Marcelo Costa de Barros

**Efeitos dos exercícios resistidos no controle glicêmico de mulheres
portadoras de diabetes gestacional**

Dissertação apresentada à Faculdade de Medicina
da Universidade de São Paulo para obtenção de
título de Mestre em Ciências

Área de concentração: Obstetrícia e Ginecologia

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Zugaib

São Paulo

2009

Dedicatória

*Dedico este trabalho aos meus pais, pelos ensinamentos,
valores e por todo suporte oferecido até hoje,
e ao meu irmão, por todo auxílio e incentivo.*

Agradecimentos especiais

Prof. Dr. Marcelo Zugaib: Professor Titular da Disciplina de Obstetrícia da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, pela oportunidade concedida para a realização desse trabalho;

Dr. Marco Antonio Borges Lopes: agradeço não só os inúmeros conselhos recebidos, mas também toda a amizade, confiança, paciência, apoio, disponibilidade e boa disposição sempre manifestada;

Dra. Rossana Pulcineli Vieira Francisco: pelo papel determinante em momentos chave deste trabalho, pelo estímulo, críticas construtivas e, não menos importante, pelo precioso tempo que me dispensou;

Prof. Dr. Seizo Miyadahira: pela inesgotável paciência e boa vontade;

Dr. Simão Augusto Lottenberg: responsável pela Liga de Diabetes, que foi a primeira pessoa a abrir as portas desta instituição para mim.

Agradecimientos

Prof. Dr. Bussâmara Neme: obrigado pelo exemplo de vida.

Lourival Pereira: agradeço por todo suporte e incentivo;

Patricia Cordeiro Vicente e Mariana Barbosa do Egito: o acaso de nosso encontro transformou-se em verdadeira amizade.

Dra. Andreia David Sapienza, Dra. Thatianne Coutheux Trindade e Dra. Cristiane Pavão Spaulonci: agradeço pelas constantes sugestões, auxílio e incentivo;

Claudia de Oliveira e Eliane Bio: colegas fisioterapeutas, eu agradeço pelo auxílio e orientações;

Obrigado aos professores que, como membros da banca de qualificação, fizeram valorosas sugestões: **Seizo Miyadahira, Roseli Mieko Yamamoto Nomura e José Maria Santarém Sobrinho;**

Rogério Ruscitto do Prado, sou grato pelo imprescindível auxílio na análise estatística;

Às colegas **Inez Muras Fuentes Jazra, Marina Martins da Silva, Soraia Cristina Ferreira da Silva e Márcia Aparecida Batista,** obrigado pelo suporte diário durante o período da pós-graduação;

Equipe de enfermagem do Ambulatório da Clínica Obstétrica do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo: agradeço todo apoio e carinho;

Ao pessoal da informática, **Alan Garcia da Silva, William Santos e Alexandre Emmanoel:** obrigado por toda ajuda na coleta e tabulação dos dados;

Pelos auxílios concedidos, sem os quais este trabalho não teria sido realizado, agradeço a **CAPES** e ao **Centro de Estudos da disciplina de Obstetrícia da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo,** na pessoa do **Dr. Adolfo Wenjaw Liao;**

Obrigado a todos os **colegas e professores** do departamento, pelo convívio e aprendizado;

Gestantes do Ambulatório de Endocrinopatias da Clínica Obstétrica do Hospital das Clínicas da Universidade de São Paulo: razão maior de meu empenho neste trabalho, eu agradeço pela confiança depositada e pelo período de convivência.

“Responderam as parteiras ao Faraó: é que as mulheres hebréias não são como as egípcias; porque são vigorosas, e, antes que lhes venha a parteira, já deram à luz os seus filhos.”

Êxodo I,19

Esta dissertação está de acordo com:

Referências: adaptado de *International Committee of Medical Journals Editors* (Vancouver)

Universidade de São Paulo. Faculdade de Medicina. Serviço de Biblioteca e Documentação. *Guia de apresentação de dissertações, teses e monografias*. Elaborado por Annelise Carneiro da Cunha, Maria Júlia de A.L. Freddi, Maria F. Crestana, Marinalva de Souza Aragão, Suely Campos Cardoso, Valéria Vilhena. São Paulo: Serviço de Biblioteca e Documentação; 2005.

Abreviaturas dos títulos dos periódicos de acordo com *List of Journals Indexed in Index Medicus*.

Sumário

SUMÁRIO

Lista de abreviaturas, siglas e símbolos	
Lista de figuras	
Lista de gráficos	
Lista de tabelas	
1 INTRODUÇÃO	02
2 OBJETIVOS	09
3 REVISÃO DA LITERATURA	11
3.1 Fisiopatologia do DG	11
3.2 Regulação do transporte de glicose na fibra muscular	12
3.3 Exercício aeróbico e metabolismo de glicose na gravidez saudável	14
3.4 Exercício aeróbico e controle glicêmico no DG	18
3.5 Exercício resistido e controle glicêmico	21
3.6 Exercício resistido e controle glicêmico no DG	23
4 MÉTODOS	25
4.1 Desenho do estudo	25
4.1.1 Constituição dos grupos de estudo	25
4.1.2 Tamanho Amostral	26
4.1.3 Seleção das pacientes	26
4.2.3.1 Diagnóstico do Diabetes Gestacional	26
4.1.3.2 Critérios de inclusão	27
4.1.3.3 Critérios de exclusão	28
4.2 Método	29
4.2.1 Acompanhamento das gestantes e coleta de dados	29
4.2.1.1 Acompanhamento	29
4.2.1.2 Protocolo de exercícios	30
4.2.1.3 Controle glicêmico capilar	39
4.2.1.4 Terapêutica com insulina	40
4.3 Análise estatística	41
4.4 Descrição da amostra	43
5 RESULTADOS	46
5.1 Frequência do uso de insulina	46
5.1 Adequação do controle glicêmico capilar	46
6 DISCUSSÃO	51
7 CONCLUSÕES	61
8 ANEXOS	63
9 REFERÊNCIAS	71
APÊNDICES	

LISTA DE ABREVIATURAS, SÍMBOLOS E SIGLAS

a.C.	Antes de Cristo
ACOG	American College of Obstetricians and Gynecologists
ACSM	American College of Sports Medicine
ADA	American Diabetes Association
AMP	Monofosfato de adenosina
ATP	Trifosfato de adenosina
bpm	Batimentos por minuto
CA ⁺	Íon cálcio
DG	Diabetes gestacional
DM	Diabetes <i>mellitus</i>
DP	Desvio padrão
EA	Exercícios aeróbicos
ER	Exercícios resistidos
FC	Frequência cardíaca
FCM	Frequência cardíaca máxima
g	Gramas
GC	Grupo controle
GE	Grupo de exercícios
GCI	Grupo controle com insulina
GEi	Grupo de exercícios com insulina
HbA1c	Hemoglobina glicosilada
HCFMUSP	Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da USP
IG	Idade gestacional
IMC	Índice de massa corporal
IPAQ	International Physical Activity Questionary
MGC	Monitoração glicêmica capilar
km/h	Quilômetros por hora
kg/m ²	Quilos por metro quadrado
mg/dl	Miligramas por decilitro
pg/ml	Picograma por mililitro

RN	Recém-nascido
TNF- α	Fator de necrose tumoral α
TTOG	Teste de tolerância oral à glicose
VO ₂ máx	Volume máximo de oxigênio
UI/kg	Unidades por quilo

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Corda elástica utilizada no protocolo.....	30
Figura 2 – Alongamento peitoral e bíceps.....	31
Figura 3 – Alongamento tríceps.....	31
Figura 4 – Alongamento deltóides.....	32
Figura 5 – Alongamento quadríceps.....	32
Figura 6 – Alongamento flexores da perna.....	32
Figura 7 – Escala de esforço subjetivo para exercícios resistidos.....	34
Figura 8 – “Crucifixo” - posição inicial.....	35
Figura 9 – “Crucifixo” - posição final.....	35
Figura 10 – “Remada” - posição inicial.....	35
Figura 11 – “Remada” - posição final.....	35
Figura 12 – “Agachamento” - posição inicial.....	36
Figura 13 – “Agachamento” - posição final.....	36
Figura 14 – Tríceps “Francês” - posição inicial.....	36
Figura 15 – Tríceps “Francês” - posição final.....	36
Figura 16 – Extensão de pernas - posição inicial.....	37
Figura 17 – Extensão de pernas - posição final.....	37
Figura 18 – “Rosca” simultânea - posição inicial.....	37
Figura 19 – “Rosca” simultânea - posição final.....	37
Figura 20 – “Panturrilha” unilateral - posição inicial.....	38

Figura 21 – “Panturrilha” unilateral - posição final.....	38
Figura 22 – “Desenvolvimento” para ombros - posição inicial.....	38
Figura 23 – “Desenvolvimento” para ombros - posição final.....	38

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Valores médios de IMC e respectivos erros padrões para cada grupo durante o estudo.....	44
Gráfico 2 - Gráfico de perfis glicêmicos médios por grupo, com os respectivos erros padrões ao longo de dez semanas de acompanhamento.....	49
Gráfico 3 - Perfil médio e erros padrões de glicemia durante os períodos do dia segundo grupo.....	49

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Descrição das medidas realizadas na inclusão e no parto em cada grupo e resultado das comparações entre os grupos.....	43
Tabela 2 - Descrição do número de pacientes que usaram insulina segundo grupo (GC e GE) e resultado do teste de associação.....	46
Tabela 3 - Descrição por grupo (GE e GC) e subgrupo (GCi e GEi) e resultado da comparação do período porcentual durante o tempo de pesquisa	

em que as gestantes atingiram a meta para monitoração glicêmica capilar.....47

Tabela 4 - Classificação das médias glicêmicas segundo grupos e resultado do teste de associação.....47

Resumo

Barros MC. Efeitos dos exercícios resistidos no controle glicêmico de mulheres portadoras de diabetes gestacional. São Paulo. Tese de Mestrado. Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo; 2009. 89p.

INTRODUÇÃO: O Diabetes Gestacional (DG) é qualquer grau de intolerância a carboidratos com início ou diagnóstico na gravidez, com prevalência de 1% a 14% de todas as gestações. Para que complicações provenientes da doença sejam minimizadas, faz-se necessário o adequado controle glicêmico da paciente portadora dessa doença. Modelos experimentais sugerem que reside na musculatura estriada esquelética o principal sítio de resistência à insulina ocorrida durante a gestação. A prática de exercícios resistidos (ER) durante a gestação, embora ainda pouco difundida, é considerada segura, tanto para o feto como para a gestante. A literatura científica, porém, é extremamente escassa em relação à utilização dessa forma de atividade física como coadjuvante no tratamento do DG. **OBJETIVOS:** O presente estudo teve como objetivo avaliar pacientes com diagnóstico de DG, incluídas em programa de ER realizados com corda elástica, comparando a frequência de mulheres que usaram insulina no grupo que realizou o programa ao grupo que não se exercitou, e verificar o impacto do programa sobre a adequação do controle glicêmico capilar das gestantes. **MÉTODOS:** Foi realizado um ensaio clínico randomizado com 62 portadoras de DG que acompanharam o programa de pré-natal da Clínica Obstétrica do Hospital das Clínicas da FMUSP no período entre outubro de 2006 e novembro de 2008. Elas foram alocadas em dois grupos de estudo após o diagnóstico de DG: o grupo de exercícios (GE; n = 31), que praticou ER e o grupo controle (GC; n = 31). Os grupos eram semelhantes em todas as características aferidas no momento da inclusão no estudo. **RESULTADOS:** Verificou-se redução estatisticamente significativa ($p = 0,009$) no número de pacientes que necessitou de insulina no GE (n = 07) em comparação ao observado no GC (n = 17). Houve diferença significativa do controle glicêmico entre os grupos. Enquanto o GC atingiu a meta para monitoração glicêmica capilar durante, em média, 43% do período de acompanhamento, o GE o fez por 62% do período de estudo ($p = 0,014$). Foi verificada também maior frequência de médias glicêmicas ideais no GE (67,7%) em comparação ao GC (25,8%) ($p = 0,001$). Não houve diferença significativa ($p = 0,836$) no período (semanas $\pm$ DP) entre a inclusão no estudo e o início da terapia com insulina entre o GC ($2,00 \pm 1,62$) e o GE ($1,86 \pm 1,21$), bem como na quantidade de insulina (UI/kg $\pm$ DP) utilizada pelas gestantes na comparação entre os grupos (GC: $0,49 \pm 0,12$; GE: $0,45 \pm 0,11$; $p = 0,398$). **CONCLUSÕES:** A prática de ER por portadoras de DG foi eficiente em diminuir a utilização de insulina, além de melhorar o controle glicêmico dessa população.

Descritores: Exercício; Diabetes Gestacional; Gravidez; Gravidez de alto risco; Insulina.

Summary

Barros MC. *The effects of resistance exercises in glycemic control of women with gestational diabetes*. Master's Thesis. São Paulo: "Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo"; 2009. 89p.

INTRODUCTION: Gestational Diabetes (GD) is any degree of intolerance to carbohydrates that begins or is diagnosed in pregnancy, with a prevalence of 1% to 14% of all gestations. So that complications arising from the disease may be minimized, adequate blood sugar control of patients with this disease is necessary. Experimental models suggest that the main area of resistance to insulin occurring during gestation resides in the skeletal muscle. The practice of resistance exercises (RE) during pregnancy, although not widely disseminated, is considered safe for the fetus as well as for the pregnant woman. Scientific literature is extremely scarce with regard to the utilization of this form of physical activity in conjunction with treatment for GD.

OBJECTIVES: The object of this study was to evaluate patients with a diagnosis of GD who were included in a program of RE carried out with rubber tubes, comparing the frequency of women who used insulin in the group who participated in the program with the group that did not do the exercises, and to verify the impact of the program on the adequacy of capillary glycemic control of the pregnant women.

METHODS: A randomized clinical trial was performed with 62 GD patients who were following the pre-natal program at the Obstetric Clinic of the Hospital of Clinics of FMUSP (Faculty of Medicine from University of Sao Paulo) from October, 2006 to November, 2008. They were divided into two study groups after the diagnosis of GD: the exercise group (EG), who practiced RE, and the control group (CG). The groups were similar in all characteristics assessed at the time of enrollment in the study.

RESULTS: A statistically significant reduction ($p = 0,009$) was verified in the number of patients who needed insulin in the EG ($n = 07$) in comparison with what was observed in the CG ($n = 17$). There was a significant difference in glycemic control between the groups. While the CG reached the goal for capillary glycemic monitoring during, on the average, 43% of the follow-up period, the EG reached it for 62% of the study period ($p = 0,014$). A higher frequency of ideal glicemic mean levels was also verified in the EG (67.7%) in comparison with the CG (25.8%) ($p = 0,001$). There was no significant difference ($p = 0,836$) in the period (weeks $\pm$ SD) between study enrollment and the start of insulin therapy between the CG ($2,00 \pm 1,62$) and the EG ($1,86 \pm 1,21$), nor was there in the amount of insulin (UI/kg $\pm$ SD) used by the pregnant women in the comparison between the groups. (CG: $0,49 \pm 0,12$; EG: $0,45 \pm 0,11$; $p = 0,398$).

CONCLUSIONS: The practice of RE by pregnant women with GD was efficient to reduce the use of insulin, as well as to improve the glycemic control of this population.

