

ADRIANA SUELY DE OLIVEIRA MELO

**EFEITO DO EXERCÍCIO FÍSICO DURANTE A GRAVIDEZ SOBRE
O FLUXO SANGUÍNEO FETO-PLACENTÁRIO E O CRESCIMENTO
FETAL: “ENSAIO CONTROLADO E ALEATORIZADO”**

Tese de Doutorado

**ORIENTADOR: Prof. Dr. JOÃO LUIZ DE CARVALHO PINTO E SILVA
CO-ORIENTADORA: Prof^a. Dr^a. MELANIA MARIA RAMOS DE AMORIM**

**Unicamp
2012**



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
Faculdade de Ciências Médicas

**EFEITO DO EXERCÍCIO FÍSICO DURANTE A GRAVIDEZ SOBRE
O FLUXO SANGUÍNEO FETO-PLACENTÁRIO E O CRESCIMENTO
FETAL: “ENSAIO CONTROLADO E ALEATORIZADO”**

ADRIANA SUELY DE OLIVEIRA MELO

Tese de Doutorado apresentada ao programa de Pós-Graduação em Tocoginecologia, da Faculdade de Ciências Médicas, da Universidade Estadual de Campinas, para obtenção de título de Doutor em Ciências da Saúde, área de concentração em Saúde Materna e Perinatal, sob a orientação do Prof. Dr. João Luiz de Carvalho Pinto e Silva e co-orientada pela Prof^a. Dr^a. Melania Maria Ramos de Amorim.

Campinas, 2012

**FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA POR
ROSANA EVANGELISTA PODEROSO – CRB8/6652
BIBLIOTECA DA FACULDADE DE CIÊNCIAS MÉDICAS
UNICAMP**

M491e	Melo, Adriana Suely de Oliveira, 1970 - Efeito do exercício físico durante a gravidez sobre o fluxo sanguíneo feto-placentário e o crescimento fetal: ensaio controlado e aleatorizado. / Adriana Suely de Oliveira Melo -- Campinas, SP: [s.n.], 2012. Orientador: João Luiz de Carvalho Pinto e Silva Coorientador: Melania Maria Ramos de Amorim Tese (Doutorado) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Ciências Médicas. 1. Caminhada. 2. Peso ao Nascer. 3. Pré-eclâmpsia. I. Silva, João Luiz de Carvalho Pinto e. II. Amorim, Melania Maria Ramos de. III. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Ciências Médicas. IV. Título.
-------	--

Informações para Biblioteca Digital

Título em inglês: Effect of exercise during pregnancy on the blood flow fetal-placental and fetal growth: Randomized controlled trials

Palavras-chave em inglês:

Walking
Birthweight
Preeclampsia

Área de concentração: Saúde Materna e Perinatal

Titulação: Doutor em Ciências da Saúde

Banca examinadora:

João Luiz de Carvalho Pinto e Silva [Orientador]
Fernanda Garanhani de Castro Surita
Monica Yuri Takito
Iracema de Mattos Paranhos Calderon
Mary Angela Parpinelli

Data da defesa: 27 – 02 – 2012

Programa de Pós-Graduação: Tocoginecologia

Diagramação e arte final: Assessoria Técnica do CAISM (ASTEC)

BANCA EXAMINADORA DA TESE DE DOUTORADO

Aluno: ADRIANA SUELY DE OLIVEIRA MELO

Orientador: Prof. Dr. JOÃO LUIZ DE CARVALHO PINTO E SILVA

Co-Orientadora: Prof^a. Dr^a. MELANIA MARIA RAMOS DE AMORIM

Membros:

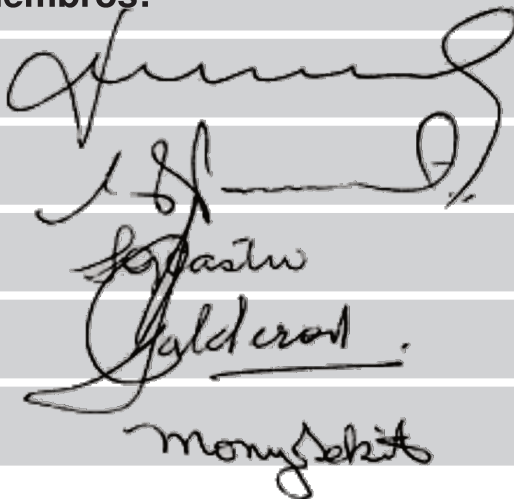
1.

2.

3.

4.

5.



The image shows five handwritten signatures, each corresponding to a numbered position on the list. The signatures are written in black ink on a light gray background. The first signature is a cursive 'J'. The second is a cursive 'L'. The third is 'Leopoldo'. The fourth is 'Galdino'. The fifth is 'monyskit'.

**Curso de Pós-Graduação em Tocoginecologia da Faculdade
de Ciências Médicas da Universidade Estadual de Campinas**

Data: 28/02/2012

Dedico este trabalho...

*Ao meu irmão, Apolônio Sérgio de Oliveira Melo, que,
apesar de ausente fisicamente,
foi, é e sempre será exemplo de humildade,
simplicidade, perseverança e sobretudo dedicação.*

“Saudade é o amor que fica!”
(Rogério Brandão)

Agradecimentos

A Deus, pela vida.” **Feliz de quem atravessa a vida inteira tendo mil razões para viver”** (*Dom Hélder Câmara*)

À minha mãe, que apesar da origem humilde e da vida sofrida, sempre nos estimulou a nunca desistir. “**Deus não pode estar em todos os lugares e por isso fez as mães.**” (*Ditado judaico*)

Ao meu companheiro de toda hora, Romero, por sempre estar ao meu lado e embarcar em todos os meus projetos, além de suprir minhas faltas como mãe. “**As mais lindas palavras de amor são ditas no silêncio de um olhar**”. (*Leonardo da Vinci*)

Às minhas filhas, Luiza e Tamiris, por suportar a ausência da mãe, resistindo aos estresses de todas as fases do doutorado e pela dedicação nos momentos mais difíceis. “**A medida do amor é amar sem medida.**” (*Victor Hugo*)

À minha família, pelo papel essencial em minha vida, em especial à minha irmã Fabiana pela participação ativa no desenvolvimento da pesquisa. “**A Família não nasce pronta; constrói-se aos poucos e é o melhor laboratório do amor** “. (*Luiz Fernando*)

Ao meu orientador, Professor Doutor João Luiz, pelos ensinamentos e, sobretudo, pela paciência. “**Educar é semear com sabedoria e colher com paciência**” (*Augusto Cury*)

À minha amiga e orientadora de toda vida, Melania Amorim, pelo estímulo constante. “**Não basta apenas ser professor, é preciso ser mestre na arte de ensinar** “ (*Vanessa Clariza Pena*)

A todas as gestantes que participaram do estudo e dividiram parte do seu tempo conosco. **“O que vale na vida não é o ponto de partida e sim a caminhada. Caminhando e semeando, no fim terás o que colher”** *(Cora Coralina)*

Às minhas amigas, colegas de doutorado, Flávia, Jousilene, Paula Lisiane e Vivianne, que fizeram parte de momentos especiais, não apenas acadêmicos como também pessoal. **“Cada novo amigo que ganhamos no decorrer da vida aperfeiçoa-nos e enriquece-nos, não tanto pelo que nos dá, mas pelo que nos revela de nós mesmos”** *(Miguel Unamuno)*

Aos alunos e pesquisadores do IPESQ pela grande contribuição nos momentos de coleta, principalmente aqueles que resistiram bravamente a quase dois anos de coleta realizados todos os sábados, muito obrigada. **“As pessoas entram em nossa vida por acaso, mas não é por acaso que elas permanecem”** *(Lilian Tonet)*

Aos meus amigos, colegas, parentes e funcionários, principalmente ao meu braço direito Val, indispensável na minha vida. **“Um irmão pode não ser um amigo, mas um amigo será sempre um irmão”** *(Benjamin Franklin)*

Finalmente, a todos que diretamente ou indiretamente fizeram parte desta pesquisa e da minha vida durante estes últimos quatro anos.

Sumário

Símbolos, Siglas e Abreviaturas	xiii
Resumo	xv
Summary	xix
1. Introdução	23
1.1. Fluxo feto-placentário e crescimento fetal	24
1.2. Exercício físico, crescimento fetal e peso ao nascer	27
1.3. Exercício físico e fluxos útero-placentário e fetal	31
1.4. Intensidade, duração, frequência e tipo de exercício durante a gestação	37
2. Objetivos	41
2.1. Objetivo Geral	41
2.2. Objetivos Específicos	41
3. Sujeitos e Método	43
3.1. Desenho do Estudo	43
3.2. Local e população do estudo	43
3.3. Tamanho amostral	44
3.4. Seleção e randomização das participantes	44
3.5. Critérios para seleção das participantes	46
3.5.1. Critérios de Inclusão	46
3.5.2. Critérios de Exclusão	46
3.6. Fluxograma de captação e acompanhamento das participantes	47
3.7. Termos, Variáveis e Conceitos	48
3.7.1. Variável independente	48
3.7.2. Variáveis dependentes	48
3.7.3. Variáveis de controle	51
3.8. Procedimentos e técnicas	52
3.9. Acompanhamento dos sujeitos	58
3.10. Critérios para descontinuação do treinamento	60
3.11. Coleta dos dados	61

3.12. Processamento e análise dos dados	62
3.12.1. Processamento dos dados	62
3.12.2. Caracterização amostral e análise dos dados	62
3.12.3. Aspectos éticos	64
4. Publicações	67
4.1. Artigo 1	68
4.2. Artigo 2	101
5. Discussão	123
6. Conclusões	127
7. Referências Bibliográficas	129
8. Anexos	139
8.1. Anexo 1 – Questionário de Atividade Física para Gestante – QAFG	139
8.2. Anexo 2 – Quadro 1	143
8.3. Anexo 3 – Comitê de Ética da Universidade Estadual da Paraíba	144
9. Apêndices	145
9.1. Apêndice 1 – Ficha para Inclusão no Estudo	145
9.2. Apêndice 2 – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido	146
9.3. Apêndice 3 – Formulário	148

Símbolos, Siglas e Abreviaturas

ACOG – *American College of Obstetricians and Gynecologists*

ACM – Artéria Cerebral Média

ACSM – *American College of Sport Medicine*

AU – Artéria Umbilical

Bpm – Batimentos por minuto

cm – Centímetro(s)

CNS – Conselho Nacional de Saúde

CO₂ – Dióxido de Carbono

CTGc – cardiotocografia computadorizada

DP – Desvio Padrão

ECA – Ensaio controlado aleatorizado

FCF – Frequência Cardíaca Fetal

FC – Frequência Cardíaca

FCmax – Frequência Cardíaca máxima

GIG – Grande para a idade gestacional

g – Grama(s)

GE – General Electric

IC – Intervalo de Confiança

IG – Idade Gestacional

ILA – Índice de Líquido Amniótico

IMC – Índice de Massa Corporal

IP – Índice de Pulsatilidade

IPESQ – Instituto de Pesquisa Professor Joaquim Amorim Neto

Kg – Quilograma(s)

m – Metro(s)

MET – *Metabolic Equivalents Tasks*

Min – Minuto(s)

MHz – megaHertz

mg – miligrama(s)

mL – mililitro(s)

OR – *Odds Ratio*

PA – Pressão Arterial

PPAQ – *Pregnancy Physical Activity Questionnaire*

QAFG – Questionário de Atividade Física para Gestante

RCOG – *Royal College of Obstetricians and Gynaecologists*

RN – Recém-nascido

STV – *short term variation*

TNT – Tecido Não Tecido

UBS – Unidades Básicas de Saúde

VO_{2max} – Capacidade máxima de absorção de oxigênio

Resumo

Introdução: o crescimento fetal sempre foi um dos grandes receios em relação à prática de exercício durante a gestação. Discute-se se a redistribuição do fluxo sanguíneo feto-placentário durante o exercício físico, com desvio do fluxo das vísceras para a musculatura, poderia levar a uma hipóxia fetal transitória. **Objetivo:** estudar o impacto do exercício físico supervisionado sobre o fluxo sanguíneo feto-placentário e o crescimento fetal. **Métodos:** ensaio controlado e aleatorizado (ECA) comparando três grupos de gestantes: início de caminhada com 13 semanas (grupo A), início de caminhada com 20 semanas (grupo B) e um que não realizou exercício físico supervisionado (grupo-controle – C). Foram incluídas 187 gestantes, sendo 62 alocadas para o grupo A, 65 para o B e 60 para o C. Após as perdas, foram avaliados 54 gestantes no grupo A, 60 no B e 57 no C. As gestantes dos grupos de intervenção (A e B) realizaram caminhadas de intensidade moderada três vezes por semana. O nível de condicionamento físico foi avaliado na 13^a, 20^a e 28^a semanas. A evolução do peso fetal, do fluxo sanguíneo útero-placentário e da pressão arterial materna foi avaliada a cada quatro semanas. Avaliou-se também o peso ao nascer. Uma subamostra envolvendo 88 gestantes saudáveis na 36^a semana foi submetida à caminhada de intensidade moderada e cardiotocografia

computadorizada (sistema Sonicaid 8002) em três períodos de 20 minutos: repouso, esteira e recuperação pós-esteira. Inicialmente foi realizada análise bivariada para testar a randomização. Para a análise de alguns desfechos avaliados ao longo da gestação (peso fetal, pressão arterial sistólica e diastólica e IP das artérias uterina, umbilical e cerebral média) usou-se o modelo longitudinal. Para avaliar a associação entre bradicardia e as variáveis numéricas foram utilizados ANOVA (contínuas) e Kruskal-Wallis (discretas e contínuas sem distribuição normal). Ao final, determinou-se a frequência de bradicardia (FCF menor que 110bpm) e realizou-se análise de regressão logística múltipla *stepwise* para identificar os principais fatores associados à sua ocorrência. O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa em Seres Humanos da Universidade Estadual da Paraíba, sob o número 0323.0.133.000-07. **Resultados:** são apresentados sob a forma de dois artigos. A média de dias de caminhada foi de 68 no grupo A e de 46 no B, com todas as gestantes cumprindo mais de 85% do programa de exercício físico, com melhora do condicionamento físico na avaliação realizada na 28ª semana, sendo observadas médias do VO_{2max} : $27,3 \pm 4,3$ (A), $28 \pm 3,3$ (B) e $25,5 \pm 3,8$ (C), $p=0,03$. Não foi observada diferença entre os grupos nas características basais. A média do peso ao nascer foi de $3279 \pm 453g$ no grupo A, $3285 \pm 477g$ no B e $3378 \pm 593g$ no C ($p=0,53$), sem influência no percentual de pequenos e grandes para a idade gestacional. Não se observou associação entre o exercício físico e as demais variáveis investigadas (pré-eclâmpsia, evolução do peso fetal, dos níveis pressóricos e do PI das artérias uterina, umbilical e cerebral média). A média da FCF diminuiu durante a caminhada (repouso: 137 bpm; esteira: 102 bpm e recuperação: 140 bpm, $p<0,001$), com 78% dos fetos apresentando bradicardia. A melhora no

condicionamento físico foi considerada efeito protetor e o aumento do peso materno, fator de risco para bradicardia. **Conclusões:** em mulheres previamente sedentárias, saudáveis e com gestação única, um programa de exercício físico supervisionado, de intensidade moderada até o final da gestação não apresentou impacto significativo nos desfechos avaliados, com influência apenas no nível de condicionamento físico. Apesar do alto percentual de bradicardia observado durante a caminhada, em fetos saudáveis, com a capacidade de readaptar-se a situações de redução de fluxo sanguíneo, o exercício físico mostrou-se seguro.

Este estudo foi registrado na plataforma *Clinical Trials* com o número NCT00641550.

PALAVRAS-CHAVE: exercício físico, gravidez, caminhada, peso ao nascer, pré-eclâmpsia.

Summary

Introduction: Fetal growth has always been one of the major concerns regarding the practice of exercise during pregnancy, with discussions on whether the redistribution of fetoplacental blood flow during physical exercise and the bypass of blood from the viscera to the muscles could lead to transitory fetal hypoxia.

Objective: To study the effect of supervised physical exercise on fetoplacental blood flow and fetal growth. **Methods:** A randomized, controlled trial was

conducted to compare three groups of pregnant women: walking initiated at 13 weeks of pregnancy (Group A), walking initiated at 20 weeks of pregnancy (Group B) and a control group of women who did no supervised physical exercise (Group C). Overall, 187 pregnant women were included in the study: 62 allocated to Group A, 65 to Group B and 60 to Group C. After losses, analysis was conducted on 54, 60 and 57 women in Groups A, B and C, respectively. The women in the intervention groups (A and B) walked at moderate intensity three times a week. Physical fitness level was evaluated at the 13th, 20th and 28th weeks. Fetal weight, uteroplacental blood flow and maternal blood pressure were evaluated every four weeks. Birthweight was also assessed. A sub-sample of 88 healthy women in the 36th week of pregnancy was submitted to moderate intensity

walking and computerized cardiotocography (Sonicaid 8002 system) during three phases: resting, treadmill walking and recovery. Initially, bivariate analysis was conducted to test the randomization process. For the analysis of some outcomes evaluated throughout pregnancy (fetal weight, systolic and diastolic blood pressure and the pulsatility indices of the uterine, umbilical and middle cerebral arteries), the longitudinal model was used. To evaluate the association between bradycardia and the numerical variables, analysis of variance (ANOVA) was used for continuous variables and the Kruskal-Wallis test for discrete variables and those continuous variables for which distribution was not normal. Finally, the frequency of bradycardia (fetal heart rate <110 bpm) was determined and stepwise multiple logistic regression was performed to identify the principal factors associated with its occurrence. The study was approved by the internal review board of the State University of Paraíba under reference number 0323.0.133.000-07.

Results: Findings are reported as two papers. The mean number of days on which exercise was performed was 68 in Group A and 46 in Group B, with all the women completing more than 85% of the physical exercise program. An improvement in physical fitness was registered at the 28th week, as shown by mean VO_{2max} values: 27.3 ± 4.3 (Group A), 28 ± 3.3 (Group B) and 25.5 ± 3.8 (Group C), $p = 0.03$. No difference was found between the groups with respect to their baseline characteristics. Mean birthweight was $3,279 \pm 453$ grams in Group A, $3,285 \pm 477$ grams in Group B and $3,378 \pm 593$ grams in Group C ($p = 0.53$). There was no effect of exercise on the number of small- or large-for-gestational-age infants. No association was found between physical exercise and the other variables investigated (preeclampsia, and fetal weight, blood pressure and the

pulsatility indices of the uterine, umbilical and middle cerebral arteries throughout pregnancy). Mean fetal heart rate decreased during walking (resting: 137 bpm, treadmill walking: 102 bpm and recovery: 140 bpm; $p < 0.001$), with 78% of fetuses presenting bradycardia. Improvement in physical fitness was considered a protective effect, while an increase in maternal weight represented a risk factor for bradycardia. **Conclusions:** In previously sedentary, healthy pregnant women bearing a single fetus, a program of supervised physical exercise of moderate intensity up to the end of pregnancy appears to exert no significant effect on the outcomes evaluated, influencing only physical fitness level. Despite the high percentage of bradycardia found during walking, exercise provide to be safe for healthy fetuses with the ability to readapt to situations in which blood flow is reduced.

This study was registered on the Clinical Trials platform under reference number NCT00641550.

Key words: physical exercise; pregnancy; walking; birthweight; preeclampsia.

1. Introdução

A atenção e os cuidados no período pré-natal sempre foram focados na saúde da mãe e do feto. Entretanto, o avanço nos conhecimentos científicos tem possibilitado discussões envolvendo a repercussão das intercorrências gestacionais não apenas quanto à saúde do feto, mas como fatores que podem determinar a saúde do indivíduo pelo resto da vida (1,2).

Baseadas em discussões sobre a origem fetal das doenças crônicas, como obesidade, hipertensão e diabetes, surgem as preocupações em proporcionar um ambiente favorável para o seu crescimento e desenvolvimento (2,3,4). É consenso que o ambiente materno é decisivo para o crescimento e o desenvolvimento fetal, podendo influenciá-los de forma positiva ou negativa (4,5). Além dos fatores maternos, o crescimento fetal sofre ainda influência de fatores genéticos, do potencial biológico e de vários fatores reguladores e moduladores fetais, placentários e ambientais, incluindo o padrão de atividade física e a prática de exercício físico (6,7,8).

Durante a gravidez, o *American College of Obstetricians and Gynecologists* (ACOG) recomenda a prática de exercício físico de intensidade moderada pelo menos três vezes por semana (9). Entretanto, diferente dos indivíduos não grávidos, quando os efeitos benéficos do exercício para a saúde já são reconhecidos, sendo inclusive estratégia de promoção de saúde e prevenção de doenças (10,11), na gravidez ainda não existe consenso sobre os efeitos benéficos e a segurança para o feto.

Vários estudos vêm sendo realizados com objetivo de demonstrar que o exercício durante a gravidez é adequado tanto para mãe como para o conceito. No entanto, os resultados observados são contraditórios e os efeitos da prática de atividade física durante a gestação sobre o feto ainda não estão bem estabelecidos. Questionam-se, sobretudo, os possíveis efeitos em relação ao aumento da atividade uterina e risco de parto prematuro, além de redução do fluxo sanguíneo feto-placentário, do peso ao nascer (12,13). Assim cabe entender melhor o processo de placentação e crescimento fetal, bem como a influência do exercício físico nesse período da vida.

1.1. Fluxo feto-placentário e crescimento fetal

Até meados do século passado, a tendência tanto de obstetras como de pediatras era considerar saudável um bebê que nascia sem sinais aparentes de doenças. Entretanto, estudos conduzidos nas últimas duas décadas vêm demonstrando que as alterações na nutrição fetal, para mais ou para menos,

determinam restrição de crescimento ou macrosomia, repercutindo na saúde durante a infância ou na vida adulta (14,15).

Estudos experimentais realizados em animais demonstraram que a redução de nutrientes para o feto, seja por restrição alimentar da mãe ou por redução do fluxo sanguíneo através de ligadura parcial das artérias uterinas, desencadeia mudanças fetais, que, em longo prazo, são relevantes para o desencadeamento de doenças cardiovasculares (16,17).

O crescimento fetal depende, portanto, não apenas da nutrição materna, como também da capacidade da placenta de repassar os nutrientes em quantidade suficiente para o feto (18). O desenvolvimento placentário normal, por sua vez, depende de adaptações do organismo materno, estando diretamente ligado à sua capacidade funcional. Durante a gravidez, várias mudanças no organismo materno são necessárias para garantir o adequado aporte de nutrientes para o feto. Uma destas alterações refere-se ao fluxo sanguíneo através das artérias uterinas, que passa de 40 ml/min nas mulheres não grávidas para 400 ml/min no final da gestação (19).

Na gestação normal, para garantir o aumento do fluxo útero-placentário, ocorre migração e invasão do citotrofoblasto extravilositário em direção às arteríolas espiraladas, resultando em degeneração do endotélio vascular e perda da camada musculoelástica, tornando-as mais distendidas, com redução da resistência destes vasos (20,21,22). Este processo tem início entre a sexta e a oitava semanas de gestação, através da primeira onda de invasão trofoblástica, que termina entre a 12a e a 14a semanas, limitando-se ao segmento decidual das

arteríolas espiraladas. Ocorre ainda a segunda onda de invasão trofoblástica, atingindo a porção mais profunda das arteríolas, a miometrial, durante a 16^a e a 20^a semanas de gravidez.

Desta forma, ocorre o aumento do fluxo sanguíneo necessário para o crescimento da placenta e do feto (20,21), demonstrada na doplervelocimetria através da redução da resistência vascular com o evoluir da gestação (23). Quando este processo ocorre de maneira inadequada, o resultado será a presença de vasos de alta resistência (19,24), traduzida pela presença de incisura protodiastólica bilateral e aumento nos índices doplervelocimétricos (25).

A circulação feto-placentária, por sua vez, depende diretamente da resistência vascular nas artérias uterinas. Em uma gestação normal, espera-se uma redução progressiva da resistência ao fluxo sanguíneo nas artérias umbilicais, sugerindo função placentária adequada. Em contrapartida, quando a resistência nas artérias uterinas está elevada, poderá ocorrer redução no número de unidades funcionais da placenta, com aumento da resistência na circulação placentária, o que poderá determinar restrição de crescimento fetal (26).

Para avaliação do compartimento fetal, a artéria cerebral média é bastante utilizada devido à facilidade técnica para insonar o vaso. O fluxo das artérias cerebrais tem como característica uma resistência vascular mais elevada que a artéria umbilical. Frente a um quadro de hipóxia ocorrerá diminuição da resistência vascular (vasodilatação) funcionando como mecanismo de defesa (27,28,29,30,31,32), podendo progredir para o fenômeno de centralização fetal.

A centralização fetal foi inicialmente descrita na década de 60, em ovelhas, como sendo um estado de hipoxemia fetal associado à redistribuição hemodinâmica do fluxo sanguíneo, com perfusão preferencial para órgãos nobres (cérebro, coração e glândulas adrenais) em detrimento dos pulmões, baço e esqueleto (27). Este fenômeno foi posteriormente observado em fetos humanos que apresentavam maior risco de morbimortalidade perinatal (32).

Wladimiroff et al. (30), estudando o fluxo sanguíneo cerebral ao Doppler, observaram vasodilatação em fetos com restrição de crescimento, associada ao aumento na resistência da artéria umbilical e aorta torácica. Desta forma, o fenômeno anteriormente descrito desde a década de 60 (27) passa a ser diagnosticado através da doplervelocimetria. Atualmente, utiliza-se a relação artéria cerebral média com artéria umbilical média (ACM/AUM), considerando-se alterados valores ≤ 1 (32,33).

1.2. Exercício físico, crescimento fetal e peso ao nascer

Uma das grandes preocupações em relação à prática de exercício durante a gravidez diz respeito à segurança do feto, com alguns estudos realizados em animais sugerindo a redução do fluxo uterino no momento do exercício, com consequente influência na velocidade de crescimento fetal (34,35,36). Apesar da vasta literatura envolvendo exercício físico e gravidez, quando avaliados alguns desfechos, como o peso ao nascer, os resultados foram ambíguos.

Um estudo de coorte envolvendo dois grupos de gestantes, sendo um praticante de atividade física moderada e outro de intensidade vigorosa totalizando 42 gestantes acompanhadas durante toda a gestação até seis semanas pós-parto, não encontrou uma única diferença no peso dos recém-nascidos. O fato de não existir um grupo sem atividade física adicional para comparar os achados poderia ter mascarado alguma diferença (37), e a escolha do tipo de estudo, sem randomização, pode ser considerado um efeito confundidor. Em contrapartida, uma coorte de 800 gestantes distribuídas em três grupos: praticantes de atividade de intensidade leve/moderada, praticantes de intensidade vigorosa e não praticantes, concluiu que as gestantes que se exercitavam durante os três trimestres tenderam a ter bebês com peso maior. As mulheres respondiam questões sobre a prática de exercício físico no início do pré-natal, na 28ª e na 36ª semanas de gestação. O peso dos recém-nascidos (RN) oriundos de praticantes de exercício físico de moderada intensidade foi 100 gramas maior quando comparado aos de não praticantes (OR = 117 g; IC 95%: 17 - 217). Esse ganho foi maior nos RN de praticantes de exercício físico de intensidade vigorosa (OR= 276g; IC 95%: 54-497). Entretanto, em se tratando de um estudo observacional, as diferenças basais entre cada grupo podem ter justificado alguns dos achados (38).

Em um estudo de revisão sobre os efeitos do exercício materno na oxigenação fetal e crescimento feto-placentário, Clapp (39) concluiu que o efeito de um exercício sobre o crescimento fetal e o peso ao nascer depende do tipo, frequência, intensidade e duração do exercício, bem como do período da gravidez em que foi realizado.

Existem poucos ensaios clínicos contemplando a questão de exercício físico e gravidez. Um deles, envolvendo 46 gestantes que iniciaram um programa de exercício físico de intensidade moderada no início da gestação, observou aumento na taxa de crescimento placentário, no volume da placenta no termo, além de aumento de 20% a 25% na função placentária. Observou ainda um incremento do peso ao nascer em cerca de 260 gramas e do comprimento em 1,2cm (40).

Outro ensaio clínico randomizado envolvendo 160 gestantes previamente sedentárias, divididas em dois grupos (exercício físico de moderada intensidade no segundo e terceiro trimestres e controle), não observou diferença entre os grupos quando o desfecho foi peso ao nascer (3165 ± 411 *versus* 3307 ± 401 , $p>0,1$), apesar dos RN provenientes do grupo de exercício serem mais leves (142gramas) (41).

Não obstante o fato de tratar-se de um estudo de coorte que avaliou de forma indireta o nível de atividade física (através de questionários aplicados na 17ª e 30ª semanas gestacionais), essa coorte de nascimento merece destaque devido ao grande número de gestantes avaliadas (36.869 gestantes). As gestantes respondiam questões sobre a prática e a frequência da realização de diversos exercícios, como caminhada, corrida, natação, andar de bicicleta, entre outras. Os autores observaram que o risco de ocorrência de RN grandes para a idade gestacional (acima do percentil 90 para idade gestacional) reduzia quando as gestantes referiam prática de exercício físico de forma regular. Observou-se um moderado efeito protetor do exercício físico em nulíparas, independentemente do tempo de prática de exercício físico, com redução de risco entre as que se exercitavam pelo menos três vezes por semana, na entrevista da 17ª semana.

