

**EFEITOS DO EXERCÍCIO FÍSICO SOBRE O COMPARTIMENTO MATERNO
E COMPLEXO FETO-PLACENTÁRIO: UMA ATUALIZAÇÃO DA LITERATURA**Walter Krause Neto¹
Eliane Florêncio Gama¹**RESUMO**

Durante o período gestacional a mulher e o complexo feto placentário sofrem diversos ajustes e adaptações morfológicas e fisiológicas. A prática regular de exercício físico promove efeitos positivos durante o período gravídico. Entretanto, alguns profissionais sugerem que esta prática pode trazer riscos potenciais a gravidez e a saúde materno-fetal. Uma atualização da literatura foi realizada através de uma ampla busca utilizando o banco de dados Pubmed, e diversos mecanismos normalmente citados como problemáticos foram levantados. O exercício físico age modulando uma série de adaptações positivas sobre a morfologia e fisiologia placentária, possibilitando uma melhor troca de nutrientes e gases entre mãe e feto. Tanto mãe como feto ganham menos peso, e subsequente gordura corporal durante a gravidez, quando o volume e intensidade de exercício são analisados em relação à idade gestacional. Neste estudo, pudemos concluir que algumas crenças quanto a prática do exercício físico não sustentam na literatura e o exercício físico deve ser avaliado e prescrito de acordo a idade gestacional.

Palavras-chave: Gravidez, Feto, Mãe, Trofoblasto, Exercício físico.

ABSTRACT

Effects of physical exercise on the maternal compartment and fetal-placental complex: An Update of the Literature

During pregnancy, the woman and fetus-placental complex suffer various adjustments such as morphological and physiological adaptations. The regular practice of physical exercise promotes positive effects during pregnancy. However, many professionals suggest that this practice can bring potential risks for pregnancy and maternal-fetal health. An update of the literature was performed through an extensive search using the Pubmed database, and several mechanisms usually cited as problematic were raised. Exercise acts by modulating a number of positive adaptations on placental morphology and physiology, enabling a better exchange of gases and nutrients between mother and fetus. Both mother and fetus gain less weight and subsequent body fat during pregnancy, when the volume and intensity of exercise are analyzed in relationship to gestational age. In this study, we concluded that some beliefs about the practice of physical exercise was not support by literature and exercise should be assessed and prescribed according to gestational age.

Key words: Pregnancy, Fetus, Mother, Trophoblast, Exercise.

E-mail:
wild_krause@hotmail.com

Endereço para correspondência:
Walter Krause Neto
Universidade São Judas Tadeu - Unidade Mooca - R. Taquari, 546 - Mooca - São Paulo/SP.
CEP 03166-000.

1-Laboratório de Estudos Morfométricos e Imunohistoquímica. Departamento de Educação Física. Universidade São Judas Tadeu.

INTRODUÇÃO

Aborto espontâneo, parto prematuro, fetos pequenos para a idade gestacional, e outras, são preocupações bem conhecidas dos profissionais de medicina. No cotidiano, é frequente a prática de atividade física na população gestante sem risco. Já é sabido, que gestantes ativas apresentam menor risco de desenvolver doenças gravídicas do que sedentárias (Leandro e colaboradores, 2012; Siebel, Carey e Kingwell, 2012).

No entanto, paradigmas são costumeiramente impostos, dificultando a prescrição do exercício físico para esta população. Além disto, os últimos Guidelines do Colégio Americano de Obstetrícia e Ginecologia e Colégio Americano de Medicina do Esporte estão desatualizados (ACOG, 2002).

A prática regular de exercício físico estimula fatores pró-angiogênicos, tais como o fator de crescimento endotelial vascular (VEGF) e fator induzido pela hipóxia (HIF), tanto em mulheres grávidas como não-grávidas (Glibert e colaboradores, 2012).

O início ou manutenção da prática regular de atividade física durante a gravidez também tem sido sugerido a exercer efeitos benéficos sobre as funções cerebrais do feto (Dayi e colaboradores, 2012).