Descriptors: Exercise; Gestational Diabetes; Pregnancy; Pregnancy, High-Risk; Insulin.

Introdução

1.0 INTRODUÇÃO

O Diabetes Gestacional (DG) é definido como qualquer grau de intolerância a carboidratos com início ou diagnóstico na gravidez¹. Nos últimos 20 anos, sua prevalência tem crescido progressivamente, em paralelo ao aumento da idade materna, do sedentarismo e da epidemia de *diabetes mellitus* (DM) tipo 2 e obesidade².

O DG corresponde a 90% dos casos de DM na gestação, com prevalência de 1% a 14% de todas as gestações³. Na Clínica Obstétrica do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (HCFMUSP), o DG tem prevalência de 8% quando avaliada a população geral e de 16% quando consideradas as gestações de alto risco para DM⁴.

A complicação fetal mais comum dessa enfermidade é a macrosomia⁵, resultante da hiperglicemia materna que afeta de 10% a 25% dos recém-nascidos⁶. A glicose, por difusão facilitada, alcança a unidade conceptual via placenta, interferindo em seu crescimento⁷. Ademais, outras importantes complicações incluem maior mortalidade intra-uterina e neonatal, asfixia perinatal, traumatismo no parto, polidrâmnio, rotura prematura das membranas amnióticas e parto prematuro^{6,8}.

A portadora de DG apresenta maior frequência de cesáreas, risco aumentado de recidiva da doença em gestações subseqüentes e risco de desenvolvimento, no futuro, de obesidade, DM tipo 2, dislipidemia e

hipertensão arterial^{2,6,8}. Para que essas complicações sejam minimizadas, faz-se necessário o adequado controle glicêmico da paciente portadora de DG.

Nesse sentido, a primeira forma de intervenção é a terapêutica dietética que, em geral, não é suficiente para 39% das pacientes que devem recorrer à terapêutica com insulina⁹. Embora seja efetiva para diminuir o risco de macrosomia fetal¹⁰, essa terapia não tem atuação sobre a origem do problema, que é o aumento da resistência periférica à ação da insulina da segunda metade da gravidez¹¹.

Modelos experimentais sugerem que reside na musculatura estriada esquelética o principal sítio de resistência à insulina ocorrida durante a gestação¹². Diante disso, não é de se estranhar que tanto o ACSM (*American College of Sports Medicine*)¹³ como o ACOG (*American College of Obstetricians and Gynecologists*)¹⁴ apontem o exercício como terapia de suporte eficiente e segura no tratamento do DG. Esta recomendação, porém, assim como outras que envolvem a prática de exercícios ao longo do ciclo gestacional, tem por base estudos que utilizam, em sua quase totalidade, atividades aeróbicas como a forma de intervenção para estudo.

O preconceito para com os exercícios resistidos (ER) vem diminuindo com o tempo, e hoje em dia eles são praticados por um número cada vez maior de pessoas no mundo todo. Segundo definição de Fleck e Kraemer¹⁵, os ER são aqueles nos quais ocorrem contrações voluntárias da musculatura estriada esquelética de determinado segmento corporal contra alguma forma de resistência externa.

O primeiro relato de treinamento resistido de que se tem notícia é protagonizado por Milon de Crotona, discípulo do matemático Pitágoras, que no século VI a.C. (antes de Cristo) foi hexacampeão olímpico de luta. Entre os jogos, ele treinou carregando um bezerro às costas, que crescia e ficava cada vez mais pesado na medida que o tempo passava, levando o atleta a desenvolver seu físico¹⁶.

Na história recente, o levantamento de pesos fez parte do programa dos primeiros Jogos Olímpicos da era moderna, em Atenas, 1896¹⁷. Nesse período, entre o final do século XIX e começo do século XX, nomes como Louis Attila, Eugen Sandow e Charles Samson percorreram a Europa e até mesmo os Estados Unidos da América com exhibições de força e poses atléticas, bem como em confrontos de luta, que além de postulantes ao título de “Homem mais forte do mundo”, envolviam até mesmo apresentações contra animais como leões, previamente desdentados e drogados. O sucesso crescente das apresentações e desafios foi o que motivou a abertura dos primeiros ginásios na Europa, para a prática do que chamavam na época de “Cultura Física”¹⁸.

Somente após a Segunda Guerra Mundial a investigação científica do treinamento resistido começou a evoluir, graças ao trabalho de Delorme* e DeLorme e Watkins** apud Deschenes e Kraemer¹⁹, que estabeleceram os princípios básicos do treinamento resistido progressivo, utilizando os ER como forma de aumentar a força e a hipertrofia muscular para reabilitar fisicamente militares no pós-guerra.

* DeLorme TL: Restoration of muscle power by heavy resistance exercises. *J Bone Joint Surg.* 1945;27:645–67.

** DeLorme TL, Watkins AL: Techniques of progressive resistance exercise. *Arch Phys Med.* 1948;29:263–73.

Atualmente, diversos artigos científicos mostram a segurança e os benefícios da prática habitual de ER, que está relacionada à melhoria da qualidade de vida, tanto da população geral como de subgrupos que necessitam atenção especial, como pessoas portadoras de cardiopatias, transplantados, diabéticos e idosos^{20,21}.

A prática regular de ER proporciona a redução de fatores de risco associados com doença cardíaca coronariana, ao DM tipo 2 e ao câncer de cólon, prevenção da osteoporose, controle ponderal, melhor estabilidade dinâmica, além de estimular o bem-estar psicológico²². Ocorre também aumento na capacidade de realizar atividades cotidianas²³, incremento na tolerância ao exercício aeróbico de intensidade submáxima²⁴ e atenuação das respostas cardiovasculares ao esforço²⁵.

A literatura científica, porém, é extremamente escassa em relação à utilização dessa forma de atividade física como coadjuvante no tratamento do DG. Há apenas um artigo que estuda o tema, conduzido por Brankston et al., em 2004²⁶. Como resultados, os autores não encontram diferença estatisticamente significativa na comparação da quantidade de mulheres que utilizam insulina do grupo que se exercitou com ER e o grupo controle da pesquisa (respectivamente 43,8% e 56,3%; $p = 0,48$). O objetivo inicial do trabalho era reduzir pela metade a incidência de insulina no grupo de exercícios. Quando analisado, segundo os mesmos objetivos, o subgrupo da amostra formado apenas por gestantes com índice de massa corporal (IMC) pré-gestacional maior do que 25, os autores verificam diferença significativa no grupo que realizou ER em comparação ao controle (30% e 80% de

incidência, respectivamente; $p < 0,05$) e sugerem, ao final, que os ER podem evitar a utilização de insulina por parte de gestantes portadoras de DG com sobrepeso.

A prática de ER durante a gestação, apesar de pouco difundida e estudada é considerada segura, tanto para o feto como à gestante, desde que sejam utilizadas cargas moderadas, evitadas a manobra de Valsalva e a posição supina, esta última após o primeiro trimestre de gestação^{14,27}. A intervenção terapêutica por meio de ER durante a gestação pode proporcionar diversos benefícios no controle do DG uma vez que reside na musculatura estriada esquelética o principal local de resistência à insulina no organismo humano¹². Essa modalidade, por exercitar vários grupamentos musculares em uma única sessão de treinamento, pode funcionar como eficiente terapia coadjuvante nessa afecção.

Como a maior parte dos casos de DG é diagnosticada entre os segundo e terceiro trimestres da gravidez²⁸, os ER podem ter grande valor para a mulher que comumente nesse período encontra-se acima de seu peso pré-gestacional, fato que gera diversas mudanças anatômicas em seu corpo e pode tornar a prática de atividades aeróbicas como a caminhada muito desconfortável nas últimas semanas de gestação²⁹.

Portanto, é possível que a portadora de DG consiga adequar-se mais facilmente a programas de ER, já que ela se exercita de maneira praticamente estacionária nessa atividade, podendo praticá-la em sua casa, em hora que lhe for conveniente, além da modalidade possuir grande

número de variáveis que podem ser mudadas com vistas à segurança e bem-estar da gestante²⁶.

O presente estudo teve por intenção ampliar a bibliografia científica do tema, de modo que mais adiante seja possível criar um programa de ER simples e pouco oneroso, que possa atuar como método coadjuvante no controle glicêmico ao longo do ciclo gravídico, sobretudo em gestantes portadoras de DG.

Objetivos

2.0 OBJETIVOS

A presente pesquisa teve como objetivo avaliar pacientes com diagnóstico de DG, incluídas em programa de ER, abordando os seguintes parâmetros:

2.1 Objetivo principal:

Comparar a frequência de mulheres que utilizaram insulina do grupo de gestantes que realizou ER ao grupo que não se exercitou;

2.2 Objetivo secundário:

Verificar o impacto do programa sobre a adequação do controle glicêmico capilar.

Revisão da literatura

3.0 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Fisiopatologia do DG

Diversas mudanças hormonais e metabólicas ocorrem no organismo feminino ao longo da gestação saudável. Em seu início, verifica-se aumento na secreção e na sensibilidade à insulina, com conseqüente aumento do tecido adiposo materno, motivo pelo qual esta é a chamada “fase anabólica” da gravidez. Na segunda metade do ciclo gestacional, conhecida como “fase catabólica”, ocorre queda da sensibilidade do organismo materno à ação desse hormônio, diminuindo por conseqüência suas reservas lipídicas^{5,28,30}.

O aumento da resistência periférica do organismo materno à ação da insulina tem por objetivo assegurar a adequada disponibilidade de glicose, com vista a atender à crescente demanda metabólica conceitual, já que cerca de 70% do crescimento fetal ocorrem nas dez últimas semanas de gravidez³¹. O mecanismo é possivelmente mediado por diversos fatores, como os níveis circulantes dos hormônios hPL (lactogênio placentário humano), hPGH (hormônio de crescimento placentário humano), estrógenos e progesterona, além de adipocinas, como TNF- α (fator de necrose tumoral α), adiponectina, resistina e leptina produzidas pela placenta e pelo tecido adiposo materno^{28,32}. O papel da placenta fica evidente quando é verificada a rápida diminuição da resistência à insulina que se verifica no organismo materno após o parto¹.

Como resultado do quadro de resistência à insulina, observa-se elevação dos níveis glicêmicos pós-prandiais da gestante^{33,34}, com conseqüente aumento da secreção de insulina pelo pâncreas materno. No jejum, a secreção de insulina chega a ser até 2,5 vezes maior durante o terceiro trimestre de gravidez do que fora do período gestacional^{28,35}.

Há casos, porém, nos quais o aumento compensatório não é suficiente para atender à demanda orgânica por insulina, surgindo o DG⁷. Comparadas as gestantes com níveis normais de tolerância à glicose, aquelas com DG apresentam menor secreção de insulina para seu correspondente grau de resistência periférica (aproximadamente 40% a 70% menores)^{1,7}. Como resultado desse quadro, surge a hiperglicemia materna, característica principal da enfermidade, que deve ser controlada sob risco de surgimento de complicações ao binômio materno-fetal.

3.2 Regulação do transporte de glicose na fibra muscular

O aumento da captação de glicose pelo músculo estriado esquelético durante o esforço está bem demonstrado em estudos³⁶⁻³⁹. A contração muscular causa a translocação de vesículas contendo os transportadores de glicose GLUT4, que vão do interior da célula em direção ao sarcolema e aos Túbulos-T. O efeito é semelhante ao ocasionado pela insulina, mas ocorre de maneira independente dela, e por diferentes vias de sinalização⁴⁰.

Entretanto, o exato mecanismo responsável por essa ação permanece ainda desconhecido. Sabe-se, por exemplo, que a molécula de PI3-K (fosfatidilinositol 3-quinase) está envolvida na regulação da via de sinalização da insulina, mas não na via da contração muscular, ao contrário da AMPK (adenosina-5'-monofosfato), envolvida na regulação apenas da última⁴¹. Estudos sugerem que mudanças no metabolismo celular, como a aumentada relação AMP/ATP (AMP: Monofosfato de Adenosina; ATP: Trifosfato de Adenosina) provocada pelo esforço, níveis aumentados de Ca^{+} intracelular e a ativação da Proteína Quinase C (PCK) podem ser os causadores da translocação mediada pelo exercício⁴².

Além da adaptação fisiológica concomitante ao esforço, por meio de treinamento físico (exposição crônica ao estímulo), é possível também verificar diminuição da resistência periférica à ação da insulina⁴³⁻⁴⁷. O fenômeno, que ocorre no período de recuperação com o intuito de repor e aumentar os estoques de glicogênio utilizados durante o esforço, pode ser observado por mais de 48 horas após o término de uma sessão de exercícios⁴⁸, sendo conhecido como “supercompensação”. Sua regulação, possivelmente, acontece por modificações dos níveis moleculares de glicogênio sintase, AMPK, AKT (proteína quinase B), calcineurina e PGC-1 α (coativador do proliferador ativado de peroxissomo 1 α)^{40,42,49}. Cabe ressaltar que alterações decorrentes do treinamento, as chamadas “adaptações crônicas”, tais quais perda de peso, aumento da capilarização muscular, da capacidade de oxidar ácidos graxos, alterações na composição corporal e do

tipo de fibra muscular exercitada, também podem contribuir para a “supercompensação”⁴⁹.

Como resposta ao treinamento verifica-se aumento do conteúdo muscular de transportadores GLUT4 nas fibras musculares^{50,51}. Isso proporciona maior capacidade de transporte de glicose, tanto no momento do esforço como durante a recuperação muscular^{42,49}. Ambos os efeitos imediatos (maior captação de glicose) e tardios (maior sensibilidade à insulina e maior quantidade de transportadores) resultantes da prática de exercícios sobre o metabolismo glicídico são modulados pelo grupamento muscular exercitado, pela intensidade com que é realizado e por sua duração. Como exemplo, o quadríceps, considerado grande grupamento muscular, quando exercitado pode aumentar seu processo oxidativo em até 50 vezes, enquanto a captação de glicose pode aumentar de 35 a 40 vezes, levando a incremento de até quatro vezes na captação total desse substrato pelo organismo⁹.

3.3 Exercício aeróbico e metabolismo de glicose na gravidez saudável

A prática regular de exercícios tem capacidade de modificar, em diversas populações, as interações entre dieta, obesidade, hiperlipidemia, e o metabolismo da insulina³³. Todos os estudos consultados que verificam os

efeitos do exercício no controle glicêmico de gestantes saudáveis utilizam os exercícios aeróbicos (EA) como modelo de intervenção.

Essa forma de atividade tem por característica o movimento contínuo, dinâmico e, em geral, prolongado, que estimula a função dos sistemas cardiorrespiratório e vascular, e aumenta a capacidade cardíaca e pulmonar de suprir de energia a partir do consumo do oxigênio, daí o nome aeróbico, o músculo exercitado⁵². Como parte da energia requisitada pela atividade provém do metabolismo de carboidratos⁵³, e haja vista que as necessidades fisiológicas maternas e fetais de glicose aumentam por si só com o transcorrer da gestação³¹, convém analisar, em primeiro lugar, os efeitos que a sinergia exercício e a gravidez exercem sobre os níveis glicêmicos maternos de gestações saudáveis, para só após verificar sua atuação no controle do DG.

Artal et al.⁵⁴, em estudo com 23 mulheres no terceiro trimestre de gestação, não encontram diferenças significativas na resposta glicêmica das gestantes a 15 minutos de caminhada com velocidade de 3,2 km/h. Por sua vez, Clapp 3rd et al.⁵⁵, em estudo longitudinal com dez gestantes fisicamente ativas, observam redução de 14% (equivalente a 13,64 mg/dl) na glicemia sanguínea após 20 minutos de exercício a 47% do VO₂máx praticado no terceiro trimestre de gestação.