Na 30ª semana, nulíparas que se exercitavam uma ou duas vezes por semana reduziam o risco de RN grandes para a idade gestacional (GIG); entretanto essa associação foi atenuada quando o risco foi ajustado pelo ganho ponderal gestacional. Presença de caminhada e corrida regularmente na entrevista da 17ª semana atuou como efeito protetor para RN GIG em nulíparas (OR 0,86; IC 95% 0,75 – 0,99 e OR 0,63; IC 95% 0,45-0,89, respectivamente). Presença de caminhada na entrevista de 30 semanas também foi considerado efeito protetor (OR 0,84; IC 95% 0,73 – 0,96). Resultados semelhantes foram observados com a dança e exercícios aeróbicos de baixo impacto. Os autores sugerem que a prática de exercício de leve e moderada intensidades pode reduzir os níveis de glicose em mães diabéticas ou não, reduzindo o risco de ganho de peso fetal excessivo (42).

Uma revisão sistemática da Cochrane sobre exercício físico na gravidez incluiu 14 ensaios clínicos envolvendo 1014 mulheres, dos quais seis contemplaram o desfecho peso ao nascer. Observou-se maior peso ao nascer no grupo que praticou exercício físico; entretanto não se observou diferença, além de intervalos de confiança amplos (12). Não obstante ser publicada na Cochrane, essa revisão sistemática incluiu vários pequenos estudos, com baixa qualidade metodológica [na descrição dos métodos de dois estudos não fica claro tratar-se de ensaio clínico randomizado (43,44), podendo interferir nas conclusões da metanálise].

Apesar da preocupação em relação à redução do fluxo feto-placentário e consequentemente do peso ao nascer, os estudos acima mencionados não observaram esta associação, com exceção da prática de atividade física de

intensidade vigorosa, quando RN tendem a ter pesos menores (315 gramas a menos) quando comparados aos de praticantes de atividade física moderada (45). Nestes casos, questiona-se se estes bebês não são mais leves devido a uma redução do percentual de gordura. Em sentido oposto, a prática do exercício físico em intensidade moderada iniciada precocemente parece aumentar o fluxo sanguíneo feto-placentário, repercutindo de forma positiva no peso ao nascer (40). Entretanto, ainda não dispomos de evidências para afirmar ou negar o fato.

Em geral, o que se observa nos ensaios clínicos sobre exercício e gravidez quando o desfecho é peso ao nascer, atualmente disponíveis nos bancos de dados, é uma baixa qualidade metodológica, com amostras pequenas, insuficientes para chegar a conclusões sobre a maioria dos desfechos gestacionais e perinatais. Além disso, o crescimento fetal depende de inúmeros fatores que se inter-relacionam, destacando-se o estado nutricional e a dieta materna (46,47), o volume e a função placentária (47,48) e a prática de exercício físico (39,40).

1.3. Exercício físico e fluxos útero-placentário e fetal

Durante a prática regular de exercício físico observa-se redistribuição do débito cardíaco, com aumento do fluxo para músculos e pele e redução para as vísceras. Essa resposta acarreta uma redução de cerca de 35% do fluxo sanguíneo útero-placentário (36,49). Vale salientar que por motivos técnicos e éticos os estudos citados foram realizados em animais. Como mecanismo protetor ocorre uma redistribuição do fluxo sanguíneo, favorecendo a placenta ao invés do miométrio, hemoconcentração e maior afinidade do sangue fetal ao oxigênio.

Esta redução do fluxo é diretamente proporcional à intensidade do exercício e à massa muscular utilizada e, uma vez cessado o exercício, o fluxo retorna rapidamente ao normal (50,51).

Estudos avaliando o efeito do exercício físico nos fluxos sanguíneos uterino, placentário e fetal ainda são incipientes. A maioria dos estudos nas bases de dados da bibliografia em saúde refere-se à avaliação do fluxo sanguíneo durante testes de esforço, ou seja, avaliando o impacto agudo do exercício, sendo o fluxo verificado apenas no período pré e pós-exercício, com achados contraditórios.

Um estudo realizado em 2002 avaliando 22 grávidas, entre 30 e 34 semanas, submetidas a teste em bicicleta estacionária, com intensidade variando de moderada a vigorosa, não observou mudanças significativas no fluxo umbilical avaliado imediatamente antes e após a prática de exercício físico (52). O índice de pulsatilidade (IP) da artéria umbilical observado em diversos momentos foi de: $1,00 \pm 0,20$ (pré-exercício), $0,89 \pm 0,11$ (dois minutos pós-exercício), $0,88 \pm 0,14$ (cinco minutos pós-exercício) e $0,94 \pm 0,18$ (dez minutos pós-exercício), $p=0,078$. Entretanto, os autores observaram um discreto aumento do IP nas artérias uterinas logo após o exercício, seguido de redução nas próximas avaliações. O IP médio das artérias uterinas observado foi de $0,70 \pm 0,15$ (pré-exercício), $0,76 \pm 0,20$ (dois minutos pós-exercício), $0,62 \pm 0,12$ (cinco minutos pós-exercício) e $0,65 \pm 0,16$ (dez minutos pós-exercício), $p=0,001$. Apesar das alterações observadas, os autores concluem que, devido à pequena magnitude da diferença observada, não representam risco para o feto.

Outro estudo foi realizado em 1999, desta vez avaliando 143 gestantes submetidas a teste em bicicleta estacionária por cinco minutos, seguidas por 30 minutos pós-exercício. A média do IP da artéria umbilical reduziu significativamente de $0,98 \pm 0,71$, antes do teste, para $0,94 \pm 0,52$ (dois minutos pós-exercício) ($p= 0,001$). As avaliações realizadas nos momentos seguintes não mostraram diferenças significativas (53). O mesmo estudo avaliou também o efeito do exercício sobre o fluxo das artérias uterinas. Dois minutos após o término do exercício, a média do IP das artérias uterinas aumentou quando comparado ao valor de base (0,58), alcançando o máximo de 0,64 no oitavo minuto após o teste. Depois do oitavo minuto, os autores observaram redução gradual do IP, alcançando os valores mais baixos no 24º e 30º minutos ($p =0,001$) (54).

Gestantes previamente ativas também foram submetidas a testes de esforço com o objetivo de avaliar o impacto de exercício de intensidade vigorosa sobre o fluxo útero-placentário. As artérias uterinas e umbilicais de seis atletas grávidas, com IG entre 23 e 29 semanas, foram avaliadas antes, durante e após o teste em esteira. Foi observada redução de 60% a 80% do fluxo na artéria uterina durante o aquecimento e de 40% a 75% na fase inicial do exercício. O aumento do IP da artéria uterina foi observado com o aumento da intensidade do exercício, voltando rapidamente ao normal logo após a interrupção da caminhada (55).

Apesar da falta de consenso quanto à influência do exercício sobre os fluxos sanguíneos útero-placentário e fetal em gestantes saudáveis com fetos crescendo adequadamente, alguns estudos têm avaliado também a influência

do exercício em gestantes com alterações de crescimento fetal ou sinais de insuficiência placentária.

Um estudo prospectivo comparou o IP das artérias umbilicais de 12 gestantes com alteração das artérias uterinas (IP da artéria uterina $> 1,45$) e 23 gestantes com IP das artérias uterinas normais, submetidas a teste de esforço em bicicleta ergométrica no segundo trimestre. O IP das artérias umbilicais pré-exercício foi de 1,40 (IC 95% 0,35 – 2,14) e pós-exercício de 1,64 (IC 95% 0,45 – 2,18), com três gestantes (25%) apresentando diástole zero na artéria umbilical. Observou-se um aumento do IP da artéria umbilical no grupo com artéria uterina alterada e um decréscimo no grupo com artérias uterinas normais (56).

Outro estudo avaliou o efeito do exercício físico sobre os fluxos sanguíneos útero-placentário e fetal, comparando 33 fetos com crescimento adequado e 10 com restrição do crescimento. As gestantes foram submetidas a teste ergométrico de esforço, sendo as artérias umbilicais, a aorta e a ACM avaliadas pré e pós-exercício, além das artérias uterinas. Nenhuma mudança significativa foi observada nas artérias uterinas e umbilicais dos dois grupos. Em contrapartida, observou-se vasodilatação da artéria cerebral média e aumento da resistência da aorta fetal, sendo esta mais evidente em fetos com restrição do crescimento. Em fetos com crescimento adequado, os valores voltaram ao valor do pré-exercício no 18º minuto pós-exercício, enquanto que nos com restrição de crescimento os valores não retornaram ao normal até o final da avaliação (57).

Trinta e quatro gestantes foram submetidas a teste em bicicleta ergométrica no terceiro trimestre, sendo 12 gestantes saudáveis e 22 com gestações

complicadas por hipertensão e/ou restrição de crescimento. Os autores observaram aumento no IP das artérias uterina e umbilical em todas as gestantes, sendo mais acentuado nas gestações complicadas (58).

Vários estudos avaliando o impacto agudo do exercício físico sobre o fluxo útero-placentário foram realizados nas décadas de 80 e 90, envolvendo mulheres saudáveis e portadoras de hipertensão, insuficiência placentária e/ou restrição de crescimento fetal. Entretanto os resultados foram divergentes, provavelmente devido à divergência metodológica (59,60,61,62,63,64,65).

O presente estudo concluiu que, não obstante as alterações doplervelocimétricas observadas, nenhum estudo evidenciou alteração clinicamente significativa. Além disso, alguns estudos observaram rápida recuperação do padrão pré-exercício, principalmente em gestantes saudáveis. Contudo, em gestantes com maior risco para insuficiência placentária os achados merecem destaque devido à piora observada dos índices à demora na retomada dos valores pré-exercício. Deve-se ainda destacar que a avaliação do fluxo sanguíneo, na maioria das vezes, foi realizada no período pós-exercício imediato, não sendo possível extrapolar os resultados para o período do exercício, e que ainda hoje não está bem estabelecido o que ocorre com o fluxo útero-placentário durante o exato momento da prática do exercício físico e que repercussões podem ocorrer com a evolução da gestação. Nenhum estudo avaliando o efeito do exercício sobre o fluxo útero-placentário em longo prazo foi encontrado nas bases de dados pesquisadas.

Outro desfecho que merece destaque quando o assunto é a segurança do feto durante a prática de exercício físico é o impacto sobre a frequência

cardíaca fetal (FCF). Como todos os demais desfechos estudados, os resultados são controversos, com estudos mostrando bradicardia e outros, taquicardia. A taquicardia é justificada como um mecanismo protetor, facilitando a transferência de oxigênio através da placenta, com redução da pressão do CO₂. Bradicardia transitória poderá também ocorrer após o término do exercício, provavelmente por reflexo vagal (53,62,66).

Um estudo de corte transversal, realizado em 2002, avaliando 258 gestantes entre 33 e 38 semanas não observou diferença entre a média da FCF antes e após o exercício, porém após o exercício foi observado aumento da frequência de taquicardia fetal (5,8 *versus* 10,5%, antes e após o exercício, respectivamente, $p>0,05$)(67). Outro, envolvendo 52 gestantes divididas em dois grupos: mulheres fisicamente ativas e mulheres sedentárias previamente à gestação foram submetidas na 34ª semana a teste de intensidade moderada em bicicleta estacionária por um período de 20 minutos. A FCF foi monitorizada continuamente por 20 minutos. Os autores observaram aumento da frequência cardíaca fetal imediatamente após o exercício nos dois grupos (mulheres ativas e sedentárias)(68).

Um ensaio clínico não randomizado envolvendo 133 gestantes previamente sedentárias submetidas a sessões regulares de exercício aeróbicos na água, monitorizou a FCF através de cardiotocografia, 20 minutos antes e após o exercício, de acordo com a idade gestacional (24-27, 28-31, 32-35 e 36-40 semanas). Os autores não observaram diferença significativa na FCF e na frequência de acelerações ou desacelerações (69).

Observam-se, portanto, achados contraditórios. Grande parte deve-se ao fato de as gestantes terem sido avaliadas antes e depois do exercício, sem a monitoração no momento do exercício. Outro fator importante diz respeito à falta de padronização das comparações de exercícios de diversas modalidades (esteira *versus* bicicleta estacionária), diversas intensidades (leve, moderada e vigorosa) e de gestantes com níveis de condicionamentos físicos diferentes (previamente sedentárias ou ativas).

1.4. Intensidade, duração, frequência e tipo de exercício durante a gestação

Em relação à intensidade do exercício, não existe consenso acerca de qual seria a intensidade ideal para a gestação. O ACOG (9) recomenda que se deva adequar a intensidade do exercício de acordo com o condicionamento físico prévio. Mulheres com menor condicionamento físico devem realizar atividades de menor intensidade, diferente das que eram fisicamente ativas. Ainda de acordo com o ACOG, a intensidade de treinamento físico deve ficar entre 60% e 80% da frequência cardíaca máxima, sugerindo que esta intensidade seja monitorada pela percepção subjetiva do esforço (Escala de Borg) (70). Já o ACSM (American College of Sport Medicine) recomenda que as mulheres que se exercitavam antes da gestação devem realizar atividade física com intensidade na faixa entre 60% e 90% da frequência cardíaca máxima ou 50 a 85% da VO_{2max} (capacidade máxima de absorção de oxigênio) e as que eram sedentárias antes da gravidez devem fazer exercícios com intensidade de 60% a 70% da frequência cardíaca máxima ou 50% a 60% da VO_{2max} (71).

O Royal College of Obstetricians and Gynaecologists (RCOG) recomenda que o programa de exercício deva ser individualizado, levando-se em conta o condicionamento físico, o objetivo individual e o fato de a gestante ser atleta ou não. A intensidade do exercício deve ser guiada de acordo com a classificação em sedentária, praticante de atividade recreacional ou atleta de competição. Recomenda também como método de controle da intensidade a escala de Borg (70). Em relação à frequência, aconselha que mulheres previamente sedentárias devam iniciar o programa por 15 minutos três vezes por semana, aumentando gradualmente para 30 minutos quatro vezes por semana até atingir a prática diária (72).

Matsudo e Matsudo sugerem que a intensidade do exercício seja monitorizada pela percepção subjetiva do esforço, através da escala de Borg (70), sendo considerado nível ótimo de exercício escores de 12-14, numa escala com valores de 6-20. Caso a gestante seja sedentária antes da gravidez, deve ocorrer um aumento gradual da atividade física, iniciando-se apenas com uma sessão diária de 10 minutos com frequência de três vezes na semana (73).

Quanto ao tipo de exercício, as gestantes devem realizar os que melhorem a função cardiorrespiratória, ou seja, exercícios aeróbios e anaeróbios, dentre eles a caminhada. Apesar de não haver contraindicação de exercícios, seria melhor escolher aqueles que possuíssem maior facilidade de ser controlados em relação à intensidade, devendo ser evitados aqueles que aumentem o risco de queda e esforço na posição supina. Exercícios que trabalhem o sistema musculoesquelético podem ser prescritos para gestantes desde que realizados com pesos baixos, além de exercícios de flexibilidade (38). Os exercícios devem ser

realizados em temperatura ambiente, devendo-se ter cuidado com a hidratação e sensações subjetivas das gestantes em relação ao calor. Esses cuidados devem ser considerados devido ao risco teórico do aumento da temperatura materna elevar o risco de malformações fetais (74), principalmente quando a temperatura materna ultrapassa 38°C. Estudo realizado em gestantes observou aumento significativo da temperatura apenas quando a prática do exercício foi de alta intensidade; além disso, nenhuma gestante ultrapassou 38°C (75).

Conclui-se que ainda existem muitas lacunas no que diz respeito à intensidade, tipo e duração do exercício durante a gravidez, com a maioria das recomendações atuais baseada em estudos realizados em mulheres não grávidas. Estudos adicionais, preferencialmente do tipo ensaio aleatorizado e controlado, são necessários para esclarecer melhor esses efeitos, confirmando não apenas os efeitos positivos, como também a ausência de malefícios para as gestantes e para os fetos. Dentre os fatores citados, o objetivo deste estudo foi avaliar o impacto do exercício físico sobre o ambiente materno e consequentemente sobre o crescimento fetal.

2. Objetivos

2.1. Objetivo Geral

Estudar o impacto do exercício físico supervisionado de moderada intensidade em gestantes de baixo risco sobre o fluxo sanguíneo feto-placentário e o crescimento fetal.

2.2. Objetivos Específicos

Artigo 1

Em gestantes alocadas no primeiro trimestre para a prática de caminhada sistematizada e monitorizada iniciada na 13ª semana, prática de caminhada supervisionada iniciada na 20ª semana ou grupo-controle (sem atividade física supervisionada), comparar:

- A evolução dos índices doplervelocimétricos nos três compartimentos (materno, fetal e placentário) de acordo com a idade gestacional.

- A evolução do peso fetal estimado de acordo com a idade gestacional.
- A frequência de pré-eclâmpsia, restrição do crescimento e macrosomia fetal e centralização.
- O peso e comprimento ao nascer e a frequência de recém-nascidos pequenos e grandes para a idade gestacional.
- O nível de condicionamento físico materno em três períodos da gestação.

Artigo 2

Em gestantes alocadas no primeiro trimestre para prática de caminhada sistematizada e supervisionada, submetidas à caminhada monitorada através de cardiotocografia na 36ª semana:

- Comparar a evolução da frequência cardíaca fetal, movimentos fetais, variabilidade de curto prazo, episódios de alta variação e tônus uterino antes, durante e após a caminhada.
- Comparar a frequência de bradicardia, taquicardia, aceleração transitória e desaceleração.

3. Sujeitos e Método

3.1. Desenho do Estudo

Trata-se de um ensaio aleatorizado e controlado, aberto, comparando três grupos de gestantes previamente sedentárias: um grupo que realizou caminhada supervisionada iniciada na 13ª semana, um que realizou caminhada supervisionada iniciada na 20ª semana e um grupo-controle (sem atividade física supervisionada).

3.2. Local e população do estudo

O estudo foi desenvolvido no Instituto de Pesquisa Professor Joaquim Amorim Neto (IPESQ), localizado no município de Campina Grande - Paraíba. Campina Grande é um município de médio porte localizado na mesorregião do Agreste Paraibano, estado da Região Nordeste do Brasil. Possui área total de 621Km²; desta, 98Km² correspondem à área urbana e 420km² à área rural. Sua população urbana é de 385.276 mil habitantes, com taxa de crescimento estimada em 0,8% ao ano para o período de 1996 a 2000. Este projeto foi desenvolvido em parceria com a UNICAMP e o IMIP.

Participaram do estudo gestantes previamente sedentárias atendidas por Unidades Básicas de Saúde (UBS) da zona urbana do município de Campina Grande, no período de maio de 2008 a setembro de 2010.

3.3. Tamanho amostral

Foi obtida amostra de conveniência representada por todas as gestantes sedentárias com idade gestacional (IG) de 13 semanas completas, assistidas em UBS, que se enquadraram nos critérios de elegibilidade e que concordaram em participar do estudo.

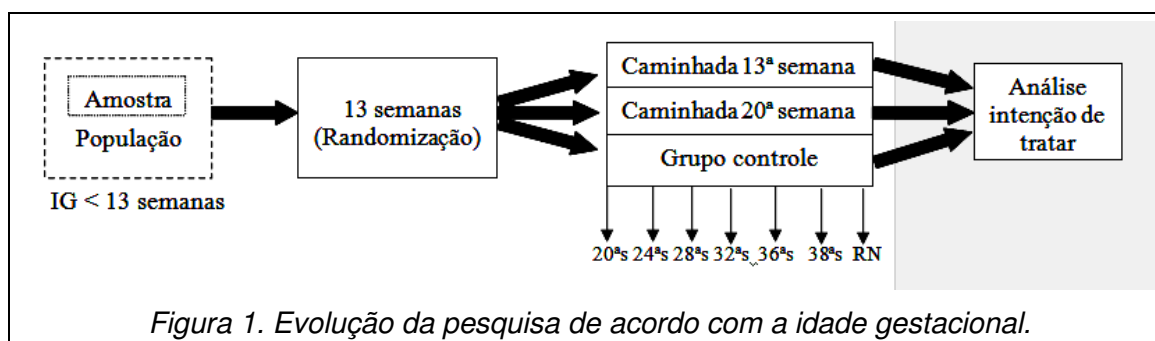
O cálculo do tamanho da amostra foi realizado no programa OpenEpi versão 2.3.1, de domínio público, utilizando como parâmetro o peso ao nascer, prevendo-se a média de peso ao nascer de 3.660g no grupo realizando exercícios físicos desde o primeiro trimestre da gravidez e de 3.430g no grupo-controle (sedentário), com um desvio-padrão de, respectivamente, 422,1 e 440,9g (40), para o poder de 80% e nível de significância de 5%. De acordo com esse cálculo, seriam necessárias 56 participantes em cada grupo. Como foram constituídos três grupos, a amostra resultou em 168 gestantes, número que foi aumentado para 187, prevendo-se eventuais perdas pós-randomização.

3.4. Seleção e randomização das participantes

A randomização foi realizada a partir de tabela de números randômicos gerada no programa Random Allocation Software versão 1.0. Com o intuito de evitar interferência das equipes de saúde das UBS durante o processo, a

randomização foi centralizada no IPESQ. Somente após assinatura do termo de consentimento livre e esclarecido, a gestante foi alocada em um dos grupos, após abertura de envelope opaco lacrado, que continha o grupo selecionado para aquela participante, garantindo-se a ocultação da alocação. O processo de geração da tabela e preparo dos envelopes opacos lacrados foi realizado por pesquisador do IPESQ que não participou diretamente da pesquisa.

As gestantes foram randomizadas na 13ª semana. Gestantes que chegaram ao projeto com IG inferior a 13 semanas realizaram ultrassonografia para confirmar a IG, sendo nesta oportunidade explicados os objetivos do projeto e orientado que só retornassem com 13 semanas se tivessem interesse em participar da pesquisa. As gestantes que retornaram ao encontro agendado para a 13ª semana foram submetidas à nova ultrassonografia para confirmar a viabilidade fetal, sendo então randomizadas para um dos grupos (foram utilizadas para randomização os números 1, 2 e 3, e o pesquisador responsável pela análise estatística desconhecia o seu significado). Foi realizada uma randomização em blocos de 10.



Por se tratar de um estudo aberto, o cegamento dos pesquisadores e dos sujeitos de pesquisa não foi possível. Entretanto o pesquisador principal,

responsável pelo acompanhamento das variáveis ultrassonográficas, não conhecia o grupo a que cada sujeito pertencia. Foram seguidas as orientações do CONSORT para estudos não-farmacológicos (76).

As gestantes eram encaminhadas pelas UBS. Inicialmente era realizada uma reunião com a pesquisadora principal, que explicava o projeto. Em seguida as gestantes eram submetidas à ultrassonografia e se aplicava a lista de checagem contendo os critérios de inclusão e exclusão (Apêndice 1). Caso preenchessem os critérios de inclusão, eram informadas do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Apêndice 2), que era lido por uma das pesquisadoras e assinado pela gestante. Em seguida era alocada conforme sequência de acordo com a randomização.

3.5. Critérios para seleção das participantes

3.5.1. Critérios de Inclusão

- Ser sedentária antes da gravidez e da admissão no estudo;
- Idade gestacional igual a 13 semanas completas;
- Gestação única;
- Concepto vivo no momento da admissão no estudo.

3.5.2. Critérios de Exclusão

Maternos

- Tabagismo;
- Doenças maternas associadas;
- Sangramento vaginal;

- Oligo-hidrâmnia na admissão;
- História prévia de parto prematuro de repetição;
- Comprimento do colo uterino inferior a 2,5cm, aferido através de ultrassonografia transvaginal no momento da admissão no estudo;
- Hematomas e áreas de descolamento placentário;
- Grandes miomas uterinos;

Fetais

- Anomalias fetais diagnosticadas no momento da admissão no estudo.

3.6. Fluxograma de captação e acompanhamento das participantes

Foram consideradas para participar do estudo 281 gestantes, porém apenas 209 preencheram todos os critérios de inclusão e exclusão. Vinte e duas gestantes recusaram-se a participar, o que resultou em 187 mulheres que foram então randomizadas. Sessenta e duas gestantes para o grupo que iniciou o programa de exercício físico na 13ª semana (grupo A), 63 no grupo que iniciou o programa com 20 semanas (grupo B) e 62 para o grupo-controle (sem exercício físico supervisionado – grupo C). Entre a 13ª e 20ª semanas ocorreram oito, três e cinco perdas, de acordo com os grupos A, B e C, respectivamente. Nas avaliações subsequentes, observou-se uma redução do número de gestantes acompanhadas, com 140 mulheres avaliadas na 38ª semana. Essa redução deveu-se a três motivos: falta de algumas gestantes a determinadas visitas previamente agendadas, parto prematuro ou ocorridos entre 37 e 38 semanas. Como não foi considerada perda a falta à visita pré-agendada a cada quatro semanas, a gestante permanecia

no projeto caso continuasse frequentando o programa de caminhada e comparecesse à visita posterior. Ao nascer, 171 mães e RN foram avaliados.

3.7. Termos, Variáveis e Conceitos

3.7.1. Variável independente

Prática de caminhada sistematizada e monitorizada: caminhada de intensidade moderada três vezes por semana, iniciada na 13^a semana (grupo A), na 20^a semana (grupo B) ou grupo-controle (sem atividade física supervisionada – grupo C).

3.7.2. Variáveis dependentes

- Peso fetal estimado – variável numérica contínua acompanhada a cada quatro semanas, a partir da 20^a semana, através de ultrassonografia, utilizando-se a fórmula de Hadlock et al. (77), baseada na medida da circunferência cefálica, circunferência abdominal, fêmur e diâmetro biparietal.
- Fluxo sanguíneo:
 - Artérias uterinas – foram avaliadas na 13^a semana e a cada quatro semanas a partir da 20^a semana, sendo reavaliadas na 38^a semana. Foi considerada a presença ou não de incisura bilateral (variável dicotômica tipo sim/não) e o índice de pulsatilidade (IP) (variável numérica contínua).
 - Artérias umbilicais – variável numérica contínua avaliada a cada quatro semanas a partir da 20^a semana, sendo considerado o IP (variável numérica contínua).
 - Artéria cerebral média – variável numérica contínua avaliada a cada quatro semanas, a partir da 28^a semana, sendo obtido o IP (variável numérica contínua).

- Comprimento do recém-nascido – variável numérica contínua obtida a partir dos registros das maternidades.
- Peso ao nascer – variável numérica contínua definida como peso aferido logo após o nascimento (em gramas) e, posteriormente, classificada como variável categórica em pequeno para a idade gestacional (abaixo do percentil 10), adequado para a idade gestacional (entre os percentis 10 e 90) e grande para idade gestacional (acima do percentil 90) (78).
- Pré-eclâmpsia – variável categórica dicotômica (sim/não), definida como hipertensão (pressão sistólica igual ou superior a 140mmHg e/ou diastólica igual ou superior a 90 mmHg) e proteinúria (a partir de 300mg nas 24h ou proteinúria de fita de 2+ ou mais em amostra isolada ou 1+ em duas amostras) (79).
- Restrição de crescimento fetal – variável categórica dicotômica (sim/não), determinada pela ultrassonografia, quando a estimativa de peso fetal encontrar-se abaixo do percentil 10 para a idade gestacional (80).
- Centralização fetal – variável categórica dicotômica (sim /não), avaliada pela relação entre o IP da artéria cerebral média (ACM) e o IP da artéria umbilical (AU) menor que a unidade (ACM/AU menor que 1) (30).
- Índice de pulsatilidade – variável numérica, contínua, calculada a partir da relação entre a velocidade de fluxo sistólico (S) e diastólico (D): velocidade máxima sistólica menos a velocidade máxima diastólica dividido pela média das duas velocidades, representado por $(S-D)/\text{média}$ (81).
- Condicionamento físico – é a capacidade de realizar atividade física, podendo variar de fraco a excelente, dependendo da prática de exercícios físicos estruturados. Variável numérica contínua avaliada indiretamente através do protocolo de Mottola et al. (82) desenvolvido para gestantes.

- Idade gestacional ao nascer – variável numérica calculada a partir da data da última menstruação e confirmada através de ultrassonografia realizada até a 13^a semana.
- Achados cardiotocográficos avaliados após teste de esforço:
 - Frequência cardíaca fetal basal (FCFb): compreende o número de batimentos cardíacos fetais por minuto, mensurada através da frequência cardíaca mais prevalente nos 20 minutos do traçado. A faixa considerada normal foi compreendida entre 110 e 160 batimentos por minuto (bpm) (80). Variável numérica discreta.
 - Bradicardia: considerada a FCF basal inferior a 110bpm, fornecida no laudo emitido pelo sistema Sonicaid 8002. Variável categórica dicotômica (sim ou não).
 - Taquicardia: considerada a FCF basal superior a 160bpm, fornecida no laudo emitido pelo sistema Sonicaid 8002. Variável categórica dicotômica (sim ou não).
 - Aceleração transitória (AT): considerada como o aumento da FCFb de pelo menos 15 batimentos por segundos (bpm) e com duração mínima de 15 segundos, sendo indicativo de boa vitalidade fetal (83). Variável categórica dicotômica (sim/não).
 - Desaceleração: considerada como a redução da FCFb de pelo menos 15 bpm, com duração de 15 segundos ou mais, relacionada ou não com movimentos fetais ou com as contrações uterinas (83). Variável categórica dicotômica (sim/não).
 - Movimentos fetais (MF): registros dos movimentos fetais através de dispositivo marcador de eventos acionado pela gestante. Variável numérica discreta.