A idade gestacional é um fator chave para as adaptações do exercício físico na mãe e complexo feto-placentário. Recentemente, o exercício físico tem sido citado por apresentar desfechos específicos, parecendo que o primeiro trimestre é fundamental para o bom desenvolvimento do complexo feto-placentário (Clapp, 2006b). Entretanto, existe uma indicação sem fundamentação, para se evitar o estresse físico neste período.

Durante as últimas três décadas, pesquisadores de todo o mundo, demonstraram resultados, indicando que o tipo, duração e intensidade do exercício materno, modulam os efeitos sobre a mãe, feto e placenta. Além disto, os órgãos internacionais que emitem os guidelines de conduta estão desatualizados, o que dificulta o exercício da profissão quanto à prescrição do exercício neste período em específico.

Neste artigo, tivemos como objetivos, levantar e discutir os principais resultados encontrados por estes pesquisadores e promover uma discussão sobre a prescrição

do exercício físico durante o período gestacional.

MATERIAIS E MÉTODOS

Através de uma busca sistematizada, na base de dados Pubmed, cruzamos as seguintes palavras-chave: exercise OR "physical activity" OR "endurance training" OR "endurance exercise" OR "resistance training" OR "resistance exercise" AND pregnancy AND trophoblast AND fetus AND placenta.

Não utilizamos limitadores de tempo para esta busca, porém, preferimos selecionar os artigos publicados nos últimos quinze anos. Após este passo, levantamos os principais artigos sobre a prescrição do exercício físico durante o período gestacional e seus principais efeitos.

Durante o decorrer do artigo iremos apresentar dados que justificam e embasam a prescrição do exercício durante o período gestacional, através da especificidade a mãe, placenta e feto.

Exercício físico e a mãe

O organismo materno sofre diversos ajustes durante o período gestacional (Weissgerber e Wolfe, 2006).

O gasto energético materno aumenta proporcionalmente as necessidades do crescimento do complexo feto-placentário e da demanda energética da mãe. Para possibilitar o aporte energético necessário durante as primeiras semanas de gravidez, o organismo materno prioriza a lipogênese e o estoque de energia.

Com o decorrer da gestação, a placenta e o feto consomem mais glicose do que todo o organismo materno. Sendo assim, após a 20^o semana de gestação ocorre predominância do metabolismo oxidativo e da lipólise, com concomitante privação do uso de glicose pela mãe (Bessinger, McMurray e Hackney, 2002; Murphy e colaboradores, 2006).

Durante o exercício físico, a homeostase é quebrada e o metabolismo aumenta, necessitando ajuste dos hormônios contra-reguladores (Adrenalina, Cortisol, Hormônio do crescimento e Glucagon).

Estes hormônios aumentam a mobilização de ácidos graxos pelo tecido adiposo, para estimular a gliconeogênese

hepática e consequente manutenção da glicose plasmática (Bessinger, McMurray e Hackney, 2002).

No entanto, a homeostase glicêmica pode demonstrar comportamento diferente ao longo do período gravídico.

No estudo de Bessinger, McMurray e Hackney (2002) é possível verificar um comportamento variável da homeostase glicêmica ao longo da gestação. Os autores se propuseram a prescrever exercício aeróbio para grávidas treinadas e acompanhar as respostas endócrinas e metabólicas ao longo do segundo e terceiro trimestre de gravidez e quatorze semanas após o parto. Imediatamente após o término do exercício, a glicose plasmática apresentou redução em ambos os trimestres, enquanto que no período de pós-parto não houve a mesma ocorrência.

Durante a prática do exercício físico, espera-se que o aumento da mobilização do tecido adiposo, através da ação dos hormônios contrarreguladores, compense a possibilidade de queda da glicemia plasmática. No entanto, mesmo com o aumento do nível de triglicerídeos plasmáticos, os níveis de glicose caíram nos dois trimestres de gravidez logo após o término da sessão. Outra questão que chama atenção neste estudo é o fato da resistência insulina demonstrada ao longo dos trimestres.