De forma semelhante, McMurray et al.⁵⁶, em 1988, observam que, como resposta de 12 gestantes saudáveis a 20 minutos de exercícios aeróbicos realizados em piscina com intensidade correspondente a 60% do VO₂máx, ocorre diminuição de aproximadamente 10% nos níveis glicêmicos

pós-esforço quando comparados aos aferidos em repouso. No ano de 1996, McMurray et al.⁵⁷ observam, em 10 gestantes com idade gestacional que variam de 22 a 28 semanas, redução média de 12 mg/dl dos níveis glicêmicos sanguíneos aferidos após 40 minutos de exercício aeróbico (caminhada em esteira ou dança aeróbica), realizados com FC (bpm $\pm$ DP) de 135 ± 5 . Bessinger et al.⁵⁸, em estudo longitudinal, verificam a resposta glicêmica plasmática de 12 mulheres à caminhada em esteira, realizada por 30 minutos com intensidade de 65% da FCM, encontram redução média dos níveis glicêmicos pós-esforço de 8,7% (equivalente a 7,27 mg/dl) na 22ª semana de gestação, e de 13% (redução média de 10,91 mg/dl) na 33ª semana.

Bonen et al.⁵⁹ encontram resultados mais relevantes. Em estudo transversal, verificam que 30 minutos de bicicleta ergométrica, com a FC das gestantes mantida entre 130 e 140 bpm, é capaz de deprimir em 25%, em relação aos níveis de repouso, a glicemia sanguínea pós-esforço de seis mulheres no segundo trimestre de gestação. Em outras seis mulheres, no terceiro trimestre de gestação, a diminuição verificada é de 31%. Resultado parecido com os encontrados por Soultanakis et al.⁶⁰, e por Lotgering et al.⁶¹. O primeiro estudo⁶⁰ verifica que 60 minutos de exercício em cicloergômetro com intensidade correspondente a 55% do $VO_{2m\acute{a}x}$ realizados por dez gestantes reduzem em 29% (equivalente a 27,4 mg/dl) os níveis glicêmicos sanguíneos verificados anteriormente ao esforço. O segundo estudo⁶¹ observa que, em 16 gestantes, houve queda de 28% da glicemia sanguínea

após aproximadamente 40 minutos de esforço em cicloergômetro, porém realizado de forma mais intensa (70% a 75% do $\text{VO}_2\text{máx}$).

Além do efeito agudo exercido sobre os níveis glicêmicos, evidências sugerem que o treinamento por meio de EA é capaz de diminuir a resistência à insulina, que se encontra aumentada mesmo em gestações saudáveis. Em 1998, Clapp 3rd⁶² verifica queda dos níveis circulantes de glicose e insulina no período de recuperação pós-exercício ao longo de toda a gestação, após treinamento com EA com intensidade de 55% do $\text{VO}_2\text{ máx}$, realizados por mulheres saudáveis submetidas a dois tipos de dieta com diferentes tipos de carboidratos. Gestantes saudáveis na 33ª semana de gestação estudadas por Young e Treadway⁶³ mostram que 30 minutos de cicloergômetro (efeito agudo), com intensidade de 50% do $\text{VO}_2\text{ máx}$ provocam diminuição de 23% na secreção de insulina após teste de tolerância oral à glicose (TTOG) com 100g, aplicado 30 minutos após encerrada a atividade.

Por sua vez, Clapp 3rd & Kiess⁶⁴ mensuram longitudinalmente os níveis séricos de $\text{TNF-}\alpha$ na gestação, em três grupos, um grupo controle de gestantes sedentárias, outro de ativas e o último que realizou exercícios somente no início da gravidez. Esta citocina parece ser capaz de modular a resistência à insulina por interferir na autofosforilação do receptor de insulina, havendo grande correlação entre seus níveis e a sensibilidade a esse hormônio^{28,65}. Os valores encontrados em coleta realizada na 36ª semana de gestação (2,9 pg/ml nas ativas; 3,3 pg/ml nas que pararam de se exercitar no início da gestação; 4,0 nas sedentárias) sugerem, segundo os autores⁶⁴, que o exercício feito ao longo da gravidez pode suprimir a

magnitude do aumento de resistência à insulina que acontece com o decorrer da gestação.

3.4 Exercício aeróbico e controle glicêmico no DG

Os EA são capazes de modificar o metabolismo de glicose durante a gestação saudável, assim, faz-se necessário avaliar as repercussões dessa forma de esforço no controle glicêmico de portadoras de DG. O efeito protetor dos EA sobre o DG fica evidente após a análise de estudos que mostram relação inversa entre a prática de exercícios, tanto no ano anterior como no início da gravidez, e o risco de desenvolvimento do DG. Trabalhos realizados por meio de diferentes metodologias indicam redução que chega a níveis superiores a 70% na incidência da enfermidade proporcionada pela prática de exercícios⁶⁶⁻⁶⁹.

Por sua vez, estudos prospectivos sobre o tema mostram diferentes resultados. Jovanovic-Peterson et al.⁷⁰ comparam, com grupo controle sedentário, os resultados obtidos no controle glicêmico por gestantes portadoras de DG submetidas a treinamento aeróbico em ergômetro para membros superiores, três vezes por semana, durante 20 minutos, com intensidade de 50% do $VO_{2\text{ máx}}$. Após seis semanas de exercícios, os níveis séricos de glicose (mg/dl $\pm$ DP) em jejum no grupo de exercícios ($70,1 \pm 6,6$) encontram-se significativamente menores ($p < 0,001$) em comparação ao grupo controle ($87,6 \pm 6,2$). De forma semelhante, os níveis séricos de

glicose (mg/dl $\pm$ DP) aferidos uma hora após carga glicêmica com 50g de carboidratos no grupo que se exercitou ($105,9 \pm 18,9$) também se apresentam significativamente menores ($p < 0,001$) do que os verificados no grupo controle ($187,5 \pm 12,9$), tal qual os níveis de hemoglobina glicosilada (% $\pm$ DP), respectivamente $4,2 \pm 0,2$ nas treinadas e $4,7 \pm 0,2$ controle ($p < 0,001$).

Em trabalho com objetivo de verificar a segurança fetal da EA para portadoras de DG ou glicemia de jejum alterada, Bung et al.⁷¹ não observam diferenças significativas no controle glicêmico, no peso dos recém-nascidos ou no Apgar de 1, 5 e 10 minutos de dois grupos randomizados ($n = 34$), um tratado com insulina enquanto que o outro fez exercícios em cicloergômetro, por 45 minutos, três vezes por semana. Todas as pacientes alocadas ao grupo de exercícios evitaram a terapia com insulina.

Lesser et al.⁷², não encontram diferença significativa nos níveis glicêmicos sangüíneos de jejum e pós-carga glicêmica padronizada, realizado 14 horas após as gestantes do grupo de estudo ($n = 11$ gestantes, das quais seis portadoras de DG) efetuarem 30 minutos de exercício em cicloergômetro, com intensidade de 60% do $VO_{2m\acute{a}x}$. Não encontram também diferença na área da curva glicêmica do grupo que fez os exercícios quando o compararam com grupo que serviu de controle e não se exercitou.

Ao utilizarem também o cicloergômetro, Avery e Walker⁷³ avaliam o efeito agudo que o exercício aeróbico praticado na gestação em dois níveis de intensidade (35% e 55% do $VO_{2m\acute{a}x}$), por 30 minutos, exerce sobre os níveis glicêmicos de gestantes portadoras de DG. A glicemia verificada

encontra-se significativamente menor para cada condição de exercício quando comparada aos níveis de repouso. No esforço de baixa intensidade (35% do VO_2 máx) a redução é de 23,2% (equivalente a 23,62 mg/dl), enquanto no de moderada intensidade (55% do VO_2 máx) a redução é de 26,41% (equivalente a 25,45 mg/dl). Porém, 45 minutos após o exercício, os valores glicêmicos encontrados encontram-se semelhantes.

Por sua vez, Garcia-Patterson et al.⁷⁴ estudam o efeito do exercício aeróbico no controle glicêmico em 20 gestantes portadoras de DG, realizado após o consumo de refeição padronizada, contendo 20g de carboidratos. No primeiro dia de investigação, após consumirem a refeição, as gestantes permaneceram em repouso por duas horas. No segundo dia, após refeição semelhante, elas caminharam por 60 minutos para repousar na hora seguinte. Os autores mensuram e comparam os níveis glicêmicos de jejum, 1 e 2 horas pós-prandiais de ambos dias de estudo. Os resultados mostram que a caminhada leve, com velocidade de 2,52 km/h por 60 minutos, realizada no período pós-prandial reduz em 11% (equivalente a 12,18 mg/dl) a glicemia capilar materna mensurada uma hora após carga glicêmica padronizada.

3.5 Exercício resistido e controle glicêmico

Os exercícios resistidos são também conhecidos como exercícios com pesos, ou mesmo de musculação. Nessa forma de atividade são executados movimentos de ação muscular isotônicas, isto é, a contração muscular é acompanhada de deslocamento articular. A contração é realizada para deslocar alguma forma de sobrecarga, que pode ser um aparelho de musculação, pesos, corda elástica ou mesmo o próprio peso corporal. Os movimentos são executados de forma lenta e cadenciada, evitando-se acelerações ou desacelerações violentas²⁰.

As cargas devem se adequar à força do praticante, permitindo vários movimentos antes que ocorrera fadiga muscular. Não somente a carga, mas também o número de séries e de exercícios, o intervalo de descanso entre eles, o número de repetições, a amplitude dos movimentos realizados e a frequência das sessões semanais de treinamento devem ser avaliados individualmente, para que os esforços sejam compatíveis com as condições físicas e objetivos almejados pelo praticante. Além disso, o corpo permanece em posições anatômicas e confortáveis durante os exercícios, o que diminui o risco de desequilíbrios, quedas e entorses²⁰.

Esta modalidade de esforço, embora bem menos estudada do que os EA, tal qual mostra-se capaz de induzir alterações no metabolismo glicídico. Em estudo transversal com 4.504 indivíduos, Cheng et al.⁷⁵ mostram relação entre a prática de exercícios resistidos e o aumento da sensibilidade à

insulina, independente de idade, raça, IMC, tabagismo, etilismo e consumo calórico. Durham et al.⁷⁶, verificam aumento de cinco vezes na captação de glicose em resposta à sessão aguda de exercícios resistidos de moderada intensidade para membros inferiores em sete indivíduos.

Os benefícios também podem ser vistos em trabalhos prospectivos realizados tanto na população geral como em coronariopatas e idosos⁷⁷⁻⁸⁰. Desse modo, há algum tempo os ER são estudados e utilizados como forma de terapia adjunta no controle metabólico de portadores de DM tipo 1 e tipo 2 e de intolerância à glicose, e mostram significativos resultados⁸¹⁻⁸⁴. O ACSM⁸⁵ e a ADA (*American Diabetes Association*)⁸⁶ recomendam a prática dos ER como terapia de suporte no controle do DM tipo 2, independente da idade.

Em mulheres não grávidas portadoras de DM tipo 2, a prática de exercícios resistidos é capaz de diminuir a resposta aguda da insulina ao TTOG^{87,88}, de diminuir os níveis de hemoglobina glicosilada (HbA1c)^{88,89,90} e de melhorar a sensibilidade à insulina⁹¹. A modificação do controle glicêmico induzida pelos ER ocorre porque, embora diferentes dos EA sob ponto de vista metabólico, essa modalidade de esforço da mesma forma requer ATP para o processo de contração e relaxamento muscular, responsável pelo movimento corporal. Contudo, nos ER, o ATP é em sua maior parte proveniente da degradação de glicose via metabolismo anaeróbico²⁰.

3.6 Exercício resistido e controle glicêmico no DG

Em 2004, Brankston et al.²⁶, no único trabalho encontrado na literatura consultada que avalia o papel dos exercícios resistidos no controle glicêmico do DG, estudam 32 mulheres com diagnóstico de DG, randomicamente distribuídas em dois grupos: o primeiro, tratado apenas com intervenção nutricional e insulina, caso necessário; já o segundo, além disso, praticaram os ER, realizados com o auxílio de corda elástica, com objetivo de examinar o efeito do programa proposto sobre a necessidade de insulina da população estudada.

Após falharem em demonstrar menor frequência de mulheres que utilizaram insulina no grupo que fez os ER ($p = 0,48$), os autores²⁶ mostram que as gestantes com sobrepeso na fase pré-gestacional (subgrupo da amostra principal constituído apenas por mulheres com IMC pré-gestacional maior do que 25 kg/m^2) alocadas no grupo de ER apresentaram menor incidência de uso de insulina em comparação ao grupo controle, e mesmo as que necessitaram, além de iniciarem de forma mais tardia a terapia medicamentosa que o outro grupo, precisaram de menor quantidade da droga. A escassez de investigações clínicas envolvendo a prática de ER em portadoras de DG em conjunto com os indicativos supracitados de melhor controle glicêmico por meio de ER que estimularam a elaboração do presente protocolo de pesquisa, de modo a ampliar o conhecimento científico sobre o tema.

Métodos

4.0 MÉTODOS

4.1 DESENHO DO ESTUDO

Foi realizado um ensaio clínico randomizado, que avaliou pacientes portadoras de DG que acompanharam o programa de pré-natal da Clínica Obstétrica do HCFMUSP no período entre outubro de 2006 e novembro de 2008 e que aceitaram, por meio de Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Anexo A), participar do presente estudo. O protocolo de pesquisa foi aprovado pela Comissão de Ética para Análise de Projetos de Pesquisa do HCFMUSP (Anexo B).

4.1.1 *CONSTITUIÇÃO DOS GRUPOS DE ESTUDO*

Para análise do objetivo principal da pesquisa, a construção de dois grupos de estudo foi realizada, a saber:

- Grupo de Exercícios (GE): grupo que realizou o programa de ER proposto;
- Grupo Controle (GC): grupo que não foi submetido ao programa de ER proposto.

4.1.2 TAMANHO AMOSTRAL

Para cálculo da amostra do presente estudo, tomou-se como objetivo reduzir a frequência de pacientes que necessitam de insulina no GE para 20%, sendo que, em média, 50% das gestantes com DG utilizam o medicamento em nosso serviço, conforme verificado no banco de dados do setor. Para poder de teste de 80% e nível de significância de 5%, foi calculada a amostra para cada grupo⁹², que deveria ser de 30 pacientes. Contando com possíveis perdas, foram recrutadas inicialmente para o presente estudo 64 pacientes, alocadas da seguinte maneira:

- GC: n = 32;
- GE: n = 32;

4.1.3 SELEÇÃO DAS PACIENTES

4.1.3.1 Diagnóstico de DG

O diagnóstico de DG foi feito por meio dos seguintes testes, realizados entre 24 e 34 semanas de idade gestacional:

- TTOG com sobrecarga de 100g em três horas com dois ou mais valores iguais ou superiores em relação aos seguintes: jejum inferior a 95mg/dl; 1 hora inferior a 180mg/dl; 2 horas inferior a 155mg/dl e 3

horas inferior a 140 mg/dl⁴. Outra forma de diagnóstico foi a presença de duas ou mais glicemias plasmáticas em jejum maior ou igual a 105mg/dl, ou glicemia plasmática ocasional maior ou igual a 200mg/dl⁴.

