 2016. 104f.
- Giordano MG, Giordano MV, Giordano LA, Giordano SMA. In: Giordano MG ed. Gynecological and reproductive endocrinology. Rio de Janeiro: Rubio; 2009;39-47.
- Cunha MP, Magatão M, Silva DF, Queiroga MR, Silva MP, Paludo AC. Effect of the menstrual cycle on exercise performance: a quick review of the literature. Brazilian Journal of Prescription and Exercise Physiology [Internet]. 2021 [citado 2023 jun 21];15(96):194-202. Disponível em: <http://www.rbpfex.com.br/index.php/rbpfex/article/view/2351#:~:text=Cinco%20artigos%20apresentaram%20feito%20do,a%20fase%20folicular%20vs%20luteal>.
- Constanzo LS. Fisiologia. Rio de Janeiro: Elsevier; 2014:702-810.
- Pallavi LC, Urbano JDS, Shivaprakash G. Evaluation of musculoskeletal strength and fatigue levels during different phases of the menstrual cycle in young adults. J Clin Diagn Res. 2017;11(2):11-3. doi: 10.7860/JCDR/2017/24316.94088
- Kraemer WJ, Radames NA. Hormonal responses and adaptations to resistance exercise and training. Sports Med. 2005;35(4):339-61. doi: 10.2165/00007256-200535040-00004
- Bandyopadhyay A, Dalui R. Endurance capacity and cardiorespiratory responses in sedentary females during different phases of menstrual cycle. Kathmandu University Medical Journal. 2014;10:25-29. doi: 10.3126/KUMJ.V10I4.10990
- Rechichi C, Dawson B, Goodman C. Athletic performance and the oral contraceptive. Int J Sports Physiol Perform. 2009;4(2):151-62. doi: 10.1123/ijsp.4.2.151
- Chidi-Ogbolu N, Baar K. Effect of estrogen on musculoskeletal performance and injury risk. Front Physiol. 2019;(9):1-11. doi: 10.3389/fphys.2018.01834
- Julian R, Hecksteden AF, Fullagar HH, Meyer T. The effects of menstrual cycle phase on physical performance in female soccer players. PloS One. 2017;(12):0173951. doi: 10.1371/journal.pone.0173951
- Knowles OE, Aisbett B, Main LC, Drinkwater EJ, Orellana L, Lamon S. Resistance training and skeletal muscle protein metabolism in eumenorrheic females: implications for researchers and practitioners. Sports Med. 2019;49(11):1637-50. doi: 10.1007/s40279-019-01132-7
- Sakamaki-Sunaga M, Min S, Kamemoto K, Okamoto T. Effects of menstrual phase-dependent resistance training frequency on muscular hypertrophy and strength. J Strength Cond Res. 2016;30(6):1727-34. doi: 10.1519/jsc.0000000000001250
- Kraemer WJ, Ratamess NA. Hormonal responses and adaptations to resistance exercise and training. Sports Med. 2005;35(4):339-61. doi: 10.2165/00007256-200535040-00004
- Mihm M, Gangooly S, Muttukrishna S. The normal menstrual cycle in women. Anim Reprod Sci. 2011;124(3-4):229-36. doi: 10.1016/j.anireprosci.2010.08.030
- Nakamura Y, Aizawa K, Imai T, Kono I, Mesaki N. Hormonal responses to resistance exercise during different menstrual cycle states. Med Sci Sports Exerc. 2011;43(6):967-73. doi: 10.1249/MSS.0b013e3182019774

16. Liberati A, Altman DG, Tetzlaff J, Mulrow C, Gøtzsche PC, Ioannidis JPA, *et al.* The PRISMA statement for reporting systematic reviews and meta-analyses of studies that evaluate healthcare interventions: explanation and elaboration. *BMJ* 2009;339-b2700. doi: 10.1371/journal.pmed.1000100
17. Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, Boutron I, Hoffmann TC, Mulrow CD, *et al.* The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ* 2021;(372). doi: 10.1136/bmj.n71
18. Kreamer WJ, Fleck SJ, Dziados JE, Harman EA, Marchitelli LJ, Gordon SE, *et al.* Changes in hormonal concentrations after different heavy-resistance exercise protocols in women. *J Appl Physiol*. 1993;75(2):594-604. doi: 10.1152/jappl.1993.75.2.594