Sabe-se que após a metade da gravidez a possibilidade de resistência à insulina aumenta, fato que pode aumentar do risco de desenvolver Diabetes mellitus gestacional. Em atual revisão sistemática, Han, Middleton e Crowther (2013), concluíram não haver evidências suficientes que demonstrem um efeito positivo do exercício físico em reduzir a incidência de diabetes mellitus gestacional.

A prática de exercícios aeróbios durante a gravidez demonstra-se interessante em promover a manutenção da forma física materna. Estudos que compararam gestantes treinadas a grupos sedentários ou a gestantes que interromperam o exercício físico durante a gravidez, demonstraram menor ganho de peso, com consequente menor agregação lipídica no grupo treinado (Clapp e colaboradores, 1998; Clapp, 2006a; Clapp, 2008).

O exercício materno também estimula os ajustes ao sistema cardiovascular. Sabe-se que a frequência cardíaca materna ajusta-se

durante a gravidez, aumentando em torno de 15 batimentos por minuto até o final da gestação (Hunter e Robson, 1992). Entretanto, gestantes treinadas demonstram menores ajustes de frequência cardíaca e consequente economia de energia (Pivarnik e colaboradores, 1993).

O exercício aeróbio também promove melhora da performance física materna e comportamentos relacionados a manutenção da saúde (Clapp, 2008).

Durante muito tempo, considerou-se um risco para gestantes praticar exercício em altas intensidades ou longa duração, pelo fato da crença de que este tipo de exercício induzisse uma redistribuição do fluxo sanguíneo para os músculos em atividade e, assim, diminuir o fluxo de sangue para a artéria uterina.

Um estudo de Jeffreys e colaboradores (2006) demonstrou que a posição supina por volta da 28ª semana de gestação promove uma redução de 34% no fluxo de sangue ao útero. Este resultado é proveniente da oclusão da veia cava inferior pelo peso do útero gravido.

Porém, ao iniciar o exercício físico na posição supina, ocorreu um aumento no débito cardíaco materno, aumentando a velocidade de fluxo sanguíneo e consequente queda no valor desta redução. Os autores demonstraram que logo após o término desta intervenção e o subsequente repouso na posição decúbito lateral esquerda, o débito cardíaco ao útero retornou a taxa normal com valores pré-intervenção. Fica claro que adaptações podem ser feitas no treinamento de gestantes durante o terceiro trimestre de gravidez.

Através de um ajuste simples na posição materna, o fluxo sanguíneo retornaria aos valores de normalidade na taxa de entrega. Uma sugestão é que durante os períodos de descanso entre as séries, a gestante repouse decúbito lateral esquerdo ou sente-se. Esta adaptação já é suficiente em evitar maiores períodos de oclusão vascular.

Exercício físico e Complexo feto-placentário - Ajustes e adaptações na Placenta

O início da gravidez é marcado por um rápido crescimento do complexo feto-placentário, principalmente da placenta. O

bom desenvolvimento placentário é fundamental para o crescimento fetal, além de promover uma maior qualidade da taxa de entrega de nutrientes e oxigênio ao complexo feto-placentário. Alguns sensores de O₂ já foram descritos na literatura e demonstram o poder da rápida ação dos mecanismos de ajuste placentário (De Marco e Caniggia, 2002; Challier e Uzan, 2003).

O trofoblasto é o conjunto de células que darão início a formação embrionária e é responsável por sentir a falta de oxigênio na placenta. Durante momentos de hipóxia, tanto as mitocôndrias como as hemoglobinas placentárias sinalizam ao trofoblasto, a necessidade de se ajustar a momentos de menor aporte de oxigênio (De Marco e Caniggia, 2002).

De acordo com De Marco e Caniggia (2002), o ambiente uterino inicial é pobremente oxigenado (PO₂ de 4 mmHg), e este fato parece ser fundamental para o bom desenvolvimento da placenta.

Os efeitos angiogênicos do exercício físico já foram demonstrados em diversas populações especiais (Gomes, Silva e De Oliveira, 2012; Wahl e colaboradores, 2013).

Durante a gestação, os breves momentos de redução do fluxo sanguíneo útero placentário, ocasionados pela prática do exercício físico, podem estimular uma melhor adaptação na morfologia placentária. Bergmann, Zygmunt e Clapp (2004) demonstraram que grávidas treinadas apresentam um maior volume placentário ao final da gravidez, e ainda um aumento do volume viloso e vascular viloso quando comparadas a grávidas sedentárias.