- TTOG com sobrecarga de 75g em 2 horas. O ponto de corte para o diagnóstico do DG para a glicemia de jejum é igual ou superior a 110 mg/dl, e para a glicemia de 2 horas é igual ou superior a 140 mg/dl⁹³.

4.1.3.2 Critérios de Inclusão

Na presente pesquisa foram incluídas pacientes com diagnóstico de DG, sedentárias, não fumantes, idade entre 18 e 45 anos, IMC pré-gestacional menor que 35, sem fator físico limitante para a realização de exercícios, com gestação única com feto sem malformação à ultrasonografia, idade gestacional entre 24 e 34 semanas, que não possuísem outra patologia que contra-indicasse a realização de exercícios, com ausência de fatores de risco para parto prematuro e que consentiram participar do estudo.

4.1.3.3 Critérios de Exclusão

Foi planejado excluir da presente pesquisa pacientes que desenvolvessem outra intercorrência clínica ou obstétrica que contraindicasse a realização de exercícios durante a gravidez, pacientes que iniciassem qualquer forma de atividade física após ser randomizada para o GC, pacientes que iniciassem outra forma de atividade física além dos ER após ser randomizada para o GE, pacientes que viessem a utilizar outro medicamento que não a insulina como forma de controle glicêmico, e pacientes que abandonassem o estudo.

Houve dois casos de perda de seguimento. Uma paciente alocada ao GE foi excluída do estudo após alegar falta de tempo para realização do programa proposto, e outra alocada no GC foi excluída por iniciar o uso do medicamento Metformina como forma de controle glicêmico. Dessa forma, a amostra final constituiu-se por 62 pacientes, divididas igualmente nos dois grupos de estudo.

4.2 MÉTODO

4.2.1 *ACOMPANHAMENTO DAS GESTANTES E COLETA DE DADOS*

4.2.1.1 *Acompanhamento*

Após o diagnóstico, as pacientes encaminhadas para consulta no Ambulatório de Endocrinopatias da Clínica Obstétrica do HCFMUSP receberam atendimento ambulatorial e informações sobre a doença. Todas foram orientadas por nutricionista em relação à sua dieta, sendo preconizada a ingestão de 1.800 a 2.200 quilocalorias diárias totais, fracionadas em seis refeições com aproximadamente 50% de carboidratos, 15% a 20% de proteínas e 30% a 35% de gorduras.

Nesse primeiro atendimento foi oferecida a possibilidade de participar do presente estudo, por meio do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Anexo A). Após acordar com os termos da pesquisa, as gestantes interessadas em participar foram randomicamente encaminhadas ao GE ou GC. A randomização obedeceu à ordem estabelecida por tabela obtida no sítio www.randomization.com, sob o nº 10463, criado em 6 de outubro de 2006, às 12h45min10s.

Todas as pacientes responderam ao questionário IPAQ (International Physical Activity Questionnaire), validado por Matsudo et al.⁹⁴ (Anexo C), para assegurar que eram sedentárias. A partir da primeira consulta os retornos foram agendados semanalmente, tanto para controle clínico como para acompanhamento no estudo.

4.2.1.2 Protocolo de exercícios

O primeiro contato das pacientes com o presente protocolo de pesquisa aconteceu em sua primeira consulta no setor de Endocrinopatias da Clínica Obstétrica do HCFMUSP. Após o atendimento ambulatorial, elas participaram de sessão introdutória do protocolo com o pesquisador principal (Educador Físico), para orientação e esclarecimento do programa de ER.

Nesse dia, o principal objetivo foi mostrar às gestantes a correta maneira de realizar cada exercício, além de auxiliá-las a encontrar a sobrecarga adequada para o programa. A maior parte dos exercícios foi feita com uma corda elástica (Figura 1), produzida de forma artesanal pelo pesquisador principal e doada às gestantes. Tanto as especificações técnicas dos materiais utilizados como a maneira como foi confeccionado o artefato estão descritas, respectivamente, nos Apêndices 1 e 2.

Figura 1: Corda elástica utilizada no protocolo

As pacientes foram orientadas a iniciar o programa cerca de 90 minutos após consumirem alguma refeição de sua preferência (desjejum, almoço ou jantar), depois de aferirem a glicemia capilar com o glicosímetro Advantage®, emprestado sem ônus até o final do tratamento. Quando o valor estava entre 100 mg/dl e 250 mg/dl, elas iniciavam o programa com a rotina de alongamentos (Figuras 2 a 6). Quando o valor estava fora desse intervalo, elas não faziam os ER.

ALONGAMENTOS

Figura 2 – Alongamento peitoral e bíceps: em pé, a gestante entrelaçava os dedos por trás do corpo com as palmas da mão voltadas uma para a outra. Em seguida, com os cotovelos esticados, ela elevava as mãos até o ponto mais próximo que conseguisse da linha do ombro, contudo sem flexionar a coluna

Figura 3 – Alongamento tríceps: sentada, a gestante posicionava a mão esquerda atrás da cabeça, na altura da nuca. Em seguida, com a mão direita, puxava o cotovelo esquerdo em direção à cabeça. O mesmo era repetido no braço esquerdo

Figura 4 – Alongamento deltóides: sentada, a gestante esticava o braço esquerdo à frente do corpo, com o cotovelo posicionado na linha do ombro. Em seguida, com a mão direita, ela puxava o cotovelo esquerdo em direção ao corpo. O mesmo era repetido no braço esquerdo

Figura 5 – Alongamento quadríceps: em pé, com alguma forma de apoio de modo a manter o equilíbrio, a gestante puxava, com a mão direita, o pé direito em direção à região glútea. O mesmo era feito na perna esquerda

Figura 6 – Alongamento dos flexores da perna: em pé, com alguma forma de apoio de modo a manter o equilíbrio, a gestante apoiava o pé direito sobre a cadeira, flexionando o tronco à frente até o ponto necessário para sentir alongar a região posterior da coxa. O mesmo era repetido com a perna esquerda

O programa de ER foi feito em forma de treinamento em circuito, que consiste em realizar seqüência exercícios um após o outro, com mínimo de descanso entre cada¹⁵. O programa foi elaborado de modo que os principais grupamentos musculares das gestantes fossem exercitados, com exercícios em que elas deveriam permanecer bem apoiadas e equilibradas.

A escolha de cada exercício também foi importante, visando realizar todos com a mesma intensidade relativa sem que fosse necessário adaptar o comprimento da corda entre cada exercício. A seqüência foi organizada para que fossem exercitados primeiramente os grandes grupamentos musculares, alternando exercícios para membros superiores com outros para membros inferiores sempre que possível.

A intensidade de esforço foi controlada pelas próprias pacientes, por meio da Escala de Esforço Subjetivo para Exercícios Resistidos⁹⁵ (Figura 7), que lhes foi fornecida. Elas foram orientadas a manter a intensidade do esforço em patamar próximo de 5 e 6, o que corresponde à percepção de exercício “um pouco pesado”. A utilização da corda facilitou a adequação da intensidade do exercício ao grau de condicionamento das pacientes, uma vez que, para isso, foi preciso apenas ajustar seu comprimento (Apêndice 2). Somente o pesquisador principal (Educador Físico) fez os ajustes, nos retornos semanais das gestantes ao Ambulatório.

Figura 07: Escala de Esforço Subjetivo para Exercícios Resistidos

Cada vez que a sequência de oito exercícios propostos foi feita (Figuras 8 a 23), contou-se uma passagem. Na primeira e na segunda semana de acompanhamento, as gestantes realizaram duas passagens pelo circuito, com descanso mínimo de 30 segundos e máximo de 1 minuto entre a realização de cada exercício. A partir da terceira semana e até o final da gestação, elas realizaram três passagens pelo circuito. As pacientes iniciaram o programa fazendo 15 repetições de cada exercício exatamente na ordem descrita adiante.

As gestantes foram instruídas a fazer o programa em três dias não consecutivos na semana, duas vezes de forma domiciliar, sem supervisão do Educador Físico. Uma apostila foi-lhes fornecida com instruções de como realizar cada exercício. A outra sessão semanal foi feita durante os retornos ao ambulatório, sempre mediante supervisão do Educador Físico. Para garantir a aderência das participantes, foi realizado, pelo menos, um contato telefônico semanal com as gestantes.

EXERCÍCIOS RESISTIDOS

- **Peitoral sentada**

Figura 8 – “Crucifixo”- posição inicial: a corda elástica era passada por trás do encosto da cadeira. Sentada, a paciente esticava os braços com as mãos mantidas na altura dos ombros e cotovelos ligeiramente flexionados

Figura 9 – “Crucifixo”- posição final: ela fazia o movimento de adução dos braços, e lentamente retornava para a posição inicial

- **Dorsais sentada**

Figura 10 – “Remada”- posição inicial: sentada, com as costas apoiadas, a paciente estendia as pernas e passava a corda elástica por baixo ds pés

Figura 11 – “Remada”- posição final: ela realizava a flexão dos cotovelos, posicionando-os na altura dos ombros durante o movimento e retornando lentamente ao final do movimento

- **Agachamento**

Figura 12 – “Agachamento” - posição inicial: sentada, a paciente apoiava os pés no chão, posicionando-os na linha dos ombros

Figura 13 – “Agachamento” - posição final: com apoio de outra cadeira, bastão ou mesmo alguma outra pessoa de forma a evitar o desequilíbrio, ela levantava-se da cadeira, sentando-se em seguida novamente de forma lenta

- **Tríceps unilateral**

Figura 14 – “Francês” - posição inicial: em pé, com a perna esquerda à frente do corpo, ambas em semiflexão, a gestante pisava com o calcanhar direito sobre a corda. Sua mão direita era posicionada na altura da nuca, com o cotovelo voltado para cima e junto à cabeça

Figura 15 – “Francês” - posição final: o cotovelo era estendido acima da cabeça, retornando lentamente à posição inicial. O exercício era repetido com o braço esquerdo, dessa vez com o pé esquerdo sendo utilizado para apoio da corda

- **Extensão de perna unilateral**

Figura 16 – Extensão de pernas - posição inicial: a gestante passava a corda, após prendê-la em seu pé direito, por entre as pernas e por trás do pé direito da cadeira, segurando-a após isso com a mão esquerda, de modo a adaptar a tensão do material e evitar que o artefato escapasse

Figura 17 – Extensão de pernas - posição final: a paciente realizava a extensão do joelho. O mesmo era feito com a perna esquerda

- **Bíceps simultâneo**

Figura 18 – “Rosca” simultânea - posição inicial: em pé, a gestante pisava com os dois pés em cima da corda, posicionando as mãos na posição supina e mantendo os joelhos semiflexionados

Figura 19 – “Rosca” simultânea - posição final: ela flexionava, então, os cotovelos, retornando lentamente para a posição inicial em seguida.

- **Panturrilha unilateral**

Figura 20 – “Panturrilha” - posição inicial: em pé, com o apoio de uma cadeira ou bastão, a gestante apoiava apenas um pé no chão

Figura 21 – “Panturrilha” - posição final: Em seguida, ela realizava o movimento de flexo-extensão plantar do pé direito, e o mesmo era repetido posteriormente com o pé esquerdo

- **Deltóides**

Figura 22 – “Desenvolvimento”- posição inicial: a gestante sentava em cima da corda, segurando as duas extremidades na altura das orelhas, com as palmas das mãos voltadas para frente e posicionadas ao lado da cabeça

Figura 23 – “Desenvolvimento”- posição final: a gestante estendia os cotovelos acima da cabeça, retornando lentamente em seguida para a posição original

Os alongamentos foram repetidos ao final do programa, após as gestantes novamente medirem a glicemia capilar. As pacientes alocadas ao GC tiveram sua rotina pré-natal inalterada, e foram semanalmente questionadas se haviam iniciado alguma forma de atividade física, enquanto as alocadas ao GE, se haviam iniciado a prática de outra atividade física que não os ER.

4.2.1.3 Controle glicêmico capilar

Todas as gestantes fizeram monitoração glicêmica capilar (MGC) domiciliar, utilizando também o glicosímetro Advantage®, que possui memória de armazenamento. As glicemias capilares foram aferidas, ao longo do período de estudo, quatro vezes ao dia, sendo uma em jejum e as outras pós-prandiais (2 horas respectivamente após o desjejum, o almoço e o jantar). Nas consultas de acompanhamento, verificou-se a memória do aparelho, que foi conferida com as anotações da paciente.

Utilizou-se como parâmetro para averiguar a adequação do controle glicêmico das gestantes a comparação do período porcentual ao longo do tempo de pesquisa em que a MGC atingiu a seguinte meta: obter ao menos 80% das glicemias capilares semanais da MGC de acordo com os valores considerados normais para a gestação³, quais sejam, glicemias de jejum entre 70 e 95mg/dl e pós-prandiais entre 70 e 120mg/dl⁴.

A média glicêmica, calculada por meio da média aritmética das glicemias capilares obtidas ao longo do período de estudo, também é indicadora da qualidade do controle glicêmico materno e foi utilizada, da mesma forma, para comparar o controle glicêmico dos grupos de estudo durante a pesquisa. Os limites inferiores a 100 mg/dL definem o controle glicêmico ideal, os iguais ou superiores a 120 mg/dL são os considerados inadequados, e os restantes são os adequados^{96,97}.

4.2.1.4 Terapêutica com Insulina

A terapêutica com insulina foi introduzida após uma semana de avaliação com controle glicêmico inadequado, ou seja, ao menos 30% dos valores fora dos padrões de normalidade. A insulina utilizada preferencialmente foi a NPH, com dose inicial de 0,4 a 0,5 UI/kg, sendo fracionada em duas ou três doses diárias, em maior proporção no período da manhã⁴. Caso a utilização exclusiva de insulina NPH falhasse em manter as glicemias em nível adequado, foi acrescentada insulina Regular (R) nas refeições para melhorar o controle⁴. A dose da insulina foi ajustada para manter os níveis glicêmicos supracitados (item 4.2.1.4) nos dois grupos⁴.

Foi calculada e comparada, segundo as proposições iniciais da pesquisa, a frequência de pacientes que utilizaram insulina nos dois grupos de estudo (GC e GE). Para comparar o controle glicêmico somente das

gestantes que utilizaram insulina, a quantidade de insulina empregada e o período de latência entre a inclusão no estudo e o início da terapia medicamentosa, constituíram-se dois subgrupos de estudo a partir da amostra principal:

- Grupo Controle com insulina (GCi): subgrupo das pacientes alocadas inicialmente ao GC e que precisaram de insulina durante o acompanhamento;
- Grupo de Exercícios com insulina (GEi): subgrupo das pacientes alocadas inicialmente ao GE e que precisaram de insulina durante o acompanhamento.

4.3 ANÁLISE ESTATÍSTICA

As medidas aferidas ao diagnóstico, na inclusão do estudo e no parto foram descritas com uso de medidas resumo e comparadas entre os grupos e subgrupos com uso de testes t-student⁹⁸. O tipo de parto foi descrito com o uso de frequência absoluta e relativa para cada grupo, para posteriormente ser testada a existência de associação desta variável com o grupo por meio do teste qui-quadrado⁹⁹.

