

Original Article

EXERKINES AND PLACENTOKINES: MECHANISMS, IMPACT OF EXERCISE ON MATERNAL-FETAL HEALTH

HETTY NUNES CAVALCANTE DA CUNHA LOBO
HUGO DE LUCA CORRÊA

CARMEN SILVIA GRUBERT CAMPBELL
Universidade Católica de Brasília, Brasília, DF, Brasil
Hettylobo16@gmail.com

Abstract

Introduction: A healthy pregnancy is essential for maternal–fetal well-being and the prevention of obstetric complications. Physical exercise may modulate bioactive molecules, including exerkins and placentokines, with potential protective effects on maternal and fetal health. **Objective:** To analyze the effects of maternal physical exercise on the release of specific cytokines, particularly apelin, which acts as both an exerkin and a placentokine, and its possible relationship with preeclampsia and maternal–fetal metabolism. **Methods:** A narrative review was conducted in ScienceDirect, PubMed, and SciELO between September 2025 and June 2026, with no restriction on publication year. Descriptors related to physical exercise, healthy pregnancy, placentokines, exerkins, and preeclampsia were used. After screening, 64 studies involving humans and animal models were included. The descriptive synthesis followed the Scale for the Assessment of Narrative Review Articles criteria to enhance methodological rigor and transparency. **Results:** Evidence indicated that maternal physical exercise promotes the release of exerkins and placentokines, particularly apelin, which has been associated with improved metabolic, vascular, and placental functions. Exercise may also modulate mechanisms involved in preeclampsia and contribute to fetal development. **Conclusion:** Physical exercise during pregnancy is a promising non-pharmacological strategy for improving maternal–fetal health. Apelin may mediate part of these benefits; however, further clinical studies are needed to clarify its mechanisms of action and potential role in preventing pregnancy-related complications. **Keywords:** Exerkins, Placentokines, Physical Exercise, Pregnancy.

Article original

EXERKINES, PLACENTOKINES: MÉCANISMES, IMPACT DE L'EXERCICE SUR LA SANTÉ MATERNO-FŒTALE

Résumé

Introduction : Une grossesse en bonne santé est essentielle au bien-être materno-fœtal et à la prévention des complications obstétricales. L'exercice physique peut moduler la libération de molécules bioactives, notamment les exerkins et les placentokines,

susceptibles de protéger la santé maternelle et fœtale. **Objectif** : Analyser les effets de l'exercice physique maternel sur la libération de cytokines spécifiques, en particulier l'apéline, qui agit comme exerquine et placentokine, ainsi que sa relation potentielle avec la prééclampsie et le métabolisme materno-fœtal. **Méthodes** : Une revue narrative a été réalisée dans les bases ScienceDirect, PubMed et SciELO entre septembre 2025 et juin 2026, sans restriction d'année de publication. Les recherches ont porté sur l'exercice physique, la grossesse, les exerquines, les placentokines et la prééclampsie. Après sélection, 64 études menées chez l'être humain et sur des modèles animaux ont été incluses. La synthèse descriptive a été guidée par les critères de la *Scale for the Assessment of Narrative Review Articles* (SANRA). **Résultats** : Les données montrent que l'exercice physique maternel favorise la libération d'exerquines et de placentokines, notamment de l'apéline, associée à l'amélioration des fonctions métaboliques, vasculaires et placentaires. Il pourrait également moduler les mécanismes liés à la prééclampsie et favoriser le développement fœtal. **Conclusion** : L'exercice physique pendant la grossesse constitue une stratégie non pharmacologique prometteuse pour la santé materno-fœtale. L'apéline pourrait contribuer à ces bénéfices, mais des études cliniques supplémentaires sont nécessaires pour préciser ses mécanismes d'action et son rôle préventif. **Mots-clés**: Exerquines, placentokines, exercice physique, grossesse.

Artículo original

EXERQUINAS Y PLACENTOQUINAS: MECANISMOS, IMPACTO DEL EJERCICIO EN LA SALUD MATERNO-FETAL

Resumen

Introducción: Una gestación saludable es fundamental para el bienestar materno-fetal y la prevención de complicaciones obstétricas. En este contexto, el ejercicio físico puede modular la liberación de moléculas bioactivas, como las exerquinas y las placentoquinas, con posibles efectos protectores sobre la salud materna y fetal. **Objetivo:** Analizar los efectos del ejercicio físico materno sobre la liberación de citocinas específicas, con énfasis en la apelina, molécula que actúa como exerquina y placentoquina, y su posible relación con la preeclampsia y el metabolismo materno-fetal. **Métodos:** Se realizó una revisión narrativa en las bases de datos ScienceDirect, PubMed y SciELO entre septiembre de 2025 y junio de 2026, sin restricción respecto al año de publicación. Se utilizaron descriptores relacionados con el ejercicio físico, la gestación saludable, las placentoquinas, las exerquinas y la preeclampsia. Tras el proceso de selección, se incluyeron 64 estudios realizados en seres humanos y modelos animales. La síntesis descriptiva se orientó por los criterios de la *Scale for the Assessment of Narrative Review Articles* (SANRA), con el fin de garantizar mayor rigor y transparencia metodológica. **Resultados:** Las evidencias indicaron que el ejercicio físico materno favorece la liberación de exerquinas y placentoquinas, especialmente de apelina, asociada con mejoras en las funciones metabólicas, vasculares y placentarias. También se identificaron posibles efectos sobre los mecanismos relacionados con la preeclampsia y el desarrollo fetal.