No entanto, esta adaptação apenas ocorrerá nas gestantes que iniciarem ou continuarem a se exercitar durante o primeiro trimestre de gravidez (Clapp e colaboradores 2000; Clapp e colaboradores, 2002).

Muitos profissionais de obstetrícia solicitam que suas pacientes interrompam a rotina de treinamento por acharem que o stress físico aumentara o risco de aborto espontâneo. Um estudo dinamarquês entrevistou mais de 90.000 grávidas e demonstrou que gestantes sedentárias apresentam 15.6% de prevalência de aborto espontâneo, enquanto que grávidas que se exercitam por até 420 minutos por semana, reduziram a chance de aborto para 11.5% (Madsen e colaboradores, 2007).

Ainda, de acordo com este estudo, a maior prevalência de aborto espontâneo acontece entre a 11^o e 14^o semanas de gestação. Ainda assim, não existem evidências de que o exercício físico seja abortivo, podendo então, mesmo as grávidas sedentárias iniciarem a prática regular de atividade física ainda no primeiro trimestre de gravidez.

Um estudo de Clapp e colaboradores (2000) demonstrou que 20 minutos de exercício aeróbio, com intensidade moderada, iniciado até a 8^o semana de gestação, é suficiente para apresentar ajustes positivos na morfologia placentária e fetal.

O mecanismo que dispara estes ajustes pode estar relacionado à redução momentânea da taxa de entrega de sangue ao útero. Este fato, contrária recomendações médicas de que a provável redução do fluxo sanguíneo a placenta é negativa. Na verdade, os breves momentos de redução são positivos em aumentar a sinalização e a expressão gênica de vários fatores de crescimento. Fator induzido pela hipóxia (HIF), Fator de crescimento simile a insulina (IGF), Fator de crescimento endotelial vascular (VEGF), e o hormônio Eritropoietina (EPO) são supra expressos durante momentos de hipoxemia (De Marco e Caniggia, 2002).

A elevação da expressão destes fatores, estimulam a síntese proteica, proliferação celular, e aumento do transporte de oxigênio. De acordo com Clapp (2003), o estímulo é sempre a taxa de entrega de oxigênio e nutrientes.

O aumento desta taxa possibilita o aumento da expressão de IGF e como consequência o aumento das taxas de crescimento do complexo feto-placentário. Já é sabido, que o exercício aeróbio realizado entre 20 e 60 minutos de duração, com intensidade moderada, e frequência de três a cinco vezes por semana, promove adaptações na morfologia placentária (Clapp e colaboradores, 2000; Clapp e colaboradores, 2002).

No entanto, ainda são escassos os estudos com exercício aquáticos e resistidos sobre estes mecanismos e adaptações.

Ajustes e adaptações no feto

É demonstrado que mães que se exercitam durante a gravidez ganham menos

peso e massa gorda corporal (Clapp e colaboradores, 2002).

Vários cientistas especularam a questão dos ajustes fetais frente ao exercício materno e quanto esta intervenção pode induzir o famoso sofrimento fetal. Estudos demonstraram que fetos de mães que se exercitaram durante a gravidez nasceram mais leves, além de menor quantidade de massa gorda e percentual de gordura corporal (Clapp e colaboradores, 2006b). Estes ajustes podem perdurar por até 5 anos após o nascimento (Clapp, 1996).

O feto sofre o impacto de todas as ações de sua mãe. Situações de hipóxia, hipertermia, stress, e outros podem causar sofrimento fetal.

Durante muito tempo, mulheres foram impedidas de praticar atividade física pela crença de faltar oxigênio e nutrientes ao feto e causar danos ao desenvolvimento natural do bebê. Nos últimos anos, várias pesquisas demonstraram que a prática regular de exercícios físicos não acarretam nenhum risco potencial ao feto (Clapp, 1996; Clapp e colaboradores, 2000; Clapp e colaboradores, 2002).