Para os níveis glicêmicos durante as semanas de gestação foi criado um gráfico de perfis médios com os respectivos erros padrões¹⁰⁰ e realizada a análise de variâncias com medidas repetidas com correção de Huynh-Feldt¹⁰¹, tendo como fator fixo os grupos e subgrupos, e como fator de repetição o período do dia. Para a análise foram utilizadas as médias das 14 semanas para cada período do dia. O IMC durante a gestação também foi comparado entre os grupos e momentos da gestação com uso da mesma análise. Após a análise foram feitas comparações múltiplas de Bonferroni para verificar entre quais períodos os níveis glicêmicos diferiam¹⁰¹.

Para comparar entre os grupos e subgrupos o percentual de dias em que a glicemia atingiu a meta de monitoração glicêmica durante o tempo de pesquisa, foi realizado o teste t-student não pareado⁹⁸. De modo a comparar a classificação da média glicêmica da gestação (ideal, adequada e inadequada) dos grupos e subgrupos foi realizado o teste da razão de verossimilhanças¹⁰². Para verificar a existência de associação entre os grupos para o uso ou não de insulina foi realizado teste qui-quadrado⁹⁹. Os testes foram realizados ao nível de significância de 5%. Foram utilizados os softwares SPSS 15.0 e Excel 2003.

4.4 DESCRIÇÃO DA AMOSTRA

Os dados da Tabela 1 mostram que os grupos de estudo constituídos assemelham-se estatisticamente em todas as características aferidas, tanto no momento da inclusão no estudo como no momento do parto ($p > 0,05$). Por meio do Gráfico 1 é possível verificar aumento do IMC médio ao longo da gestação em ambos os grupos, porém, sem diferenças significativas entre eles ($p = 0,742$). O ganho de peso médio na gestação foi de 11,02 kg no GC e de 12,72 kg no GE.

Tabela 1. Descrição das medidas realizadas na inclusão e no parto em cada grupo e resultado das comparações entre os grupos – HCFMUSP – out.2006 a nov.2008

Variável	Grupo	Média	DP	Mediana	Mínimo	Máximo	N	p
Idade	GC	32,29	5,45	31,0	23,0	43,0	31	0,844
	GE	32,03	4,79	33,0	19,0	41,0	31	
	Total	32,16	5,09	32,0	19,0	43,0	62	
IG diagnóstico	GC	27,55	3,38	28,0	18,0	34,0	31	0,313
	GE	28,32	2,55	28,0	24,0	34,0	31	
	Total	27,94	3,00	28,0	18,0	34,0	62	
IG inclusão	GC	31,04	2,34	31,0	24,0	34,1	31	0,420
	GE	31,52	2,32	32,0	25,0	34,0	31	
	Total	31,28	2,32	31,0	24,0	34,1	62	
IG parto	GC	38,59	1,26	39,00	34,70	40,00	31	0,798
	GE	38,67	1,12	39,00	35,90	40,10	31	
	Total	38,63	1,18	39,00	34,70	40,10	62	
Peso do recém-nascido	GC	3,29	0,49	3,34	1,87	4,24	31	0,588
	GE	3,22	0,46	3,25	1,96	4,12	31	
	Total	3,26	0,47	3,29	1,87	4,24	62	

Gráfico 1. Valores médios de IMC e respectivos erros padrões para cada grupo durante o estudo – HCFMUSP – out/2006 a nov/2008

Não houve diferença significativa com relação ao tipo de parto: enquanto no GC ocorreram 23 partos cesáreos e oito partos vaginais, o GE apresentou respectivamente 20 e 11 ($p = 0,409$). Houve um caso de macrosomia no GE, ao passo que o GC apresentou três. Ainda, em ambos os grupos ocorreram três casos de prematuridade.

Resultados

5.0 RESULTADOS

5.1 FREQÜÊNCIA DO USO DE INSULINA

Com relação ao objetivo principal do trabalho, verificou-se (Tabela 2) que o GE apresentou menor freqüência de gestantes que utilizaram insulina que o GC ($p = 0,009$).

Tabela 2. Descrição do número de pacientes que usaram insulina segundo grupo (GC e GE) e resultado do teste de associação – HCFMUSP – out.2006 a nov.2008

Grupo	Uso de Insulina				TOTAL	p
	Não		Sim			
	n	%	n	%		
GC	14	45,2	17	54,8	31	0,009
GE	24	77,4	7	22,6	31	
Total	38	61.3	24	38.7	62	

5.2 ADEQUAÇÃO DO CONTROLE GLICÊMICO CAPILAR

O GE permaneceu, durante o tempo de pesquisa, período percentual significativamente maior em concordância com os objetivos da MGC (Tópico 4.2.1.4) do que o período atingido pelo GC (Tabela 3). Quando comparadas

apenas as gestantes que necessitaram de insulina (GCi e GEi), a diferença encontrada não foi estatisticamente significativa (Tabela 3).

Tabela 3. Descrição por grupo (GE e GC) e subgrupo (GCi e GEi) e resultado da comparação do período percentual durante o tempo de pesquisa em que as gestantes atingiram a meta para monitoração glicêmica capilar – HCFMUSP – out.2006 a jun.2008

Amostra	Grupo	Média	DP	N	p
Todas as gestantes	GC	0,43	0,31	31	0,014
	GE	0,63	0,30	31	
	Total	0,53	0,32	62	
Gestantes que utilizaram insulina	GCi	0,27	0,23	17	0,220
	GEi	0,40	0,25	7	
	Total	0,30	0,24	24	

Foi verificada maior frequência de médias glicêmicas ideais na comparação entre o GC e o GE, fato que não se repetiu na comparação entre o GCi e o GEi (Tabela 4).

Tabela 4. Classificação das médias glicêmicas segundo grupos e resultado do teste de associação – HCFMUSP – out.2006 a nov.2008

Grupo	Média glicêmica (mg/dl)						Total	p
	Ideal (≤ 99)		Adequada (100 – 119)		Inadequada (≥ 120)			
	n	%	n	%	n	%		
GC	08	25,8	23	74,2	0	0,0	31	0,001
GE	21	67,7	9	29	1	3,2	31	
Total	29	46,8	32	51,6	1	1,6	62	
GCi	00	0,0	17	100	0	0,0	17	0,067
GEi	01	14,3	5	71,4	1	14,3	07	
Total	01	4,2	22	91,7	01	4,2	24	

Não foi encontrada diferença estatística ($p = 0,091$) da média glicêmica ($\text{mg/dl} \pm \text{DP}$) do período de estudo do GC ($102,37 \pm 7,99$) na comparação com a observada no GE ($100,69 \pm 9,41$), bem como na comparação ($p = 0,394$) entre o GCi ($106,02 \pm 7,52$) e o GEi ($109,83 \pm 9,04$).

O Gráfico 2 permite visualizar o comportamento da glicemia dos dois grupos de estudo (GE e GC) ao longo do dia durante dez semanas de acompanhamento. O mesmo pode ser visualizado de outra maneira por meio do Gráfico 3, que mostra o perfil médio por grupo (GC ou GE) e subgrupo (GCi e GEi) dos níveis glicêmicos capilares nos diferentes períodos do dia durante todo período de acompanhamento. Embora os níveis glicêmicos verificados no GC mostrem-se maiores do que os aferidos no GE na amostra principal (GC e GE), enquanto nas pacientes que utilizaram insulina os níveis aferidos mostrem-se maiores no GEi na comparação com o GCi, a diferença encontrada não foi estatisticamente significativa ($p = 0,089$ na comparação GC e GE ; $p = 0,191$ na comparação GCi e GEi).

Ainda, não foi encontrada diferença significativa na quantidade de insulina ($\text{UI/kg} \pm \text{DP}$) utilizada pelos dois subgrupos (GCi: $0,49 \pm 0,12$; GEi: $0,45 \pm 0,11$; $p = 0,398$). O período entre a inclusão no trabalho e a utilização da droga ($\text{semanas} \pm \text{DP}$) também não diferiu estatisticamente na comparação dos subgrupos (GCi: $2,00 \pm 1,62$; GEi: $1,86 \pm 1,21$; $p = 0,836$).

Gráfico 2. Gráfico de perfis glicêmicos médios por grupo, com os respectivos erros padrões ao longo de dez semanas de acompanhamento – HCFMUSP – out.2006 a nov.2008

Gráfico 3. Perfil médio e erros padrões de glicemia durante os períodos do dia segundo grupo – HCFMUSP – out.2006 a nov.2008

Discussão

6.0 DISCUSSÃO

Uma vez diagnosticado o DG, o principal propósito da assistência à gestante portadora dessa enfermidade é o controle de seus níveis glicêmicos, de modo a evitar episódios de hiperglicemia materna, que têm ação deletéria ao prognóstico do binômio materno-fetal. Por isso, é importante a constante busca por mecanismos alternativos e acessíveis, como o exercício físico, para o controle glicêmico dessa população.

Evidências mostram a efetividade dos EA em reduzir a frequência de mulheres que utilizam insulina⁷¹. Por sua vez, pouco se sabe acerca dos ER, já que Brankston et al.²⁶, em 2004, são os únicos que fazem análise semelhante, fato que serviu de alento à elaboração do presente estudo. Em trabalho randomizado, com portadoras de DG, os autores²⁶ não verificam queda significativa dessa variável ($p = 0,48$), uma vez que 43,8% das pacientes do grupo que praticou os ER ($n = 16$) utilizaram insulina, ao passo que o mesmo ocorreu com 56,3% das gestantes do outro grupo ($n = 16$) que serviu de controle. Não foi possível entender e reproduzir o cálculo amostral realizado pelos autores²⁶ que, segundo as proposições iniciais da pesquisa, buscavam diminuir de 50% para 25% a incidência da droga. Caso fosse adotada a metodologia utilizada neste trabalho, a amostra de Brankston et al.²⁶ deveria ser composta inicialmente por 64 pacientes por grupo, porém os autores²⁶ utilizam apenas 16 gestantes por grupo, o que deixa o poder de teste da sua amostra muito baixo ($1 - \beta = 0,11$).

O presente estudo, ao contrário, apresentou queda significativa no número de pacientes que necessitou de insulina nas destinadas ao GE (Tabela 2). Embora a proposição inicial da pesquisa fosse reduzir para 20% a frequência, a diferença verificada pela amostra constituída possui poder de teste ($1 - \beta$) de 0,74. O controle glicêmico das pacientes durante o período de acompanhamento, proposição secundária do atual estudo, também foi estatisticamente melhor no GE em comparação ao GC (Tabelas 3 e 4).

Algo que, em primeiro momento, pode parecer conflitante com os indicativos de melhor controle metabólico atingido pelo GE foi o fato de que os níveis glicêmicos aferidos ao jejum, pós-café, pós-almoço e pós-jantar apresentaram semelhança estatística na comparação entre o GC e o GE (Gráficos 1 e 2), bem como a média glicêmica ($p = 0,091$) dos dois grupos. Essa semelhança, no entanto, é indicativo do sucesso do rigoroso esquema de MGC que norteia a assistência às portadoras de DG realizada pela Clínica Obstétrica da FMUSP⁴, à qual todas as pacientes são submetidas.

Os fatos ocorridos, por si sós, indicam que, de forma geral, a prática clínica usual estabelecida para o controle do DG pode tornar-se mais eficaz quando da adição de técnicas alternativas adjuntas, como, no caso, o programa de ER. No entanto, a comparação de alguns dos resultados observados por Brankston et al.²⁶ com os verificados na presente pesquisa mostra diferentes desfechos. Embora os desenhos de ambos os estudos não permitam conclusões a respeito dos efeitos dos ER no controle glicêmico das gestantes que usam insulina, visto que o objetivo inicial dos trabalhos não foi esse, e outra metodologia deveria ser adotada para esse

fim, Brankston et al.²⁶, apesar de não encontrarem diferença entre os grupos de estudo na quantidade de pacientes que utilizam insulina, observam queda significativa no período (semanas $\pm$ DP) entre a inclusão na pesquisa e o início da terapia medicamentosa com insulina (grupo controle: $1,11 \pm 0,8$; grupo com ER: $3,71 \pm 3,1$; $p < 0,05$), bem como na quantidade de insulina (UI/kg $\pm$ DP) utilizada ao final da gestação no grupo que realiza ER (grupo controle: $0,48 \pm 0,3$; grupo com ER: $0,22 \pm 0,2$; $p < 0,05$).

No presente trabalho, a quantidade de medicamento inicial receitada foi de 0,4 a 0,5 UI/kg⁴, e não foram encontradas diferenças estatísticas em nenhuma das duas variáveis (período entre a inclusão na pesquisa e o início da terapia medicamentosa com insulina e quantidade de insulina utilizada ao final da gestação no grupo que realizou ER). Embora não tenha diferido estatisticamente ($p = 0,398$), a quantidade de medicamento (UI/kg $\pm$ DP) utilizada por ambos os subgrupos da atual pesquisa ao final da gestação (GCi: $0,49 \pm 0,12$; GEi: $0,45 \pm 0,11$) condiz com a observada em outros estudos. Como exemplo, Basso et al.¹⁰³, em 2007, verificam que gestantes portadoras de DG ($n = 50$) utilizam valor médio (UI/kg $\pm$ DP) de $0,49 \pm 0,39$ no terceiro trimestre de gestação. Não é possível obter essa informação no artigo de Brankston et al.²⁶, que também não menciona qual quantidade de medicamento inicial eles utilizam e sua variação durante a pesquisa. Ainda, os autores²⁶ não informam claramente os critérios utilizados para iniciar a terapia com insulina nas gestantes. Analisados em conjunto, o fato de que a queda do número de pacientes que utilizou insulina no grupo que praticou os ER observado por Brankston et al.²⁶ não possuir significância estatística,

somada a baixa quantidade de medicamento que as gestantes que fizeram ER utilizaram ao final do mesmo estudo, os fatos podem indicar questões capazes de alterar os desfechos de programas de ER.

Na atual pesquisa, em todos os retornos ambulatoriais que aconteceram semanalmente, as gestantes exercitaram-se sob a supervisão do pesquisador principal, até o final da gestação. Assim, o programa de ER foi feito, em média $2,3 \pm 0,4$ vez por semana, e não houve nenhum caso de paciente alocada ao GE que tenha ficado mais do que uma semana sem realizar o programa. A frequência semanal encontrada foi parecida com a que Brankston et al.²⁶ relata ($2,0 \pm 0,9$ vez por semana). Os autores²⁶, porém, supervisionaram o programa apenas nas três primeiras sessões de ER e deixaram o contato telefônico como a única forma de controle do programa após isso.

Na metodologia do presente trabalho, o contato telefônico semanal somou-se ao retorno ambulatorial, o que permitiu maior interação com a paciente, possibilidade de adaptar a tensão da corda de modo a adequar sempre que necessário à intensidade do estímulo, verificar se a gestante executava os exercícios em posturas corretas, se encontrava dificuldades em realizar algum movimento, alterar o horário em que seriam praticados os ER em função do período onde a MGC apresentava falha, além de aumentar o envolvimento da paciente ao tratamento. Esta diferença metodológica pode ter contribuído para o presente estudo atingir resultados significantes relativos à sua proposição principal (diminuir a incidência de mulheres que utilizam insulina no grupo que faz ER). Outrossim, talvez com Brankston et

al.²⁶, essa alteração metodológica fosse capaz de impedir a terapia medicamentosa naquelas pacientes que a iniciaram apenas ao final da gestação, ou também naquelas que utilizaram baixa quantidade de medicamento.