- Variabilidade dos batimentos cardíacos: oscilação da linha de base da frequência cardíaca fetal (80). Variável numérica discreta.
- Variações de curto prazo ou STV (*short term variation*) da FCF – micro-oscilações: média das diferenças dos valores da FCF média (expressa por intervalo de pulso em milissegundos) observada entre períodos adjacentes de 3,75 segundos. Sua redução relaciona-se à acidose metabólica ou óbito fetal (83). Variável numérica contínua.
- Tônus uterino: valor médio da linha de base da contratilidade uterina em mmHg, excluindo-se as contrações, anotado do visor do aparelho de cardiotocografia por pesquisador. Variável numérica contínua.
- Perda de foco: consiste na perda do registro da FCF. O percentual de perda de foco é fornecido pelo sistema Sonicaid 8002 após o final da análise. Variável contínua

3.7.3. Variáveis de controle

- Idade materna – variável numérica contínua expressa em anos completos no momento da admissão no estudo, conforme informação da mulher.
- Renda familiar *per capita* – variável numérica contínua, definida como a renda familiar total dividida pelo número de pessoas no domicílio, incluindo a gestante.
- Escolaridade – variável numérica discreta, definida como anos completos e aprovados de estudo, de acordo com a informação da gestante.
- Altura materna – variável numérica contínua, aferida na admissão do estudo, em metros.
- Peso materno na 13^a semana – variável numérica contínua aferida na admissão do estudo, em kg.

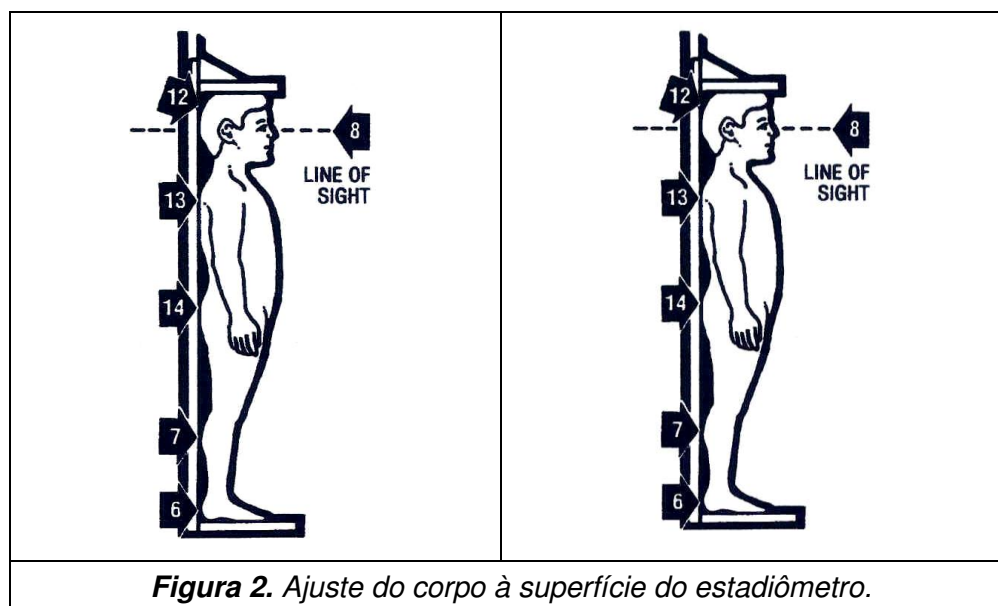
- Índice de Massa Corporal (IMC) – variável numérica contínua, obtida através do Índice de Quetelet ($\text{peso}/\text{altura}^2$).
- Paridade – variável numérica discreta, correspondendo ao número de partos (conceptos pesando 500g ou mais), conforme informação da mulher.
- Intervalo intergestacional – variável numérica discreta, correspondendo ao intervalo entre a última gestação (mesmo que termine em aborto) e a atual, conforme informação da gestante. (anos)
- Padrão de atividade física na 13ª semana – variável numérica contínua determinada através do cálculo do MET (Metabolic Equivalents Tasks). MET é equivalente ao consumo de oxigênio relativo, estando o indivíduo em repouso. Portanto $1 \text{ MET} = 3,5 \text{ mL. kg. min}$. Para se calcular o MET divide-se a taxa de oxigênio relativa consumida (mL. kg. min) por 3,5 e reflete quantas vezes mais a atividade física está acima do estado de repouso (84).

3.8. Procedimentos e técnicas

Durante o primeiro encontro foi aferida a altura, através de antropômetro fixo, com acuidade de 1cm (Seca) e o peso materno, utilizando-se balança digital com acuidade de 100g (Tanita). As mulheres subiam na plataforma, cuidadosamente, colocando um pé de cada vez, posicionando-os sobre as marcações e ficavam em posição ortostática, olhando para frente e imóvel. Este procedimento era realizado duas vezes e seus resultados anotados. Caso ocorresse entre as duas aferições uma diferença maior que 100g, era realizada uma terceira aferição.

Durante a mensuração da altura, a mulher estava descalça e vestindo roupas leves, pés paralelos, peso distribuído em ambos os pés e ereta com os braços

relaxados ao lado do corpo. Os calcanhares, panturrilhas, glúteos, escápulas e região do occipital eram posicionados junto à superfície do estadiômetro (figura 2). A cabeça era posicionada no plano de *Frankfurt*.



A partir do peso e da altura foi calculado o estado nutricional inicial através do índice de massa corporal (IMC) ($\text{peso}/\text{altura}^2$). As antropometristas foram devidamente treinadas.

A pressão arterial (PA) materna foi obtida na 13ª semana e a cada quatro semanas a partir da 20ª. Foi considerada hipertensão a pressão sistólica igual ou superior a 140mmHg e/ou diastólica igual ou superior a 90mmHg (79). A pressão arterial foi aferida utilizando os métodos palpatórios e auscultatórios exigidos pela propedêutica da pressão arterial (esfigmomanômetro calibrado; evitar bexiga cheia; não ter ingerido bebidas alcoólicas, café ou alimentos 30min antes; manter pernas descruzadas, pés apoiados no chão, dorso recostado na cadeira e relaxado;

remover roupas do braço no qual será colocado o manguito; posicionar o braço na altura do coração, ao nível do ponto médio do esterno ou do quarto espaço intercostal, apoiado, com a palma da mão voltada para cima e o cotovelo ligeiramente fletido; solicitar para que não fale durante a aferição) (85).

Todas as gestantes participantes da pesquisa responderam questionário específico sobre o padrão de atividade física habitual no momento da admissão no estudo (13ª semana). A atividade física foi medida através do cálculo do número de “MET”, medidor de estimativa de gasto calórico total. Foi utilizada a versão validada para mulheres brasileiras do questionário - *Pregnancy Physical Activity Questionnaire* – PPAQ (86) (Anexo 1). O Questionário de Atividade Física para Gestante (QAFG) foi validado no ano de 2007 (87). Trata-se de um questionário estruturado com perguntas abordando as atividades físicas realizadas no momento do lazer, tarefas domésticas, cuidar de outras pessoas, esporte e exercício, locomoção e ocupação, apontando tempos médios gastos em cada atividade, em minutos ou horas. As respostas das mulheres foram adaptadas para faixas de tempo correspondentes ao QAFG (Anexo 2).

Para avaliar as variáveis ultrassonográficas (peso fetal e comprimento do colo uterino) e doplervelociméticas foi utilizado aparelho Voluson 730 expert (GE), usando-se sonda convexa de 2MHz -7 MHz, normalmente adotada como padrão para exames ultrassonográficos obstétricos, realizados por um único observador especialista em medicina fetal, pesquisadora do IPESQ.

O crescimento fetal foi acompanhado a cada quatro semanas a partir da 20^a até a 36^a semana, sendo reavaliada na 38^a. Foi utilizada a equação de Hadlock para calcular o peso, sendo levado em consideração as circunferências cefálica (CC) e abdominal (CA), o diâmetro biparietal (DBP) e o fêmur (F) {Equação [Log10 (Peso ao nascimento)]} = 1,3596 - 0,00386(CA)(F) + 0,0064.(CC) + 0,00061(DBP)(CA) + 0,0424(CA) + 0,174(F) (88).

As artérias uterinas foram avaliadas por via transvaginal na 13^a semana e foi considerada a presença das incisuras, bem como a média do índice de pulsatilidade (IP) obtidos das artérias uterinas direita e esquerda (89). As avaliações seguintes foram realizadas por via transabdominal na 20^a, 24^a, 28^a, 32^a, 36^a e 38^a semanas. Para a avaliação das artérias uterinas foi realizado um corte sagital do útero, sendo o transdutor levemente inclinado lateralmente, na altura do orifício cervical interno. Foram utilizadas imagens em tempo real, sendo acionado o mapeamento em cores do fluxo sanguíneo com ajustes do volume de amostra para cada vaso (89).

As artérias umbilicais foram avaliadas na 20^a, 24^a, 28^a, 32^a, 36^a e 38^a semanas de gestação e a artéria cerebral média (ACM) foi avaliada na 28^a, 32^a, 36^a e 38^a semanas. O Doppler da artéria umbilical foi realizado em alça livre, sendo a análise espectral considerada adequada quando exibia pelo menos três ondas de velocidade semelhantes no mesmo espectro (90). A ACM foi visualizada a partir do polígono de Willis, sendo o ângulo entre o feixe sonoro e o fluxo captado o mais próximo possível de 0^o. Foi considerada centralização fetal quando a relação entre o IP da artéria cerebral média (ACM) e o IP da artéria umbilical (AU) foi menor que a unidade (IP ACM/ IP AU menor que 1) (30).

Durante a ultrassonografia do primeiro trimestre foi medido o colo uterino por via transvaginal (4MHz–11MHz), sendo excluídas as gestantes com colo menor que 2,5cm. A medida do colo uterino seguiu as recomendações da Fetal Medicine Foundation (91): bexiga vazia, corte sagital de todo o comprimento do canal cervical, evitar pressão indevida sobre o colo uterino, ampliar a imagem de modo que a maioria da tela seja ocupada pela imagem localizada entre o orifício cervical externo em uma extremidade e do saco gestacional na outra extremidade. Não foi incluído na medida o espessamento miometrial localizado entre a endocérvice e o saco gestacional observado em algumas gestantes antes do desenvolvimento do segmento inferior.

Na 36^a semana, um subgrupo de gestantes participantes do projeto foi submetido à caminhada de intensidade moderada em esteira rolante. As gestantes foram submetidas à monitorização por 60 minutos, incluindo três fases: repouso em decúbito dorsal com inclinação de 45°, caminhada de intensidade moderada em esteira rolante e recuperação pós-exercício em decúbito dorsal, com inclinação de 45°.

A FCF foi registrada através de cardiotocografia computadorizada (CTGc) com aparelho Sonicaid 8002, por um período de 60 minutos, sendo dividido em três de 20 minutos: CTGc de base, monitorização durante a caminhada em esteira e período de recuperação. Após cada 20 minutos era realizada uma análise computadorizada segundo os critérios de Dawes e Reedman (83).

Foram avaliadas as seguintes variáveis de desfecho: frequência cardíaca fetal (FCF) basal, mediana dos movimentos fetais, variação de curto prazo, tônus uterino, perda de foco e frequência de bradicardia, taquicardia, acelerações

transitórias e desacelerações. Foram consideradas desaceleração e aceleração a queda ou elevação da FCF de 15bpm durante pelo menos 15 minutos, respectivamente. Bradicardia foi considerada quando se observou FCF inferior a 110 bpm e taquicardia FCF superior a 160 bpm. Os movimentos fetais foram marcados através de dispositivo acionado pela gestante e o tônus foi anotado por um pesquisador a cada cinco minutos, sendo calculada a média do tônus para cada período (repouso, exercício e recuperação).

A fase de esteira constituiu a reprodução de uma caminhada de intensidade moderada, segundo as recomendações do ACOG (9) dirigidas a gestantes. A frequência cardíaca (FC) materna foi monitorizada continuamente através de frequencímetro (Polar S120) e a pressão arterial foi aferida imediatamente antes e após a caminhada.

Considerou-se caminhada de intensidade moderada a deambulação em que a FC materna mantinha-se na faixa entre 60% e 80% da FC máxima corrigida pela idade. Foi utilizada ainda a percepção subjetiva ao esforço através da escala de Borg (70), respeitando-se o limite de cada gestante. O sonar e o tocodinamômetro foram fixados através de fita adesiva durante a fase da caminhada.

Os dados referentes aos recém-nascidos foram coletados por membros da equipe de pesquisa no dia do nascimento. Foram aferidos o peso e o comprimento, sendo utilizada balança digital com acuidade de 10gramas (Welmy) e infantometro (WCS). A gestante respondeu questionário que abordou história obstétrica, hábitos de vida e dados socioeconômicos (Apêndice 3).

3.9. Acompanhamento dos sujeitos

Todas as gestantes participantes da pesquisa realizaram avaliação do condicionamento físico (VO_{2max}) na 13^a, 20^a e 28^a semanas, através de protocolo em esteira (82). Foram seguidos os passos:

- Medida da frequência cardíaca inicial do teste utilizando um frequencímetro (Polar S120);
- Realizado alongamento dos membros superiores e inferiores por um período entre cinco e dez minutos;
- Orientado um pequeno aquecimento ao subir na esteira e ao mesmo tempo estabelecimento de uma passada (velocidade de esteira), com velocidade que possa segurar o mesmo ritmo de caminhada. A passada deveria ser a mais rápida, mas, ao mesmo tempo, ser confortável e constante durante todo o teste, não ultrapassando a frequência cardíaca máxima, que foi calculada através da seguinte fórmula: $220 - \text{idade} (90)$. Considerada também a escala perceptiva de esforço de Borg (70).
- Estabelecida a velocidade e iniciado o teste;
- Caminhada de 1600 metros na esteira;
- Anotados tempo e velocidade;
- Redução da velocidade da esteira e caminhada lenta com o objetivo de realizar o resfriamento.

Em seguida, foi calculado o $VO_{2m\acute{a}x}$, através da seguinte fórmula:

$$VO_{2m\acute{a}x} = (0,055 \times FC_{max}) + (0,381 \times \text{inclinação}) + (5,541 \times \text{Velocidade}) \\ + (-0,090 \times IMC \times \text{tempo}) - 6,846$$

A intervenção junto aos dois grupos que realizaram exercícios físicos foi supervisionada e monitorizada, com frequência semanal de três vezes e intensidade moderada. Antes do início da caminhada as gestantes realizavam aquecimento e alongamento. O programa foi iniciado com 15 minutos de caminhada com aumento gradual no decorrer da intervenção. Dois critérios foram utilizados para verificação da intensidade de esforço moderado durante o exercício: (1) frequência cardíaca na faixa de 60% a 80% da frequência cardíaca máxima, corrigida pela idade (92) e (2) percepção subjetiva ao esforço, através da escala de Borg (Figura 3), na faixa entre 12 a 16 (70).

6	–
7	 muito fácil
8	–
9	Fácil
10	–
11	relativamente fácil
12	–
13	ligeiramente cansativo
14	–
15	Cansativo
16	–
17	Muito cansativo
18	–
19	Exaustivo
20	–

Figura 3. Escala perceptiva de esforços de Borg (70).

As caminhadas eram realizadas ao ar livre e em grupo, em horários de temperaturas amenas. Foram fornecidos às gestantes vestuários adequados à

prática do exercício físico proposto (tênis com amortecedor, meias e bermudas). A prática foi orientada e supervisionada por educadores físicos e alunos de Educação física, Medicina e Fisioterapia durante sua execução. A frequência cardíaca foi monitorizada durante todo o período através de frequencímetro (Polar S120). A pressão arterial era aferida imediatamente antes e após o exercício.

Em se constatando intercorrências clínicas ou obstétricas não observadas no momento da admissão no estudo, ou ainda presença de alterações fetais como centralização ou oligo-hidrânio, o programa de exercícios era interrompido, porém as gestantes continuaram sendo acompanhadas até o parto.

Foram desenvolvidas estratégias com a finalidade de reduzir as perdas e as faltas ao programa de exercício e as visitas agendadas para o acompanhamento dos desfechos estudados. A cada visita os telefones de contatos eram confirmados e as visitas eram pré-agendadas e ratificadas na véspera. A caminhada era realizada em grupos, o que favoreceu o entrosamento entre as gestantes e a equipe, tornando o encontro prazeroso. As gestantes que faltavam à caminhada eram orientadas a repor na mesma semana.

3.10. Critérios para descontinuação do treinamento

Foi critério de descontinuação: desejo da paciente. Nos casos de pré-eclâmpsia, restrição de crescimento, sangramento vaginal, trabalho de parto prematuro e rotura prematura das membranas, além de outras contraindicações para a prática do exercício físico, o programa de exercícios foi interrompido, porém

as gestantes continuaram sendo acompanhadas até o parto e foram analisadas no grupo para o qual foram alocadas (análise do tipo intenção de tratar).

Placenta prévia foi considerada como perda pós-randomização.

3.11. Coleta dos dados

A coleta dos dados era realizada aos sábados, envolvendo todas as gestantes participantes, sendo previamente agendadas para o encontro, e durante a caminhada supervisionada (três vezes por semana) com as gestantes que faziam parte dos grupos de intervenção. As entrevistas maternas e coletas dos dados foram realizadas prospectivamente por entrevistadores de nível universitário, devidamente treinados. O treinamento dos colaboradores envolvidos no estudo consistiu na apresentação e discussão do projeto em reunião, incluindo a apresentação do formulário-padrão, orientações minuciosas quanto ao seu correto preenchimento e a padronização dos procedimentos utilizados. A avaliação ultrassonográfica foi realizada por um único observador, uma das pesquisadoras do IPESQ, especialista em medicina fetal.

Foi utilizado um formulário padronizado, pré-codificado para entrada de dados no computador (APÊNDICE 3). As informações das variáveis categóricas foram pré-codificadas e as variáveis contínuas expressas em seu próprio valor numérico. Esses formulários foram devidamente armazenados em pastas de arquivo específico, sob responsabilidade do próprio pesquisador.

3.12. Processamento e análise dos dados

3.12.1. Processamento dos dados

Após o preenchimento e a revisão rigorosa dos formulários, estes foram digitados (em blocos de dez) em um banco de dados específico, criado no programa Epi-Info 3.5.2. Todos os dados coletados foram processados por dois digitadores independentes, em épocas diferentes. Após o término da digitação, os dois bancos de dados foram comparados e corrigidos os erros e inconsistências, gerando-se o banco de dados definitivo que foi usado para análise estatística.

3.12.2. Caracterização amostral e análise dos dados

A análise dos dados foi realizada utilizando-se o programa Epi-Info versão 3.5.3 e MedCalc versão 12.1.3.0. Inicialmente foi realizado o teste de Kolmogorov-Smirnov para verificar a normalidade da distribuição das variáveis numéricas contínuas. Em seguida foi realizada análise bivariada para testar a randomização. Nesta fase, foram comparadas as características de cada grupo, para identificar eventuais diferenças que pudessem representar vieses para os objetivos do estudo. Foi realizada análise para testar a associação entre as variáveis dependentes e as independentes: exercício físico iniciado na 13^a semana, exercício físico iniciado na 20^a semana e ausência de exercício físico supervisionado.

As variáveis categóricas foram avaliadas através da distribuição de frequência. Calcularam-se ainda medidas de tendência central e dispersão para as variáveis numéricas. Para avaliar a associação entre a prática de exercício

físico e as variáveis numéricas foram utilizados Análise de variância (contínuas) e Kruskal-Wallis (discretas e contínuas, sem distribuição normal).

Para o primeiro artigo foi calculada a razão de risco (RR) como medida do risco relativo para pré-eclâmpsia, restrição de crescimento e macrosomia fetal e grande e pequeno para a idade gestacional, de acordo com o grupo de exercício físico, bem como o seu intervalo de confiança a 95% (IC 95%), sendo atribuído à categoria de referência (grupo-controle) o risco padrão de 1,0. Além disso, foi utilizada Análise de variância para medidas repetidas para avaliar a associação de exercício físico com alguns desfechos avaliados ao longo da gestação (peso fetal (20^a, 24^a, 28^a, 32^a, 36^a e 38^a semanas), pressão arterial sistólica e diastólica (13^a, 20^a, 24^a, 28^a, 32^a, 36^a e 38^a) e IP das artérias uterinas (13^a, 20^a, 24^a, 28^a, 32^a, 36^a e 38^a), umbilicais (20^a, 24^a, 28^a, 32^a, 36^a e 38^a) e cerebral média (28^a, 32^a, 36^a e 38^a). A natureza longitudinal das variáveis permitiu descrever o padrão ao longo do tempo. Adotou-se este tipo de análise em função do delineamento da variável (longitudinal com múltiplas observações). Por se tratar de variáveis com distribuição normal, a média foi utilizada como medida de tendência central, utilizando-se análise de variância para medidas repetidas. Adotou-se o nível de significância de 5%.

Uma segunda análise foi realizada para o segundo artigo. Inicialmente foi realizado o teste de Kolmogorov-Smirnov para testar a normalidade da distribuição das variáveis numéricas. Acelerações, desacelerações, episódios de alta variação, frequência cardíaca fetal e variação de curto prazo foram analisadas como variáveis discretas. A perda de foco da FCF e o tônus uterino foram avaliados como variáveis contínuas. As variáveis categóricas foram avaliadas através de

distribuição de frequência. Calcularam-se ainda medidas de tendência central e dispersão para as variáveis numéricas. Para comparação da FCF antes, durante e depois da caminhada foi utilizado o teste de Friedman. Para avaliar a associação entre bradicardia e as variáveis numéricas foram utilizados análise de variância (contínuas) e Kruskal-Wallis (discretas e contínuas sem distribuição normal). Ao final, determinou-se a frequência de bradicardia (FCF menor que 110bpm) e realizou-se análise de regressão logística múltipla *stepwise* para identificar os principais fatores associados à sua ocorrência, calculando-se a *Odds Ratio* (OR) ajustada com o seu intervalo de confiança a 95% (IC 95%).

3.12.3. Aspectos éticos

Do ponto de vista normativo, o projeto está em conformidade com a Resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde (91).

A justificativa, os objetivos e os procedimentos para coletas de dados foram devidamente explicados às gestantes através de um diálogo, no qual foi oportunizado o livre questionamento por parte das gestantes. Neste diálogo foi ressaltada a necessidade do acompanhamento do pré-natal realizado na Unidade básica de Saúde e firmado o compromisso em cobrir as despesas com transportes, alimentação (lanche) no dia da prática do exercício e da coleta de dados, além de vestuário adequado para a prática de exercício físico.

Foi realizada a leitura e a assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Apêndice 2), elaborado em linguagem compatível. Foram garantidos às gestantes: liberdade de não participar da pesquisa ou dela desistir, privacidade,

confidencialidade e anonimato. Nos casos de gestante adolescente, o responsável assinou o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

O projeto de pesquisa foi apresentado ao Comitê de Ética da Universidade Estadual da Paraíba sendo aprovado sob o número 0323.0.133.000-07 (Anexo 3). De acordo com a Resolução CNS 196/96 (93), os dados coletados serão arquivados por cinco anos. O estudo foi ainda registrado na plataforma *Clinical Trials* (<http://www.clinicaltrials.gov>) com o número NCT00641550 (94).

Em relação aos procedimentos diagnósticos utilizados, no que diz respeito à ultrassonografia, vários estudos foram realizados com o objetivo de comprovar sua segurança. Os aparelhos de ultrassonografia utilizados correntemente funcionam com índice térmico máximo e índice mecânico automaticamente mantido em níveis inferiores a 1,0. Até os dias atuais, não foi descrita lesão biológica em fetos humanos submetidos à ultrassonografia (95).

4. Publicações

Artigo 1 – The effect of a physical exercise program during pregnancy on uteroplacental and fetal blood flow and fetal growth: a randomized clinical trial

Melo ASO, MD, MSc; Pinto Silva JL, MD, PhD; Tavares JS, MSc; Oliveira VB, MSc; Leite DFB, MD; Amorim MMR, MD, PhD

Artigo 2 – Is moderate intensity exercise during pregnancy really safe for the fetus? An open clinical trial

Adriana S. O. Melo, MD, MSc; João Luiz Pinto e Silva, MD, PhD; Fabiana O. Melo, PT; Hugo Leonardo C. Santos, MD; Alex S. R. Souza, MD, PhD; Melania M. R. Amorim, MD, PhD

4.1. Artigo 1

From: papersadmin@bmj.com
To: asomelo@gmail.com
CC: asomelo@gmail.com, psilva@unicamp.br, jousimendes@gmail.com, vivianneobarros@gmail.com, deborafariasleite@gmail.com, melamorim@uol.com.br
Subject: BMJ - Manuscript ID BMJ.2012.003617
Body: @ @date to be populated upon sending@ @

Dear Dr. Melo:

Your manuscript entitled "The effect of a physical exercise program during pregnancy on uteroplacental and fetal blood flow and fetal growth: a randomized clinical trial" has been successfully submitted online and is presently being given full consideration for publication in BMJ.

Your manuscript ID is BMJ.2012.003617.

We aim to give a decision on papers that are not sent for external review (about 60%) within two weeks and on papers that are sent for external review within eight weeks, but if we take a little longer than this please bear with us. Sometimes a paper needs reading by more editors than usual, and sometimes reviewers can be a little slow.

The BMJ now has a system of open peer review, so you will be told who has assessed your paper. This does not mean that you should contact reviewers directly to discuss your paper - please direct any queries through us as usual.

We are constantly trying to find ways of improving the peer review system and have an ongoing programme of research. If you do not wish your paper entered into a study please let us know by emailing papersadmin@bmj.com as soon as possible. Whether or not you agree to participate will have no effect on the editorial decision regarding your submission.

Please may we remind you not to talk to the press about manuscripts submitted to BMJ. Abstracts may be presented at meetings, but we expect authors not to disclose any additional information in the event of press interest. More details of our press policy can be found at

<http://resources.bmj.com/bmj/authors>

When in doubt ask for advice from our press officer in the Public Affairs Division of the BMA.

Please mention the above manuscript ID in all future correspondence or when calling the office for questions. If there are any changes in your street address or e-mail address, please log in to ScholarOne Manuscripts at <http://mc.manuscriptcentral.com/bmj> and edit your user information as appropriate.

You can also view the status of your manuscript at any time by checking your Author Center after logging in to <http://mc.manuscriptcentral.com/bmj>.

Thank you for submitting your manuscript to BMJ.

Yours sincerely

Editor BMJ

Date Sent: 26-Jan-2012

The effect of a physical exercise program during pregnancy on uteroplacental and fetal blood flow and fetal growth: a randomized clinical trial

Melo ASO, MD, MSc^{a,b,c}; Pinto Silva JL, MD, PhD^a; Tavares JS, MSc^c; Oliveira VB, MSc^c; Leite DFB, MD^c; Amorim MMR, MD, PhD^{b,c}

^a Department of Obstetrics, School Medical Sciences, University of Campinas
Campinas, Brazil

^b *Instituto de Medicina Integral Prof. Fernando Figueira (IMIP)*, Recife, Pernambuco,
Brazil

^c *Instituto de Pesquisa Prof. Joaquim Amorim Neto (IPESQ)*, Campina Grande, Paraíba,
Brazil

Correspondence:

Adriana Suely Oliveira Melo
Instituto de Pesquisa Prof. Joaquim Amorim Neto
Rua Duque de Caxias 330, Prata
58100-000 Campina Grande, Paraíba, Brazil.
E-mail: asomelo@gmail.com

Abstract

Objective: To determine the effect of supervised physical exercise on maternal physical fitness, fetoplacental blood flow and fetal growth. **Design:** A randomized clinical trial comparing three groups of pregnant women: exercise initiated at 13 weeks (A), exercise initiated at 20 weeks (B) and a control group (no supervised exercise) (C). **Setting:** Campina Grande, a city in the state of Paraíba, Brazil between 2008 and 2010. **Population:** A total of 187 pregnant women were included: 62 in Group A, 63 in Group B and 62 in Group C. Since 16 women were lost to follow-up, the final analysis was conducted with 171 women. **Interventions:** The women in groups A and B walked at moderate intensity three times weekly. Physical fitness level was evaluated at the 13th, 20th and 28th weeks. Fetal growth and uteroplacental blood flow were evaluated monthly. Birthweight was registered. Analysis of variance for repeat measures was used for outcomes evaluated throughout pregnancy. Risk ratio (RR) was used as a measure of the relative risk of preeclampsia, fetal growth restriction and macrosomia, small- (SGA) and large-for-gestational-age (LGA) infants. **Main outcome measures:** The primary outcome measures were: estimated fetal weight, birthweight, pulsatility index (PI) of the uterine, umbilical and middle cerebral arteries and physical fitness level. Secondary outcome measures were the frequency of preeclampsia and blood pressure levels throughout pregnancy. **Results:** All the women analyzed completed over 85% of the program. According to the evaluation conducted at the 28th week, physical fitness improved, with mean maximal oxygen consumption (VO_{2max}) of 27.3 ± 4.3 (A), 28 ± 3.3 (B) and 25.5 ± 3.8 (C), $p=0.03$. Mean birthweight was $3,279 \pm 453g$ (A), $3,285 \pm 477g$ (B) and $3,378 \pm 593g$ (C) ($p=0.53$), with no difference in the frequency of LGA or SGA. No association was found between the practice of physical activity and the variables investigated (preeclampsia, fetal weight, blood pressure and PI of the uterine, umbilical and middle cerebral arteries). **Conclusions:** Moderate intensity walking improved the physical fitness level of healthy, pregnant, previously sedentary women without affecting fetoplacental blood flow or fetal growth.

Keywords: Ultrasonography; Doppler; exercise; fetal weight; preeclampsia.

Trial registration: Clinical Trials NCT00641550.

Short title: Physical exercise, fetoplacental blood flow and fetal growth.