Palabras clave: Exerquinas, placentoquinas, ejercicio físico, gestación.

Artigo Original

EXERCINAS E PLACENTOCINAS: MECANISMOS, IMPACTO DO EXERCÍCIO NA SAÚDE MATERNO-FETAL

Resumo

Introdução: A gestação saudável é fundamental para o bem-estar materno-fetal e para a prevenção de complicações obstétricas. Nesse contexto, o exercício físico pode modular a liberação de moléculas bioativas, como exercinas e placentocinas, com possíveis efeitos protetores sobre a saúde da gestante e do feto. **Objetivo:** Analisar os efeitos do exercício físico materno sobre a liberação de citocinas específicas, com ênfase na apelina, molécula que atua como exercina e placentocina, e sua possível relação com a pré-eclâmpsia e o metabolismo materno-fetal. **Métodos:** Realizou-se uma revisão narrativa nas bases ScienceDirect, PubMed e SciELO, entre setembro de 2025 e junho de 2026, sem restrição quanto ao ano de publicação. Foram utilizados descritores relacionados ao exercício físico, gestação saudável, placentocinas, exercinas e pré-eclâmpsia. Após a triagem, incluíram-se 64 estudos conduzidos em humanos e modelos animais. A síntese descritiva foi orientada pelos critérios da Scale for the Assessment of Narrative Review Articles (SANRA), visando maior rigor e transparência metodológica. **Resultados:** As evidências indicaram que o exercício físico materno favorece a liberação de exercinas e placentocinas, especialmente da apelina, associada à melhora das funções metabólicas, vasculares e placentárias. Também foram identificados possíveis efeitos na modulação de mecanismos relacionados à pré-eclâmpsia e na promoção do desenvolvimento fetal. **Conclusão:** O exercício físico durante a gestação constitui uma estratégia não farmacológica promissora para favorecer a saúde materno-fetal. A apelina destaca-se como possível mediadora desses benefícios, embora sejam necessários mais estudos clínicos para esclarecer seus mecanismos de ação e sua aplicabilidade na prevenção de complicações gestacionais.

Palavras-chave: Exercinas, Placentocinas, Exercícios Físicos, Gestação.

Introdução

A promoção de uma gestação saudável transcende os cuidados imediatos com a saúde materna, uma vez que também influencia o desenvolvimento fetal e a saúde da criança a longo prazo. Nesse período, o acompanhamento médico, a alimentação equilibrada, a prática orientada de atividade física e o suporte emocional são fundamentais para reduzir complicações gestacionais e favorecer o bem-estar materno-infantil (Martins & Brait, 2021). Dessa forma, investir na saúde durante a gestação contribui para a formação de indivíduos mais saudáveis e resilientes (Sousa et al., 2021).

Ao longo da gravidez, ocorrem importantes adaptações fisiológicas e metabólicas destinadas a assegurar o crescimento fetal e preparar o organismo materno para o parto (Wang & Zhu, 2022). Entretanto, alterações metabólicas inadequadas podem favorecer o desenvolvimento do Diabetes Mellitus Gestacional (DMG), condição que afeta aproximadamente 16,2% das gestantes no mundo e cerca de 18% no Brasil. O DMG está associado a complicações como perda fetal, parto prematuro, hipoglicemia neonatal, macrosomia, síndrome do desconforto respiratório e cardiomiopatia hipertrófica (Pedrini et al., 2020). Além disso, distúrbios metabólicos maternos podem comprometer o

desenvolvimento fetal e aumentar a predisposição da criança a doenças metabólicas ao longo da vida (Pahlavani et al., 2023).

O DMG também está relacionado ao maior risco de pré-eclâmpsia, síndrome HELLP, insuficiência renal, alterações hepáticas e hipoglicemia materna (Martins & Brati, 2021; Donck et al., 2021). A resistência à insulina entre a 22ª e a 26ª semanas gestacionais é considerada um preditor independente de pré-eclâmpsia (Vasconcelos et al., 2023). Essa condição caracteriza-se pelo surgimento de hipertensão arterial após a 20ª semana de gestação, podendo estar acompanhada de proteinúria, lesão renal, comprometimento hepático, alterações hematológicas, complicações cardiorrespiratórias e disfunção uteroplacentária, incluindo restrição do crescimento fetal (INHA, 2017; Yemde, Kawathalkar & Bhalariao, 2023).

A placenta desempenha um papel central na comunicação entre a mãe e o feto, regulando a transferência de oxigênio, nutrientes, glicose e lipídios. Alterações nesse processo podem favorecer o acúmulo de tecido adiposo fetal, a inflamação crônica e o comprometimento do desenvolvimento dos tecidos musculares e adiposos marrons (Son et al., 2021). Além disso, mudanças na liberação de citocinas placentárias podem interferir diretamente no desenvolvimento fetal. Essas moléculas, denominadas placentocinas, participam da regulação da função placentária e do crescimento fetal (Son et al., 2021).