Ao mesmo tempo, precisa-se questionar se com a modificação de alguma(s) das características dos programas de ER propostos por ambas as pesquisas (escolha dos exercícios, o treinamento em esquema de circuito, o volume de esforço, a intensidade e a frequência semanal com que foram realizados), até mesmo a adição de outra forma de atividade física, como os EA ou hidroginástica, por exemplo, fosse possível diminuir mais o número de gestantes que utilizam insulina no trabalho de Brankston et al²⁶., bem como demonstrar estatisticamente melhor controle glicêmico do GEi na comparação com o GCi do atual estudo.

Além das questões metodológicas, outra possível causa da incapacidade que a presente pesquisa teve para atingir diferenças significativas por meio dos ER nas gestantes que utilizaram insulina pode residir na etiologia da doença das pacientes do GEi. Como a gestação impõe sobrecarga ao organismo feminino, é possível que a mulher acabe por revelar nessa fase manifestações clínicas de intolerância à glicose de origem crônica e evolutiva não afetadas em função da prática de exercícios, como, por exemplo, disfunção de células β pancreáticas¹.

Algumas variáveis observadas corroboram essa proposição: na comparação, apenas das gestantes pertencentes ao GE, daquelas que usaram insulina com as que não utilizaram, verificou-se que as primeiras

tiveram médias glicêmicas (mg/dl $\pm$ DP) do período de acompanhamento bem maiores do que as verificadas no segundo ($109,84 \pm 11,02$ e $95,85 \pm 6,20$ respectivamente; $p < 0,001$). Outras variáveis, embora sem diferença estatística ($p > 0,05$), podem fornecer outros indícios sobre o postulado: a maior média glicêmica do GEi quando comparada à média obtida pelo GCi; o período entre o diagnóstico e o início da terapia medicamentosa do GEi apresentou-se menor do que o do GCi, ao contrário do verificado em outro estudo²⁶; a comparação do comportamento do perfil médio dos níveis glicêmicos capilares nos diferentes períodos do dia durante todo período de acompanhamento (Gráfico 3) mostrou níveis glicêmicos capilares maiores no GEi; houve ainda um caso de paciente do GEi que atingiu média glicêmica inadequada ($121,87$ mg/dl – Tabela 4), fato que não se repetiu com nenhuma outra gestante da pesquisa.

Com tudo isso, além das questões metodológicas, não é possível descartar a hipótese de que o programa de ER proposto não proporcionou melhores resultados ao tratamento das gestantes pertencentes ao GEi da atual pesquisa em razão da etiologia da intolerância aos carboidratos do subgrupo. Assim, mais uma vez é possível divagar se com a modificação de alguma(s) das características do programa inicialmente proposto ou até mesmo a adição de outra forma de atividade física seria possível melhorar o controle glicêmico do GEi, que apresentou melhores níveis de MGC do que o observado no GCi, porém sem atingir diferença estatística. Convém advertir mais uma vez que os desenhos de ambas pesquisas não permitem

conclusões, apenas mostra indícios relativos aos efeitos dos ER no controle glicêmico das pacientes que utilizam insulina.

De acordo com Brankston et al.²⁶, a etiologia do DG pode diferir segundo o IMC pré-gestacional das mulheres, o que os fazem analisar o controle glicêmico apenas das gestantes com IMC pré-gestacional maior do que 25 kg/m². Segundo os autores²⁶, a maior parte dos casos de DG que acometem essas mulheres pode ser resultado do quadro de resistência periférica à insulina, enquanto nas que engravidam com IMC pré-gestacional menor do que 25 kg/m², a enfermidade pode resultar, na maioria dos casos, da incapacidade funcional das células β pancreáticas. Os pesquisadores²⁶ verificam frequência de terapia com insulina em 30% (n = 10) do grupo que praticou ER, e de 80% (n = 10) das pacientes do grupo controle (p < 0,05). Quando a mesma análise foi feita com os dados deste trabalho, verificou-se queda mais significativa. O número de mulheres que utilizaram insulina no GC foi de 64% (09), e de 23% (03 do total de 13 pacientes) no GE (p = 0,031). Ainda, outro indicativo que foi possível melhorar o controle glicêmico por meio de ER nessa população, as pacientes do GE atingiram a meta para monitoração glicêmica por 64% do período de pesquisa, enquanto as que não praticaram a atingiram em 36% (p = 0,014). Caso verdadeira a hipótese aventada por Brankston et al.²⁶, os ER mostram-se eficazes em melhorar situações nas quais a etiologia da doença resida primordialmente no aumento de resistência periférica à ação da insulina.

Com relação à segurança, a prática de ER parece não interferir nos desfechos do ciclo gestacional, visto que, assim como no estudo de

Brankston et al.²⁶, também não foram encontradas diferenças significativas relativas ao ganho de peso materno durante a gestação ($p = 0,287$), idade gestacional do parto ($p = 0,798$), número de cesáreas ($p = 0,409$) e peso do RN ($p = 0,588$). Ademais, a queda da glicemia ($\text{mg/dl} \pm \text{DP}$) em resposta ao exercício observada na atual pesquisa (glicemia capilar pré-exercício: $118,84 \pm 9,04$; glicemia capilar pós-exercício: $99,22 \pm 9,91$; diferença pré/pós-exercício: $19,61 \pm 5,02$) é condizente com a encontrada por meio de EA (Ítem 3.4). O GE não apresentou nenhum caso de hipoglicemia pós-exercício. O nível de aderência a programas de ER na gestação complicada por DG apresenta níveis satisfatórios. Houve apenas um caso de exclusão por outros motivos que não clínicos, tanto na presente pesquisa quanto na de Brakston et al.²⁶.

O melhor controle glicêmico das gestantes portadoras de DG resultante da prática regular de ER pode diminuir os custos do tratamento da enfermidade e auxiliar a política nacional de saúde pública. Os resultados obtidos pela atual pesquisa corroboram esses indicativos, já que foi possível verificar melhor controle glicêmico nas pacientes que praticaram ER por meio da prática de ER com artefato manufaturado e de baixo custo, que, exatamente por isso, pode ser reproduzido em larga escala (Apêndices 1 e 2), o que pode permitir que grupos sociais menos privilegiados também tenham acesso aos benefícios da prática de exercícios.

A opção pela monitorização glicêmica por meio de glicemia capilar pode ser considerada fator de limitação do presente estudo. Mas, é importante salientar que a opção por esse método de análise baseou-se no

fato de que essa é a forma universalmente preconizada para avaliação do controle glicêmico, e a atual pesquisa foi elaborada de modo a ser reprodutível na prática clínica usual.

A análise conjunta do presente estudo com o de Brankston et al.²⁶, apesar de algumas divergências de resultados e métodos empregados, mostra boas evidências que os ER podem auxiliar a assistência ambulatorial de pacientes portadoras de DG. Futuras investigações a respeito dos efeitos do ER no controle metabólico do DG, baseadas em projetos bem desenhados e controlados, devem compará-los com os EA, verificar se a adoção de ambas as formas de esforço pode conferir alterações mais positivas ao tratamento, analisar sua ação em conjunto com a Metformina, elucidar quais mecanismos moleculares ligados à doença são modificados pela prática de ER e se sua prática é capaz de prevenir o surgimento do DG como acontece por meio da prática de EA⁶⁶⁻⁶⁹.

É importante que instituições terciárias de referência, como o HCFMUSP, continuem a produzir conhecimentos de origem multidisciplinar, que, se há algum tempo foram considerados o futuro da ciência, hoje fazem parte da realidade acadêmica cotidiana, com os quais serão construídas as bases do conhecimento utilizadas por futuras gerações.

Conclusões

7.0 CONCLUSÕES

O presente estudo, que avaliou pacientes com diagnóstico de DG incluídas em programa de ER, conclui que:

1. O programa de ER proposto diminuiu a frequência de mulheres que necessitaram de insulina para adequação do controle glicêmico;
2. Foi possível melhorar o controle glicêmico capilar da população estudada por meio do programa de ER proposto.

Anexos

Anexo A

HOSPITAL DAS CLÍNICAS
DA
FACULDADE DE MEDICINA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

I - DADOS DE IDENTIFICAÇÃO DO SUJEITO DA PESQUISA OU RESPONSÁVEL LEGAL

1. NOME DO PACIENTE.....
DOCUMENTO DE IDENTIDADE Nº : SEXO : .M ☐ F ☐
DATA NASCIMENTO:...../...../.....
ENDEREÇO..... Nº APTO:
BAIRRO:.....CIDADE.....
CEP:..... TELEFONE: DDD (.....).....

2. RESPONSÁVEL LEGAL
NATUREZA (grau de parentesco, tutor, curador etc.).....
DOCUMENTO DE IDENTIDADE Nº : SEXO : .M ☐ F ☐
DATA NASCIMENTO:...../...../.....
ENDEREÇO..... Nº APTO:
BAIRRO:.....CIDADE.....
CEP:..... TELEFONE: DDD (.....).....

II - DADOS SOBRE A PESQUISA CIENTÍFICA

1. TÍTULO DO PROTOCOLO DE PESQUISA: *“O papel do Exercício Resistido como coadjuvante no controle glicêmico de mulheres com Diabetes Mérito Gestacional”*

PESQUISADOR: **Marco Antonio Borges Lopes**

CARGO/FUNÇÃO: *Professor Doutor (MS3)*

INSCRIÇÃO NO CONSELHO REGIONAL: CREMESP 71533

2. UNIDADE DO HCFMUSP: *Departamento de Obstetrícia e Ginecologia, Disciplina de Obstetrícia.*

3. AVALIAÇÃO DO RISCO DA PESQUISA:

SEM RISCO ☐ RISCO MÍNIMO ☐ RISCO MÉDIO ☐
RISCO BAIXO ☒ RISCO MAIOR ☐

(probabilidade de que o indivíduo sofra algum dano como consequência imediata ou tardia do estudo)

4. DURAÇÃO DA PESQUISA : até 4 meses.

III - REGISTRO DAS EXPLICAÇÕES DO PESQUISADOR AO PACIENTE OU SEU REPRESENTANTE LEGAL SOBRE A PESQUISA, CONSIGNANDO:

Eu gostaria de convidar você para participar livremente de uma pesquisa que estou fazendo com mulheres grávidas que, como você, desenvolveram o Diabetes Gestacional. Nesta pesquisa, pretendo verificar os efeitos da prática regular de exercícios com uma corda elástica no controle da sua doença. Para que possa participar desse estudo, é importante que você seja sedentária, isso é, não tenha praticado nenhum tipo de atividade física nos últimos três meses. O programa que você vai fazer irá exercitar e fortalecer os principais músculos do seu corpo, e você deverá realizá-lo até o final da sua gestação. Esses exercícios podem ajudá-la a controlar melhor a sua taxa de glicose. Embora os exercícios propostos sejam considerados seguros, você pode sentir enjôo, fraqueza, tontura e dores musculares durante a sua realização. No caso de qualquer desconforto, siga as orientações contidas na apostila que você receberá. Caso seja necessário o uso de insulina para o controle da glicemia, é possível haver uma redução nas doses aplicadas devido à prática desses exercícios. Vamos ensiná-la como fazer esses exercícios, e, na apostila, há uma ficha com fotos demonstrativas de todos os exercícios do programa que você deverá fazer. Você deverá fazê-los três vezes por semana, sendo uma vez no ambulatório em seu retorno semanal, com a nossa presença, e outras duas em sua casa, em dias alternados, cerca de uma hora após alguma refeição. Nessa apostila haverá também uma ficha de controle, que você deverá preencher sempre no dia do seu treinamento, informando o dia, hora, a sua frequência cardíaca durante a rotina e também a sua glicemia antes e após os exercícios. Para isso você terá que “picar” o seu dedo duas vezes a mais do que o habitual nesse dia. Caso tenha algum problema em decorrência dos exercícios, procure o Pronto Socorro da Obstetrícia do Hospital das Clínicas, localizado na Av. Dr. Enéas de Carvalho Aguiar, 255, 4º andar, Cerqueira César, São Paulo, SP. Você poderá entrar em contato conosco para quaisquer dúvidas e esclarecimentos através dos endereços e telefones localizados no item V deste *Termo de Consentimento Livre-Esclarecido*.

IV - ESCLARECIMENTOS DADOS PELO PESQUISADOR SOBRE GARANTIAS DO SUJEITO DA PESQUISA CONSIGNANDO:

1. A paciente terá acesso, a qualquer tempo, às informações sobre procedimentos, riscos e benefícios relacionados à pesquisa, bastando para isso dirigir-se à Clínica Obstétrica do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da USP ou procurar um dos pesquisadores relacionados abaixo.
2. A paciente ou seu representante legal terá liberdade de retirar seu consentimento a qualquer momento e deixar de participar do estudo, sem que isto traga nenhum prejuízo à continuidade de sua assistência pré-natal e pós-natal no Serviço de Obstetrícia e Ginecologia do HCFMUSP.
3. Os pesquisadores responsáveis salvaguardam a confidencialidade, o sigilo e a privacidade dos dados da paciente
4. Haverá a disponibilidade de assistência à paciente no Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da USP para o tratamento de eventuais problemas relacionados a essa pesquisa.
5. Não há previsão de danos à saúde decorrentes da pesquisa que justifiquem indenização de qualquer tipo.

V. INFORMAÇÕES DE NOMES, ENDEREÇOS E TELEFONES DOS RESPONSÁVEIS PELO ACOMPANHAMENTO DA PESQUISA, PARA CONTATO EM CASO DE INTERCORRÊNCIAS CLÍNICAS E REAÇÕES ADVERSAS.

Marcelo Costa de Barros

Endereço: Rua Frederico Von Martius, nº 093, apto 14

Telefones: (11) 65912998, (11) 99994137

Dr. Marco Antonio Borges Lopes

Endereço: Clínica Obstétrica do HCFMUSP. Av. Dr. Enéas de Carvalho Aguiar, 255, 4º andar, Cerqueira César, São Paulo, SP.

Telefone: (11) 3069 6209, (11) 99445082.

VI. OBSERVAÇÕES COMPLEMENTARES:

VII - CONSENTIMENTO PÓS-ESCLARECIDO

Declaro que, após convenientemente esclarecido pelo pesquisador e ter entendido o que me foi explicado, consinto em participar do presente Protocolo de Pesquisa

São Paulo,

de

de 200

.

Assinatura do sujeito da pesquisa ou responsável legal

Assinatura do pesquisador
(carimbo ou nome Legível)

Anexo B

APROVAÇÃO

A Comissão de Ética para Análise de Projetos de Pesquisa - CAPPesq da Diretoria Clínica do Hospital das Clínicas e da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, em sessão de 03.10.07, **APROVOU** mudanças (carta de 11.05.07 – alteração no critério de inclusão) no Protocolo de Pesquisa nº **392/06**, intitulado: "O PAPEL DO EXERCÍCIO RESISTIDO COMO COADJUVANTE NO CONTROLE GLICÊMICO DE MULHERES COM DIABETES MELITO GESTACIONAL" apresentado pelo Departamento de **OBSTETRÍCIA E GINECOLOGIA**.

Pesquisador(a) Responsável: **Dr. Marco Antonio Borges Lopes**

CAPPesq, 16 de outubro de 2007.