Introduction

One of the major concerns in relation to the practice of exercise during pregnancy has always been the possibility of a negative effect on fetal growth. Part of the debate has focused on whether the redistribution of fetoplacental blood flow during physical exercise, in which blood flow is rerouted from the viscera to the muscles, may result in transitory fetal hypoxia with compensatory fetal tachycardia, leading to fetal growth restriction if the effect were to persist.¹ This concern arose from experimental animal studies that showed a redistribution of cardiac output, with an increase in blood flow to the muscles and skin and a decrease to the viscera. This response may represent a reduction of around 35% in uteroplacental blood flow, which is consequently redistributed as a protective mechanism, favoring the placenta instead of the myometrium and resulting in hemoconcentration and a greater affinity of fetal blood to oxygen.^{2,3} It should be emphasized that this reduction in blood flow is directly proportional to the intensity of exercise and muscular strength used. Once exercise stops, blood flow rapidly returns to normal.^{4,5}

Several studies have been carried out in humans with the objective of demonstrating that exercise during pregnancy is healthy, both for the pregnant woman and for the fetus. Nevertheless, studies in this area are incipient and the effects of the practice of physical activity during pregnancy on fetal growth have yet to be established.⁶⁻⁸ When the objective of the study is to identify any alteration in fetal and uteroplacental blood flow, the majority of studies assessed blood flow during exercise testing, i.e. the acute effects of exercise. In addition, blood flow was only evaluated immediately prior to and immediately following exercise and, furthermore, these studies reported conflicting results.⁹⁻¹¹

The objective of the present study was to evaluate the effect of an exercise program on uteroplacental and fetal blood flow during pregnancy, on fetal growth, the

frequency of preeclampsia, blood pressure levels during pregnancy and the weight and length of the infant at birth. Outcomes were compared in accordance with the period of pregnancy in which systematic, supervised walking was initiated (the 13th or the 20th week) and with a control group of women who were not submitted to this intervention.

Methods

Study design and population

This randomized clinical trial involved pregnant women attending public healthcare units in the city of Campina Grande, Brazil between May 2008 and September 2010. The protocol was approved by the Internal Review Board of the State University of Paraíba (approval letter #324.0.133.000-07) and the study complied with the ethical guidelines for research in human beings published in Resolution 196/96 of the National Health Council. The study was registered with Clinical Trials (www.clinicaltrials.gov) under reference NCT00641550.¹²

Study population

The inclusion criteria consisted of: healthy pregnant women who were sedentary at admission to the study, gestational age ≤ 13 weeks confirmed by ultrasonography, and the presence of a single live fetus. A sedentary lifestyle was defined as the absence of systematic, routine physical exercise. Exclusion criteria consisted of: women who smoked, those with chronic diseases, a history of premature delivery, the presence of fetal abnormalities, placenta previa, a history of vaginal bleeding, hematomas or areas of membrane detachment, and cervical length < 2.5 cm, as measured by transvaginal ultrasonography at admission to the study.

Sample size was calculated using the OpenEpi software program, version 2.3.1, taking *birthweight* as the parameter and predicting a mean birthweight of $3,660 \pm 422.1$ grams in the group of women who initiated exercise in the first trimester of pregnancy and $3,430 \pm 440.9$ grams in the sedentary control group, ⁷ for a power of 80% and a significance level of 5%. Accordingly, 56 participants would be required for each of the three groups. The total sample was calculated at 168 pregnant women; however, this was increased to 187 women to compensate for any losses following randomization.

Randomization and follow-up

The pregnant women referred by the healthcare units were randomized in the 13th week of pregnancy. Women at less than 13 weeks of pregnancy were submitted to ultrasonography to confirm gestational age. At this time, the objectives of the study were explained and the patient was instructed to return at 13 weeks of pregnancy if she was interested in participating in the study. Those who returned for the visit scheduled for the 13th week of pregnancy were once again submitted to ultrasonography to confirm fetal viability, and the inclusion and exclusion criteria were applied. If the women fulfilled these criteria and agreed to participate in the study, they were asked to sign an informed consent form.

Next, each woman was randomized to one of three groups: Group A: exercise initiated at 13 weeks of pregnancy; Group B: exercise initiated at 20 weeks of pregnancy; and Group C: a control group of women who were not submitted to supervised exercise. All the women continued to receive prenatal care at their healthcare unit of origin, with no interference from the research team. A randomization sequence was generated in blocks of 10 using the Random Allocation software program, version 1.0, by another investigator who did not participate directly in the study. This investigator also prepared the sealed, opaque

envelopes containing the randomization group for each participant. Group assignment was defined only after the woman had agreed to participate in the study, thus guaranteeing that allocation remained concealed until the participant had been admitted to the trial.

This was an open study, since it was impossible to blind the investigators and the research subjects; however, the investigators involved in monitoring the ultrasound variables and in the statistical analysis were unaware of the group to which the patient had been assigned. The CONSORT guidelines were applied in this study.¹³

The exercise program was developed by physical educators. All the women participating in the study performed a test on a treadmill at the 13th week of pregnancy to determine their physical fitness level and this test was repeated at the 20th and 28th weeks.¹⁴ Maximal oxygen consumption (VO_{2max}) was calculated using the following formula: $VO_{2max} = (0.055 \times HR_{max}) + (0.381 \times inclination) + (5.541 \times speed) + (-0.090 \times BMI \times time) - 6.846$. In the exercise groups, the supervised intervention was performed three times weekly. The duration of exercise was gradually increased over the study period in accordance with the woman's previous physical fitness level and was divided between warming-up, stretching and walking.

During walking, two criteria were used to ascertain that the intensity of the exercise was indeed moderate: heart rate between 60% and 80% of maximum heart rate, corrected for age,¹⁵ and subjective perceived exertion of 12-16 on the Borg scale.¹⁶ Exercise was performed in the open air at a mild temperature (24°C), supervised by physical education professionals and medical, physiotherapy and nursing students specifically trained for this purpose. Maternal heart rate was monitored continuously using a Polar S120 heart rate monitor (Kempele, Finland) in order to control the intensity of exercise.

Outcomes evaluated

Maternal blood pressure (BP) was measured at the 13th week of pregnancy, at the 20th week and thereafter every four weeks. Hypertension was defined as systolic pressure ≥ 140 mmHg and/or diastolic pressure ≥ 90 mmHg.¹⁷ BP was measured prior to and following each exercise session, using the palpation and auscultatory methods.¹⁸

To evaluate the ultrasonographic (fetal weight and cervical length) and Doppler velocimetry variables (pulsatility indices in the uterine, umbilical and middle cerebral arteries), a Volusion 730 Expert (GE) ultrasound machine with a 2-7 MHz convex probe was used. This is the standard scanner used in obstetric exams. All scans were performed by the same fetal medicine specialist. Fetal growth was monitored every four weeks from the 20th to the 36th week of pregnancy and reevaluated at the 38th week.¹⁹ The fetuses were then classified according to their estimated weight for the respective gestational age, using the Brazilian curve, into: below the 10th percentile, between the 10th and the 90th percentiles or above the 90th percentile.²⁰

The uterine arteries were evaluated by transvaginal ultrasonography at the 13th week, taking into consideration the presence of notches and the pulsatility index (PI).²¹ Subsequent evaluations were made by transabdominal ultrasonography at the 20th, 24th, 28th, 32nd, 36th and 38th weeks. The umbilical arteries were evaluated at the 20th, 24th, 28th, 32nd, 36th and 38th weeks of pregnancy and the middle cerebral artery (MCA) at the 28th, 32nd, 36th and 38th weeks.²² Fetal centralization was defined as when the ratio between the PI of the middle cerebral artery (MCA) and the PI of the umbilical artery (UA) was less than 1 ($PI\ MCA/PI\ UA < 1$).²³

All the women participating in the study answered a specific questionnaire on their habitual pattern of physical activity at the time of admission to the study (in the 13th

week of pregnancy). Physical activity was measured by calculating the number of METs (metabolic equivalent of task), a measure used to describe the total number of calories burned. A version of the Pregnancy Physical Activity Questionnaire (PPAQ) validated for women in Brazil was used for this purpose.²⁴

Any women with a cervix of less than 2.5 cm in length, as measured by ultrasonography in the first trimester of pregnancy (13th week), were excluded from the study. A questionnaire on socioeconomic and obstetric issues was applied. The women's weight and height were measured using Tanita digital scales (Tokyo, Japan) and a Seca stadiometer (Chiba, Japan), respectively. Body mass index (BMI) was calculated using the following formula: weight (kg)/height (m)². The data referring to the newborn infants were collected on the day they were born. Weight was measured using digital scales with 10-gram resolution (Welmy, Brazil). The infants were classified according to their weight as: small for gestational age (SGA), appropriate for gestational age (AGA) or large for gestational age (LGA).²⁵

The following variables were analyzed with respect to the : physical fitness level, fetal growth as shown by serial evaluation of estimated fetal weight, pulsatility indices of the uterine, umbilical and middle cerebral arteries by Doppler velocimetry, blood pressure levels throughout pregnancy, the frequency of preeclampsia, and the weight and length of the infant at birth.

Statistical Analyses

Data analyses were performed using the Epi-Info software program, version 3.5.3 and MedCalc, version 12.1.3.0. Initially, the Kolmogorov-Smirnov test was used to assess the normality of the distribution of the continuous numerical variables. The

baseline characteristics of each group were compared to identify any differences that could represent biases for the study objectives. The categorical variables were evaluated according to their distribution of frequency. Measures of central tendency and dispersion were also calculated for the numerical variables.

To evaluate the association between the practice of physical exercise and the numerical variables, tests of analysis of variance were used for the continuous variables and the Kruskal-Wallis test for discrete and continuous variables when distribution was not normal. This analysis was performed on an intention-to-treat basis.

Risk ratios (RR), together with their 95% confidence intervals (95%CI), were calculated as a measure of relative risk for preeclampsia, fetal growth restriction, fetal macrosomia, LGA and SGA according to the exercise group (A or B), with a standard risk of 1.0 being attributed to the reference category (control group C). In addition, repeated measures analysis of variance was used to evaluate the association between physical exercise and the outcomes evaluated throughout pregnancy: fetal weight (20th, 24th, 28th, 32nd, 36th and 38th weeks), systolic and diastolic blood pressure (13th, 20th, 24th, 28th, 32nd, 36th and 38th weeks) and the PI of the uterine arteries (13th, 20th, 24th, 28th, 32nd, 36th and 38th weeks), umbilical arteries (20th, 24th, 28th, 32nd, 36th and 38th weeks) and middle cerebral arteries (28th, 32nd, 36th and 38th weeks). The longitudinal nature of the variables permitted a pattern to be described over time. This type of analysis was adopted because of the nature of the variables (longitudinal with multiple observations). Since the distribution of the variables was normal, the mean was used as the measure of central tendency, with analysis of variance for repeat measures. A significance level of 5% was adopted.

Results

A total of 209 pregnant women were considered eligible for admission to the study during the period between May 2008 and September 2010. Of these, 22 refused to participate; hence 187 women were randomized. However, 16 of these women (8.6%) discontinued; therefore, 171 women were evaluated at the 20th week, 32% belonging to Group A (n=54), 35% to Group B (n=60) and 33% to Group C (n=57). In the subsequent evaluations, the number of women continuing follow-up decreased, with 141 women being evaluated at the 38th week. This decrease occurred for two reasons: some of the women failed to attend certain scheduled visits, while others delivered their babies prematurely. Since failure to attend a scheduled monthly visit was not considered to constitute a loss to follow-up, the woman remained in the study as long as she continued to attend the scheduled exercise classes and did not miss the subsequent follow-up visit. At delivery, 171 mothers and infants were evaluated (Figure 1). The mean number of days on which exercise was performed was 68 in Group A and 46 in Group B. All the women analyzed completed at least 85% of the scheduled exercise program.

The groups were homogenous at baseline (at the 13th week of pregnancy) with respect to sociodemographic characteristics, weight, height, BMI and habitual pattern of physical activity. The mean age of the women was 24.7 years, and most (58%) were multiparous. Mean weight at the 13th week was 58.5 ± 10.1 kg and mean MET was 1.5 (Table 1).

No difference was found in physical fitness level between the groups at the 13th or 20th weeks of pregnancy ($p=0.6$ and 0.14); however, at the evaluation conducted at the 28th week, a difference was found in mean VO_{2max} : 27.3 ± 4.3 in Group A, 28 ± 3.3 in Group B and 25.5 ± 3.8 in Group C ($p=0.03$) (data not shown in tables).

Fetal growth was similar in all three groups at the six evaluation moments during pregnancy (20th, 24th, 28th, 32nd, 36th and 38th weeks), with growth being appropriate in the great majority of fetuses irrespective of whether exercise was being performed or not ($p=0.85$) (Figure 1). No case of fetal growth restriction occurred in the intervention groups. No difference was found in the frequency of fetal macrosomia.

With respect to the outcome *birthweight*, the overall percentage of LGA was 8.2%, with three cases in Group A, four in Group B and seven in Group C ($p=0.74$), while the overall percentage of SGA was 7%, with four cases in each group ($p=0.74$). Mean birthweight was $3,279 \pm 453$ grams in Group A, $3,285 \pm 477$ grams in Group B and $3,378 \pm 593$ grams in Group C ($p=0.53$) (Figure 2). Mean length at birth was 48 cm in all three groups ($p=0.86$) (Table 2).

Uteroplacental blood flow was evaluated throughout pregnancy, with results showing that moderate intensity exercise had no effect on uteroplacental or fetal blood flow. A reduction was found in the PI of the uterine arteries ($p=0.75$), umbilical arteries ($p=0.83$) and middle cerebral arteries ($p=0.95$) as pregnancy progressed, irrespective of the group (Figure 3). There was no association between the presence of notches in the uterine arteries during pregnancy and the practice of physical exercise. No case of fetal centralization was found.

No association was found between the practice of physical exercise and preeclampsia. A total of 14 cases of preeclampsia occurred (corresponding to 8.4%) with 3 cases in Group A, 6 in Group B and 5 in Group C ($p=0.67$). Likewise, no difference was found in systolic ($p=0.68$) or diastolic ($p=0.17$) blood pressure throughout pregnancy (Figure 1).

Discussion

A physical exercise program of moderate intensity initiated at different periods during pregnancy (at the 13th and 20th weeks) in previously sedentary women improved physical fitness level and did not affect uteroplacental or fetal blood flow resistance. Furthermore, there was no effect on fetal growth, preeclampsia or birthweight. A previous study showed that women who initiated physical exercise at the beginning of pregnancy (8-9 weeks) had larger infants as a result of the increased speed of placental growth ($26 \pm 2 \text{ cm}^3/\text{week}$ compared to $21 \pm 1 \text{ cm}^3/\text{week}$) and improved placental function.⁷ Those findings motivated the present study in which an effect was expected to be found on the outcomes of the placentation process such as: resistance in uteroplacental circulation, fetal growth, birthweight, blood pressure levels and preeclampsia. Furthermore, in view of the possibility of improved placental function, it was feasible that the practice of physical exercise could provoke changes in Doppler velocimetry of the uterine and fetoplacental circulation during pregnancy. Therefore, Doppler evaluation would allow the degree of resistance of the blood flow to be evaluated, as well as its association with fetal well-being in accordance with whether or not physical exercise was being practiced.

Contrary to what was expected, no differences were found in the PI of the uterine, umbilical or middle cerebral arteries between the three groups; however, a reduction was found in PI as pregnancy progressed, irrespective of the group. As pregnancy progresses, a decreased resistance in the vessels evaluated is expected in healthy women and has already been documented.^{23,26,27} Therefore, our hypothesis that moderate intensity walking by pregnant women, particularly those who began the program at 13 weeks of pregnancy when the process of trophoblast migration was not yet complete, would lead to a greater reduction in Doppler velocimetry indices as pregnancy progressed, was not confirmed.

Comparison with other studies

Studies evaluating the effect of physical exercise on uterine, placental and fetal blood flow are incipient. In general, these studies evaluated blood flow during exercise testing, i.e. they evaluated the short-term effect of exercise. Furthermore, blood flow was only evaluated immediately prior to and immediately following exercise. Results were conflicting and blood flow rapidly returns to normal soon after exercise has ceased.^{1,9,28} Therefore, there are no available data with which to compare resistance in these vessels as pregnancy progresses.

No differences were found in mean fetal weight or in the frequency of inappropriate fetal growth, evaluated every four weeks. Likewise, no difference was found in birthweight, which would be indicative of a long-term effect of the exercise. Although no statistically significant differences were found, there was a reduction of around 100 grams in the mean weight of the newborn infants in the intervention groups. This reduction in weight may justify the decrease of around 50% in the percentage of LGA infants in Groups A and B. As the sample size was calculated based on a difference in mean birthweight, the present study may not have had sufficient power to exclude the possibility of this association. Similar findings were encountered in a randomized clinical trial involving 160 sedentary pregnant women divided into two groups (physical exercise of moderate intensity in the second and third trimesters and a control group). Those investigators failed to find any difference between the groups with respect to birthweight ($3,165 \pm 411$ grams versus $3,307 \pm 401$ grams; $p>0.1$), despite the fact that the infants born to the women in the exercise group were lighter (142 grams).⁸ It should be emphasized, however, that the infants born to the women in the intervention group may have been lighter due to a reduced percentage of fat,²⁹ which was not measured in

the present study. Conflicting findings were reported in two cohort studies (one involving 800³⁰ and the other 36,869³¹ pregnant women) and a clinical trial⁷ that reported higher birthweight in infants born to women practicing physical exercise.

Another outcome studied was the frequency of preeclampsia and blood pressure levels monitored throughout pregnancy. This was evaluated using the same reasoning with respect to the effect of exercise on the placentation process; nevertheless, no differences were found. Blood pressure levels were similar in all three groups, with a reduction in levels between the 24th and 32nd weeks irrespective of whether exercise was being performed or not. Despite the lack of statistical significance, a reduction of around 50% was found in the percentage of preeclampsia in the women who initiated the exercise program at 13 weeks of pregnancy. Sample size was probably insufficient to demonstrate the effect of exercise on this. Experimental studies have attempted to explain the protective effect of physical exercise suggested by some epidemiological studies. Those studies indicate that regular physical exercise may prevent or minimize the effects of preeclampsia, since it is associated with a reduction in the incidence of this condition, principally when initiated at an early stage of pregnancy. The hypotheses that have been raised to attempt to explain this effect include: 1) the stimulation of vascularization and placental growth; 2) a reduction in oxidizing substances; and 3) the reversal of endothelial dysfunction.³²

One possible reason for the lack of an effect on the evaluated in this study may have been the gestational age at initiation of the exercise program (13 weeks in the present study compared to 8/9 weeks in the study conducted by Clapp et al.).⁷ The initiation of physical activity early in pregnancy at the beginning of the placentation process would explain the stimulation of vascularization and placental growth and the consequent effect on fetal growth and birthweight that has been reported in several

studies.^{5,7,33} The choice of the 13th week at which to initiate exercise in the present study was based on the fact that there is currently insufficient evidence to endorse the safe practice of exercise initiated at early stages of pregnancy, principally with respect to the fetus.⁶ The formation of a third group in which the women began the exercise program in the 20th week of pregnancy was stimulated by the hypothesis that differences would be found in the studied in accordance with gestational age at the initiation of exercise (13 weeks versus 20 weeks); however, this was not confirmed.

Finally, the on which all the others depended must be discussed: maternal physical fitness level. The present study shows that the physical fitness level of the women participating in the exercise program had improved by the 28th week of pregnancy compared to the women in the control group, irrespective of gestational age at entry to the program. Whether walking was initiated at 13 weeks or at 20 weeks had no effect on physical fitness level. The majority of studies have suggested that the practice of physical exercise initiated during pregnancy, even in previously sedentary women, improves physical fitness level.³⁴⁻³⁶ Nevertheless, to the best of our knowledge, no studies have been published in which the parameters of an exercise program (time, frequency, intensity and type of exercise) necessary to exert an effect on the previous physical fitness level of pregnant women were evaluated.

Limitations of study

One of the limitations of the present study that must be emphasized is the fact that physical fitness was evaluated indirectly. Although an improvement was found in physical fitness, this may have been insufficient to affect some of the outcomes evaluated. A Cochrane systematic review dealing with this subject corroborates the present

findings, with the authors concluding that regular physical exercise during pregnancy appears to improve physical fitness; however, the data evaluated are insufficient to permit any conclusions to be made on any significant risks or benefits for the mother or the newborn infant.⁶ One of the strengths of the present study lies in its design as a randomized clinical trial, which is important for reducing selection biases that could have resulted in confounding factors. Another strongpoint of the study that deserves mention was the minimal loss to follow-up, which corresponded to only 8.6% of the sample between the 13th week of pregnancy and delivery of the infant. Extended longitudinal studies are habitually subject to more extensive losses. In addition, this was a longitudinal study involving 171 pregnant women who were followed up every four weeks, the majority of whom received the intervention; therefore, the formation of a multidisciplinary team involving epidemiologists, obstetricians, a nutritionist, physiotherapist, professionals from the field of physical education and a specialist in fetal medicine was fundamental in facilitating the organization and monitoring of the study.

Conclusions and policy implications

Nevertheless, the debate continues on whether a physical exercise program for previously sedentary women, initiated during pregnancy, would be sufficient to have an effect on important outcomes such as fetal growth, preeclampsia and birthweight. It should be remembered that various physiological alterations occur in women during pregnancy in addition to the changes resulting from the physical exercise; therefore, it is essential to respect the limits of pregnant women. We suggest that sedentary pregnant women should begin with a 15-minute program three times a week, gradually increasing this to 30 minutes four times a week, then daily. We also recommend use of the Borg

scale to monitor progress instead of applying formulae that may induce women to go beyond their limits.³⁷

Although this topic is not new and has recently been the subject of various publications, the possibility of reaching an evidence-based consensus remains distant. Further studies should be conducted to compare previously active pregnant women with those who were previously sedentary to evaluate both the short and long-term effects of various modalities of exercise, focusing not only on the mother but also on the fetus. In view of the lack of evidence of any harmful effects to the mother or fetus, the ACOG guidelines should be followed until new evidence is brought to light.

Acknowledgements

The authors would like to express their gratitude to the teams at the healthcare units in the municipality of Campina Grande and to their collaborators at IPESQ for their support.

Funding

This study was supported by the National Council for Scientific and Technological Development (CNPq) and the Paraíba Research Foundation (FAPESQ).

Competing interests

All authors have completed the Unified Competing Interest form and declare that: no support has been received from any organization for the submitted work; no financial relationships have existed over the past three years with any organizations that

could have an interest in the submitted work; and there are no other relationships or activities that could appear to have influenced the submitted work.

Ethical approval

This study was approved by the Internal Review Board of the State University of Paraíba (approval letter 0323.0.133.000-07). All the participants voluntarily agreed to take part in the trial and gave their written informed consent.

Data sharing

Technical appendix, statistical code and dataset are available from the corresponding author at asomelo@gmail.com. The participants gave their informed consent for data sharing.

Contribution to authorship

This study was conceived by Melania Amorim and implemented by Adriana Melo, with the analytical strategy developed in collaboration with Jousilene Tavares, Debora Leite and Viviane Oliveira. Melania Amorim performed all the data handling and statistical analyses and is guarantor. João Luiz Pinto e Silva contributed to the methodological discussions. Adriana Melo and Melania Amorim drafted the first version of the paper and all the coauthors revised the paper on several occasions.

WHAT IS ALREADY KNOWN ON THIS TOPIC

The practice of physical activity of moderate intensity has been recommended during pregnancy as a strategy for the prevention and control of chronic diseases such as diabetes, obesity and hypertension. There is still no consensus on the actual impact of physical exercise by previously sedentary women during pregnancy, particularly on fetal growth and consequently on birthweight.

WHAT THIS STUDY ADDS

The incidence of preeclampsia, fetal growth restriction and macrosomia and of small- or large-for-gestational-age infants was not affected by the practice of physical exercise of moderate intensity three times a week. No effect of exercise on the evolution of resistance in the uterine, umbilical or middle cerebral arteries was found as pregnancy progressed. Walking at moderate intensity improved physical fitness level evaluated at the 28th week.

References

1. Rafla NM. Umbilical artery flow velocity waveforms following maternal exercise. *J Obstet Gynaecol* 1999;19:385-9.
2. Lotgering FK, Gilbert RD, Longo LD. Exercise responses in pregnant sheep: oxygen consumption, uterine blood flow, and blood volume. *J Appl Physiol* 1983;55:834-41.
3. Curet LB, Orr JA, Rankin HG, Ungerer T. Effect of exercise on cardiac output and distribution of uterine blood flow in pregnant ewes. *J Appl Physiol* 1976;40:725-8.
4. MacPhail A, Davies GA, Victory R, Wolfe LA. Maximal exercise testing in late gestation: fetal responses. *Obstet Gynecol* 2000;96:565-70.
5. Clapp JF. Influence of endurance exercise and diet on human placental development and fetal growth. *Placenta* 2006;27:527-34.

6. Kramer MS, McDonald SW. Aerobic exercise for women during pregnancy. *Cochrane Database Syst Rev* 2011;3:CD000180.
7. Clapp JF 3rd, Kim H, Burciu B, Lopez B. Beginning regular exercise in early pregnancy: effect on fetoplacental growth. *Am J Obstet Gynecol* 2000;183:1484-8.
8. Barakat R, Lucia A, Ruiz JR. Resistance exercise training during pregnancy and newborn's birth size: a randomised controlled trial. *Int J Obes (Lond)* 2009;33:1048-57.
9. Rafla NM, Etokowo GA. The effect of maternal exercise on uterine artery velocimetry waveforms. *J Obstet Gynaecol* 1998;18:14-7.
10. Salvesen KA, Hem E, Sundgot-Borgen J. Fetal wellbeing may be compromised during strenuous exercise among pregnant elite athletes. *Br J Sports Med* Epub 2011 Mar 10.
11. Chaddha V, Simchen MJ, Homberger LK, Allen VM, Fallah S, Coates AL, et al. Fetal response to maternal exercise in pregnancies with uteroplacental insufficiency. *Am J Obstet Gynecol* 2005;193:995-9.
12. ASO Melo. Exercise and pregnancy: Randomized Clinical Trial. Available from: <https://register.clinicaltrials.gov/prs/app/action/DownloadReceipt?uid=U0000L34&ts=69&sid=S0001HFJ&cx=nf22u8>.
13. Boutron I, Moher D, Altman DG, Schulz KF, Ravaud P; CONSORT Group. Extending the CONSORT statement to randomized trials of nonpharmacologic treatment: explanation and elaboration. *Ann Intern Med* 2008;148:295-309.

14. Mottola MF, Davenport MH, Brun CR, Inglis SD, Charlesworth S, Sopper MM. VO₂peak prediction and exercise prescription for pregnant women. *Med Sci Sports Exerc* 2006;38:1389-95.
15. Mesquita A, Trabulo M, Mendes M, Viana JF, Seabra-Gomes R. [The maximum heart rate in the exercise test: the 220-age formula or Sheffield's table?]. *Rev Port Cardiol* 1996;15:139-44.
16. Borg GA. Psychophysical bases of perceived exertion. *Med Sci Sports Exerc* 1982;14:377-81.
17. Report of the National High Blood Pressure Education Program Working Group on High Blood Pressure in Pregnancy. *Am J Obstet Gynecol* 2000;183:S1-S22.
18. V Diretrizes da Sociedade Brasileira de Hipertensão Arterial. Sociedade Brasileira de Cardiologia / Departamento de Hipertensão Arterial. Available from: <http://departamentos.cardiol.br/dha/vdiretriz/slides/slides.asp>.
19. Hadlock FP, Harrist RB, Sharman RS, Deter RL, Park SK. Estimation of fetal weight with the use of head, body, and femur measurements - a prospective study. *Am J Obstet Gynecol* 1985;151:333-7.
20. Cecatti JG, Machado MR, dos Santos FF, Marussi EF. [Curve of normal fetal weight values estimated by ultrasound according to gestation age]. *Cad Saude Publica* 2000;16:1083-90.
21. Plasencia W, Maiz N, Bonino S, Kaihura C, Nicolaides KH. Uterine artery Doppler at 11 + 0 to 13 + 6 weeks in the prediction of pre-eclampsia. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2007;30:742-9.

22. Arduini D, Rizzo G. Normal values of Pulsatility Index from fetal vessels: a cross-sectional study on 1556 healthy fetuses. *J Perinat Med* 1990;18:165-72.
23. Wladimiroff JW, Tonge HM, Stewart PA. Doppler ultrasound assessment of cerebral blood flow in the human fetus. *Br J Obstet Gynaecol* 1986;93:471-5.
24. Silva FT. [Physical activity level evaluation during pregnancy]. *Rev Bras Ginecol Obstet* 2007;29:490.
25. Alexander GR, Himes JH, Kaufman RB, Mor J, Kogan M. A United States national reference for fetal growth. *Obstet Gynecol* 1996;87:163-8.
26. Cooley SM, Donnelly JC, Walsh T, MacMahon C, Gillan J, Geary MP. The impact of umbilical and uterine artery Doppler indices on antenatal course, labor and delivery in a low-risk primigravid population. *J Perinat Med* 2011;39:143-9.
27. Gramellini D, Folli MC, Raboni S, Vadora E, Merialdi A. Cerebral-umbilical Doppler ratio as a predictor of adverse perinatal outcome. *Obstet Gynecol* 1992;79:416-20.
28. Kennelly MM, Geary M, McCaffrey N, McLoughlin P, Staines A, McKenna P. Exercise-related changes in umbilical and uterine artery waveforms as assessed by Doppler ultrasound scans. *Am J Obstet Gynecol* 2002;187:661-6.
29. Bell RJ, Palma SM, Lumley JM. The effect of vigorous exercise during pregnancy on birth-weight. *Aust N Z J Obstet Gynaecol* 1995;35:46-51.
30. Hatch MC, Shu XO, Mclean DE, Levin B, Begg M, Reuss L, et al. Maternal exercise during pregnancy, physical fitness, and fetal growth. *Am J Epidemiol* 1993;137:1105-14.
31. Owe KM, Nystad W, Bø K. Association between regular exercise and excessive newborn birth weight. *Obstet Gynecol* 2009;114:770-6.