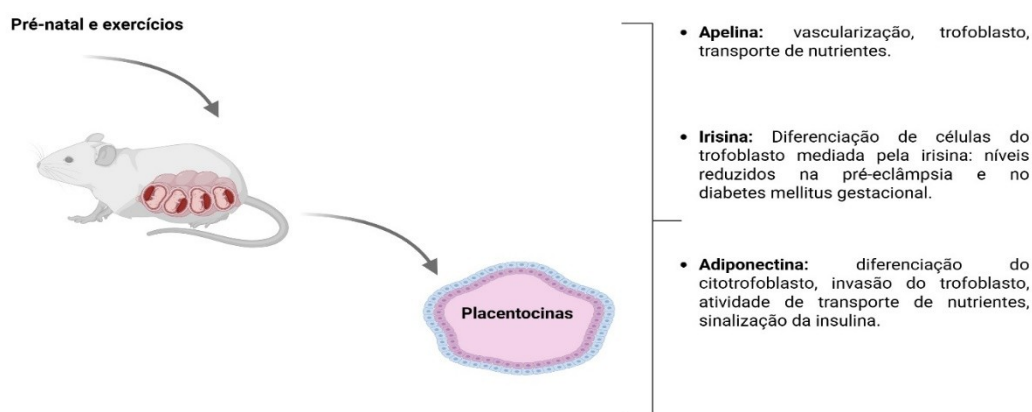
Em gestantes com obesidade e hipertensão, foram observados acúmulo de macrófagos e lipídios, aumento de mediadores inflamatórios e maior estresse oxidativo na placenta, condições que podem influenciar a programação metabólica da criança (Negoita et al., 2023). A obesidade materna também pode provocar disfunção mitocondrial e comprometer a produção de trifosfato de adenosina por meio da fosforilação oxidativa, processo essencial para suprir as demandas energéticas da placenta (Chae, Son & Du, 2022).

Nesse contexto, o exercício físico apresenta-se como uma importante estratégia não farmacológica. Evidências demonstram que sua prática durante a gestação, quando adequadamente orientada, é segura e promove benefícios para a mãe, a placenta e o feto (Wang & Zhu, 2022). Parte desses efeitos é mediada pelas exercinas, citocinas e outras moléculas liberadas em resposta ao exercício físico (Chae, Son & Du, 2022). Entre essas moléculas, destaca-se a apelina, que atua tanto como exercina quanto como placentocina. O exercício materno pode aumentar a secreção, favorecendo o metabolismo oxidativo, o desenvolvimento placentário e o crescimento fetal (Son et al., 2021). A melhora da função mitocondrial da placenta pode, ainda, contribuir para a regulação da secreção de placentocinas e para a manutenção do equilíbrio metabólico materno-fetal (Gomes, Geraldi & Matusso, 2024). Assim, as adaptações induzidas pelo exercício podem repercutir não apenas nos desfechos gestacionais imediatos, mas também na saúde metabólica futura da criança.

Diante disso, o presente artigo tem como objetivo analisar, por meio de uma revisão narrativa, os efeitos do exercício físico materno sobre a liberação de exercinas e placentocinas, com ênfase no papel da apelina na modulação da pré-eclâmpsia e na melhoria das condições metabólicas da gestante e do feto.

A figura 1 descreve os efeitos das substâncias produzidas pela placenta (placentocinas) provenientes do exercício físico materno na evolução fetal e seus efeitos a longo prazo na prole.

Figura 1. Os efeitos das placentocinas derivadas do exercício físico materno no desenvolvimento fetal.



Fonte: Elaborada pelos autores com base na literatura consultada.

Métodos

A pesquisa foi realizada nas bases de dados *ScienceDirect*, *Pubmed* e *SciELO* entre setembro de 2025 e junho de 2026. Utilizaram-se como palavras-chave: "Physical exercise" OR/AND "healthy pregnancy" OR/AND "placentocinas" OR/AND "exercinas" OR/AND "preeclampsia". Não foi considerado um limite temporal para a publicação.

Foram excluídos: (a) estudos que não abordassem exercício físico como intervenção ou exposição; (b) cartas ao editor, resumos de congresso e estudos sem texto completo disponível; (c) estudos publicados em outros idiomas que não o inglês; (d) artigos duplicados entre as bases de dados. Foram incluídos apenas estudos na língua inglesa e estudos realizados em humanos e estudos em animais.

Processo de seleção

A busca nas bases *ScienceDirect*, *PubMed* e *SciELO* identificou 212 registros. Não houve duplicatas e os registros foram triados por título e resumo. A triagem e a seleção foram conduzidas por dois revisores com supervisão da orientadora nas etapas de dúvida, resultando na seleção de 77 artigos para leitura na íntegra. Após leitura completa, 64 artigos atenderam aos critérios de elegibilidade e foram incluídos nesta revisão.

A elaboração desta revisão narrativa foi orientada pelos critérios da *Scale for the Assessment of Narrative Review Articles* (SANRA) (Baethge, Goldbeck-Wood & Mertens, 2019). Dessa forma, buscou-se conferir maior rigor e transparência metodológica a este trabalho, ainda que a SANRA não constitua um protocolo formal de busca sistemática, mas sim um instrumento de avaliação da qualidade de revisões não sistemáticas.