Por outro lado, o exercício físico promove diversos ajustes no desenvolvimento neural, memória e inteligência, além de induzir alterações na morfometria fetal (Clapp, 1996).

De acordo com estudos em ratos, exercício de corrida materno aumenta a proliferação celular, número de neurônios e sobrevivência celular na região do hipocampo de ratos recém-nascidos (Lee e colaboradores 2006; Kim e colaboradores, 2007; Dayi e colaboradores, 2012). Outros estudos demonstraram que tanto exercício aeróbio terrestre quanto aquático aumenta a expressão gênica do fator de crescimento de desenvolvimento neural em fetos de ratas treinadas (BDNF) (Lee e colaboradores, 2006, Kim e colaboradores, 2007).

É sabido também, que o BDNF, estimula a proliferação de novos neurônios. Além disto, outros fatores como aumento na expressão de IGFs, VEGFs, e receptores de Leptina podem estar relacionados aos ajustes neurais (Dayi e colaboradores, 2012).

Outros estudos foram conduzidos para investigar a transferência funcional vista na morfologia ao nascimento, para o nível de aprendizado da criança. Grace e colaboradores (2009) investigaram se era

possível que estes ajustes neurais fossem traduzidos em aumento da memória de curto prazo. Os autores demonstraram que ratinhos de ratas que se exercitaram durante a prenhez, concluíram a tarefa motora conduzida em menor distância e tempo. Além disto, estudos com humanos corroboram os estudos experimentais e demonstram que estes ajustes podem ser traduzidos em melhores escores psicomotores em crianças após um ano de vida e melhor nível de inteligência geral e habilidade linguística após os cinco anos de idade (Clapp, 1996; Clapp e colaboradores, 1998).

A Frequência cardíaca fetal (FCF) é um fator que costuma trazer preocupação a muitos profissionais. Silveira e colaboradores (2010) demonstraram através da cardiocardiografia fetal, não haver alterações significativas na FCF, mobilidade intrauterina fetal e nem contrações uterinas, durante o exercício aeróbio aquático. Outros estudos aos longos dos últimos anos objetivaram analisar as alterações da frequência cardíaca fetal antes, durante e após um esforço físico. Macphail e colaboradores (2000), demonstraram que um esforço máximo materno promoveu um aumento de apenas seis batimentos por minuto (em média) na frequência cardíaca fetal após 20 minutos de término do esforço.

Vale lembrar que neste tipo de esforço, a mãe é quem interrompe o teste e costuma durar entre 8 a 12 minutos. Recentemente, May e colaboradores (2010) demonstraram aumentos mais significativos da frequência cardíaca fetal após o término da sessão de exercício físico. No entanto, os resultados deste estudo estavam dentro de uma janela de ajuste ao exercício físico que era esperada.

Contudo, o número de pesquisas na literatura especializada ainda é pequeno e apresentam resultados conflitantes. Havendo assim, a necessidade de produzir um maior número de pesquisas, utilizando trials randomizados e controlados.

Prescrição do exercício físico

O Colégio Americano de Obstetrícia e Ginecologia (ACOG) publicou em 2002, e reafirmou em 2009, suas recomendações a respeito da prática de exercício físico durante a gravidez (ACOG, 2002). No entanto, estas

recomendações estão desatualizadas frente as várias publicações mais recentes. O Exercício aeróbio é amplamente recomendado para mulheres grávidas. De acordo com Clapp e colaboradores (2000), vinte minutos de exercício contínuo, em intensidade moderada (55 a 60% VO₂ máximo) é suficiente em promover um aumento do volume placentário e bom desenvolvimento da morfometria fetal em grávidas que comecem a se exercitar até a 8^o semana de gestação.

Grávidas treinadas devem continuar sua prática regular, mantendo uma duração de quarenta a sessenta minutos de exercício contínuo, com intensidade moderada-alta até o final da gestação (Clapp e colaboradores, 2002; Davies e colaboradores, 2003).