32. Yeo S, Davidge ST. Possible beneficial effect of exercise, by reducing oxidative stress, on the incidence of preeclampsia. *J Womens Health Gend Based Med* 2001;10:983-9.
33. Clapp JF 3rd. The effects of maternal exercise on fetal oxygenation and feto-placental growth. *Eur J Obstet Gynecol Reprod Biol* 2003;110 Suppl 1:S80-5.
34. Marquez-Sterling S, Perry AC, Kaplan TA, Halberstein RA, Signorile JF. Physical and psychological changes with vigorous exercise in sedentary primigravidae. *Med Sci Sports Exerc* 2000;32:58-62.
35. Santos IA, Stein R, Fuchs SC, Duncan BB, Ribeiro JP, Kroeff LR, et al. Aerobic exercise and submaximal functional capacity in overweight pregnant women: a randomized trial. *Obstet Gynecol* 2005;106:243-9.
36. Collings CA, Curet LB, Mullin JP. Maternal and fetal responses to a maternal aerobic exercise program. *Am J Obstet Gynecol* 1983;145:702-7.
37. Royal College of Obstetrics and Gynaecology. Exercise in pregnancy. 2006. Available from: www.rcog.org.uk/womens-health/clinical-guidance/exercise-pregnancy. Accessed on December 14, 2011.

Table 1: Baseline characteristics of the pregnant women according to study group.

Characteristic	Initiated exercise at 13 weeks	Initiated exercise at 20 weeks	Control Group
<i>Age (years)</i> Mean $\pm$ SD	24 $\pm$ 5.8	26 $\pm$ 5.3	24 $\pm$ 5.4
<i>Parity</i> Median	1	0	0
<i>Inter-gestational interval (years)</i> Median			
<i>Years of schooling</i> Mean $\pm$ SD	3 8 $\pm$ 3.2	3 9 $\pm$ 2.9	3 8 $\pm$ 2.7
<i>Per capita family income</i> (Brazilian Reais) Mean $\pm$ SD	220 $\pm$ 148	226 $\pm$ 150	204 $\pm$ 121
<i>Mother's height</i> (m) Mean $\pm$ SD	1.56 $\pm$ 0.61	1.57 $\pm$ 0.58	1.57 $\pm$ 0.61
<i>Weight at 13 weeks</i> (kg) Mean $\pm$ SD	60.2 $\pm$ 11.2	57.7 $\pm$ 9.4	57.9 $\pm$ 9.7
<i>BMI at admission</i> Mean $\pm$ SD	24.7 $\pm$ 4.3	23.4 $\pm$ 3.8	23.5 $\pm$ 3.5
<i>MET at 13 weeks</i> Mean $\pm$ SD	1.5 $\pm$ 0.29	1.5 $\pm$ 0.39	1.5 $\pm$ 0.34

Table 2: Maternal and perinatal outcomes according to whether or not exercise was carried out and when it was initiated.

Maternal and perinatal outcomes	Initiated exercise at 13 weeks		Initiated exercise at 20 weeks		Control Group	
	n	RR (95%CI)	n	RR (95%CI)	n	RR (95%CI)
Preeclampsia*	3/54	0.60 (0.15 to 2.47)	6/60	1.20 (0.37 to 3.86)	5/57	1.0
Fetal macrosomia 38 weeks **	9/46	0.82 (0.35 to 1.91)	6/48	0.55 (0.21 to 1.44)	11/46	1.0
LGA*	3/54	0.43 (0.11 to 1.63)	4/60	0.57 (0.17 to 1.92)	7/57	1.0
SGA*	4/54	1.00 (0.25 to 3.93)	4/60	1.00 (0.25 to 3.93)	4/57	1.0
	Mean $\pm$ SD		Mean $\pm$ SD		Mean $\pm$ SD	
VO _{2max} 28 th week#	27.3 $\pm$ 4.3		28 $\pm$ 3.3		25.5 $\pm$ 3.8	
Birthweight#	3279 $\pm$ 453.1		3285 $\pm$ 477.3		3378 $\pm$ 593.2	
					p-value	

*Fisher's exact test; ** χ^2 Yates; #Analysis of Variance

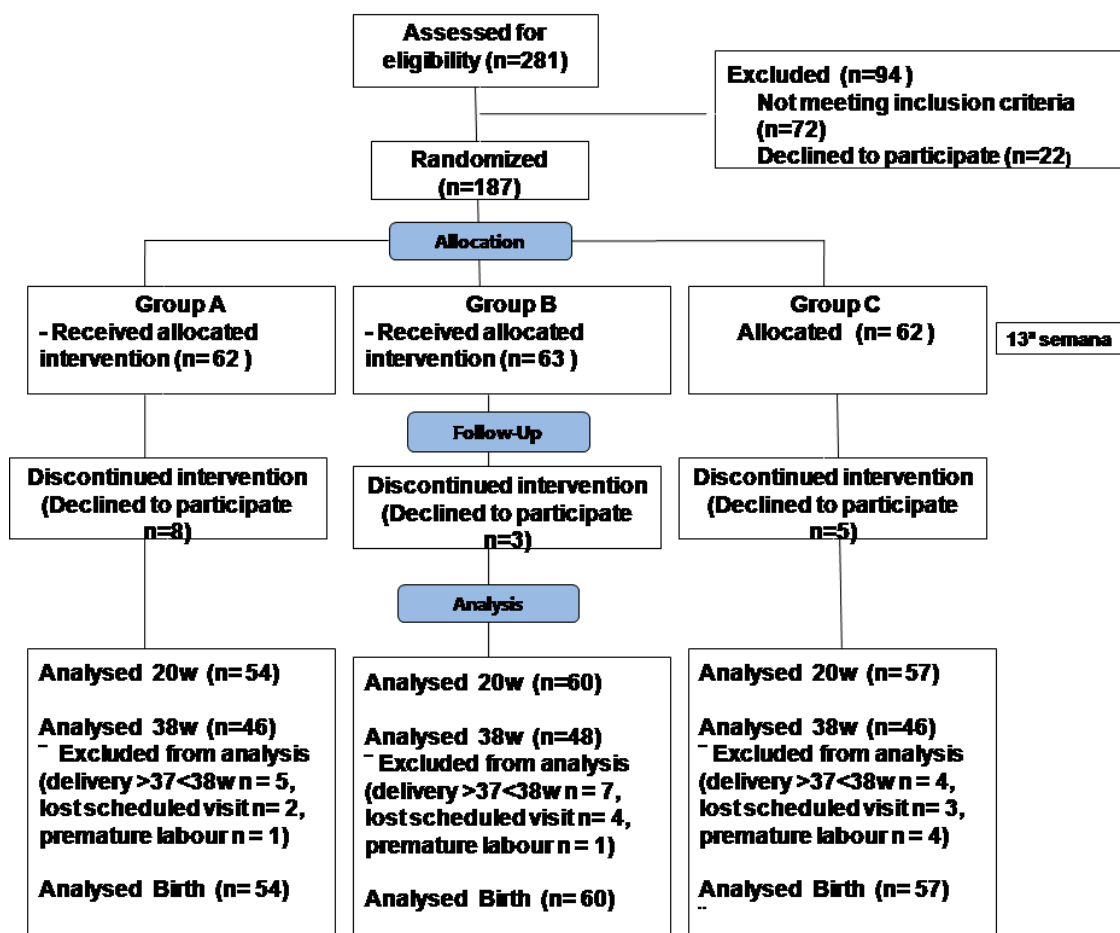


Figure 1: Procedures for the selection and follow-up of participants (CONSORT nonpharmacological – 2008).

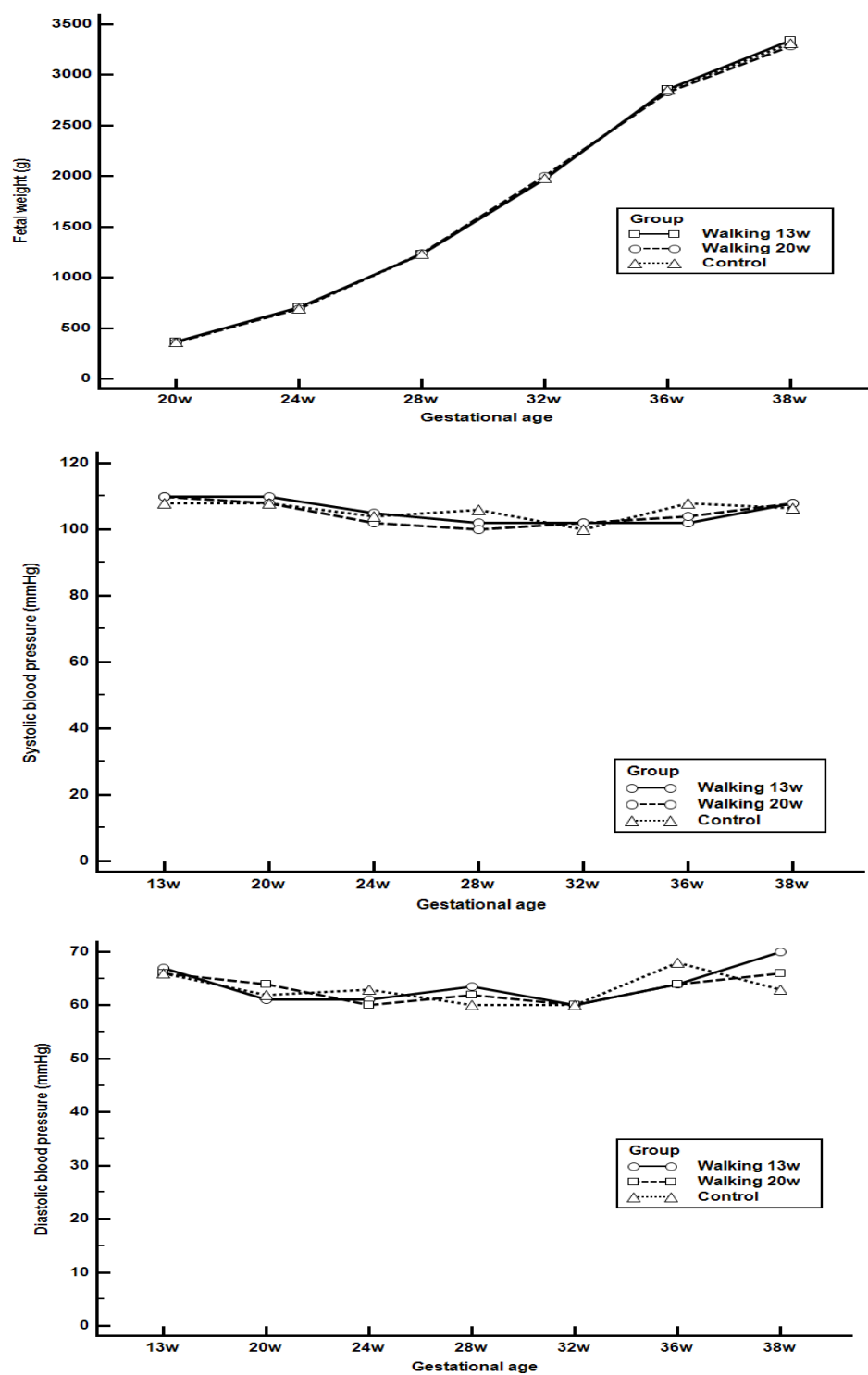


Figure 2: Evolution of fetal growth ($p=0.85$; first graph), systolic blood pressure ($p=0.68$, second graph) and diastolic blood pressure ($p=0.17$, third graph) according to randomization group.

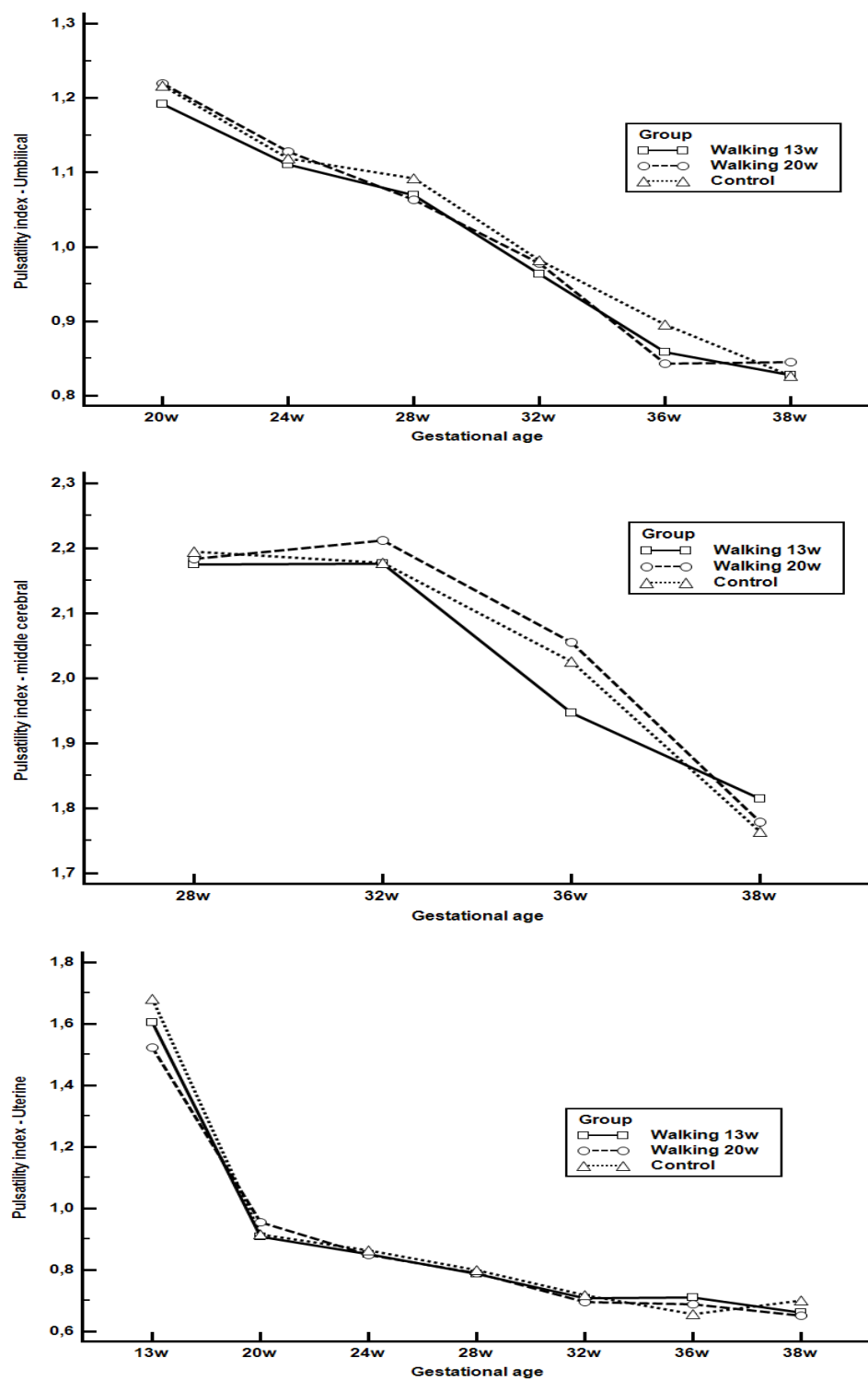


Figure 3: Evolution of the pulsatility index in the umbilical arteries ($p=0.83$; first graph), middle cerebral artery ($p=0.95$; second graph) and uterine arteries (third graph) according to the group to which the woman was allocated.

“The Corresponding Author has the right to grant on behalf of all authors and does grant on behalf of all authors, a worldwide licence to the Publishers and its licensees in perpetuity, in all forms, formats and media (whether known now or created in the future), to i) publish, reproduce, distribute, display and store the Contribution, ii) translate the Contribution into other languages, create adaptations, reprints, include within collections and create summaries, extracts and/or, abstracts of the Contribution, iii) create any other derivative work(s) based on the Contribution, iv) to exploit all subsidiary rights in the Contribution, v) the inclusion of electronic links from the Contribution to third party material wherever it may be located; and, vi) licence any third party to do any or all of the above.”



Adriana Suely de Oliveira Melo

Addresses

Adriana Suely Oliveira Melo
Instituto de Pesquisa Prof. Joaquim Amorim Neto
Rua Duque de Caxias 330, Prata
58100-000. Campina Grande, Paraíba, Brasil.
E-mail: asomelo@gmail.com

Jousilene Sales Tavares
Instituto de Pesquisa Prof. Joaquim Amorim Neto
Rua Duque de Caxias 330, Prata
58100-000 Campina Grande, Paraíba, Brasil.
E-mail: jousimendes@gmail.com

Vivianne Barros Oliveira
Instituto de Pesquisa Prof. Joaquim Amorim Neto
Rua Duque de Caxias 330, Prata
58100-000 Campina Grande, Paraíba, Brasil.
E-mail: vivianneobarros@gmail.com

Debora Farias Batista Leite
Instituto de Pesquisa Prof. Joaquim Amorim Neto
Rua Duque de Caxias 330, Prata
58100-000. Campina Grande, Paraíba, Brasil.
E-mail: deborafariasleite@gmail.com

Melania Maria Ramos de Amorim
Instituto de Medicina Integral Prof. Fernando Figueira (IMIP)
Rua dos Coelho, 300 Boa Vista
50070-550. Recife, Pernambuco, Brasil
E-mail: melamorim@uol.com.br

João Luiz Pinto e Silva

CAISM/UNICAMP
Rua Alexander Flemming, 101 - Cidade Universitária
13.083-881. Campinas - SP
E-mail: psilva@unicamp.br



CONSORT 2010 checklist of information to include when reporting a randomised trial*

Section/Topic	Item No	Checklist item	Reported on page No
Title and abstract			
	1a	Identification as a randomised trial in the title	01
	1b	Structured summary of trial design, methods, results, and conclusions (for specific guidance see CONSORT for abstracts)	02
Introduction			
Background and objectives	2a	Scientific background and explanation of rationale	04
	2b	Specific objectives or hypotheses	05
Methods			
Trial design	3a	Description of trial design (such as parallel, factorial) including allocation ratio	05
	3b	Important changes to methods after trial commencement (such as eligibility criteria), with reasons	06
Participants	4a	Eligibility criteria for participants	05
	4b	Settings and locations where the data were collected	05
Interventions	5	The interventions for each group with sufficient details to allow replication, including how and when they were actually administered	07
Outcomes	6a	Completely defined pre-specified primary and secondary outcome measures, including how and when they were assessed	8
	6b	Any changes to trial outcomes after the trial commenced, with reasons	
Sample size	7a	How sample size was determined	6
	7b	When applicable, explanation of any interim analyses and stopping guidelines	
Randomisation:			
Sequence generation	8a	Method used to generate the random allocation sequence	7
	8b	Type of randomisation; details of any restriction (such as blocking and block size)	7
Allocation concealment mechanism	9	Mechanism used to implement the random allocation sequence (such as sequentially numbered containers), describing any steps taken to conceal the sequence until interventions were assigned	7
Implementation	10	Who generated the random allocation sequence, who enrolled participants, and who assigned participants to interventions	7

Blinding	11a	If done, who was blinded after assignment to interventions (for example, participants, care providers, those assessing outcomes) and how	
	11b	If relevant, description of the similarity of interventions	7
Statistical methods	12a	Statistical methods used to compare groups for primary and secondary outcomes	10
	12b	Methods for additional analyses, such as subgroup analyses and adjusted analyses	11
Results			
Participant flow (a diagram is strongly recommended)	13a	For each group, the numbers of participants who were randomly assigned, received intended treatment, and were analysed for the primary outcome	30
	13b	For each group, losses and exclusions after randomisation, together with reasons	30
Recruitment	14a	Dates defining the periods of recruitment and follow-up	5
	14b	Why the trial ended or was stopped	
Baseline data	15	A table showing baseline demographic and clinical characteristics for each group	28
Numbers analysed	16	For each group, number of participants (denominator) included in each analysis and whether the analysis was by original assigned groups	30
Outcomes and estimation	17a	For each primary and secondary outcome, results for each group, and the estimated effect size and its precision (such as 95% confidence interval)	29
	17b	For binary outcomes, presentation of both absolute and relative effect sizes is recommended	
Ancillary analyses	18	Results of any other analyses performed, including subgroup analyses and adjusted analyses, distinguishing pre-specified from exploratory	
Harms	19	All important harms or unintended effects in each group (for specific guidance see CONSORT for harms)	
Discussion			
Limitations	20	Trial limitations, addressing sources of potential bias, imprecision, and, if relevant, multiplicity of analyses	17
Generalisability	21	Generalisability (external validity, applicability) of the trial findings	18
Interpretation	22	Interpretation consistent with results, balancing benefits and harms, and considering other relevant evidence	14
Other information			
Registration	23	Registration number and name of trial registry	3
Protocol	24	Where the full trial protocol can be accessed, if available	
Funding	25	Sources of funding and other support (such as supply of drugs), role of funders	19

*We strongly recommend reading this statement in conjunction with the CONSORT 2010 Explanation and Elaboration for important clarifications on all the items. If relevant, we also recommend reading CONSORT extensions for cluster randomised trials, non-inferiority and equivalence trials, non-pharmacological treatments, herbal interventions, and pragmatic trials. Additional extensions are forthcoming: for those and for up to date references relevant to this checklist, see www.consort-statement.org.

4.2. Artigo 2

Obstetrics & Gynecology

Is moderate intensity exercise during pregnancy really safe for the fetus? An open clinical trial

--Manuscript Draft--

Manuscript Number:	
Full Title:	Is moderate intensity exercise during pregnancy really safe for the fetus? An open clinical trial
Article Type:	Original Research
Corresponding Author:	Adriana Oliveira Melo, MD Instituto de Pesquisa Prof. Joaquim Amorim Neto Campina Grande, Paraiba BRAZIL
Corresponding Author's Institution:	Instituto de Pesquisa Prof. Joaquim Amorim Neto
First Author:	Adriana Oliveira Melo, MD
Order of Authors:	Adriana Oliveira Melo, MD João Luiz Pinto Silva, MD, PhD Fabiana Oliveira Melo, PT Hugo Leonardo Cruz Santos, MD Alex Sandro Rolland Souza, MD, PhD Melania Amorim, MD, PhD
Manuscript Region of Origin:	BRAZIL

Is moderate intensity exercise during pregnancy really safe for the fetus? An open clinical trial

Adriana S. O. Melo, MD, MSc^{a,c}; João Luiz Pinto e Silva, MD, PhD^a; Fabiana O. Melo, PT^c; Hugo Leonardo C. Santos, MD^c; Alex S. R. Souza, MD, PhD^{b,c}; Melania M. R. Amorim, MD, PhD^{b,c}

^a Department of Obstetrics, University of Campinas (UNICAMP), São Paulo, Brazil.

^b *Instituto de Medicina Integral Prof. Fernando Figueira (IMIP)*, Recife, Pernambuco, Brazil

^c *Instituto de Pesquisa Prof. Joaquim Amorim Neto (IPESQ)*, Campina Grande, Paraíba, Brazil.

Sources of financial support: This study was supported by the National Council for Scientific and Technological Development (CNPq) and by the Paraíba Research Foundation (FAPESQ).

Financial Disclosure: The authors declare that there are no potential conflicts of interest.

Correspondence:

Adriana S. O. Melo

Instituto de Pesquisa Prof. Joaquim Amorim Neto

Rua Duque de Caxias 330, Prata

58100-000 Campina Grande, Paraíba, Brazil.

Telephone: 55 – 83 - 33210607

Fax: 55 – 83 - 33210607

E-mail: asomelo@gmail.com

Short title: Fetal heart rate during exercise

Acknowledgements: The authors are grateful to the teams at the healthcare units of the city of Campina Grande and to the collaborators at IPESQ for their support.

Précis

Physical exercise appears safe for healthy fetuses, since, although fetal heart rate and fetal movements decrease during treadmill walking, a compensatory increase in variability occurs.

Abstract

Objective: To evaluate the effect of treadmill walking on fetal heart rate (FHR), fetal movements, short-term variability (STV), uterine tonus, transient episodes of acceleration, deceleration and high variability (HV) in women at 36 weeks of pregnancy. **Methods:** A non-randomized, open clinical trial involving 88 healthy pregnant women submitted to moderate intensity walking and computerized cardiotocography (Sonicaid system 8002) in three 20-minute periods (resting, treadmill walking and post-exercise recovery). The Friedman test was used to compare FHR in the three periods. Analysis of variance and the Kruskal-Wallis test were used to evaluate the association between bradycardia and the numerical variables. Finally, stepwise multiple logistic regression analysis was performed to identify the principal factors associated with bradycardia, and the adjusted odds ratios and their 95% confidence intervals (95%CI) were calculated. **Results:** Mean FHR decreased during walking (resting: 137 bpm; treadmill: 102 bpm; recovery 140 bpm; $p<0.001$), with 78% of fetuses presenting bradycardia. Mean STV and HV were 8.2 and 7.5, 18.0 ($p<0.001$) and 10.3, and 8.5 and 7.6 ($p=0.003$) in the resting, walking and recovery phases, respectively. Mean number of fetal movements in one hour was 30, 24 and 46, respectively, in the three periods ($p<0.001$). Following logistic regression analysis, two variables remained significantly associated with bradycardia: maternal fitness in the 28th week of pregnancy (protective effect) and maternal weight (increased risk). **Conclusion:** With healthy fetuses, physical exercise appears safe, since, although FHR and fetal movements decrease during treadmill walking, an increase was found in FHR variability and episodes of high variability.

Key words: Cardiotocography; Heart Rate, Fetal; Walking.

Clinical Trial Registration: NCT00641550

Introduction

The practice of physical exercise is stimulated during pregnancy as a way of controlling excessive weight gain and reducing the risk of developing diseases such as preeclampsia and gestational diabetes, in addition to improving the woman's physical fitness and well-being.^{1,2} Nevertheless, interest in the effects of physical exercise in pregnancy focuses not only on the middle and long term adaptive changes that are present in other phases of life. There is also a concern with respect to the immediate effects, since no consensus has yet been reached on the changes in fetoplacental blood flow and the consequent fetal responses that take place during exercise.

During the practice of physical exercise, there is a redistribution of cardiac output, with an increase in flow to the muscles and skin and a reduction to the viscera in response to the greater metabolic demand of the muscles in activity. This response also results in a reduction of around 35% in uteroplacental blood flow. As a protective mechanism, an increase occurs in blood flow to the placenta in detriment to the myometrium, hemoconcentration develops and there is a greater affinity of fetal blood for oxygen. The reduction in blood flow is directly proportional to the intensity of exercise and to the muscle mass used. Once exercise stops, blood flow quickly returns to normal.^{3,4}

Alterations also occur in fetal heart rate (FHR) during exercise and tachycardia may occur in response to transient hypoxia. This protective mechanism facilitates the transference of oxygen through the placenta, reducing partial CO₂ pressure. Transient bradycardia may also occur after exercise has finished, probably as the result of a vagal reflex.^{5,6}

Another concern in relation to the effects of physical exercise is the associated release of noradrenaline, which could increase uterine activity. Nevertheless, studies

have shown that there is only a negligible change in contractile patterns when this activity is monitored during physical exercise.^{7,8}

The objective of the present study was to evaluate the effect of moderate intensity walking in pregnant women, performed in accordance with the recommendations of the American College of Obstetricians and Gynecologists (ACOG).⁹ In addition, fetal heart rate (FHR) (bradycardia and tachycardia), fetal movements (FM), short-term variability (STV), uterine tonus, transient episodes of acceleration (TA), deceleration and high variability were assessed. Factors associated with the occurrence of fetal bradycardia were also evaluated.

Material and Methods

This was an open clinical trial with no control group, nested within a larger project entitled: “Physical exercise and gestational and perinatal outcomes: a randomized, controlled trial”, which involved pregnant women attending basic healthcare units in the city of Campina Grande, Brazil between May 2008 and September 2010. The study was approved by the internal review board of the State University of Paraíba in accordance with the ethical guidelines for research in human beings determined in resolution #196/96 of the National Health Council and registered at clinicaltrials.gov (www.clinicaltrials.gov).¹⁰ All the participants signed an informed consent form prior to admission to the study.

The pregnant women enrolled in the principal project were allocated to three groups: walking initiated at 13 weeks (A), walking initiated at 20 weeks (B) and a control group that did not participate in supervised walking (C). The women in the intervention groups walked at moderate intensity three times a week. In the 36th week, a sub-sample was formed of the first 90 women selected for participation in the principal project and these women were submitted to a treadmill-walking test.

Due to the paucity of studies that included a three-phase evaluation (baseline, exercise and recovery phases) of women submitted to moderate treadmill walking, a pilot study was conducted on the first 90 women, 88 of whom were considered eligible and agreed to participate in the test. After analysis, the sample was found to be of a sufficient size to show statistically significant differences in the principal variables evaluated.

The inclusion criteria consisted of having participated in the principal project; being healthy and sedentary; gestational age ≤ 13 weeks, and bearing a single, live fetus at the beginning of the principal study. Sedentariness was defined as the absence of systematic, routine physical exercise. Smokers, women with chronic diseases, premature rupture of membranes, women in premature labor, delivery prior to the 36th week of pregnancy, severe preeclampsia, fetal distress, and the occurrence of major fetal anomalies or fetal losses comprised the exclusion criteria.