Resultados e Discussão

Esta pesquisa teve como objetivo analisar, por meio de uma revisão narrativa, os efeitos do exercício físico materno sobre a liberação de exercinas e placentocinas, com ênfase no papel da apelina na modulação da pré-eclâmpsia e na melhoria das condições metabólicas da gestante e do feto.

Exercício físico materno, exercinas e placentocinas

Segundo o American College of Obstetricians and Gynecologists (ACOG, 2020), gestantes saudáveis devem realizar pelo menos 150 minutos semanais de atividade aeróbia moderada, pois os benefícios do exercício superam os potenciais riscos e favorecem a saúde materna e fetal.

Em revisão sobre exercício materno, oxigenação fetal e crescimento feto-placentário, Wang et al. (2023) observaram que a prática de exercício durante a gestação pode influenciar o crescimento fetal e o peso ao nascer, dependendo do tipo, frequência, intensidade, duração e período gestacional em que é realizada.

Son et al. (2021) observaram que os benefícios do exercício físico na gestação variam conforme a duração e o tipo de atividade. O exercício aeróbio utiliza predominantemente a fosforilação oxidativa, favorecendo a função cardiovascular e a resistência muscular, enquanto o anaeróbio depende principalmente da glicose e promove força, hipertrofia e secreção de miocinas (Gomes, Geraldi & Matiusso, 2024). Recomenda-se que gestantes realizem exercícios aeróbios entre 40 e 60% do $VO_{2máx}$, por 60 a 150 minutos semanais, e exercícios anaeróbios de intensidade moderada (Savvaki et al., 2018). Em modelos animais, utilizam-se corrida voluntária e exercício em esteira, com intensidade entre 40 e 65% do $VO_{2máx}$, para investigar seus efeitos sobre o desenvolvimento fetal (Chae et al., 2020). Esses benefícios são mediados por exercinas e placentocinas, que favorecem o metabolismo materno e oxidativo, o crescimento fetal, a biogênese mitocondrial e a expressão de PGC-1 α , contribuindo para o desenvolvimento muscular e a deposição de gordura marrom na prole (Son et al., 2021; Chae, Son & Du, 2022).

A PGC-1 α (coativador-1 α do receptor ativado por proliferadores de peroxissoma gama) é um coativador transcricional que regula diversos processos biológicos relacionados ao metabolismo energético, induzidos no tecido muscular em resposta ao exercício físico. Este coativador promove efeitos benéficos, tais como: a angiogênese e a troca de tipos de fibras musculares (Kasper et al., 2021).

Stevanovic-Silva et al. (2022) avaliaram ratas gestantes submetidas a uma dieta rica em gordura e sacarose, comparando ratas sedentárias com aquelas que realizaram um programa de exercícios físicos durante as três semanas de gestação. A dieta inadequada reduziu a expressão hepática de PGC-1 α e do fator de transcrição mitocondrial (Tfam) na prole. Entretanto, os descendentes das ratas exercitadas apresentaram maiores níveis de PGC-1 α , indicando que o exercício materno durante todo o período gestacional atenuou os efeitos metabólicos prejudiciais da dieta sobre a função mitocondrial hepática da prole.

A concentração de irisina em gestantes fisicamente ativas é superior àquela observada em gestantes inativas. Esta citocina é gerada pela clivagem da fibronectina tipo 3 no tecido muscular esquelético em resposta à atividade física, desempenhando um papel crucial na conversão do tecido adiposo branco em tecido adiposo marrom, processo mediado pela termogênese (Gomes, Geraldi & Matusso, 2024).

A irisina contribui para a tolerância à glicose e a homeostase glicêmica, embora seus níveis sejam reduzidos em indivíduos com síndrome metabólica (Pahlavani et al., 2023). Wang et al. (2023), ao avaliarem 60 gestantes com sobrepeso ou obesidade, observaram que o grupo submetido ao exercício apresentou maior concentração plasmática de irisina, menor resistência à insulina e melhora da homeostase glicêmica em comparação ao controle. Esses achados sugerem que o exercício pode auxiliar na prevenção do diabetes mellitus gestacional ao estimular a secreção de irisina e favorecer a termogênese no tecido adiposo.

Além das concentrações circulantes de irisina aumentarem com o exercício físico, elas também normalmente aumentam durante a gravidez, desempenhando um papel crucial na regulação da diferenciação das células trofoblásticas da placenta por meio da ativação da proteína quinase ativada por adenosina monofosfato (AMPK). Em contraste, os níveis de irisina encontram-se diminuídos em condições de pré-eclâmpsia e diabetes gestacional (Drewlo et al., 2020).

A AMPK é um regulador-chave da homeostase energética hepática (Lyssy, Gauster & Forstner, 2026). Trata-se de um complexo de serina/treonina quinase, que atua como um sensor crucial na manutenção da homeostase energética celular (Wang & Zhu, 2022). A AMPK é ativada em resposta a diversos estressores metabólicos, como o jejum ou o exercício físico, os quais alteram a proporção de adenosina monofosfato (AMP) para trifosfato de adenosina (ATP), seja pelo aumento do consumo de ATP ou pela redução de sua produção (Kasper et al., 2021).