O exercício resistido é indicado ao longo da gravidez, porém, a quantidade de evidências ainda é pequena para inferir a melhor prescrição de treinamento. De acordo com estudos atuais, o treinamento de força é seguro, eficaz, e não induz alteração do tamanho do neonato ou tipo de parto (Barakat, Lucia e Ruiz, 2009; Barakat e colaboradores, 2009; O'Connor e colaboradores, 2011). Existe um aumento da tensão sobre a musculatura abdominal por conta do crescimento e expansão uterino.

Este fato pode aumentar a incidência de diástase abdominal. O core training deve ser estimulado e o treinamento dos músculos abdominais incluído na prescrição durante a gravidez. Exercícios que aumentem a lordose lombar devem ser evitados após a metade da gravidez por aumentar ainda mais a compressão discal na coluna lombar.

A Associação Nacional de Força e Condicionamento (NSCA) sugere evitar Stiffs, agachamentos e afundos. No entanto, a adaptação destes exercícios já deve ser suficiente. Ainda, o número de repetições por série deve se limitar entre 12 a 15 e o descanso entre as séries ser de dois a quatro minutos. Na prática, podemos ajustar o programa de treinamento às condições de treinabilidade de cada grávida se necessário.

CONCLUSÃO

Durante esta revisão discutimos diversos estudos que nos possibilitaram concluir de que a prática de exercício físico ao longo da gravidez é positiva e oferece ajustes

e adaptações na mãe e no complexo feto-placentário.

Dentre os ajustes na mãe estão o menor aumento da frequência cardíaca materna, menor ganho de peso corporal, menor acúmulo de gordura e menor percentual de gordura corporal, além de manutenção ou até melhora da performance física.

A placenta materna pode aumentar seu volume total e vascular viloso, possibilitando um melhor aporte de oxigênio e nutrientes para o feto.

Este fato apenas acontece, caso a mãe treine durante o primeiro trimestre de gestação.

Por último, o feto de mãe que mantiveram o exercício físico durante a gestação, poderá nascer mais leve, com menos gordura corporal e menor percentual de gordura.

Além disto, é possível a melhora nos parâmetros neurais e melhora da memória e inteligência.

AGRADECIMENTOS

Nós agradecemos ao grupo de pós-graduação da Universidade São Judas Tadeu pela colaboração na formação de mais este trabalho.

REFERENCIAS

- 1-American College of Obstetricians and Gynecologists (ACOG): Committee Opinion. Number 267. 2002. p.1-3.
- 2-Barakat, R.; Lucia, A.; Ruiz, J. R. Resistance exercise training during pregnancy and newborn's birth size: a randomised controlled trial. *Int J Obes (Lond)*. Vol. 33. Num. 9. 2009. p.1048-1057.
- 3-Barakat, R.; Ruiz, J. R.; Stirling, J. R.; Zakythinaki, M.; Lucia, A. Type of delivery is not affected by light resistance and toning exercise training during pregnancy: a randomized controlled trial. *Am J Obstet Gynecol*. Vol. 201. Num. 6. 2009. p.590.e1-6.
- 4-Bergmann, A.; Zygmunt, M.; Clapp, J. F. 3rd. Running throughout pregnancy: effect on placental villous vascular volume and cell proliferation. *Placenta*. Vol. 25. Num. 8-9. 2004. p.694-698.