In the 36th week, all the women were submitted to computerized cardiotocography (CTGc), using a Sonicaid 8002 device (Oxford, UK), for a period of 60 minutes, divided into three periods of 20 minutes: baseline, treadmill walking and a recovery period. After every 20 minutes, the parameters of interest were extracted from the report issued by the computerized system in accordance with the criteria established by Dawes and Reedman.¹¹

The following outcome variables were evaluated: basal fetal heart rate, fetal movements, short-term variability, episodes of high variability, uterine tonus, FHR signal loss and frequency of bradycardia, tachycardia, transient accelerations and decelerations. Deceleration and acceleration were defined as a decrease or increase of 15 bpm in FHR for at least 15 seconds. Bradycardia was defined as FHR < 110 bpm and tachycardia as FHR > 160 bpm.¹² Fetal movements were recorded using an event-marking device operated by the pregnant woman. Uterine tonus, calculated by the system, was recorded by an investigator

every five minutes and the mean was calculated for each period (rest, exercise and recovery). The percentage of FHR signal loss in each phase was obtained from the report supplied by the system.

The treadmill-walking phase served to reproduce a walk of moderate intensity in accordance with the ACOG⁹ recommendations for pregnant women. During the examinations performed at baseline and in the recovery phase, cardiotocography was performed with the woman in dorsal decubitus position, inclined at 45 degrees. Maternal heart rate (HR) was monitored using a heart rate monitor (Polar S120, Kempele, Finland) and arterial blood pressure was measured immediately prior to and immediately following exercise.

Walking was considered to be at moderate intensity when maternal HR during exercise remained between 60% and 80% of maximum HR corrected for age. In addition, subjective perceived exertion was measured using the Borg scale,¹³ respecting the limitations of each individual woman. During the walking phase, a sonar device and a tocodynamometer were attached to the women using adhesive tape.

A questionnaire was applied in the 13th week of pregnancy to assess socioeconomic and obstetric factors. The women were weighed at the 13th and 36th weeks (Tanita digital scales, Tokyo, Japan). Height was measured at the 13th week using a Seca stadiometer (Chiba, Japan). Body mass index was calculated using the following formula: weight (kg)/height² (m). Peak oxygen consumption (VO_{2max}) was calculated by progressive testing on a treadmill at the 13th, 20th and 28th weeks of pregnancy.¹⁴

In the 36th week of pregnancy, ultrasonography was also performed to estimate fetal weight¹⁵ using a Volusion expert scanner (GE), and fetuses were then classified as being below the 10th percentile, between the 10th and the 90th percentile or above the 90th percentile in accordance with the Brazilian curve.¹⁶

The Epi Info software program, version 3.5.3 and MedCalc, version 12.1.3.0 were used in the statistical analysis. The Kolmogorov-Smirnov test was used to assess the normality of the distribution of the numerical variables. Accelerations, decelerations, episodes of high variability, FHR and short-term variability were analyzed as discrete variables. Signal loss and uterine tonus were evaluated as continuous variables. The categorical variables were analyzed using their frequency of distribution. Measures of central tendency and dispersion were calculated for the numerical variables. The Friedman test was used to compare FHR prior to, during and after walking. Finally, the frequency of bradycardia was determined. To evaluate the association between bradycardia and the numerical variables, analysis of variance and the Kruskal-Wallis tests were used, the latter for the discrete variables and for the continuous variables when distribution was not normal. Next, stepwise multiple logistic regression analysis was performed to identify the principal factors associated with the occurrence of bradycardia. The outcome *bradycardia* was categorized as: 1 (present) or 0 (absent) and the continuous predictive variables taken into consideration were: maternal weight and BMI, and fetal weight at the 36th week, VO_{2max} at the 13th, 20th and 28th weeks, maternal height, and systolic arterial pressure measured after 20 minutes of walking. The variables included in this model were those with a significance level of 20% in the bivariate analysis. Adjusted odds ratios and their 95% confidence intervals (95%CI) were calculated.

Results

Ninety pregnant women were included in the study, 31% in Group A, 37% in Group B and 32% in Group C. The mean age of the women was 25 ± 6 years and they had a median of 9 years of schooling (range 1-17 years). In the 36th week of pregnancy, mean maternal weight was 69 ± 10 kg and mean estimated fetal weight was $2,840 \pm 233$

grams. No difference was found in FHR signal loss between the three phases (CTGc at baseline, during treadmill walking and in the recovery phase).

Median FHR was 138 bpm (range 120-157 bpm) at baseline, 100 bpm (range 74-120 bpm) during walking and 141 (range 121-160) in the recovery phase, with a statistically significant difference between the three periods ($p < 0.001$) (Figure 1). FHR evaluated every five minutes showed a decrease immediately after the initiation of walking that persisted throughout the entire exercise period. Shortly after the end of the exercise, FHR rapidly returned to normal ($p < 0.001$) (Figure 2). None of the fetuses presented tachycardia in any of the three phases and bradycardia was found in 78% of the fetuses, only during the exercise phase.

According to CTGc, short-term variability at baseline, in the walking phase and in the recovery phase was 7.9 m/s (range 3.1-14.6 m/s), 18.0 m/s (range 7-34 m/s) and 8.0 m/s (range 4-16 m/s), respectively. These differences were statistically significant ($p < 0.001$) (Figure 2). The median number of episodes of high variability was 7, 12 and 7, while the median number of fetal movements was 21, 6 and 36 movements/hour in the three phases, respectively ($p = 0.003$) and ($p < 0.001$).

In relation to the frequency of decelerations and transient accelerations, no differences were found between the three phases in which CTGc was performed, either in the median number of transient accelerations (3, 2 and 3; $p = 0.16$) or in the median number of decelerations (0, 1 and 0; $p = 0.18$). Mean uterine tonus was 12 ± 4.5 , 11 ± 3 and 11 ± 3.9 ($p = 0.15$).

Of the variables evaluated, an association was found between bradycardia and systolic arterial pressure at the end of exercise ($p = 0.04$), physical fitness evaluated in the 28th week of pregnancy ($p = 0.002$), and maternal weight ($p = 0.015$) and BMI at the 36th

week of pregnancy ($p=0.04$) (Table 1). The variables that remained significantly associated with fetal bradycardia in the exercise phase were physical fitness at the 28th week, which was associated with a reduced risk of bradycardia (OR = 0.25; 95%CI: 0.06 – 0.98), and maternal weight at the 36th week of pregnancy, which was associated with an increased risk (OR = 4.07; 95%CI: 1.15 – 14.1) (Table 2).

Discussion

The results of the present study show that moderate intensity walking resulted in alterations in fetal heart rate, with a high percentage of fetal bradycardia during the exercise phase, a reduction in the mean number of fetal movements and an increase in mean short-term variability and in the median number of episodes of high variability. On the other hand, no differences were found in mean uterine tonus or in the frequency of transient decelerations or accelerations. Following logistic regression analysis, the variables that remained associated with fetal bradycardia were physical fitness evaluated at the 28th week and maternal weight at the 36th week.

There was a significant reduction in FHR during the treadmill-walking phase, falling from 137 bpm at baseline to 100 bpm during walking, with a frequency of bradycardia of 78%, which may suggest fetal hypoxia. Nevertheless, two mechanisms were identified that may act as protective and compensatory factors of fetal status: the first was the increase in short-term variability, as shown by micro-oscillations, which can only be interpreted by the computerized system. An increase from 8.3 m/s at baseline to 18.1 m/s during walking was found, showing that the fall in FHR was accompanied by an extraordinary increase in variability, reflected in the measurement of short-term variability during the walking phase, which reached twice the level recorded at baseline. This increase in short-term variability was

accompanied by an increase in the number of episodes of high variability. Another interesting fact was a significant reduction in the number of fetal movements, which decreased from a mean of 21 movements/hour at baseline to 6 movements/hour during walking, which may reflect an energy-saving mechanism.

Two parameters are known to be important when monitoring fetal vitality if fetal hypoxia is suspected: basal heart rate and its variability.¹² Although a significant reduction was found in FHR during the treadmill-walking phase, a concomitant and significant increase in variability was recorded, which gives strength to the hypothesis of a possible fetal protective mechanism.

The results of the present study differ from other recent findings, with the great majority of studies reporting a lack of effect of exercise on FHR or tachycardia.¹⁷⁻¹⁹ Possible methodological differences may explain this divergence in results, as discussed below.

A cross sectional study conducted in 2002 evaluated 258 women at 33 to 38 weeks of pregnancy and found no differences in FHR prior to and following exercise; however, an increase in the frequency of fetal tachycardia and in the percentage of fetuses with a reduction in variability was found following exercise.¹⁷ One limitation of that study was the fact that the women were evaluated prior to and following exercise but not during exercise.

One of the methodological strengths of the present study was the fact that FHR was recorded continuously over the three different phases and, principally, because the treadmill-walking phase was included in the analysis. FHR monitoring during the exercise phase was of extreme importance since it permitted observation of the rapid change that occurred in some of the parameters evaluated immediately after the end of the walking phase, characterized by an increase in FHR and in fetal movements. These results are in agreement with those found in a study conducted in sheep, when hemodynamic changes returned to pre-exercise

levels within minutes following the end of exercise.²⁰ It is obvious that in order to understand what actually occurs during the exercise phase, this phase must be monitored.

An earlier study conducted in 1984,²¹ involving only three pregnant women, reported results that are similar to those found in the present study. Those investigators reported a steep decline in basal FHR with bradycardia throughout the entire exercise period and a return to previous levels shortly after exercise was stopped. On the other hand, a study involving 120 women at 16 to 39 weeks of pregnancy reported conflicting results. An increase in FHR occurred at the 10th minute of exercise and persisted until the 5th minute of the recovery period.²² Analysis of the methodology used shows that FHR monitoring during the test was performed using real-time ultrasonography and that recording was not continuous, which may have negatively affected the quality of the interpretation. Another point that could be considered negative was the inclusion of subjects at such different stages of pregnancy, which may have had a negative effect on the measurement of mean FHR. In the present study, this measurement was made at the 36th week in order to avoid any effect of the immaturity of the nervous system on results, which may have acted as a confounding factor.

Two papers on the subject were published recently. The first involved 52 pregnant women divided into two groups: physically active and sedentary women. The women were in the 34th week of pregnancy and were submitted to a test on a stationary bicycle at moderate intensity for a period of 20 minutes. The investigators reported an increase in FHR immediately following exercise in both groups (active and sedentary women).²³ It should be emphasized that the type of exercise chosen in this case was the stationary bicycle. The second paper evaluated alterations in FHR and its variability during walking by 26 pregnant women who exercised regularly (30 minutes of aerobic exercise three times weekly) and 35 sedentary women. Despite the use of different methodology, principally with respect to

FHR monitoring, the findings of those authors were similar: a reduction in heart rate and an increase in variability.²⁴

Despite the theoretical model in which exercise is believed to lead to an increase in uterine activity, no increase was found in uterine tonus in any woman in the present study during the walking phase. A momentary elevation in tonus of 30 mmHg occurred in only two women at baseline and in the recovery phase; hence, mean uterine tonus was similar in all three periods. A limitation to this conclusion lies in the use of an external tocodynamometer, which may not have been capable of picking up slight changes in uterine activity; however, its use was unavoidable since these pregnant women had intact membranes and were not in labor. A study using an internal tocodynamometer reported an increase in the number of uterine contractions during the exercise phase; nevertheless, the authors concluded that their findings could not be extrapolated because the study was conducted with women at term, which may have acted as a confounding factor.⁷ Of the 88 women who participated in this study, none went into labor within a week of the test.

Points that merit discussion include the factors associated with bradycardia. Fetuses of obese and overweight women had a greater risk of bradycardia, whereas the risk was lower in the fetuses of women with better physical fitness levels. Very little is known in this respect and further studies with appropriate designs are required in order to evaluate this subject adequately; however, situations such as obesity and a sedentary lifestyle may affect venous return and cardiac output, which may explain this result.^{25,26} A study involving 12 physically active pregnant women evaluated uterine blood flow prior to and following moderate intensity treadmill walking. The investigators concluded that the redistribution of uterine blood flow favoring muscles in response to hemodynamic stress provoked by exercise is less intense in women who undergo physical training during pregnancy.²⁷

In the bivariate analysis, blood pressure measured in the final phase of exercise was shown to be associated with bradycardia, the risk being higher in women with lower systolic arterial pressure, possibly suggesting a greater risk of maternal hypotension leading to fetal bradycardia; nevertheless, the association did not remain statistically significant after controlling for potentially confounding variables.

As discussed above, various methodological issues may explain the differences in the results found. These issues refer particularly to the intensity of exercise, whether the woman was sedentary or not, gestational age at evaluation and, principally, whether FHR was monitored during the exercise period or not.

Another point that merits further discussion refers to the type of exercise. In the present study, exercise consisted of treadmill walking, whereas in the majority of the reported studies, exercise was performed on a stationary bicycle, which raises the following question: would the position of exercise during pregnancy, i.e. seated or standing, exert different effects on fetal heart rate?

Studies have shown that uterine blood flow may drop steeply when the woman is in the supine position due to compression of the inferior vena cava, compromising venous return.²⁸ Furthermore, a reduction of around 30% in blood flow in the intervillous space occurs when women in the final phase of pregnancy move from the dorsal decubitus position, inclined at 45 degrees, or from the left lateral decubitus position to the supine position.^{29,30}

Finally, as strong points of the study, the use of computerized cardiotocography merits particular mention since this technique eliminated the possibility of any bias resulting from interobserver differences. In addition, the gestational age at which the test was performed was standardized, thus avoiding any interference caused by the immaturity of the central nervous system, a characteristic of earlier stages of pregnancy, in any of the outcome variables.

Although some questions remain to be answered, it is still feasible, however, to conclude that fetal well-being is maintained, since, although there is a significant reduction in FHR with a high percentage of bradycardia and a significant decrease in fetal movements during treadmill walking, this process is accompanied by an increase in variability, as shown by short-term variability and episodes of high variability. No other sign of uterine activity was found during walking. Therefore, in healthy fetuses with the capacity to readapt to situations in which blood flow is reduced, supervised physical exercise appears to be safe. Nevertheless, this conclusion cannot be extrapolated to the practice of physical exercise by pregnant women when a risk to fetal well-being is present, particularly in women in whom a reduction in uteroplacental perfusion has already been identified such as in cases of preeclampsia and placental insufficiency. In addition, new studies should be carried out to establish the risks to fetuses, principally in previously sedentary women with associated conditions such as overweight/obesity or in the case of fetuses with growth abnormalities. Studies to analyze fetal response to exercise in groups of women with these characteristics need to be performed before any specific recommendation can be made with respect to exercise in high-risk pregnancies.

References

1. Clapp JF 3rd. The effects of maternal exercise on fetal oxygenation and fetoplacental growth. *Eur J Obstet Gynecol Reprod Biol* 2003;110 Suppl 1:S80-5.
2. Kramer MS, McDonald SW. Aerobic exercise for women during pregnancy. *Cochrane Database Syst Rev* 2006;3:CD000180.

3. Lotgering FK, Gilbert RD, Longo LD. Exercise responses in pregnant sheep: oxygen consumption, uterine blood flow, and blood volume. *J Appl Physiol* 1983;55:834-41.
4. Curet LB, Orr JA, Rankin HG, Ungerer T. Effect of exercise on cardiac output and distribution of uterine blood flow in pregnant ewes. *J Appl Physiol* 1976;40:725-8.
5. Veille JC, Bacevice AE, Wilson B, Janos J, Hellerstein HK. Umbilical artery waveform during bicycle exercise in normal pregnancy. *Obstet Gynecol* 1989;73:957-60.
6. Steegers EA, Buunk G, Binkhorst RA, Jongsma HW, Wijn PF, Hein PR. The influence of maternal exercise on the uteroplacental vascular bed resistance and the fetal heart rate during normal pregnancy. *Eur J Obstet Gynecol Reprod Biol* 1988;27:21-6.
7. Spinnewijn WE, Lotgering FK, Struijk PC, Wallenburg HC. Fetal heart rate and uterine contractility during maternal exercise at term. *Am J Obstet Gynecol* 1996;174:43-8.
8. Veille JC, Hohimer AR, Burry K, Speroff L. The effect of exercise on uterine activity in the last eight weeks of pregnancy. *Am J Obstet Gynecol* 1985;151:727-30.
9. ACOG Committee Obstetric Practice. ACOG Committee opinion. Number 267, January 2002: exercise during pregnancy and the postpartum period. *Obstet Gynecol* 2002;99:171-3.
10. Melo ASO. Exercise and pregnancy: Randomized Clinical Trial. Available at: <https://register.clinicaltrials.gov/prs/app/action/DownloadReceipt?uid=U0000L34&ts=69&sid=S0001HFJ&cx=nf22u8>.
11. Dawes GS, Redman CW. Computerized and visual assessment of the cardiotocograph. *Br J Obstet Gynaecol* 1993;100:701-2.
12. American College of Obstetricians and Gynecologists. ACOG Practice Bulletin No. 106: Intrapartum fetal heart rate monitoring: nomenclature, interpretation, and general management principles. *Obstet Gynecol* 2009;114:192–202.

13. Borg GA. Psychophysical bases of perceived exertion. *Med Sci Sports Exerc* 1982;14:377-81.
14. Mottola MF, Davenport MH, Brun CR, Inglis SD, Charlesworth S, Sopper MM. VO₂peak prediction and exercise prescription for pregnant women. *Med Sci Sports Exerc* 2006;38:1389-95.
15. Hadlock FP, Harrist RB, Sharman RS, Deter RL, Park SK. Estimation of fetal weight with the use of head, body, and femur measurements – a prospective study. *Am J Obstet Gynecol* 1985;151:333-7.
16. Cecatti JG, Machado MR, dos Santos FF, Marussi EF. [Curve of normal fetal weight values estimated by ultrasound according to gestation age]. *Cad Saude Publica* 2000;16:1083-90.
17. Rafla NM, Cook JR. The effect of maternal exercise on fetal heart rate. *J Obstet Gynaecol* 1999;19:381-4.
18. Manders MA, Sonder GJ, Mulder EJ, Visser GH. The effects of maternal exercise on fetal heart rate and movement patterns. *Early Hum Dev* 1997;48:237-47.
19. Silveira C, Pereira BG, Cecatti JG, Cavalcante SR, Pereira RI. Fetal cardiotocography before and after water aerobics during pregnancy. *Reprod Health* 2010;7:23.
20. Lotgering FK, Gilbert RD, Longo LD. Exercise responses in pregnant sheep: blood gases, temperatures, and fetal cardiovascular system. *J Appl Physiol* 1983;55:842-50.
21. Artal R, Romem Y, Paul RH, Wiswell R. Fetal bradycardia induced by maternal exercise. *Lancet* 1984;2:258-60.
22. Clapp JF 3rd, Little KD, Capeless EL. Fetal heart rate response to sustained recreational exercise. *Am J Obstet Gynecol* 1993;168:198-206.

23. Barakat R, Ruiz JR, Rodríguez-Romo G, Montejo Rodríguez R, Lucia A. Does exercise training during pregnancy influence fetal cardiovascular responses to an exercise stimulus? Insights from a randomised controlled trial. *Br J Sports Med* 2010;44:762-4.
24. May LE, Glaros A, Yeh HW, Clapp JF 3rd, Gustafson KM. Aerobic exercise during pregnancy influences fetal cardiac autonomic control of heart rate and heart rate variability. *Early Hum Dev* 2010;86:213-7.
25. Pivarnik JM, Mauer MB, Ayres NA, Kirshon B, Dildy GA, Cotton DB. Effects of chronic exercise on blood volume expansion and hematologic indices during pregnancy. *Obstet Gynecol* 1994;83:265-9.
26. Clark SL, Cotton DB, Pivarnik JM, Lee W, Hankins GD, Benedetti TJ, et al. Position change and central hemodynamic profile during normal third-trimester pregnancy and postpartum. *Am J Obstet Gynecol* 1991;164:883-7.
27. Clapp JF 3rd, Stepanchak W, Tomaselli J, Kortan M, Faneslow S. Portal vein blood flow-effects of pregnancy, gravity and exercise. *Am J Obstet Gynecol* 2000;183:167-72.
28. Kauppila A, Koskinen M, Puolakka J, Tuimala R, Kuikka J. Decreased intervillous and unchanged myometrial blood flow in supine recumbency. *Obstet Gynecol* 1980;55:203-5.
29. Lees MM, Scott DB, Kerr MG, Taylor SH. The circulatory effects of recumbent postural change in late pregnancy. *Clin Sci* 1967;32:453-65.
30. Jeffreys RM, Stepanchak W, Lopez B, Hardis J, Clapp JF 3rd. Uterine blood flow during supine rest and exercise after 28 weeks of gestation. *BJOG* 2006;113:1239-47.

Table 1: Factors associated with bradycardia during moderate intensity walking.

Variable	Bradycardia		p-value
	Yes	No	
Age			
Mean $\pm$ SD	24.4 $\pm$ 6.7	24.7 $\pm$ 6.3	0.81
Systolic blood pressure at the end of exercise			
Median	104	114	0.04
Diastolic blood pressure at the end of exercise			
Median	67	67	0.91
Maternal height			
Mean $\pm$ SD	1.55 $\pm$ 0.06	1.58 $\pm$ 0.07	0.18
Maternal weight at 36 weeks			
Mean $\pm$ SD	70.1 $\pm$ 10.6	63.3 $\pm$ 7.2	0.015
VO_{2max} at 13 weeks			
Mean $\pm$ DP	28.7 $\pm$ 3.91	30.6 $\pm$ 3.25	0.06
VO_{2max} at 20 weeks			
Mean $\pm$ SD	29.9 $\pm$ 3.23	31.1 $\pm$ 2.36	0.19
VO_{2max} at 28 weeks			
Mean $\pm$ SD	27.6 $\pm$ 3.5	30.4 $\pm$ 2.4	0.002
BMI at 36 weeks			
Mean $\pm$ SD	28.1 $\pm$ 4.0	26.0 $\pm$ 2.4	0.04
Fetal weight			
Mean $\pm$ SD	2863 $\pm$ 243	2754 $\pm$ 169	0.07

Table 2: Variables associated with fetal bradycardia during walking

Variables	OR	95 % CI	Coefficient	SE	p-value
Maternal weight at 36 weeks	4.07	1.15 – 14.4	1.40	0.65	0.03
Vo _{2max} at 28 weeks	0.25	0.06 – 0.98	-1.40	0.70	0.047
Constant			1.76		

This model predicts around 80% of the cases of fetal bradycardia during walking.

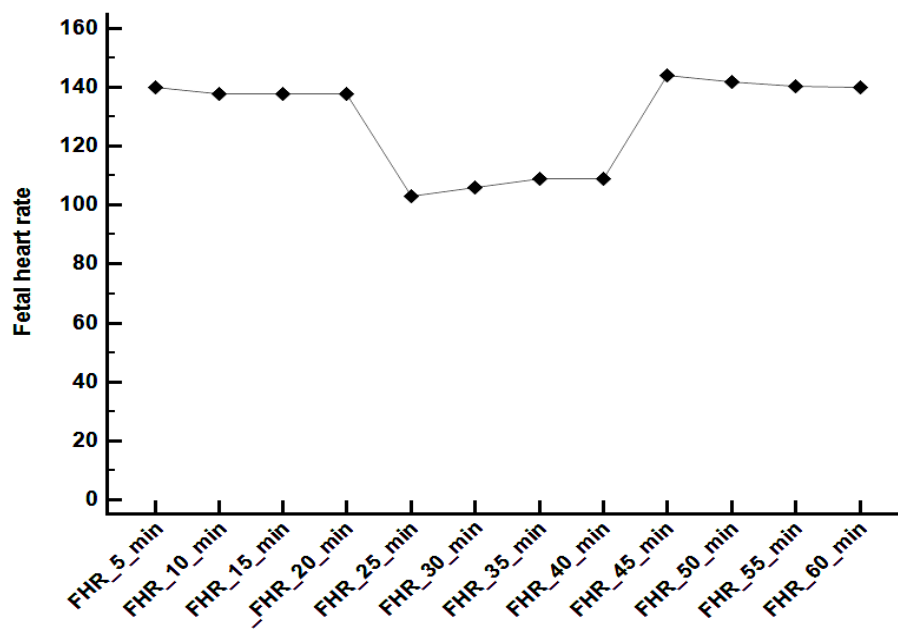


Figure 1. Changes in FHR as monitored prior to, during and after treadmill walking at moderate intensity ($p < 0.001$)

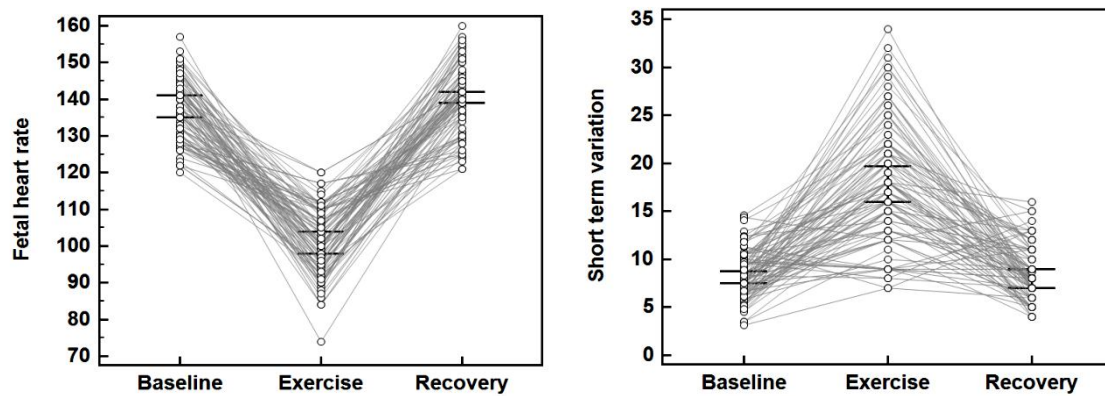


Figure 2. Median basal FHR ($p < 0.001$) (graph #1) and median short-term variability ($p < 0.001$) (graph #2) in the three phases in which cardiotocography was performed (at baseline, during treadmill walking and in the recovery period)

5. Discussão

O presente estudo surgiu a partir de revisão da literatura abordando o tema, que demonstrou a necessidade de estudos adicionais, principalmente quando os desfechos avaliados diziam respeito à segurança do feto durante a prática de exercício físico. Verificamos uma lacuna a respeito do impacto do exercício no processo de placentação e na vascularização útero-placentária, e suas consequências sobre o crescimento fetal. Surgiu então a necessidade do ensaio clínico randomizado, com o objetivo de avaliar a repercussão do exercício sobre alguns efeitos hemodinâmicos agudos e outros ocorridos ao longo da gestação.

Os resultados foram semelhantes aos de outros estudos encontrados nas bases de dados pesquisadas, com ausência de impacto de um programa de exercício sobre a maioria dos desfechos estudados, incluindo o crescimento fetal e o peso ao nascer.

Entretanto, devemos destacar alguns pontos importantes:

Inicialmente destacamos a boa adesão das gestantes ao programa, bem como o baixo percentual de perda (8,6%) quando analisado o desfecho peso ao

nascer. Um fato que pode justificar esse bom resultado foi o bom relacionamento desenvolvido entre a equipe e as gestantes. Outro fator foi o controle e a reposição das faltas. Sempre que uma gestante faltava à caminhada um membro da equipe entrava em contato para marcar um dia extra de reposição.

Um resultado esperado, que inclusive estimulou parte do desenho do presente estudo, seria a redução na resistência nas artérias uterinas e umbilicais, principalmente nas gestantes que iniciaram o programa de exercício na 13ª semana. Entretanto, esse resultado não foi observado, provavelmente devido à IG do início do programa do estudo conduzido por Clapp et al. (40), que foi entre a 8ª e 9ª semanas, período em que o processo de placentação está se iniciando. Apesar dos achados desse clássico trabalho envolvendo o tema, como a segurança do exercício para o feto ainda não está bem estabelecida, decidimos começar o estudo no início do segundo trimestre.

Outro ponto positivo confirmado foi a melhora do condicionamento físico observada nas mulheres dos grupos de intervenção, sugerindo que o programa elaborado para as gestantes previamente sedentárias foi efetivo, mas não o suficiente para interferir em alguns desfechos estudados. Talvez a avaliação indireta do condicionamento físico tenha interferido no resultado deste estudo, sendo considerado um fator limitante.

Outro ponto diz respeito ao efeito agudo de uma caminhada de intensidade moderada, de acordo com as recomendações do ACOG, sobre a frequência cardíaca e os movimentos fetais. Para isso, realizamos um teste em esteira em

um subgrupo de gestantes na 36^a semana. Os resultados demonstraram uma queda importante da FCF basal, com percentual elevado de bradicardia. Entretanto, a queda da FCF foi acompanhada por um acentuado aumento da variabilidade da FCF, sugerindo que, em fetos saudáveis, com boa reserva de oxigênio, o exercício físico durante a gestação também é seguro para o feto. Contudo, não podemos extrapolar os resultados para gestantes com risco para insuficiência placentária.

Um último ponto a ser ressaltado é que este estudo estimula vários outros envolvendo o tema, efeito agudo do exercício sobre a gestante e o feto, principalmente no que diz respeito à modalidade, à intensidade e ao *status* da gestante antes da gravidez (sedentária ou ativa). Deve-se ressaltar que as recomendações dirigidas às gestantes foram baseadas em orientações para adultos não grávidos, sem maiores estudos quanto às repercussões sobre o feto e que novos estudos do tipo ensaio clínico randomizado, principalmente em gestantes consideradas de alto risco, são necessários.