A ativação da AMPK aumenta o catabolismo, reduz o anabolismo e estimula reguladores como o PGC-1 α , contribuindo para a homeostase energética celular. Esse mecanismo pode proteger contra obesidade, esteatose hepática e resistência à insulina,

constituindo um alvo promissor na prevenção de doenças metabólicas, inclusive durante a gestação associada ao exercício físico (Kasper et al., 2021).

Miocinas, adipocinas e placentocinas liberadas durante o exercício são denominadas exercinas. Entre elas, destaca-se a irisina, que atua na regulação da glicose e dos lipídios, favorecendo um ambiente intrauterino saudável e reduzindo o risco de alterações metabólicas na prole, como obesidade, resistência à insulina, peso elevado ao nascer e distúrbios glicêmicos (Chae, Son e Du, 2022).

A apelina, cuja secreção é estimulada pela contração muscular e pelo exercício aeróbio prolongado, ativa o receptor (APJ) e aumenta o metabolismo e a termogênese muscular (Ligetvári et al., 2023). Sua redução está associada à fraqueza muscular e pode ocorrer no músculo fetal de mães obesas (Wang & Zhu, 2022). Além disso, a apelina favorece a angiogênese, a vascularização placentária e o transporte de nutrientes e oxigênio, contribuindo para o crescimento fetal saudável. Alterações em sua sinalização podem estar relacionadas à restrição do crescimento intrauterino (Negoita et al., 2023).

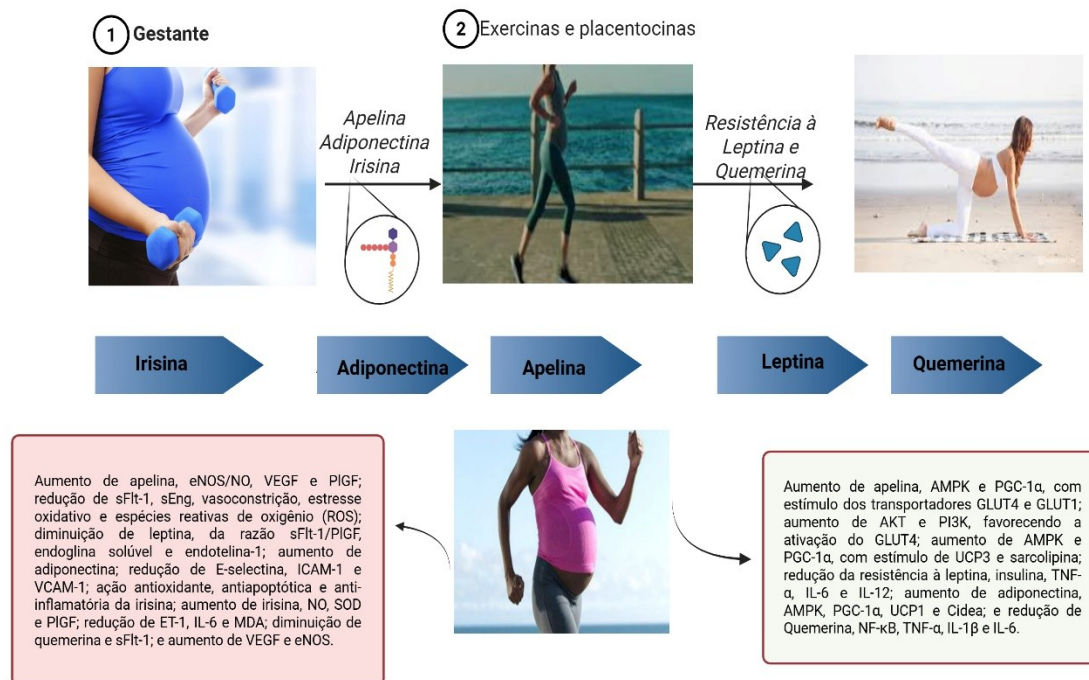
O exercício regular ativa a AMPK e a PGC-1 α , favorecendo a função mitocondrial, o metabolismo muscular e o controle glicêmico. A prática diária de 30 minutos também aumenta a captação de glicose pelo GLUT4, reduzindo glicemia, insulinemia, resistência à insulina e o risco de diabetes gestacional (Son et al., 2021).

A apelina favorece a captação de nutrientes pelo trofoblasto e a homeostase glicêmica fetal, possivelmente por aumentar a expressão dos transportadores GLUT1 e GLUT3 (Son et al., 2021). O exercício físico também estimula a captação muscular de glicose via GLUT4 e ativa AMPK e PGC-1 α no músculo fetal, promovendo a expressão de proteínas relacionadas à termogênese, como UCP3 e sarcolipina (Negoita et al., 2023). Esses mecanismos contribuem para o equilíbrio metabólico durante a gestação e para a produção de calor no recém-nascido, auxiliando na manutenção da temperatura corporal após o nascimento (Wang & Zhu, 2022).