19. Reis E, Frick U, Schmidtbleicher D. Frequency variations of strength training sessions triggered by the phases of the menstrual cycle. *Int J Sports Med*. 1995;16(8):545-50. doi: 10.1055/s-2007-973052
20. Jonge XAK, Boot JCRL, Thom JM, Ruell PA, Thompson MW. The influence of the menstrual cycle phase on the contractile characteristics of skeletal muscle in humans. *J Physiol*. 2001;530(1):161-6. doi: 10.1111/j.1469-7793.2001.0161m.x
21. Elliott KJ, Cable NT, Reilly T, Diver MJ. Effect of menstrual cycle phase on the concentration of bioavailable 17- $\beta$  estradiol and testosterone and muscle strength. *Clin Sci*. 2003;(105):663-9. doi: 10.1042/CS20020360
22. Sung E, Han A, Hinrichs T, Vorgerd M, Manchado C, Platen P. Effects of follicular versus luteal phase-based strength training in young women. *Springerplus*. 2014;(3):668. doi: 10.1186 / 2193-1801-3-668
23. Parra NR, Moreno LB, Rael B, Magallanes VMA, Cupeiro R, Díaz ÁE, *et al.* Influence of menstrual cycle on blood markers of muscle injury and inflammation after exaúcteres exercises. *Int J Environ Res Saudi Publica*. 2020;17(5)1618. doi: 10.3390/ijerph17051618
24. Hornum M, Cooper DM, Brasel JA, Bueno A, Sietsema KE. Exercise-induced changes in circulating growth factors with cyclic variation in plasma estradiol in women. *J Appl Physiol*. 1997;82(6):1946-51. doi: 10.1152/jappl.1997.82.6.1946
25. Fridén C, Hirschberg A, Saartok T. Muscle Strength and Endurance Do Not Significantly Vary Across 3 Phases of the Menstrual Cycle in Moderately Active Premenopausal Women. *Clin J Sport Med*. 2003;13:238-241. doi: 10.1097/00042752-200307000-00007
26. Bambaiechi E, Reilly T, Cable NT, Giacomini M. The isolated and combined effects of menstrual cycle phase and time-of-day on muscle strength of eumenorrheic females. *Chronobiol Int*. 2004;21(4-5):645-60. doi: 10.1081/cbi-120039206
27. Davis HC, Hackney AC. Sex hormones Mihm M, Gangooly S, Muttukrishna S. The normal menstrual cycle in women. *Anim Reprod Sci*. 2011;124(3):229-36. doi: 10.1016/j.anireprosci.2010.08.030.
28. Oosthuysen T, Bosch AN. The effect of the menstrual cycle on exercise metabolism. *Sports Med*. 2010;40(3):207-227. doi: 10.2165/11317090-000000000-00000
29. Haines M, Mckinley-barnard SK, Andre TL, Gann JJ, Hwang PS, Willoughby DS. Skeletal muscle estrogen receptor activation in response to eccentric exercise up-regulates myogenic-related gene expression independent of differing serum estradiol levels occurring during the human menstrual cycle. *J Sports Sci Med [Internet]*. 2018 [citado 2023 June 21];17(1):31-9. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29535576/>
30. Jabbour HN, Kelly RW, Fraser HM, Critchley HO. Endocrine regulation of menstruation. *Endocr Rev*. 2016;27(1):17-46. doi: 10.1210/er.2004-0021
31. Kadi F, Schjerling P, Andersen LL, Charifi N, Madsen JL, Christensen LR, Andersen JL. The effects of heavy resistance training and detraining on satellite cells in human skeletal muscles. *J Physiol*. 2004;558(3):1005-12. doi: 10.1113/jphysiol.2004.065904
32. Gür H. Concentric and eccentric isokinetic measurements in knee muscles during the menstrual cycle: a special reference to reciprocal moment ratios. *Arch Phys Med Rehabil*. 1997;78:501-505. doi: 10.1016/s0003-9993(97)90164-7
33. Sterne JA, Hernán MA, Reeves BC, Savović J, Berkman ND, Viswanathan M, *et al.* ROBINS-I: a tool for assessing risk of bias in non-randomised studies of interventions. *BMJ*. 2016;(355):i4919. doi: 10.1136/bmj.i4919