6. Conclusões

Artigo 1 – *Impacto de um programa de exercício físico durante a gestação sobre o fluxo sanguíneo útero-placentário e o crescimento fetal: Ensaio controlado aleatorizado.*

- A evolução dos índices doplervelocimétricos nos três compartimentos (materno, fetal e placentário) foi similar nos três grupos nas idades gestacionais avaliadas (13^a, 20^a, 24^a, 28^a, 32^a, 36^a e 38^a semanas).
- A curva de crescimento fetal foi similar nos três grupos, não sendo observada diferença no percentual de restrição de crescimento ou macrossomia.
- Não foram observadas diferenças no percentual de pré-eclâmpsia e de centralização fetal. A curva pressórica durante a gestação foi similar nos três grupos.
- Não observamos diferenças no percentual de recém-nascidos PIG e GIG. A média do comprimento ao nascer foi igual nos três grupos. O peso ao nascer nos grupos não apresentou diferença significativa.
- O nível de condicionamento físico materno melhorou nas gestantes praticantes de exercício físico avaliadas na 28^a semana.

Artigo 2 – *Exercício de intensidade moderada durante a gravidez é realmente seguro para o feto?*

- A mediana da FCF foi de 138 bpm no exame de base, de 100 bpm durante a caminhada e 141 bpm no período de recuperação.
- A queda da FCF foi acompanhada por aumento da variabilidade da FCF e redução dos movimentos fetais.
- O percentual de bradicardia observado durante a fase de caminhada foi de 78. A melhora no condicionamento físico foi considerado efeito protetor e o aumento do peso materno fator de risco.

7. Referências Bibliográficas

1. Barker DJP, Martyn CN, Osmond C, Hales CN, Fall CH. Growth in utero and serum cholesterol concentrations in adult life. *BMJ* 1993; 307:1524-7.
2. von Bonsdorff MB, Rantanen T, Sipilä S, Salonen MK, Kajantie E, Osmond C et al. Birth Size and Childhood Growth as Determinants of Physical Functioning in Older Age: The Helsinki Birth Cohort Study. 2011; *Am J Epidemiol*.
3. Coan PM, Vaughan OR, Sekita Y, Finn SL, Burton GJ, Constancia M, Fowden AL. Adaptations in placental phenotype support fetal growth during undernutrition of pregnant mice. *J Physiol*. 2010;588:527-38.
4. Radaelli T, Lepercq J, Varastehpour A, Basu S, Catalano PM, Hauguel-De Mouzon S. Differential regulation of genes for fetoplacental lipid pathways in pregnancy with gestational and type 1 diabetes mellitus. *Am J Obstet Gynecol*. 2009; 20:209-10.
5. Desai M, Crowther N, Ozanne SE, Lucas A, Hales CN. Adult glucose and lipid metabolism may be programmed during fetal life. *Biochem Soc Trans*. 1995;23:331–5.
6. Kramer MS, Kakuma R. Energy and protein intake in pregnancy. *Cochrane Database of Systematic Reviews*. In: The Cochrane Library, Issue 11, Art. No. CD000032. DOI: 10.1002/14651858.CD000032.pub2.
7. Baschat AA, Hecher K. Fetal growth restriction due to placental disease. *Semin Perinatol*. 2004; 28:67– 80.

8. Verburg BO, Jaddoe VW, Wladimiroff JW, Hofman A, Witteman JC, Steegers EA. Fetal hemodynamic adaptive changes related to intrauterine growth: the Generation R Study. *Circulation*. 2008;117:649-59.
9. ACOG (American College of Obstetricians and Gynecologists). Committee on Obstetric. Exercise during pregnancy and the postpartum period. Practice n.º 267. *Am Col Obstet Gynecol* 2002; 99: 171-174.
10. Pivarnik JM, Chambliss HO, Clapp JF, Dugan SA, Hatch MC, Lovelady CA et al. Impact of physical activity during pregnancy and postpartum on chronic disease risk. *Med Sci Sports Exerc* 2006;989–1006.
11. Artal R, Catanzaro RB, Gavard JA, Mostello DJ, Friganza JC. A lifestyle intervention of weight-gain restriction: diet and exercise in obese women with gestational diabetes mellitus. *Appl Physiol Nutr Metab*. 2007;32:596–601.
12. Kramer Michael S, McDonald Sheila W. Aerobic exercise for women during pregnancy. *Cochrane Database of Systematic Reviews*. In: The Cochrane Library, Issue 11, Art. No. CD000180. DOI: 10.1002/14651858.CD000180.pub3.
13. Rafla NM. Umbilical artery flow velocity waveforms following maternal exercise. *J Obstet Gynaecol*. 1999;19:385-9.
14. Barker DJ, Osmond C, Golding J, Kuh D, Wadsworth ME. Growth in utero, blood pressure in childhood and adult life, and mortality from cardiovascular disease. *Br Med J* 1989; 298:564-7.
15. Barker DJP. Fetal origins of coronary heart disease. *BMJ* 1995; 311:171–4.
16. Langley SC, Jackson AA. Increased systolic blood pressure in adult rats induced by fetal exposure to maternal low protein diets. *Clin Sci*. 1994;86:217–22.
17. Desai M, Crowther N, Ozanne SE, Lucas A, Hales CN. Adult glucose and lipid metabolism may be programmed during fetal life. *Biochem Soc Trans*. 1995;23:331–5.

18. Lumey LH. Compensatory placental growth after restricted maternal nutrition in early pregnancy. *Placenta*. 1998; 19:105-11.
19. Khong TY, De Wolf F, Robertson WB, Brosens I. Inadequate maternal vascular response to placentation in pregnancies complicated by pre-eclampsia and by small-for-gestational age infants. *Br J Obstet Gynaecol*. 1986; 93:1049-59.
20. Brosens I, Robertson WB, Dixon HG. The physiological response of the vessels of the placental bed to normal pregnancy. *J Pathol Bacteriol*. 1967. 93: 569-79.
21. Pijnenborg R, Dixon G, Robertson WB, Brosens I.. Trophoblastic invasion of human deciduas from 8 to 18 weeks of pregnancy. *Placenta*. 1980; 1: 3-19.
22. Gerretsen G, Huisjes HJ, Hardonk MJ, Elema JD.. Trophoblast alterations in the placental bed in relation to physiological changes in spiral arteries. *Br J Obstet Gynaecol*. 1983; 90: 34-9.
23. Parretti E, Mealli F, Magrini A, Cioni R, Mecacci F, La Torre P, et al. Cross-sectional and longitudinal evaluation of uterine artery Doppler velocimetry for the prediction of pre-eclampsia in normotensive women with specific risk factors. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2003; 22:160-5.
24. Albaiges G, Missfelder-Lobos H, Lees C, Parra M, Nicolaides KH. One-stage screening for pregnancy complications by color Doppler assessment of the uterine arteries at 23 weeks' gestation. *Obstet Gynecol*. 2000; 96: 559-64.
25. Quintero J, Villamediana J, Paravisini I, Brito J, Cadena L. Velocimetría Doppler de la arteria uterina como factor de predicción de preeclampsia y crecimiento fetal restringido. *Rev Obstet Ginecol Venez* 2002; 62:153-9.
26. Mitra SC, Seshan SV, Riachi LE. Placental vessel morphometry in growth retardation and increased resistance of the umbilical artery Doppler flow. *J Matern Fetal Med*. 2000; 9:282-6.

27. Peeters LL, Sheldon RE, Jones MD Jr, Makowki EL, Meschia G. Blood flow to fetal organs as a function of arterial oxygen content. *Am J Obstet Gynecol* 1979; 135:637-646.
28. Gramellini D, Folli MC, Raboni S, Vadora E, Merialdi A. Cerebral-umbilical Doppler ratio as a predictor of adverse perinatal outcome. *Obstet Gynecol* 1992; 79: 416-420.
29. Mari G, Deter RL. Middle cerebral artery flow velocity waveforms in normal and small-for-gestational-age fetuses. *Am J Obstet Gynecol* 1992; 166:1262-70.
30. Wladimiroff JW, Tonge HM, Stewart PA. Doppler ultrasound assessment of cerebral blood flow in the human fetus. *Br J Obstet Gynecol* 1986; 93:471-475.
31. Wladimiroff JW, Van den Wijngaard JAGV, Degani S, Noordam MJ, Van Eyck J, Tonge HM. Cerebral and umbilical arterial blood flow velocity waveforms in normal and growth – retarded pregnancies. *Obstet Gynecol* 1987;69:705.
32. Franzin CMMO, Silva JLP, Marussi EF, Parmigiani SV. Centralização do fluxo sangüíneo fetal diagnosticado pela dopplervelocimetria em cores: resultados perinatais. *Rev Bras Ginecol Obstet*. 2001; 23:659-65.
33. Arias F. Accuracy of the middle-cerebral-to-umbilical-artery resistance index ratio in the prediction of neonatal outcome in patients at high risk for fetal and neonatal complications. *Am J Obstet Gynecol* 1994; 171:1541-1545.
34. Garris DR, Kasperek GJ, Overton SV, Alligood GR Jr. Effects of exercise on fetal-placental growth and uteroplacental blood flow in the rat. *Biol Neonate*.1985; 47:223-9.
35. Bell AW, Hales JR, Fawcett AA, King RB. Effects of exercise and heat stress on regional blood flow in pregnant sheep. *J Appl Physiol*.1986;60:1759-64.
36. Lotgering FK, Gilbert RD, Longo LD. Exercise responses in pregnant sheep: oxygen consumption, uterine blood flow, and blood volume. *J Appl Physiol*. 1983; 55:834-41.

- 37.Kardel RK, Kase T. Training in pregnant women: effects on fetal development and birth. *Am J Obstet Gynecol* 1998; 178: 280-6.
- 38.Hatch MC, Shu XO, Mclean DE Maternal exercise during pregnancy, physical fitness, and fetal growth. *Am J Epidemiol* 1993; 137: 1105-14.
- 39.Clapp JF: The effects of maternal exercise on fetal oxygenation and feto-placental growth. *Eur J Obstet Gynecol Reprod Biol*, 2003; 110 Suppl 1:S80-5.
- 40.Clapp JF; Kim H; Burciu B; Lopez B. Beginning regular exercise in early pregnancy: effect on fetoplacental growth. *Am J Obstet Gynecol*, 2000; 183:1484-8.
- 41.Barakat R, Lucia A, Ruiz JR Resistance exercise training during pregnancy and newborn's birth size: a randomised controlled trial. *Int J Obes (Lond)*. 2009; 33: 1048-57.
- 42.Owe KM, Nystad W, Bø K. Association between regular exercise and excessive newborn birth weight. *Obstet Gynecol*. 2009;114:770-6.
- 43.Collings CA, Curet LB, Mullin JP. Maternal and fetal responses to a maternal aerobic exercise program. *American Journal of Obstetrics and Gynecology* 1983; 145:702-7.
- 44.Erkkola R, Makela M. Heart volume and physical fitness of parturients. *Annals of Clinical Research* 1976;8:15-21.
- 45.Bell RJ, Palma SM, Lumley JM. The effect of vigorous exercise during pregnancy on birth-weight. *Aust NZ J Obstet Gynaecol*. 1995;35:46-51.
- 46.Neufeld LM, Haas JD, Grajeda R, Martorell R. Changes in maternal weight from the first to second trimester of pregnancy are associated with fetal growth and infant length at birth. *American Journal of Clinical Nutrition* 2004; 79:646-52.
- 47.Thame M, Osmond C, Bennett F, Wilks R, Forrester T. Fetal growth is directly related to maternal anthropometry and placental volume.*Eur J Clin Nutr* 2004; 58:894-900.

48. Plasencia W, Akolekar R, Dagklis T, Veduta A, Nicolaides KH. Placental volume at 11-13 weeks' gestation in the prediction of birth weight percentile. *Fetal Diagn Ther.* 2011; 30:23-8.
49. Curet LB, Orr JA, Rankin JH. Effect of exercise on cardiac output and distribution of uterine blood flow in pregnant ewes. *J Appl Physiol* 1976;40:725-8.
50. MacPhail A, Davies GA, Victory R, Wolfe LA. Maximal exercise testing in late gestation: fetal responses. *Obstet Gynecol.* 2000; 96:565-570.
51. Clapp JF. Influence of endurance exercise and diet on human placental development and fetal growth. *Placenta.* 2006; 27:527-3.
52. Kennelly MM, Geary M, McCaffrey N, McLoughlin P, Staines A, McKenna P. Exercise-related changes in umbilical and uterine artery waveforms as assessed by Doppler Ultrasound scans. *Am J Obstet Gynecol.* 2002; 167: 661-6.
53. Rafla NM. Umbilical artery flow velocity waveforms following maternal exercise. *J Obstet Gynaecol.* 1999;19:385-9.
54. Rafla NM, Etokowo GA The effect of maternal exercise on uterine artery velocimetry waveforms. *J Obstet Gynaecol.* 1998;18:14-7.
55. Salvesen KA, Hem E, Sundgot-Borgen J. Fetal wellbeing may be compromised during strenuous exercise among pregnant elite athletes. *Br J Sports Med.* 2011.
56. Chaddha V, Simchen MJ, Homberger LK, Allen VM, Fallah S, Coates AL et al. Fetal response to maternal exercise in pregnancies with uteroplacental insufficiency. *Am J Obstet Gynecol* 2005; 193: 995-9.
57. Ertan AK, Schanz S, Tanriverdi HA, Meyberg R, Schmidt W. Doppler examinations of fetal and uteroplacental blood flow in AGA and IUGR fetuses before and after maternal physical exercise with the bicycle ergometer. *J Perinat Med.* 2004;32:260-5.

58. Hackett GA, Cohen-Overbeek T, Campbell S. The effect of exercise on uteroplacental Doppler waveforms in normal and complicated pregnancies. *Obstet Gynecol.* 1992; 79: 919-23.
59. Bonnin P, Bazzi-Grossin C, Ciraru-Vigneron N, Bailliat O, Kedra AW, Savin E et al. Evidence of fetal cerebral vasodilatation induced by submaximal maternal dynamic exercise in human pregnancy. *J Perinat Med.* 1997; 25: 63-70.
60. Erkkola RU, Pirhonen JP, Kivijärvi AK. Flow velocity waveforms in uterine and umbilical arteries during submaximal bicycle exercise in normal pregnancy. *Obstet Gynecol.* 1992;79:611-5.
61. Ruissen C, Jager W, von Drongelen M, Hoogland H. The influence of maternal exercise on the pulsatility index of the umbilical artery blood velocity waveform. *Eur J Obstet Gynecol Reprod Biol.* 1990;37:1-6.
62. Veille JC, Bacevice AE, Wilson B, Janos J, Hellerstein HK. Umbilical artery waveform during bicycle exercise in normal pregnancy. *Obstet Gynecol.* 1989; 73: 957-60.
63. Morrow RJ, Ritchie JW, Bull SB. Fetal and maternal hemodynamic responses to exercise in pregnancy assessed by Doppler ultrasonography. *Am J Obstet Gynecol.* 1989;160:138-40.
64. Moore DH, Jarrett JC 2nd, Bendick PJ. Exercise-induced changes in uterine artery blood flow, as measured by Doppler ultrasound, in pregnant subjects. *Am J Perinatol.* 1988; 5: 94-7.
65. Steegers EA, Buunk G, Binkhorst RA, Jongsma HW, Wijn PF, Hein PR. The influence of maternal exercise on the uteroplacental vascular bed resistance and the fetal heart rate during normal pregnancy. *Eur J Obstet Gynecol Reprod Biol.* 1988; 27:21-6.
66. Manders MA, Sonder GJ, Mulder EJ, Visser GH. The effects of maternal exercise on fetal heart rate and movement patterns. *Early Hum Dev* 1997; 48:237-47.

67. Kennelly MM, McCaffrey N, McLoughlin P, Lyons S, McKenna P. Fetal heart rate response to strenuous maternal exercise: not a predictor of fetal distress. *Am J Obstet Gynecol.* 2002;187:811-6.
68. Barakat R, Ruiz JR, Rodríguez-Romo G, Montejo-Rodríguez R, Lucia A. Does exercise training during pregnancy influence fetal cardiovascular responses to an exercise stimulus? Insights from a randomised, controlled trial. *Br J Sports Med.* 2010;44:762-4.
69. Silveira C, Pereira BG, Cecatti JG, Cavalcante SR, Pereira RI. Fetal cardiotocography before and after water aerobics during pregnancy. *Reprod Health.* 2010; 31:7-23.
70. Borg GAV. Psychophysical bases of perceived exhaustion. *Med Sci Sports Exerc* 1982;14:377–81.
71. Blair SN. Physical activity, epidemiology, public health, and the American College of Sports Medicine. *Med Sci Sports Exerc.* 2003;35:1463.
72. Royal College of Obstetrics and Gynaecology. Exercise in pregnancy. (2006) Accessed via www.rcog.org.uk/womens-health/clinical-guidance/exercise-pregnancy [date last accessed 31.08.2010].
73. Matsudo VKR, Matsudo SMM. Atividade física e esportiva na gravidez. In: Tedesco JJ (ed.). *A grávida.* São Paulo: Atheneu; 2000:53-81.
74. Bell R, O'Neill M. Exercise and pregnancy. *Birth* 1994; 21:85-95.
75. O'Neill ME. Maternal rectal temperature and fetal heart rate responses to upright cycling in late pregnancy. *Br J Sports Med.* 1996;30:32-5.
76. Boutron I, Moher D, Altman DG, Schulz KF, Ravaud P, CONSORT Group. Extending the CONSORT statement to randomized trials of nonpharmacologic treatment: explanation and elaboration. *Ann Intern Med.* 2008 19;148:295-309.

- 77.Hadlock FP, Harrist RB, Sharman RS, Deter, RL, Seung, KP. Estimation of fetal weight with the use of head, body, and femur measurements - A prospective study. *Am J Obstet Gynecol*, 1983; 151:333-7.
- 78.Alexander GR, Himes JH, Kaufman RB, Mor J, Kogan M. A United States national reference for fetal growth. *Obstet Gynecol*. 1996;87:163-8.
- 79.Report of the National High Blood Pressure Education Program. Working group report on high blood pressure in pregnancy. *Am J Obstet Gynecol* 2000; 183(Suppl):1-22.
- 80.Yamamoto RM, Miyadahira S, Francisco RPV, Steinman DS, Okatani D, Zugaib M. Avaliação da vitalidade fetal em gestações de alto risco: resultados do perfil biofísico e hemodinâmico fetal e análise dos resultados neonatais. *Rev Ginecol Obstet* 1999; 10:177-186.
- 81.Gosling RG, King DH. Ultrasonic angiology. In:J.Malcom Pearce, ed. *Doppler ultrasound in perinatal medicine*. Oxford, 1992.
- 82.Mottola MF, Davenport MH, Brun CR, Inglis SD, Charlesworth S, Sopper MM. VO₂peak prediction and exercise prescription for pregnant women. *Med Sci Sports Exerc*. 2006; 38:1389-95.
- 83.Dawes GS, Redman CW. Computerised and visual assessment of the cardiotocograph. *Br J Obstet Gynaecol*. 1993; 100:701-2.
- 84.Lakoski SG, Barlow CE, Farrell SW, Berry JD, Morrow JR Jr, Haskell WL. Impact of body mass index, physical activity, and other clinical factors on cardiorespiratory fitness (from the Cooper Center longitudinal study). *Am J Cardiol*. 2011;108:34-9.
- 85.V Diretrizes da Sociedade Brasileira de Hipertensão Arterial. Sociedade Brasileira de Cardiologia / Departamento de Hipertensão Arterial
<http://departamentos.cardiol.br/dha/vdiretriz/slides/slides.asp>.

- 86.Chasan-Taber L, Schmidt MD, Roberts DE, Hosmer D, Markenson G, Freedson PS. Development and validation of a Pregnancy Physical Activity Questionnaire. *Med Sci Sports Exerc.* 2004;36:1750-60.
- 87.Silva FT. Avaliação do nível de atividade física durante a gestação. *Rev. Bras. Ginecol. Obstet.*2007; 29:490.
- 88.Hadlock FP, Harrist RB, Martinez-Poyer J. In utero analysis of fetal growth: A sonographic weight standard. *Radiology*; 1991,181:129-31.
- 89.Plasencia W, Maiz N, Bonino S, Kaihura C, Nicolaides KH.Uterine artery Doppler at 11 + 0 to 13 + 6 weeks in the prediction of pre-eclampsia. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2007; 30: 742–74.
- 90.Arduini D, Rizzo G. Normal values of pulsatility index from fetal vessels: a cross-sectional study on 1556 healthy fetuses. *J Perinat Med* 1990; 18:165-72.
- 91.Greco E, Lange A, Ushakov F, Calvo JR, Nicolaides KH. Prediction of spontaneous preterm delivery from endocervical length at 11 to 13 weeks. *Prenat Diagn* 2011;31:84-9.
- 92.Mesquita A, Trabulo M, Mendes M, Seabra GR. Frequência cardíaca máxima na prova de esforço 220 – idade ou tabela de Sheffield? *Revista Portuguesa de Cardiologia.* 1996; 15:139-144.
- 93.Brasil. Ministério da Saúde. Conselho Nacional de Saúde. Comissão Nacional de ética em Pesquisa - CONEP. Resolução nº 196/96 sobre pesquisa envolvendo seres humanos. Brasília, 1996.
- 94.Melo ASO. Exercise and pregnancy: Randomized Clinical Trial. Disponível em <https://register.clinicaltrials.gov/prs/app/action/DownloadReceipt?uid=U0000L34&ts=69&sid=S0001HFJ&cx=nf22u8>.
- 95.Murta CGV, Batistuta PN, Cunha Filho JS. Dopplerfluxometria no estudo da circulação fetal: revisão do aspecto segurança. *Radiol Bras.* 2002; 35: 46.

8. Anexos

8.1. Anexo 1 – Questionário de Atividade Física para Gestante – QAFG

Formulário nº.

NOME _____

DATA ____/____/____

Idade gestacional _____

Durante este trimestre, quando você não está trabalhando, quanto tempo você usualmente passa:

ATIVIDADES DOMÉSTICAS

1. Preparando refeições (cozinhando, arrumando a mesa, lavando os pratos)

- | | |
|---|--|
| ☐ Nenhum | ☐ 1 a quase 2 horas por dia |
| ☐ Menos de 1/2 hora por dia | ☐ 2 a quase 3 horas por dia |
| ☐ 1/2 a quase 1 hora por dia | ☐ 3 ou mais hora por dia |

2. Vestindo, dando banho, alimentando crianças enquanto você está sentada:

- | | |
|---|--|
| ☐ Nenhum | ☐ 1 a quase 2 horas por dia |
| ☐ Menos de 1/2 hora por dia | ☐ 2 a quase 3 horas por dia |
| ☐ 1/2 a quase 1 hora por dia | ☐ 3 ou mais hora por dia |

3. Vestindo, dando banho, alimentando crianças enquanto você está em pé parada

- | | |
|---|--|
| ☐ Nenhum | ☐ 1 a quase 2 horas por dia |
| ☐ Menos de 1/2 hora por dia | ☐ 2 a quase 3 horas por dia |
| ☐ 1/2 a quase 1 hora por dia | ☐ 3 ou mais hora por dia |

4. Carregando crianças

- | | |
|---|--|
| ☐ Nenhum | ☐ 1 a quase 2 horas por dia |
| ☐ Menos de 1/2 hora por dia | ☐ 2 a quase 3 horas por dia |
| ☐ 1/2 a quase 1 hora por dia | ☐ 3 ou mais hora por dia |

5. Brincando com crianças enquanto você está sentada ou em pé parada

- | | |
|---|--|
| ☐ Nenhum | ☐ 1 a quase 2 horas por dia |
| ☐ Menos de 1/2 hora por dia | ☐ 2 a quase 3 horas por dia |
| ☐ 1/2 a quase 1 hora por dia | ☐ 3 ou mais hora por dia |

6. Brincar com criança caminhando ou correndo

- | | |
|---|--|
| ☐ Nenhum | ☐ 1 a quase 2 horas por dia |
| ☐ Menos de 1/2 hora por dia | ☐ 2 a quase 3 horas por dia |
| ☐ 1/2 a quase 1 hora por dia | ☐ 3 ou mais hora por dia |

7. Cuidar de um adulto (idoso ou que precise de cuidados especiais)

- | | |
|---|--|
| ☐ Nenhum | ☐ 1 a quase 2 horas por dia |
| ☐ Menos de 1/2 hora por dia | ☐ 2 a quase 3 horas por dia |
| ☐ 1/2 a quase 1 hora por dia | ☐ 3 ou mais hora por dia |

8. Usando o computador ou escrevendo sentada, sem ser no trabalho

- | | |
|---|--|
| ☐ Nenhum | ☐ 1 a quase 2 horas por dia |
| ☐ Menos de 1/2 hora por dia | ☐ 2 a quase 3 horas por dia |
| ☐ 1/2 a quase 1 hora por dia | ☐ 3 ou mais hora por dia |

9. Assistindo TV, DVD, ouvindo rádio

- | | |
|---|--|
| ☐ Nenhum | ☐ 1 a quase 2 horas por dia |
| ☐ Menos de 1/2 hora por dia | ☐ 2 a quase 3 horas por dia |
| ☐ 1/2 a quase 1 hora por dia | ☐ 3 ou mais hora por dia |

10. Lendo, conversando ou telefonando sentada, sem ser no trabalho

- | | |
|---|--|
| ☐ Nenhum | ☐ 1 a quase 2 horas por dia |
| ☐ Menos de 1/2 hora por dia | ☐ 2 a quase 3 horas por dia |
| ☐ 1/2 a quase 1 hora por dia | ☐ 3 ou mais hora por dia |

11. Brincando com animais

- | | |
|---|--|
| ☐ Nenhum | ☐ 1 a quase 2 horas por dia |
| ☐ Menos de 1/2 hora por dia | ☐ 2 a quase 3 horas por dia |
| ☐ 1/2 a quase 1 hora por dia | ☐ 3 ou mais hora por dia |

12. Limpeza leve (arrumar camas, varrer casa, guardar objetos)

- | | |
|---|--|
| ☐ Nenhum | ☐ 1 a quase 2 horas por dia |
| ☐ Menos de 1/2 hora por dia | ☐ 2 a quase 3 horas por dia |
| ☐ 1/2 a quase 1 hora por dia | ☐ 3 ou mais hora por dia |

13. Limpeza pesada (passando pano, lavando janelas)

- | | |
|---|--|
| ☐ Nenhum | ☐ 1 a quase 2 horas por dia |
| ☐ Menos de 1/2 hora por dia | ☐ 2 a quase 3 horas por dia |
| ☐ 1/2 a quase 1 hora por dia | ☐ 3 ou mais hora por dia |

14. Lavar, estender e passar roupa (sem máquina)

- | | |
|---|--|
| ☐ Nenhum | ☐ 1 a quase 2 horas por dia |
| ☐ Menos de 1/2 hora por dia | ☐ 2 a quase 3 horas por dia |
| ☐ 1/2 a quase 1 hora por dia | ☐ 3 ou mais hora por dia |

15. Fazer compras (comidas, roupas ou outros itens)

- | | |
|---|--|
| ☐ Nenhum | ☐ 1 a quase 2 horas por dia |
| ☐ Menos de 1/2 hora por dia | ☐ 2 a quase 3 horas por dia |
| ☐ 1/2 a quase 1 hora por dia | ☐ 3 ou mais hora por dia |

16. Cortando grama, limpando o quintal (capinando)

- | | |
|---|--|
| ☐ Nenhum | ☐ 1 a quase 2 horas por dia |
| ☐ Menos de 1/2 hora por dia | ☐ 2 a quase 3 horas por dia |
| ☐ 1/2 a quase 1 hora por dia | ☐ 3 ou mais hora por dia |

17. Quanto tempo você dorme durante o dia

- | | |
|---|---|
| ☐ Nenhum | ☐ 1 a quase 2 horas por dia |
| ☐ Menos de 1/2 hora por dia | ☐ 2 a quase 3 horas por dia |
| ☐ 1/2 a quase 1 hora por dia | ☐ 3 ou mais hora por dia _____ |

18. Quanto tempo você dorme durante a noite

- | | |
|--|--|
| ☐ Nenhum | ☐ 4 a quase 5 horas |
| ☐ até 2 horas | ☐ 5 a quase 6 horas |
| ☐ 2 a quase 4 horas | ☐ 6 ou mais horas _____ |

19. Igreja

- ☐ Nenhum
☐ Menos de 1/2 hora por dia
☐ 1/2 a quase 1 hora por dia

- ☐ 1 a quase 2 horas por dia
☐ 2 a quase 3 horas por dia
☐ 3 ou mais hora por dia

20. Subir escada

- ☐ Nenhum
☐ Menos de 1/2 hora por dia
☐ 1/2 a quase 2 horas por dia

- ☐ 2 a quase 4 horas por dia
☐ 4 a quase 6 horas por dia
☐ 6 horas por dia

Indo para lugares (Não para diversão ou exercício)

21. Caminhando lentamente para lugares (ônibus, trabalho, visita)

- ☐ Nenhum
☐ Menos de 1/2 hora por dia
☐ 1/2 a quase 1 hora por dia

- ☐ 1 a quase 2 horas por dia
☐ 2 a quase 3 horas por dia
☐ 3 ou mais hora por dia

22. Caminhando rapidamente para lugares (ônibus, trabalho, escola)

- ☐ Nenhum
☐ Menos de 1/2 hora por dia
☐ 1/2 a quase 1 hora por dia

- ☐ 1 a quase 2 horas por dia
☐ 2 a quase 3 horas por dia
☐ 3 ou mais hora por dia

23. Dirigindo ou andando de carro ou ônibus

- ☐ Nenhum
☐ Menos de 1/2 hora por dia
☐ 1/2 a quase 1 hora por dia

- ☐ 1 a quase 2 horas por dia
☐ 2 a quase 3 horas por dia
☐ 3 ou mais hora por dia

Para diversão ou exercício

24. Caminhando lentamente

- ☐ Nenhum
☐ Menos de 1/2 hora por dia
☐ 1/2 a quase 1 hora por dia

- ☐ 1 a quase 2 horas por dia
☐ 2 a quase 3 horas por dia
☐ 3 ou mais hora por dia

25. Caminhando mais rapidamente

- ☐ Nenhum
☐ Menos de 1/2 hora por dia
☐ 1/2 a quase 1 hora por dia

- ☐ 1 a quase 2 horas por dia
☐ 2 a quase 3 horas por dia
☐ 3 ou mais hora por dia

26. Caminhando rapidamente em ladeiras

- ☐ Nenhum
☐ Menos de 1/2 hora por dia
☐ 1/2 a quase 1 hora por dia

- ☐ 1 a quase 2 horas por dia
☐ 2 a quase 3 horas por dia
☐ 3 ou mais hora por dia

27. Dança

- ☐ Nenhum
☐ Menos de 1/2 hora por dia
☐ 1/2 a quase 1 hora por dia

- ☐ 1 a quase 2 horas por dia
☐ 2 a quase 3 horas por dia
☐ 3 ou mais hora por dia

Outras atividades para diversão ou exercício?