A sarcolipina também pode influenciar o desenvolvimento muscular do bebê, regulando o uso de cálcio nas células musculares e contribuindo para o crescimento e a funcionalidade do sistema muscular em desenvolvimento (Son et al., 2021).

De acordo com a figura 2, o exercício físico durante a gestação modula a liberação de irisina, adiponectina, apelina, leptina e quemerina, influenciando vias relacionadas ao metabolismo da glicose, à sensibilidade à insulina, à termogênese, à angiogênese, à função endotelial e à resposta inflamatória. Essas alterações podem contribuir para a redução do estresse oxidativo, da resistência à insulina, da vasoconstrição e de marcadores pró-inflamatórios, favorecendo a prevenção e o controle do diabetes gestacional e da pré-eclâmpsia.

Figura 2. Efeitos das exercinas e placentocinas sobre o diabetes gestacional e a pré-eclâmpsia.



Fonte: Elaborada pelos autores com base na literatura consultada.

O papel da Apelina como Placentocina e Exercina na Fisiopatologia da Pré-eclâmpsia

A pré-eclâmpsia acomete cerca de 7% das gestações e tem sido associada à redução dos níveis de apelina, molécula envolvida no desenvolvimento cardiovascular fetal, na formação placentária, na angiogênese e na homeostase energética materno-fetal (Kasper et al., 2021; Son et al., 2021). Estudos demonstram menor expressão de mRNA e proteína da apelina em gestantes com pré-eclâmpsia (Vasconcelos et al., 2023). A ativação dessa via pode estimular a sinalização NOS/NO, favorecendo a vasodilatação, o fluxo sanguíneo placentário e a redução do estresse oxidativo. Assim, a apelina apresenta potencial papel protetor na pré-eclâmpsia, especialmente por contribuir para a função endotelial e a regulação vascular materno-placentária (Chae, Son & Du, 2022).

A prática regular de exercícios aeróbios (40 a 60% do VO₂max por 60 a 150 min por semana) ou resistidos de intensidade moderada é recomendada durante a gestação e pode contribuir para a saúde materno-fetal (Chae, Son & Du, 2022). Evidências indicam que o exercício materno aumenta a secreção placentária de apelina, favorecendo a angiogênese e o transporte de nutrientes ao feto (Son et al., 2021). A atividade física também tem sido associada ao aumento de PlGF e à redução de sFlt-1 e sEng, contribuindo para melhor função vascular e placentária (Negoița et al., 2023). Além disso, a prática regular, sobretudo no início da gestação, associa-se à redução do risco de pré-eclâmpsia, com efeitos relacionados à frequência e à intensidade do exercício (Vasconcelos et al., 2023).

A apelina e seus receptores estão presentes em órgãos como coração, rins e placenta, desempenhando papel relevante na regulação cardiovascular durante a gestação. Na pré-eclâmpsia, alterações no desenvolvimento placentário, hipóxia, estresse oxidativo e inflamação contribuem para a disfunção endotelial e vascular. A placenta comprometida libera fatores antiangiogênicos, como sFlt-1 e sEng, que reduzem a sinalização de VEGF, PGF e TGF β 1, prejudicando a ativação da eNOS e a vasodilatação. Dessa forma, o excesso desses fatores compromete a adaptação vascular placentária e favorece a disfunção endotelial característica da pré-eclâmpsia (Poniedziałek-Czajkowska, Mierzyński & Leszczyńska-Gorzelak, 2023). A lesão placentária decorre de danos aos tecidos e vasos sanguíneos da placenta, comprometendo sua função e o adequado fornecimento de oxigênio e nutrientes ao feto. Pode estar associada à insuficiência placentária, pré-eclâmpsia, descolamento prematuro da placenta, infecções maternas, estresse oxidativo, inflamação, tabagismo, exposição a poluentes e doenças crônicas (Chae, Son & Du, 2022). Quando lesionada, a placenta pode liberar proteínas antiangiogênicas, reduzindo a formação de novos vasos sanguíneos e prejudicando o fluxo materno-fetal. Esse processo aumenta o risco de complicações como restrição de crescimento intrauterino e pré-eclâmpsia, com repercussões negativas para a saúde materna e fetal (Vasconcelos et al., 2023).

Pontos fortes e limitações do estudo

Esta revisão narrativa apresenta como principais pontos fortes a busca sistematizada em três bases de dados de amplo espectro (ScienceDirect, PubMed e SciELO), a condução do processo de seleção por dois revisores independentes com supervisão de uma orientadora nas etapas de divergência. Ainda que os critérios da Scale for the Assessment of Narrative Review Articles (SANRA) não constituam um protocolo formal de revisão sistemática, seguir tais critérios conferiu maior rigor metodológico e transparência ao processo de síntese. Destaca-se ainda a abrangência da amostra final de 64 estudos, contemplando tanto investigações em humanos quanto em modelos animais. Outro ponto forte reside no enfoque original conferido à apelina como molécula de duplo papel, exercina e placentocina, o que possibilitou uma síntese integrada dos mecanismos que conectam o exercício físico materno, a função placentária e a fisiopatologia da pré-eclâmpsia, tema ainda pouco consolidado na literatura.