PROF. DR. EDUARDO MASSAD
Presidente da Comissão de Ética para Análise
de Projetos de Pesquisa

Anexo C

QUESTIONÁRIO INTERNACIONAL DE ATIVIDADE FÍSICA – VERSÃO CURTA -

NOME: _____

Data: ____/____/____ **Idade :** ____ **Sexo:** F () M ()

As perguntas a seguir estão relacionadas ao tempo que você gastou fazendo atividade física na **ÚLTIMA** semana. As perguntas incluem as atividades que você faz no trabalho, para ir de um lugar a outro, por lazer, por esporte, por exercício ou como parte das suas atividades em casa ou no jardim. Suas respostas são **MUITO** importantes. Por favor, responda cada questão mesmo que considere que não seja ativo. Obrigado pela sua participação!

Para responder as questões lembre que:

- atividades físicas **VIGOROSAS** são aquelas que precisam de um grande esforço físico e que fazem respirar **MUITO** mais forte que o normal
- atividades físicas **MODERADAS** são aquelas que precisam de algum esforço físico e que fazem respirar **UM POUCO** mais forte que o normal

Para responder as perguntas pense somente nas atividades que você realiza **por pelo menos 10 minutos contínuos** de cada vez:

1a Em quantos dias da última semana você caminhou por **pelo menos 10 minutos contínuos** em casa ou no trabalho, como forma de transporte para ir de um lugar para outro, por lazer, por prazer ou como forma de exercício?

dias ____ por **SEMANA** () Nenhum

1b Nos dias em que você caminhou por pelo menos 10 minutos contínuos quanto tempo no total você gastou caminhando por dia?

horas: _____ Minutos: _____

2a. Em quantos dias da última semana, você realizou atividades **MODERADAS** por pelo menos 10 minutos contínuos, como por exemplo pedalar leve na bicicleta, nadar, dançar, fazer ginástica aeróbica leve, jogar vôlei recreativo, carregar pesos leves, fazer serviços domésticos na casa, no quintal ou no jardim como varrer, aspirar, cuidar do jardim, ou qualquer atividade que fez aumentar **moderadamente** sua respiração ou batimentos do coração (**POR FAVOR NÃO INCLUA CAMINHADA**)

dias _____ por **SEMANA** () Nenhum

2b. Nos dias em que você fez essas atividades moderadas por pelo menos 10 minutos contínuos, quanto tempo no total você gastou fazendo essas atividades por dia?

horas: _____ Minutos: _____

3a Em quantos dias da última semana, você realizou atividades **VIGOROSAS** por pelo menos 10 minutos contínuos, como por exemplo correr, fazer ginástica aeróbica, jogar futebol, pedalar rápido na bicicleta, jogar basquete, fazer serviços domésticos pesados em casa, no quintal ou cavoucar no jardim, carregar pesos elevados ou qualquer atividade que fez aumentar **MUITO** sua respiração ou batimentos do coração.

dias _____ por **SEMANA** () Nenhum

3b Nos dias em que você fez essas atividades vigorosas por pelo menos 10 minutos contínuos quanto tempo no total você gastou fazendo essas atividades por dia?

horas: _____ Minutos: _____

CLASSIFICAÇÃO DO NÍVEL DE ATIVIDADE FÍSICA IPAQ

SEDENTÁRIO:

Não realizou nenhuma atividade física por pelo menos 10 minutos contínuos durante a semana.

INSUFICIENTEMENTE ATIVO:

Realiza atividade física por pelo menos 10 minutos por semana, porém insuficiente para ser classificado como ativo. Pode ser dividido em dois grupos:

- A) Atinge pelo menos um dos critérios da recomendação
 - a) Frequência: 5 dias /semana OU
 - b) Duração: 150 min / semana
- B) Não atingiu nenhum dos critérios da recomendação

Obs. Para realizar essa classificação soma-se a frequência e a duração dos diferentes tipos de atividade (CAMINHADA + MODERADA + VIGOROSA)

ATIVO:

Cumpriu as recomendações

- a) VIGOROSA: ≥ 3 dias/sem e ≥ 20 minutos por sessão
- b) MODERADA OU CAMINHADA: ≥ 5 dias/sem e ≥ 30 minutos por sessão
- c) Qualquer atividade somada: ≥ 5 dias/sem e ≥ 150 minutos/sem (CAMINHADA + MODERADA + VIGOROSA)

MUITO ATIVO:

Cumpriu as recomendações e:

- a) VIGOROSA: ≥ 5 dias/sem e ≥ 30 minutos por sessão OU
- b) VIGOROSA: ≥ 3 dias/sem e ≥ 20 minutos por sessão + MODERADA e/ou CAMINHADA: ≥ 5 dias/sem e ≥ 30 minutos por sessão

Exemplos:

Indivíduos	Caminhada		Moderada		Vigorosa		Classificação
	F	D	F	D	F	D	
1	-	-	-	-	-	-	Sedentário
2	4	20	1	30	-	-	Insuficientemente Ativo A
3	3	30	-	-	-	-	Insuficientemente Ativo B
4	3	20	3	20	1	30	Ativo
5	5	45	-	-	-	-	Ativo
6	3	30	3	30	3	20	Muito Ativo
7	-	-	-	-	5	30	Muito Ativo

F = Frequência – D = Duração

Referências

9.0 REFERÊNCIAS

1. American Diabetes Association. Diagnosis and classification of diabetes mellitus – position statement. *Diabetes Care*. 2009;32 suppl 1:S62-7.
2. Ferrara A. Increasing prevalence of gestational diabetes mellitus: a public health perspective. *Diabetes Care*. 2007;30 Suppl 2:S141-6.
3. Zugaib M. *Zugaib Obstetrícia*. 1ª ed. Barueri: Ed. Manole, 2008. p.839-50.
4. Francisco RPV e Zugaib M. *Diabetes Gestacional* – In: Protocolos Assistenciais Clínica Obstétrica FMUSP / Marcelo Zugaib, Roberto Eduardo Bittar. – 3 Ed. – São Paulo: Atheneu, 2007. p.150-7.
5. Hod M, Yogev Y. Goals of metabolic management of gestational diabetes: is it all about the sugar? *Diabetes Care*. 2007;30 Suppl 2:S180-7.
6. Rezende J & Montenegro CAB. *Obstetrícia Fundamental*. 11ª ed. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan; 2008. p.343-52.

7. Metzger BE, Buchanan TA, Coustan DR, de Leiva A, Dunger DB, Hadden DR, Hod M, Kitzmiller JL, Kjos SL, Oats JN, Pettitt DJ, Sacks DA, Zoupas C. Summary and recommendations of the Fifth International Workshop-Conference on gestational diabetes mellitus. *Diabetes Care*. 2007;30 Suppl 2:S251-60.
8. Vilar L, Castellar E, Moura E, Leal E, Machado AC, Teixeira L, Campos R. *Endocrinologia Clínica*. 2ª ed. Rio de Janeiro: Ed. Medsi; 2001, cap. 43, p.593-606.
9. Artal R. Exercise: The alternative therapeutic intervention for gestational diabetes. *Clin Obstet Gynecol*. 2003;46(2):479-87.
10. Coustan DR, Imarah J. Prophylactic insulin treatment of gestational diabetes reduces the incidence of macrosomia, operative delivery, and birth trauma. *Am J Obstet Gynecol*. 1984;150(7):836-42.
11. Coustan DR. Pharmacological management of gestational diabetes: an overview. *Diabetes Care*. 2007;30 Suppl 2:S206-8.
12. Leturque A, Burnol AF, Ferre P, Girard J. Pregnancy-induced insulin resistance in the rat: assessment by glucose clamp technique. *Am J Physiol*. 1984;246:E25-31.

13. Pate RR, Pratt M, Blair SN, Haskell WL, Macera CA, Bouchard C, Buchner D, Ettinger W, Heath GW, King AC, et al. A recommendation from the Centers for Disease Control and Prevention and The American College of Sports Medicine. *JAMA*. 1995;273(5):402-7.
14. Artal R, O'Toole M. Guidelines of the American College of Obstetricians and Gynecologists for exercise during pregnancy and the postpartum period. *Br J Sports Med*. 2003;37(1):06-12.
15. Fleck SJ. e Kraemer WJ. *Fundamentos do treinamento de força muscular*. 3ª ed; Porto Alegre: Editora Artmed, 2006. p.02.
16. Crowther NB. *Weightlifting in antiquity:achievement and training* - In Greece and Rome; vol XXIV / McAuslen I; Walcot P; eds. Oxford: Oxford University, 1977; p.111-20.
17. Toohey K e Veal AJ. *The Olympic Games: a social science perspective*. 2nd ed. Oxfordshire: CABI; 2007. p.348.
18. Chapman D. *Sandow the Magnificent: Eugen Sandow and the beginnings of bodybuilding (Sport & Society)*. Illinois: University of Illinois Press, 1994. p.264.

19. Deschenes MR, Kraemer WJ. Performance and physiologic adaptations to resistance training. *Am J Phys Med Rehabil.* 2002;81(11 Suppl):S3-16.
20. Santarém JM. Atualização em exercícios resistidos: conceituações e situação atual. *Revista Âmbito - Medicina Desportiva.* 1997;31:15-6.
21. Braith RW, Stewart KJ. Resistance exercise training: its role in the prevention of cardiovascular disease. *Circulation.* 2006;113(22):2642-50.
22. Kraemer WJ, Adams K, Cafarelli E, Dudley GA, Dooly C, Feigenbaum MS, Fleck SJ, Franklin B, Fry AC, Hoffman JR, Newton RU, Potteiger J, Stone MH, Ratamess NA, Triplett-McBride T; American College of Sports Medicine. American College of Sports Medicine position stand: progression models in resistance training for healthy adults. *Med Sci Sports Exerc.* 2002;34(2):364-80.
23. Hunter GR, Treuth MS, Weinsier RL, Kekes-Szabo T, Kell SH, Roth DL, et al. The effects of strength conditioning on older women's ability to perform daily tasks. *J Am Geriatr Soc.* 1995;43(7):756-60.

24. Ades PA, Ballor DL, Ashikaga T, Utton JL, Nair KS. Weight training improves walking endurance in healthy elderly persons. *Ann Intern Med.* 1996;124(6):568-72.
25. McCartney N, McKelvie RS, Martin J, Sale DG, MacDougall JD. Weighttraining-induced attenuation of the circulatory response of older males to weight lifting. *J Appl Physiol.* 1993;74(3):1056-60.
26. Brankston GN, Mitchell BF, Ryan EA, Okun NB. Resistance exercise decreases the need for insulin in overweight woman with gestational diabetes mellitus. *Am J Obstet Gynecol.* 2004;190:188-93.
27. Wolfe LA, Davies GAL. Cadian guidelines for exercise in pregnancy. *Clin Obstet Gynecol.* 2003;46(2):488-95.
28. Barbour LA, McCurdy CE, Hernandez TL, Kirwan JP, Catalano PM, Friedman JE. Cellular mechanisms for insulin resistance in normal pregnancy and gestational diabetes. *Diabetes Care.* 2007;30 Suppl 2:S112-9.
29. Gutke A, Ostgaard HC, Oberg B. Association between muscle function and low back pain in relation to pregnancy. *J Rehabil Med.* 2008;40(4):304-11.

30. Catalano PM, Huston L, Amini SB, Kalhan SC. Longitudinal changes in glucose metabolism during pregnancy in obese woman with normal glucose tolerance and gestational diabetes mellitus. *Am J Obstet Gynecol.* 1999;180:903-16.
31. Kirwan JP, Varastehpour A, Jing M, Presley L, Shao J, Friedman JE, Catalano PM. Reversal of insulin resistance postpartum is linked to enhanced skeletal muscle insulin signaling. *J Clin Endocrinol Metab.* 2004;89(9):4678-84.
32. Desoye G, Hauguel-de Mouzon S. The human placenta in gestational diabetes mellitus. The insulin and cytokine network. *Diabetes Care.* 2007;30 Suppl 2:S120-6.
33. Bung P & Artal R. Gestational diabetes and exercise: a survey. *Seminars in Perinatology.* 1996;20(4):328-33.
34. Ryan EA. Hormones and insulin resistance during pregnancy. *The Lancet.* 2003;362(29):1777-8.
35. Kühl C. Etiology and pathogenesis of gestational diabetes. *Diabetes Care.* 1998;21 Suppl 2:B19-26.

36. Constable SH, Favier RJ, Cartee GD, Young DA, Holloszy JO. Muscle glucose transport: interactions of in vitro contractions, insulin, and exercise. *J Appl Physiol.* 1988;64(6):2329-32.
37. Lund S, Holman GD, Schmitz O, Pedersen O. Contraction stimulates translocation of glucose transporter GLUT4 in skeletal muscle through a mechanism distinct from that of insulin. *Proc Natl Acad Sci USA.* 1995;92(13):5817-21.
38. Jessen N, Goodyear LJ. Contraction signaling to glucose transport in skeletal muscle. *J Appl Physiol.* 2005;99(1):330-7.
39. MacDonald AL, Philp A, Harrison M. Monitoring exercise-induced changes in glycemic control in type 2 diabetes. *Med Sci Sports Exerc.* 2006;38(2):201-7.
40. Santos JM, Ribeiro SB, Gaya AR, Appell HJ, Duarte JA. Skeletal muscle pathways of contraction-enhanced glucose uptake. *Int J Sports Med.* 2008;29(10):785-94.

41. Krook A, Wallberg-Henriksson H, Zierath JR. Sending the signal: molecular mechanisms regulating glucose uptake. *Med Sci Sports Exerc.* 2004;36(7):1212-7.
42. Röckl KS, Witczak CA, Goodyear LJ. Signaling mechanisms in skeletal muscle: acute responses and chronic adaptations to exercise. *IUBMB Life.* 2008;60(3):145-53.
43. Dela F, Mikines KJ, Sonne B, Galbo H. Effect of training on interaction between insulin and exercise in human muscle. *J Appl Physiol.* 1994; 76(6):2386-93.
44. Zierath JR. Exercise training-induced changes in insulin signaling in skeletal muscle. *J Appl Physiol.* 2002;93(2):773-81.
45. Holloszy JO. Exercise-induced increase in muscle insulin sensitivity. *J Appl Physiol.* 2005;99(1):338-43.
46. Shojaee-Moradie F, Baynes KC, Pentecost C, Bell JD, Thomas EL, Jackson NC, Stolinski M, Whyte M, Lovell D, Bowes SB, Gibney J, Jones RH, Umpleby AM. Exercise training reduces fatty acid

availability and improves the insulin sensitivity of glucose metabolism. *Diabetologia*. 2007;50(2):404-13.

47. Bloem CJ, Chang AM. Short-term exercise improves beta-cell function and insulin resistance in older people with impaired glucose tolerance. *J Clin Endocrinol Metab*. 2008;93(2):387-92.
48. Wojtaszewski JPF, Hansen BF, Gade J, Kiens B, Markuns JF, Goodyear LJ, Richter EA. Insulin signaling and insulin sensitivity after exercise in human skeletal muscle. *Diabetes*. 2000;49:325-31.
49. Østergård T, Jessen N, Schmitz O, Mandarino LJ. The effect of exercise, training, and inactivity on insulin sensitivity in diabetics and their relatives: what is new? *Appl Physiol Nutr Metab*. 2007;32(3):541-8.
50. Dohm GL. Regulation of skeletal muscle GLUT-4 expression by exercise. *J Appl Physiol*. 2002;93(2):782-7.
51. Holmes B, Dohm GL. Regulation of GLUT4 gene expression during exercise. *Med Sci Sports Exerc*. 2004;36(7):1202-6.