28. Nome da atividade: _____

- ☐ Nenhum
☐ Menos de 1/2 hora por dia
☐ 1/2 a quase 1 hora por dia

- ☐ 1 a quase 2 horas por dia
☐ 2 a quase 3 horas por dia
☐ 3 ou mais hora por dia

29. Nome da atividade: _____

- | | |
|---|--|
| ☐ Nenhum | ☐ 1 a quase 2 horas por dia |
| ☐ Menos de 1/2 hora por dia | ☐ 2 a quase 3 horas por dia |
| ☐ 1/2 a quase 1 hora por dia | ☐ 3 ou mais hora por dia |

Preencher a próxima seção se trabalhar recebendo salário, mesmo que trabalho informal, como um voluntário, ou se for um estudante. Se for uma dona de casa, fora de trabalho, ou incapaz trabalhar, não precisa completar esta última seção.

No trabalho...

30. A Sra. faz alguma atividade pelo qual recebe pagamento?

- ☐ Não
☐ Sim

31. O que a Sra. faz no trabalho? _____

32. Quantos dias a Sra. trabalha na semana? _____ dias

33. Quantas horas a Sra. trabalha por dia? _____ horas

34. Sentando no trabalho ou sala de aula

- | | |
|--|--|
| ☐ Nenhum | ☐ 2 a quase 4 horas por dia |
| ☐ Menos de 1/2 hora por dia | ☐ 4 a quase 6 horas por dia |
| ☐ 1/2 a quase 2 horas por dia | ☐ 6 horas por dia |

35. Parada em pé ou caminhando devagar carregando objetos pesados no trabalho

- | | |
|--|--|
| ☐ Nenhum | ☐ 2 a quase 4 horas por dia |
| ☐ Menos de 1/2 hora por dia | ☐ 4 a quase 6 horas por dia |
| ☐ 1/2 a quase 2 horas por dia | ☐ 6 horas por dia |

36. Parada em pé ou caminhando devagar sem carregar objetos no trabalho

- | | |
|--|--|
| ☐ Nenhum | ☐ 2 a quase 4 horas por dia |
| ☐ Menos de 1/2 hora por dia | ☐ 4 a quase 6 horas por dia |
| ☐ 1/2 a quase 2 horas por dia | ☐ 6 horas por dia |

37. Caminhando rápido no trabalho carregando objetos pesados

- | | |
|--|--|
| ☐ Nenhum | ☐ 2 a quase 4 horas por dia |
| ☐ Menos de 1/2 hora por dia | ☐ 4 a quase 6 horas por dia |
| ☐ 1/2 a quase 2 horas por dia | ☐ 6 horas por dia |

38. Caminhando rápido no trabalho sem carregar objetos

- | | |
|--|--|
| ☐ Nenhum | ☐ 2 a quase 4 horas por dia |
| ☐ Menos de 1/2 hora por dia | ☐ 4 a quase 6 horas por dia |
| ☐ 1/2 a quase 2 horas por dia | ☐ 6 horas por dia |

Entrevistador: _____

Crítica	Data

8.2. Anexo 2 – Quadro 1

Quadro 1. Opções de respostas adaptadas para faixas de tempo correspondentes ao QAFG

Questões do QAFG	Nenhuma	– que 30 min./dia	De 30 min. a 1 h/dia	De 1 a 2 h/dia	De 2 a 3 h/dia	De 3 h ou mais/dia
3	0	0,25	0,75	1,5	2,5	3,0
4	0	0,25	0,75	1,5	2,5	3,0
5	0	0,25	0,75	1,5	2,5	3,0
6	0	0,25	0,75	1,5	2,5	3,0
7	0	0,25	0,75	1,5	2,5	3,0
8	0	0,25	0,75	1,5	2,5	3,0
9	0	0,25	0,75	1,5	2,5	3,0
10	0	0,25	0,75	1,5	2,5	3,0
12	0	0,25	0,75	1,5	2,5	3,0
13	0	0,25	0,75	1,5	2,5	3,0
14	0	0,25	0,75	1,5	2,5	3,0
17	0	0,25	0,75	1,5	2,5	3,0
18	0	0,25	0,75	1,5	2,5	3,0
19	0	0,25	0,75	1,5	2,5	3,0
11	0	0,25	1,25	3,0	5,0	6,0
29	0	0,25	1,25	3,0	5,0	6,0
30	0	0,25	1,25	3,0	5,0	6,0
31	0	0,25	1,25	3,0	5,0	6,0
32	0	0,25	1,25	3,0	5,0	6,0
33	0	0,25	1,25	3,0	5,0	6,0
15	0	0,25	0,75	1,5	2,5	3,0
16	0	0,25	0,75	1,5	2,5	3,0
20	0	0,25	0,75	1,5	2,5	3,0
21	0	0,25	0,75	1,5	2,5	3,0
22	0	0,25	0,75	1,5	2,5	3,0
23	0	0,25	0,75	1,5	2,5	3,0
24	0	0,25	0,75	1,5	2,5	3,0
25	0	0,25	0,75	1,5	2,5	3,0
26	0	0,25	0,75	1,5	2,5	3,0
27	0	0,25	0,75	1,5	2,5	3,0
28	0	0,25	0,75	1,5	2,5	3,0
Fonte: Silva FT. Avaliação do nível de atividade física durante a gestação (84)						

8.3. Anexo 3 – Comitê de Ética da Universidade Estadual da Paraíba



Documento do projeto - CAAP - 0323.0.133.000-07



Título do Projeto de Pesquisa
EFEITO DO EXERCÍCIO FÍSICO DURANTE A GRAVIDEZ SOBRE O FLUXO SANGÜÍNEO FETO-PLACENTÁRIO E O CRESCIMENTO FETAL: ENSAIO CLÍNICO RANDOMIZADO

Situação	Data Inicial no CEP	Data Final no CEP	Data Inicial na CONEP	Data Final na CONEP
Aprovado no CEP	01/11/2007 10:07:58	14/05/2008 10:28:49		

Descrição	Data	Documento	Nº do Doc	Origem
1 - Envio da Folha de Rosto pela Internet	27/10/2007 21:45:21	Folha de Rosto	FR163644	Pesquisador
2 - Recebimento de Protocolo pelo CEP (<i>Check-List</i>)	01/11/2007 10:07:59	Folha de Rosto	0323.0.133.000-07	CEP
3 - Protocolo Aprovado no CEP	14/05/2008 10:28:49	Folha de Rosto	0232.0.133.000-07	CEP

 Voltar

9. Apêndices

9.1. Apêndice 1 – Ficha para Inclusão no Estudo

EFEITO DO EXERCÍCIO FÍSICO DURANTE A GRAVIDEZ SOBRE O FLUXO SANGUÍNEO FETO-PLACENTÁRIO E O CRESCIMENTO FETAL: ENSAIO CLÍNICO RANDOMIZADO

Formulário nº.

Pesquisadora: _____

Nome: _____ Data: /

Idade: anos

CRITÉRIOS DE INCLUSÃO

- ☐ Idade gestacional 13 semanas:
 - IG USG: semanas dias
 - IG DUM: semanas dias
- ☐ Gestação única
- ☐ Feto vivo

CRITÉRIOS DE EXCLUSÃO

- ☐ Doenças maternas associadas conhecidas: Qual? _____
- ☐ Sangramento genital
- ☐ Descolamento prematuro de placenta
- ☐ Anomalias fetais
- ☐ Placenta prévia
- ☐ Amniorrexe prematura
- ☐ História prévia de parto prematuro
- ☐ Colo uterino menor que 2,5 cm medido através de ultrassonografia transvaginal
- ☐ Tabagismo
- ☐ Pacientes que se negou à participação do estudo

CRITÉRIOS PARA DESCONTINUAÇÃO DO ESTUDO

- ☐ Desejo da paciente
- ☐ Diagnóstico de Centralização fetal
- ☐ Diagnóstico de oligo-hidrânio
- ☐ Diagnóstico de qualquer patologia que se inclua no critério de exclusão:
Qual? _____

RESULTADO: ☐ INCLUÍDA ☐ EXCLUÍDA

9.2. Apêndice 2 – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

(De acordo com os critérios da resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde)

Você está sendo convidada como voluntária a participar da pesquisa: **Efeito do exercício físico durante a gravidez sobre o fluxo sanguíneo feto-placentário e o crescimento fetal: ensaio clínico randomizado.**

A JUSTIFICATIVA, OS OBJETIVOS E OS PROCEDIMENTOS:

O motivo que nos leva a estudar o problema é a grande quantidade de bebês nascendo com peso excessivo. O objetivo desse projeto é estudar o efeito do exercício físico sobre a passagem de sangue da mãe para o bebê durante a gestação, além da influência sobre o crescimento do feto e o peso do bebê quando ele nasce. Iremos estudar também se o exercício diminui a chance da gestante ter pressão alta durante a gravidez.

O(s) procedimento(s) de coleta de dados será da seguinte forma: As gestantes serão sorteadas em três grupos: um que vai fazer caminhada começando no início da gravidez (13 semanas), outro que vai fazer caminhada a partir da 20ª semana e outro que não vai fazer caminhada. As gestantes dos três grupos realizarão ultrassonografia na 13ª semana e a cada quatro semanas, a partir da 20ª semana. Todas as gestantes serão pesadas e responderão a questionários com questões sobre sua história. As gestantes realizarão ainda uma caminhada em esteira na 36ª semana para avaliarmos como se comporta o coração do bebê.

DESCONFORTOS E RISCOS E BENEFÍCIOS:

Como benefício principal destaca-se um estímulo a um estilo de vida saudável. Como as gestantes serão submetidas à ultrassonografia antes de começar o programa de caminhada, com o objetivo de afastar doenças que impeçam a gestante de fazer exercício físico, espera-se um grupo inicialmente saudável. Em gestantes saudáveis o exercício físico controlado não traz riscos para a mãe e para o bebê. Além do que serão monitorizadas durante a caminhada e avaliadas a cada quatro semanas.

FORMA DE ACOMPANHAMENTO E ASSINTÊNCIA:

A senhora será acompanhada por uma equipe formada por obstetras, educadores físicos, fisioterapeutas, pediatras, farmacêuticos, todos treinados. A senhora deverá continuar fazendo o pré-natal na sua unidade de saúde.

GARANTIA DE ESCLARECIMENTO, LIBERDADE DE RECUSA E GARANTIA DE SIGILO:

A senhora será esclarecida sobre a pesquisa em qualquer aspecto que desejar. A senhora é livre para recusar-se a participar, retirar seu consentimento ou interromper a participação a qualquer momento. A sua participação é voluntária e a recusa em participar não irá acarretar qualquer penalidade ou perda de benefícios.

O(s) pesquisador(es) irá(ão) tratar a sua identidade com padrões profissionais de sigilo. Seu nome ou o material que indique a sua participação não será liberado sem a sua permissão. Você não será identificada em nenhuma publicação que possa resultar deste estudo. Uma cópia deste consentimento informado será arquivada no IPESQ.

CUSTOS DA PARTICIPAÇÃO, RESSARCIMENTO E INDENIZAÇÃO POR EVENTUAIS DANOS:

A participação no estudo não acarretará custos para a senhora. Para ir fazer os exercícios e os exames, a senhora receberá vale-transporte e lanche no local. Receberá ainda vestuário adequado para caminhada. Temos um convênio com o corpo de bombeiros que levarão a senhora para a maternidade no momento do parto.

DECLARAÇÃO DA PARTICIPANTE OU DO RESPONSÁVEL PELA PARTICIPANTE:

Eu, _____ fui informada (o) dos objetivos da pesquisa acima de maneira clara e detalhada e esclareci minhas dúvidas. Sei que em qualquer momento poderei solicitar novas informações e motivar minha decisão se assim o desejar. A pesquisadora Adriana Melo e a pesquisadora Melania Amorim certificaram-me de que todos os dados desta pesquisa serão confidenciais.

Também sei que caso existam gastos adicionais, estes serão absorvidos pelo orçamento da pesquisa. Em caso de dúvidas poderei chamar a estudante Fabiana de Oliveira Melo ou a pesquisadora Adriana Melo no telefone (83) 3321-0607. Declaro que concordo em participar desse estudo. Recebi uma cópia deste termo de consentimento livre e esclarecido e me foi dada a oportunidade de ler e esclarecer as minhas dúvidas.

Nome	Assinatura do Participante	Data
Nome	Assinatura do Pesquisador	Data
Nome	Assinatura da Testemunha	Data

9.3. Apêndice 3 – Formulário

“EXERCÍCIO FÍSICO DURANTE A GRAVIDEZ SOBRE O FLUXO SANGUÍNEO FETO-PLACENTÁRIO E O CRESCIMENTO FETAL: ENSAIO CLÍNICO RANDOMIZADO”

Formulário nº.

Instrumento para coleta dos dados

IDENTIFICAÇÃO

Nome: _____

Idade: anos

Data de Nascimento: //

Endereço: _____

Ponto de referência: _____

Telefone: - / - /
- – Contato: _____

Data de admissão: // IG semanas

Origem: 1 - ☐ PSF _____
2 - ☐ Unidade básica _____
3 - ☐ Outras _____

VARIÁVEIS OBSTÉTRICAS

Gesta Para Aborto Neomorto Natimorto

Prematuro Macrossômico Baixo peso

Última gestação (parto ou aborto): anos

VARIÁVEIS SOCIOECONÔMICAS

Vive com o companheiro 1. ☐ Sim 2. ☐ Não

Cor: 1 - ☐ branca 2 - ☐ negra 3 - ☐ parda 4 - ☐ amarela 5 - ☐ outras

Qual foi a última série que você completou na escola?

1 - ☐ 1o. grau menor 1 - ☐ 2 - ☐ 3 - ☐ 4 - ☐
2 - ☐ 1o. grau maior 1 - ☐ 2 - ☐ 3 - ☐ 4 - ☐
3 - ☐ 2o. grau 1 - ☐ 2 - ☐ 3 - ☐
4 - ☐ Universidade 1 - ☐ 2 - ☐ 3 - ☐ 4 - ☐ 5 - ☐ 6 - ☐

Anos de estudo _____

Renda:

Pessoa	Parentesco com a gestante	Idade	Renda no mês passado
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			

(incluir aposentadoria, salário e auxílios do governo)

Renda total: Número de pessoas

Renda familiar *per capita*

DOPLERVELOCIMETRIA - 13 semanas

Artéria uterina direita

Incisura: 1. ☐ Bilateral 2. ☐ Unilateral 3. ☐ Ausente
Índice de Resistência: 1. 2. 3. Média IR:
Índice de Pulsatid.: 1. 2. 3. Média IP:
Relação A/B: 1. 2. 3. Média A/B:

Artéria uterina esquerda

Incisura: 1. ☐ Bilateral 2. ☐ Unilateral 3. ☐ Ausente
Índice de Resistência: 1. 2. 3. Média IR:
Índice de Pulsatid.: 1. 2. 3. Média IP:
Relação A/B: 1. 2. 3. Média A/B:

Média das artérias uterinas

Índice de Resistência: 1. 2. 3. Média IR:
Índice de Pulsatid.: 1. 2. 3. Média IP:
Relação A/B: 1. 2. 3. Média A/B:

DOPLERVELOCIMETRIA - 20 semanas

Artéria uterina direita

Incisura: 1. ☐ Bilateral 2. ☐ Unilateral 3. ☐ Ausente
Índice de Resistência: 1. 2. 3. Média IR:
Índice de Pulsatid.: 1. 2. 3. Média IP:
Relação A/B: 1. 2. 3. Média A/B:

Artéria uterina esquerda

Incisura:	1. ☐ Bilateral	2. ☐ Unilateral	3. ☐ Ausente	
Índice de Resistência:	1.	2.	3.	Média IR:
Índice de Pulsatid.:	1.	2.	3.	Média IP:
Relação A/B:	1.	2.	3.	Média A/B:

Média das artérias uterinas

Índice de Resistência:	1.	2.	3.	Média IR:
Índice de Pulsatid.:	1.	2.	3.	Média IP:
Relação A/B:	1.	2.	3.	Média A/B:

Artéria umbilical

Índice de Resistência:	1.	2.	3.	Média IR:
Índice de Pulsatid.:	1.	2.	3.	Média IP:
Relação A/B:	1.	2.	3.	Média A/B:

DOPLERVELOCIMETRIA - 24 semanas**Artéria uterina direita**

Incisura:	1. ☐ Bilateral	2. ☐ Unilateral	3. ☐ Ausente	
Índice de Resistência:	1.	2.	3.	Média IR:
Índice de Pulsatid.:	1.	2.	3.	Média IP:
Relação A/B:	1.	2.	3.	Média A/B:

Artéria uterina esquerda

Incisura:	1. ☐ Bilateral	2. ☐ Unilateral	3. ☐ Ausente	
Índice de Resistência:	1.	2.	3.	Média IR:
Índice de Pulsatid.:	1.	2.	3.	Média IP:
Relação A/B:	1.	2.	3.	Média A/B:

Média das artérias uterinas

Índice de Resistência:	1.	2.	3.	Média IR:
Índice de Pulsatid.:	1.	2.	3.	Média IP:
Relação A/B:	1.	2.	3.	Média A/B:

Artéria umbilical

Índice de Resistência:	1.	2.	3.	Média IR:
Índice de Pulsatid.:	1.	2.	3.	Média IP:
Relação A/B:	1.	2.	3.	Média A/B:

DOPLERVELOCIMETRIA - 28 semanas**Artéria uterina direita**

Incisura:	1. ☐ Bilateral	2. ☐ Unilateral	3. ☐ Ausente	
Índice de Resistência:	1.	2.	3.	Média IR:
Índice de Pulsatid.:	1.	2.	3.	Média IP:
Relação A/B:	1.	2.	3.	Média A/B:

Artéria uterina esquerda

Incisura:	1. ☐ Bilateral	2. ☐ Unilateral	3. ☐ Ausente	
Índice de Resistência:	1. ,	2. ,	3. ,	Média IR: ,
Índice de Pulsatilid.:	1. ,	2. ,	3. ,	Média IP: ,
Relação A/B:	1. ,	2. ,	3. ,	Média A/B: ,

Média das artérias uterinas

Índice de Resistência:	1. ,	2. ,	3. ,	Média IR: ,
Índice de Pulsatilid.:	1. ,	2. ,	3. ,	Média IP: ,
Relação A/B:	1. ,	2. ,	3. ,	Média A/B: ,

Artéria umbilical

Índice de Resistência:	1. ,	2. ,	3. ,	Média IR: ,
Índice de Pulsatilid.:	1. ,	2. ,	3. ,	Média IP: ,
Relação A/B:	1. ,	2. ,	3. ,	Média A/B: ,

Artéria cerebral média

Índice de Resistência:	1. ,	2. ,	3. ,	Média IR: ,
Índice de Pulsatilid.:	1. ,	2. ,	3. ,	Média IP: ,
Relação A/B:	1. ,	2. ,	3. ,	Média A/B: ,

DOPLERVELOCIMETRIA - 32 semanas**Artéria uterina direita**

Incisura:	1. ☐ Bilateral	2. ☐ Unilateral	3. ☐ Ausente	
Índice de Resistência:	1. ,	2. ,	3. ,	Média IR: ,
Índice de Pulsatilid.:	1. ,	2. ,	3. ,	Média IP: ,
Relação A/B:	1. ,	2. ,	3. ,	Média A/B: ,

Artéria uterina esquerda

Incisura:	1. ☐ Bilateral	2. ☐ Unilateral	3. ☐ Ausente	
Índice de Resistência:	1. ,	2. ,	3. ,	Média IR: ,
Índice de Pulsatilid.:	1. ,	2. ,	3. ,	Média IP: ,
Relação A/B:	1. ,	2. ,	3. ,	Média A/B: ,

Média das artérias uterinas

Índice de Resistência:	1. ,	2. ,	3. ,	Média IR: ,
Índice de Pulsatilid.:	1. ,	2. ,	3. ,	Média IP: ,
Relação A/B:	1. ,	2. ,	3. ,	Média A/B: ,

Artéria umbilical

Índice de Resistência:	1. ,	2. ,	3. ,	Média IR: ,
Índice de Pulsatilid.:	1. ,	2. ,	3. ,	Média IP: ,
Relação A/B:	1. ,	2. ,	3. ,	Média A/B: ,

Artéria cerebral média

Índice de Resistência:	1. ,	2. ,	3. ,	Média IR:	,
Índice de Pulsatidão:	1. ,	2. ,	3. ,	Média IP:	,
Relação A/B:	1. ,	2. ,	3. ,	Média A/B:	,

DOPLERVELOCIMETRIA - 32 semanas**Artéria uterina direita**

Incisura:	1. ☐ Bilateral	2. ☐ Unilateral	3. ☐ Ausente		
Índice de Resistência:	1. ,	2. ,	3. ,	Média IR:	,
Índice de Pulsatidão:	1. ,	2. ,	3. ,	Média IP:	,
Relação A/B:	1. ,	2. ,	3. ,	Média A/B:	,

Artéria uterina esquerda

Incisura:	1. ☐ Bilateral	2. ☐ Unilateral	3. ☐ Ausente		
Índice de Resistência:	1. ,	2. ,	3. ,	Média IR:	,
Índice de Pulsatidão:	1. ,	2. ,	3. ,	Média IP:	,
Relação A/B:	1. ,	2. ,	3. ,	Média A/B:	,

Média das artérias uterinas

Índice de Resistência:	1. ,	2. ,	3. ,	Média IR:	,
Índice de Pulsatidão:	1. ,	2. ,	3. ,	Média IP:	,
Relação A/B:	1. ,	2. ,	3. ,	Média A/B:	,

Artéria umbilical

Índice de Resistência:	1. ,	2. ,	3. ,	Média IR:	,
Índice de Pulsatidão:	1. ,	2. ,	3. ,	Média IP:	,
Relação A/B:	1. ,	2. ,	3. ,	Média A/B:	,

Artéria cerebral média

Índice de Resistência:	1. ,	2. ,	3. ,	Média IR:	,
Índice de Pulsatidão:	1. ,	2. ,	3. ,	Média IP:	,
Relação A/B:	1. ,	2. ,	3. ,	Média A/B:	,

DOPLERVELOCIMETRIA - 36 semanas**Artéria uterina direita**

Incisura:	1. ☐ Bilateral	2. ☐ Unilateral	3. ☐ Ausente		
Índice de Resistência:	1. ,	2. ,	3. ,	Média IR:	,
Índice de Pulsatidão:	1. ,	2. ,	3. ,	Média IP:	,
Relação A/B:	1. ,	2. ,	3. ,	Média A/B:	,

Artéria uterina esquerda

Incisura:	1. ☐ Bilateral	2. ☐ Unilateral	3. ☐ Ausente		
Índice de Resistência:	1. ,	2. ,	3. ,	Média IR:	,
Índice de Pulsatidão:	1. ,	2. ,	3. ,	Média IP:	,
Relação A/B:	1. ,	2. ,	3. ,	Média A/B:	,

Média das artérias uterinas

Índice de Resistência:	1. ,	2. ,	3. ,	Média IR:	,
Índice de Pulsatilid.:	1. ,	2. ,	3. ,	Média IP:	,
Relação A/B:	1. ,	2. ,	3. ,	Média A/B:	,

Artéria umbilical

Índice de Resistência:	1. ,	2. ,	3. ,	Média IR:	,
Índice de Pulsatilid.:	1. ,	2. ,	3. ,	Média IP:	,
Relação A/B:	1. ,	2. ,	3. ,	Média A/B:	,

Artéria cerebral média

Índice de Resistência:	1. ,	2. ,	3. ,	Média IR:	,
Índice de Pulsatilid.:	1. ,	2. ,	3. ,	Média IP:	,
Relação A/B:	1. ,	2. ,	3. ,	Média A/B:	,

DOPLERVELOCIMETRIA - 38 semanas**Artéria uterina direita**

Incisura:	1. ☐ Bilateral	2. ☐ Unilateral	3. ☐ Ausente		
Índice de Resistência:	1. ,	2. ,	3. ,	Média IR:	,
Índice de Pulsatilid.:	1. ,	2. ,	3. ,	Média IP:	,
Relação A/B:	1. ,	2. ,	3. ,	Média A/B:	,

Artéria uterina esquerda

Incisura:	1. ☐ Bilateral	2. ☐ Unilateral	3. ☐ Ausente		
Índice de Resistência:	1. ,	2. ,	3. ,	Média IR:	,
Índice de Pulsatilid.:	1. ,	2. ,	3. ,	Média IP:	,
Relação A/B:	1. ,	2. ,	3. ,	Média A/B:	,

Média das artérias uterinas

Índice de Resistência:	1. ,	2. ,	3. ,	Média IR:	,
Índice de Pulsatilid.:	1. ,	2. ,	3. ,	Média IP:	,
Relação A/B:	1. ,	2. ,	3. ,	Média A/B:	,

Artéria umbilical

Índice de Resistência:	1. ,	2. ,	3. ,	Média IR:	,
Índice de Pulsatilid.:	1. ,	2. ,	3. ,	Média IP:	,
Relação A/B:	1. ,	2. ,	3. ,	Média A/B:	,

Artéria cerebral média

Índice de Resistência:	1. ,	2. ,	3. ,	Média IR:	,
Índice de Pulsatilid.:	1. ,	2. ,	3. ,	Média IP:	,
Relação A/B:	1. ,	2. ,	3. ,	Média A/B:	,

DIAGNÓSTICO FETAL

Ultrassonografia 13 semanas

Frequência cardíaca fetal: bpm
Colo uterino: , cm

Ultrassonografia 20 semanas:

DBP: ,
Circunferência cefálica: ,
Circunferência abdominal: ,
Peso fetal:
Restrição de crescimento fetal

1. ☐ Sim 2. ☐ Não

Ultrassonografia 24 semanas:

DBP: ,
Circunferência cefálica: ,
Circunferência abdominal: ,
Peso fetal:
Restrição de crescimento fetal

1. ☐ Sim 2. ☐ Não

Ultrassonografia 28 semanas:

DBP: ,
Circunferência cefálica: ,
Circunferência abdominal: ,
Peso fetal:
Restrição de crescimento fetal
Perfil hemodinâmico:

1. ☐ Sim 2. ☐ Não
1. ☐ Normal 2. ☐ Centralizado

Ultrassonografia 32 semanas:

DBP: ,
Circunferência cefálica: ,
Circunferência abdominal: ,
Peso fetal:
Restrição de crescimento fetal
Perfil hemodinâmico:

1. ☐ Sim 2. ☐ Não
1. ☐ Normal 2. ☐ Centralizado

Ultrassonografia 36 semanas:

DBP: ,
Circunferência cefálica: ,
Circunferência abdominal: ,
Peso fetal:
Restrição de crescimento fetal
Perfil hemodinâmico:

1. ☐ Sim 2. ☐ Não
1. ☐ Normal 2. ☐ Centralizado

Ultrassonografia 38 semanas:

DBP: ,
Circunferência cefálica: ,
Circunferência abdominal: ,
Peso fetal:
Restrição de crescimento fetal
Perfil hemodinâmico:

1. ☐ Sim 2. ☐ Não
1. ☐ Normal 2. ☐ Centralizado

RESULTADOS NEONATAIS

Peso ao nascer: gramas
Comprimento: ,

CAMINHADA MODERADA EM ESTEIRA, FREQUÊNCIA CARDÍACA FETAL E DINÂMICA UTERINA
ENSAIO CLÍNICO RANDOMIZADO: EXERCÍCIO FÍSICO DURANTE A GRAVIDEZ

Data: / /

GRUPO

Registro:

IDENTIFICAÇÃO

Nome: _____

	PA	FC MATERNA	FCF	TÔNUS	VELOCIDADE	DISTÂNCIA
INICIO CTG						
5 minutos	X					
10 minutos	X					
15 minutos	X					
20 minutos						
INÍCIO ESTEIRA	X					
5 minutos	X					
10 minutos	X					
15 minutos	X					
20 minutos						
	PA	FC MATERNA	FCF	TÔNUS	VELOCIDADE	DISTÂNCIA
REPOUSO	X					
5 minutos	X					
10 minutos	X					
15 minutos	X					
20 minutos						

MOVIMENTOS FETAIS:	PRÉ-ESTEIRA	ESTEIRA	PÓS-ESTEIRA
ACELERAÇÕES TRANSITÓRIAS:	PRÉ-ESTEIRA	ESTEIRA	PÓS-ESTEIRA
DESACELERAÇÕES:	PRÉ-ESTEIRA	ESTEIRA	PÓS-ESTEIRA
SHORT TERM VARIATION:	PRÉ-ESTEIRA	ESTEIRA	PÓS-ESTEIRA
FCF MÉDIA:	PRÉ-ESTEIRA	ESTEIRA	PÓS-ESTEIRA