Por outro lado, algumas limitações devem ser consideradas na interpretação dos resultados. Em primeiro lugar, trata-se de uma revisão narrativa, e não sistemática, o que implica ausência de protocolo de busca pré-registrado, de avaliação formal do risco de viés dos estudos incluídos e de síntese quantitativa (meta-análise), restringindo as inferências a um nível descritivo e qualitativo.

Além disso, a heterogeneidade metodológica entre os estudos incluídos quanto ao desenho, à espécie estudada (humanos versus modelos animais), ao tipo, intensidade, à frequência e duração das intervenções de exercício físico dificulta a comparabilidade direta dos achados e a extrapolação de conclusões causais.

Conclusão

Esta revisão evidencia que o exercício físico durante a gestação pode modular exercinas e placentocinas envolvidas no metabolismo, na inflamação, no estresse oxidativo, na função endotelial e na adaptação placentária. Entre esses mediadores, destaca-se a apelina, que pode atuar como elo entre o exercício materno e a saúde materno-fetal, favorecendo a homeostase glicêmica, a sensibilidade à insulina, a vascularização placentária e o transporte de nutrientes, além de potencialmente atenuar alterações relacionadas à pré-eclâmpsia. Esses achados reforçam o exercício como estratégia não farmacológica promissora durante a gestação. Contudo, novos estudos são necessários para esclarecer a resposta da apelina a diferentes protocolos de exercício e sua relação com desfechos maternos, placentários e fetais, contribuindo para intervenções mais seguras e individualizadas.

Declaração de conflito de interesses

Não há conflito de interesses no presente estudo.

Declaração de financiamento

Não houve financiamento recebido para a pesquisa.

Referências

American College of Obstetricians and Gynecologists. (2020). Physical activity and exercise during pregnancy and the postpartum period: ACOG Committee Opinion No. 804. *Obstetrics & Gynecology*, 135(4), e178–e188. <https://doi.org/10.1097/AOG.0000000000003772>

Baethge, C., Goldbeck-Wood, S., & Mertens, S. (2019). SANRA—A scale for the quality assessment of narrative review articles. *Research Integrity and Peer Review*, 4, Article 5. <https://doi.org/10.1186/s41073-019-0064-8>

Chae, S. A., Son, J. S., & Du, M. (2022). Prenatal exercise in fetal development: A placental perspective. *The FEBS Journal*, 289(11), 3058–3071. <https://doi.org/10.1111/febs.16173>

Chae, S. A., Son, J. S., Zhu, M. J., de Avila, J. M., & Du, M. (2020). Treadmill running of mouse as a model for studying influence of maternal exercise on offspring. *Bio-protocol*, 10(23), e3838. <https://doi.org/10.21769/BioProtoc.3838>

Drewlo, S., Johnson, E., Kilburn, B. A., Kadam, L., Armistead, B., & Kohan-Ghadr, H.-R. (2020). Irisin induces trophoblast differentiation via AMPK activation in the human placenta. *Journal of Cellular Physiology*, 235(10), 7146–7158. <https://doi.org/10.1002/jcp.29613>

Donck, M., Vercruysse, Y., Alexis, A., Rozenberg, S., & Blaiberg, S. (2021). Acute fatty liver of pregnancy—A short review. *Australian and New Zealand Journal of Obstetrics and Gynaecology*, 61(2), 183–187. <https://doi.org/10.1111/ajo.13293>

Gomes, P. P., Geraldi, L. O. B., & Matusso, C. C. I. (2024). Impactos da atividade física materna na saúde da prole: Um estudo durante a gestação. *Revista Foco*, 17(10), e6132. <https://doi.org/10.54751/revistafoco.v17n10-008>

Irish Neonatal Health Alliance. (INHA,2017). *Pre-eclampsia*. <https://inha.ie/project/pre-eclampsia/>

Kasper, P., Breuer, S., Hoffmann, T., Vohlen, C., Janoschek, R., Schmitz, L., Appel, S., Fink, G., Hünseler, C., Quaas, A., Demir, M., Lang, S., Steffen, H.-M., Martin, A., Schramm, C., Bürger, M., Mahabir, E., Goeser, T., Dötsch, J., ... Bae-Gartz, I. (2021). Maternal exercise mediates hepatic metabolic programming via activation of AMPK–PGC1 α axis in the offspring of obese mothers. *Cells*, 10(5), Article 1247. <https://doi.org/10.3390/cells10051247>

Ligetvári, R., Szokodi, I., Farkas, G., Csondor, É., Móra, Á., Komka, Z., Tóth, M., Oláh, A., & Ács, P. (2023). Apelin as a potential regulator of peak athletic performance. *International Journal of Molecular Sciences*, 24(9), Article 8195. <https://doi.org/10.3390/ijms24098195>

Lyssy, F., Gauster, M., & Forstner, D. (2026). Effects of physical activity on platelet activation and hemostasis during pregnancy—Are placento-exerkines the hidden drivers? *Journal of Thrombosis and Haemostasis*, 24. Advance online publication. <https://doi.org/10.1016/j.jtha.2025.09.018>

Martins, A. de M., & Brati, L. P. (2021). Tratamento para o diabetes mellitus gestacional: Uma revisão de literatura. *Femina*, 49(4), 251–256.