52. American College of Sports Medicine, *Diretrizes do ACSM para os Testes de Esforço e sua Prescrição*. 7ª Ed. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan S/A; 2007.
53. Burke LM, Hawley JA. Fat and carbohydrate for exercise. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care*. 2006;9(4):476-81.
54. Artal R, Platt LD, Sperling M, Kammula RK, Jilek J, Nakamura R. Maternal cardiovascular and metabolic responses in normal pregnancy. *Am J Obstet Gynecol*. 1981;140(2):123-7.
55. Clapp JF 3rd, Wesley M, Sleamaker RH. Thermoregulatory and metabolic responses to jogging prior to and during pregnancy. *Med Sci Sports Exerc*. 1987;19(2):124-30.
56. McMurray RG, Katz VL, Berry MJ, Cefalo RC. The effect of pregnancy on metabolic responses during rest, immersion, and aerobic exercise in the water. *Am J Obstet Gynecol*. 1988;158(3 Pt 1):481-6.
57. McMurray RG, Hackney AC, Guion WK, Katz VL. Metabolic and hormonal responses to low-impact aerobic dance during pregnancy. *Med Sci Sports Exerc*. 1996;28(1):41-6.

58. Bessinger RC, McMurray RG, Hackney AC. Substrate utilization and hormonal responses to moderate intensity exercise during pregnancy and after delivery. *Am J Obstet Gynecol.* 2002;186(4):757-64.
59. Bonen A, Campagna P, Gilchrist L, Young DC, Beresford P. Substrate and endocrine responses during exercise at selected stages of pregnancy. *J Appl Physiol.* 1992;73(1):134-42.
60. Soultanakis HN, Artal R, Wiswell RA. Prolonged exercise in pregnancy: glucose homeostasis, ventilatory and cardiovascular responses. *Semin Perinatol.* 1996;20(4):315-27.
61. Lotgering FK, Spinnewijn WE, Struijk PC, Boomsma F, Wallenburg HC. Respiratory and metabolic responses to endurance cycle exercise in pregnant and postpartum women. *Int J Sports Med.* 1998;19(3):193-8.
62. Clapp JF 3rd. Effect of dietary carbohydrate on the glucose and insulin response to mixed caloric intake and exercise in both nonpregnant and pregnant women. *Diabetes Care.* 1998;21 Suppl 2:B107-12.

63. Young JC, Treadway JL. The effect of prior exercise on oral glucose tolerance in late gestational women. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol.* 1992;64(5):430-3.
64. Clapp JF 3rd, Kiess W. Effects of pregnancy and exercise on concentrations of the metabolic markers tumor necrosis factor alpha and leptin. *Am J Obstet Gynecol.* 2000;182(2):300-6.
65. Kirwan JP, Hauguel-De Mouzon S, Lepercq J, Challier JC, Huston-Presley L, Friedman JE, Kalhan SC, Catalano PM. TNF-alpha is a predictor of insulin resistance in human pregnancy. *Diabetes.* 2002;51(7):2207-13.
66. Dempsey JC, Sorensen TK, Williams MA, Lee IM, Miller RS, Dashow EE, Luthy DA. Prospective study of gestational diabetes mellitus risk in relation to maternal recreational physical activity before and during pregnancy. *Am J Epidemiol.* 2004;159(7):663-70.
67. Zhang C, Solomon CG, Manson JE, Hu FB. A prospective study of pregravid physical activity and sedentary behaviors in relation to the risk for gestational diabetes mellitus. *Arch Intern Med.* 2006;166(5):543-8.

68. Rudra CB, Williams MA, Lee IM, Miller RS, Sorensen TK. Perceived exertion in physical activity and risk of gestational diabetes mellitus. *Epidemiology*. 2006;17(1):31-7.
69. Oken E, Ning Y, Rifas-Shiman SL, Radesky JS, Rich-Edwards JW, Gillman MW. Associations of physical activity and inactivity before and during pregnancy with glucose tolerance. *Obstet Gynecol*. 2006;108(5):1200-7.
70. Jovanovic-Peterson L, Durak EP, Peterson, CM. Randomized trial of diet versus diet plus cardiovascular conditioning on glucose levels in gestational diabetes. *Am J Obstet Gynecol*. 1989;161:415-9.
71. Bung P, Bung C, Artal R, Khodiguian N, Fallenstein F, Spatling L. Therapeutic exercise for insulin-requiring gestational diabetics: effects on the fetus – results of a randomized prospective longitudinal study. *J Perinat Med*. 1993;21:125-37.
72. Lesser KB, Gruppuso PA, Terry RB, Carpenter MW. Exercise fails to improve postprandial glycemic excursion in women with gestational diabetes. *J Matern Fetal Med*. 1996;5(4):211-7.

73. Avery MD, Walker AJ. Acute effect of exercise on blood glucose and insulin levels in women with gestational diabetes. *J Matern Fetal Med.* 2001;10(1):52-8.
74. García-Patterson A, Martín E, Ubeda J, María MA, de Leiva A, Corcoy R. Evaluation of light exercise in the treatment of gestational diabetes. *Diabetes Care.* 2001;24(11):2006-7.
75. Cheng YJ, Gregg EW, De Rekeneire N, Williams DE, Imperatore G, Caspersen CJ, Kahn HS. Muscle-strengthening activity and its association with insulin sensitivity. *Diabetes Care.* 2007;30(9):2264-70.
76. Durham WJ, Miller SL, Yeckel CW, Chinkes DL, Tipton KD, Rasmussen BB, Wolfe RR. Leg glucose and protein metabolism during an acute bout of resistance exercise in humans. *J Appl Physiol.* 2004;97(4):1379-86.
77. Miller WJ, Sherman WM, Ivy JL. Effect of strength training on glucose tolerance and post-glucose insulin response. *Med Sci Sports Exerc.* 1984;16:539-43.

78. Hurley BF, Hagberg JM, Goldberg AP et al. Resistive training can reduce coronary risk factors without altering VO₂ max or percent body fat. *Med Sci Sports Exerc.* 1988;20:150-4.
79. Miller JP, Pratley RE, Goldberg AP; Gordon P; Rubin M; Treuth MS; Ryan AS; Hurley BF. Strength training increases insulin action in healthy 50- to 60-yr-old men. *J Appl Physiol.* 1994;77:1122-7.
80. Koopman R, Manders RJ, Zorenc AH, Hul GB, Kuipers H, Keizer HA, Van Loon LJ. A single session of resistance exercise enhances insulin sensitivity for at least 24 h in healthy men. *Eur J Appl Physiol.* 2005;94(1-2):180-7.
81. Durak EP, Jovanovic-Peterson L, Peterson, CM. Randomized cross-over study of effect of resistance training on glycemic control. Muscular strength, and cholesterol in Type 1 diabetic men. *Diabetes Care.* 1990;13:1039-43.
82. Dunstan DW, Puddey, IB, Beilin, LJ, Burke V, Morton AR, Staton KG. Effects of a short-term circuit weight training program on glycaemic control in NIDDM. *Diab Res Clin Pract.* 1998;40:53-61.

83. Ishii, TI, Yamakita T, Sato, T, Tanaka, S, Fujii, S. Resistance training improves insulin sensitivity in NIDDM subjects without altering maximal oxygen uptake. *Diabetes Care*. 1998;21(8):1353-5.
84. Balducci S, Leonetti F, Di Mario U, Fallucca F. Is a long-term aerobic plus resistance training program feasible for and effective on metabolic profiles in type 2 diabetic patients? *Diabetes Care*. 2004;27:841-2.
85. Albright A, Franz M, Hornsby G, Kriska A, Marrero D, Ullrich I, Verity LS. American College of Sports Medicine position stand: exercise and type 2 diabetes. *Med Sci Sports Exerc*. 2000;32:1345-60.
86. Sigal RJ, Kenny GP, Wasserman DH, Castaneda-Sceppa C. Physical activity/exercise and type 2 diabetes. *Diabetes Care*. 2004;27(10):2518-39.
87. Fenicchia LM, Kanaley JA, Azevedo JL Jr, Miller CS, Weinstock RS, Carhart RL, Ploutz-Snyder LL. Influence of resistance exercise training on glucose control in women with type 2 diabetes. *Metabolism*. 2004;53(3):284-9.
88. Castaneda C, Layne JE, Munoz-Orians L, Gordon PL, Walsmith J, Foldvari M, Roubenoff R, Tucker KL, Nelson ME. A randomized

controlled trial of resistance exercise training to improve glycemic control in older adults with type 2 diabetes. *Diabetes Care*. 2002;25:2335–41.

89. Honkola A, Forsen T, Eriksson J. Resistance training improves the metabolic profile in individuals with type 2 diabetes. *Acta Diabetol*. 1997;34:245–8.
90. Dunstan DW, Daly RM, Owen N, Jolley D, De Courten M, Shaw J, Zimmet P. High-intensity resistance training improves glycemic control in older patients with type 2 diabetes. *Diabetes Care*. 2002;25:1729–36.
91. Ryan AS, Hurlbut DE, Lott ME, Ivey FM, Fleg J, Hurley BF, Goldberg AP. Insulin action after resistive training in insulin resistant older men and women. *J Am Geriatr Soc*. 2001;49:247–53.
92. Fisher LD e Van Belle G. *Bioestatistics – A Methodology For Health Sciences*. New York: John Wiley & Sons; 1993. p.991.
93. Sociedade Brasileira de Diabetes. *Atualização brasileira sobre diabetes / Sociedade Brasileira de Diabetes*. Rio de Janeiro: Diagraphic; 2005. p.49-52.

94. Matsudo S, Araújo T, Matsudo V, Andrade D, Andrade E, Oliveira LC, Braggion G. Questionário internacional de atividade física (IPAQ): estudo de validade e reprodutibilidade no Brasil. *Revista Brasileira de Atividade Física e Saúde*. 2001;6(2):05-18.
95. Robertson RJ, Goss FL, Rutkowski J, Lenz B, Dixon C, Timmer J, Frazee K, Dube J, e Andreacci J. Concurrent validation of the OMNI perceived exertion scale for resistance exercise. *Med. Sci. Sports Exerc.* 2003;35(2):333–41.
96. Rudge MV, Calderon IM, Ramos MD, Abbade JF, Rugolo LM. Perinatal outcome of pregnancies complicated by diabetes and by maternal daily hyperglycemia not related to diabetes. A retrospective 10-year analysis. *Gynecol Obstet Invest.* 2000;50(2):108-12.
97. Kerche LTRL, Abbade JF, Costa RAA, Rudge MVC, Calderon IMP. Fatores de risco para macrossomia fetal em gestações complicadas por diabete ou por hiperglicemia diária. *Rev Bras Ginecol Obstet.* 2005; 27(10):580-7.
98. Bussab WO e Morettin PA. *Estatística Básica*. 4^a ed. São Paulo: Atual; 1987. p.321.

99. Kirkwood BR e Sterne JAC. *Essential medical statistics*. 2^a ed. Massachusetts: Blackwell Science; 2006. p.502.
100. Singer JM e Andrade DF. *Analysis of longitudinal data*. In *Handbook of Statistics*. Volume 18: Bio-Environmental and Public Health Statistics. eds. P.K. Sen and C.R. Rao. Amsterdam: North Holland; 2000. p.115-60.
101. Neter J, Kutner MH, Nachtsheim CJ e Wasserman W. *Applied Linear Statistical Models*. 4^a ed. Illinois: Richard D. Irwing; 1996. p.1408.
102. Conover WJ. *Practical nonparametric statistics*. 2a. ed. New York: Wiley; 1980. p.493.
103. Basso NAS; Costa RAA; Magalhães CG; Rudge MVC; Calderon IMP. Insulinoterapia, controle glicêmico materno e prognóstico perinatal – diferença entre o diabetes gestacional e o clínico. *Rev Bras Ginecol Obstet*. 2007;29(5):253-9.

Apêndices

Apêndice A

Especificações técnicas dos materiais para confecção da corda elástica.

1. Tubo de látex (borracha natural): Dois pedaços com 45cm cada.

Aspecto: Tubo de superfície lisa, espessura uniforme, flexível e resistente à tração.

Cor: Âmbar, translúcente.

Dureza: ± 30 shore "A"

Carga ruptura: $\geq 400 \text{ kg/cm}^2$

Alongamento: $\geq 600\%$

Densidade: $0,92 \text{ g/cm}^3$

pH: Neutro

Metais pesados: Isento

Aromas: Isento

Perfumes: Isento

Talco: Isento

Diâmetro externo: 12,80 mm

Diâmetro interno: 8,0 mm

Espessura: 2,4 mm

Absorção de água: $< 0.05\%$ em 24h

2. Corda de polipropileno trançada branca com 3,0 mm de diâmetro: Dois pedaços com 75cm e outro com 45cm.

3. Mangueira com indicação para uso doméstico, fabricada com duas camadas de PVC flexível e reforço de malha de poliéster; bitola interna com 3/4"; parede de 2,2mm: Dois pedaços com 12cm.

Apêndice B

Manual para confecção da corda elástica.

Passo 1: Atravessar a corda de propileno com 70cm de comprimento pela mangueira, unindo suas duas pontas;

Passo 2: Após unir as duas pontas da corda de propileno, dobrá-las pela metade;

Passo 3: Dobrar a parte superior para frente, formando dois “círculos” (indicados pela seta preta);

Passo 4: Aperte com firmeza a corda, de modo a não desfazer os “círculos”;

Passo 5: Unir os dois círculos formados;

Passo 6: Passar o tubo de látex pelo espaço interno formado;

Passo 7: Com a ajuda de um alicate, tracionar a corda de propileno de modo a formar um nó;

Passo 8: Detalhe do nó formado após ação anterior (passo 7);

Passo 9: Mantenha o nó do tubo de látex nessa exata posição e segure as duas extremidades da corda de propileno;

Passo 10: Formar um nó simples na corda de propileno;

Passo 11: Com auxílio novamente do alicate, tracionar o nó de forma que ele desapareça por baixo do tubo de látex, como visto ao lado. Isso confere maior segurança ao artefato;

Passo 12: Repita os passos anteriores (1 a 11), de modo a fazer o outro lado do artefato;

Passo 13: Para unir os dois lados do artefato, utilizaremos a corda de propileno de 40cm. Em uma de suas extremidades, forme dois “círculos” (seta preta) de modo semelhante aos passos 2 e 3;

Passo 14: De modo semelhante ao passo 4, uma os dois círculos, segurando a corda de propileno com firmeza;

Passo 15: Passe a primeira extremidade do artefato pelo espaço interno formado;

Passo 16: Tal qual os passos 7 e 8, tracione a corda de propileno com a ajuda do alicate para formar o nó;

Passo 17: Faça nó de forma semelhante aos passos 9 e 10;

Passo 18: Para unir a outra extremidade da corda elástica, repetir os passos 13 a 17;

Passo 19: Para ajustar o comprimento da corda de modo a aumentar ou diminuir o esforço realizado, solte primeiramente o nó, tracionando o nó do tubo de látex;

Passo 20: Detalhe do nó quando desfeito;

Passo 21: Repetir os passos 13 a 17 para reatar o nó e unir as duas extremidades do artefato novamente. Para diminuir o esforço, deve-se aumentar o comprimento entre os tubos de látex (situação A); ao contrário, para aumentar o esforço, há necessidade de diminuir o comprimento (situação B).