Negoita, F., Addinsall, A. B., Hellberg, K., Bringas, C. F., Hafen, P. S., Sermersheim, T. J., Agerholm, M., Lewis, C. T. A., Ahwazi, D., Ling, N. X. Y., Larsen, J. K., Deshmukh, A. S., Hossain, M. A., Oakhill, J. S., Ochala, J., Brault, J. J., Sankar, U., Drewry, D. H., Scott, J. W., ... Sakamoto, K. (2023). CaMKK2 is not involved in contraction-stimulated AMPK activation and glucose uptake in skeletal muscle. *Molecular Metabolism*, 75, Article 101761. <https://doi.org/10.1016/j.molmet.2023.101761>

Pahlavani, H. A., Laher, I., Weiss, K., Knechtle, B., & Zouhal, H. (2023). Physical exercise for a healthy pregnancy: The role of placentokines and exerkines. *The Journal of Physiological Sciences*, 73, Article 30. <https://doi.org/10.1186/s12576-023-00885-1>

Pedrini, D. B., Cunha, M. L. C. da, & Breigeiron, M. K. (2020). Maternal nutritional status in diabetes mellitus and neonatal characteristics at birth. *Revista Brasileira de Enfermagem*, 73(Suppl. 4), Article e20181000. <https://doi.org/10.1590/0034-7167-2018-1000>

Poniedziałek-Czajkowska, E., Mierzyński, R., & Leszczyńska-Gorzelak, B. (2023). Preeclampsia and obesity—The preventive role of exercise. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 20(2), Article 1267. <https://doi.org/10.3390/ijerph20021267>

Savvaki, D., Taousani, E., Goulis, D. G., Tsiros, E., Voziki, E., Douda, H., Nikolettos, N., & Tokmakidis, S. P. (2018). Guidelines for exercise during normal pregnancy and gestational diabetes: A review of international recommendations. *Hormones*, 17(4), 521–529. <https://doi.org/10.1007/s42000-018-0085-6>

Sousa, S. C., Oliveira, F. B. M. de, Sousa, F. das C. A., Silva, S. S., Silva, W. C. da, Lima, K. L. A., Mendes, R. C., Hernandez, L. F., Miranda, L. S. C., & Silva, R. A. da. (2021). Assistência ao pré-natal: Participação do pai na gestação saudável. *Research, Society and Development*, 10(1), Article e14710111330. <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i1.11330>

Stevanović-Silva, J., Beleza, J., Coxito, P., Rocha, H., Gaspar, T. B., Gärtner, F., Correia, R., Martins, M. J., Guimarães, T., Oliveira, P. J., Ascensão, A., & Magalhães, J. (2022). Exercise performed during pregnancy positively modulates liver metabolism and promotes mitochondrial biogenesis of female offspring in a rat model of diet-induced gestational diabetes. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA) – Molecular Basis of Disease*, 1868(11), Article 166526. <https://doi.org/10.1016/j.bbadis.2022.166526>

Son, J. S., Zhao, L., Chen, Y., Chen, K., Chae, S. A., de Avila, J. M., Wang, H., Zhu, M.-J., Jiang, Z., & Du, M. (2021). Maternal exercise via exerkine apelin enhances brown adipogenesis and prevents metabolic dysfunction in offspring mice. *Science Advances*, 6(16), Article eaaz0359. <https://doi.org/10.1126/sciadv.aaz0359>

Vasconcelos, N. S., Ferreira, A. C. G., Oliveira, M. H. M. de, Rocha, T. B., & Valadao, A. F. (2023). Aspirina na prevenção de pré-eclâmpsia: Revisão de literatura. *Brazilian Journal of Development*, 9(2), 6496–6516. <https://doi.org/10.34117/bjdv9n2-024>

Wang, L., & Zhu, L. (2022). Exercise during pregnancy may have more benefits than we thought. *eBioMedicine*, 77, Article 103889. <https://doi.org/10.1016/j.ebiom.2022.103889>

Wang, C., Zhang, X., Liu, M., Qin, S., He, C., Liu, Y., Huai, J., Zhang, Q., Wei, Y., & Yang, H. (2023). Irisin participates in the beneficial effects of exercise in preventing gestational diabetes mellitus in overweight and obese pregnant women and a mouse model. *Frontiers in Nutrition*, 9, Article 1034443. <https://doi.org/10.3389/fnut.2022.1034443>

Yemde, A. J. R., Kawathalkar, A., & Bhalerao, A. (2023). Acute fatty liver of pregnancy: A diagnostic challenge. *Cureus*, 15(3), Article e36708. <https://doi.org/10.7759/cureus.36708>

Autores:

Hetty Nunes Cavalcante da Cunha Lobo
SMPW QUADRA 17 CONJ 01 CASA G (CONDOMÍNIO PARAÍSO DO CERRADO)
PARK WAY- BRASÍLIA-DF CEP:71-741-701
61-98415-1324 hettylobo16@gmail.com

Hugo DE Luca Corrêa
61-99557-5131 hugo.efuch@gmail.com

Carmen Silvia Grubert Campbell
61-98366-8649 campbell@ucb.br