- 5-Bessinger, R. C.; McMurray, R. G.; Hackney, A. C. Substrate utilization and hormonal responses to moderate intensity exercise during pregnancy and after delivery. *Am J Obstet Gynecol.* Vol. 186. 2002. p.757-764.
- 6-Challier, J. C.; Uzan, S. The human placenta and its pathologies: focus on oxygen. *Med Sci (Paris).* Vol. 19. Num. 11. 2003. p.1111-1120.
- 7-Clapp, J. F. Morphometric and neurodevelopmental outcome at age five years of the offspring of women who continued to exercise regularly throughout pregnancy. *J Pediatr.* Vol. 129. Num. 6.1996. p.856-863.
- 8-Clapp, J. F.; Simonian, S.; Lopez, B.; Appleby-Wineberg, S.; Harcar-Sevcik, R. The one-year morphometric and neurodevelopmental outcome of the offspring of women who continued to exercise regularly throughout pregnancy. *Am J Obstet Gynecol.* Vol. 178. Num. 3. 1998. p.594-599.
- 9-Clapp, J. F.; Kim, H.; Burciu, B.; Lopez, B. Beginning regular exercise in early pregnancy: effect on fetoplacental growth. *Am J Obstet Gynecol.* Vol. 183. Num. 6. 2000. p.1484-1488.
- 10-Clapp, J. F.; Kim, H.; Burciu, B.; Schmidt, S.; Petry, K.; Lopez, B. Continuing regular exercise during pregnancy: effect of exercise volume on fetoplacental growth. *Am J Obstet Gynecol.* Vol. 186. Num. 1. 2002. p.142-147.
- 11-Clapp, J. F. The effects of maternal exercise on fetal oxygenation and fetoplacental growth. *Eur J Obstet Gynecol Reprod Biol.* Vol. 22; Num. 110 Suppl 1. 2003. p.S.80-5.
- 12-Clapp, J. F. Effects of Diet and Exercise on Insulin Resistance during Pregnancy. *Metab Syndr Relat Disord.* Vol. 4. Num. 2. 2006a. p.84-90.
- 13-Clapp, J. F. Influence of endurance exercise and diet on human placental development and fetal growth. *Placenta.* Vol. 27. Num. 6-7. 2006b. p.527-534.
- 14-Clapp, J. F. Long-term outcome after exercising throughout pregnancy: fitness and cardiovascular risk. *Am J Obstet Gynecol.* Vol. 199. Num. 5. 2008. p.1-6.
- 15-Davies, G. A. L.; Wolfe, L. A.; Mottola, M. F.; MacKinnon, C. Joint SOGC/CSEP. Clinical Practice Guideline: Exercise in pregnancy and the postpartum period. *Can. J. Appl. Physiol.* Vol. 28. Num. 3. 2003. p.329-341.
- 16-Dayi, A.; Agilkaya, S.; Ozbal, S.; Cetin, F.; Aksu, I.; Gencoglu, C.; Cingoz, S.; Pekcetin, C.; Tugyan, K.; Kayatekin, B. M.; Uysal N. Maternal aerobic exercise during pregnancy can increase spatial learning by affecting leptin expression on offspring's early and late period in life depending on gender. *Scientific World Journal.* 2012
- 17-De Marco, C. S.; Caniggia, I. Mechanisms of oxygen sensing in human trophoblast cells. *Placenta.* Vol. 23. Suppl. A. p.S58-68. 2002.
- 18-Jeffreys, R. M.; Stepanchak, W.; Lopez, B.; Hardis, J.; Clapp, J. F. Uterine blood flow during supine rest and exercise after 28 weeks of gestation. *BJOG.* Vol. 113. Núm. 11. p.1239-1247. 2006.
- 19-Gilbert, J. S.; Banek, C. T.; Bauer, A. J.; Gingery, A.; Needham, K. Exercise training attenuates placental ischemia-induced hypertension and angiogenic imbalance in the rat. *Hypertension.* 2012 Dec;60(6):1545-51.
- 19-Gomes, E. C.; Silva, A. N.; de Oliveira, M. R. Oxidants, antioxidants, and the beneficial roles of exercise-induced production of reactive species. *Oxid Med Cell Longev.* 2012.
- 20-Grace, L.; Heschem, S.; Kellaway, L. A.; Bugarith, K.; Russell, V. A. Effect of exercise on learning and memory in a rat model of developmental stress. *Metab Brain Dis.* Vol. 24. Núm. 4. p.643-657. 2009.
- 21-Han, S.; Middleton, P.; Crowther, C. A. Exercise for pregnant women for preventing gestational diabetes mellitus. *Cochrane Database Syst Rev.* Vol. 11. Núm. 7. 2012.
- 22-Hunter, S.; Robson, S. C. Adaptation of the maternal heart in pregnancy. *Br Heart J.* Vol. 68. p.540-543. 1992.
- 23-Kim, H.; Lee, S. H.; Kim, S. S.; Yoo, J. H.; Kim, C. J. The influence of maternal treadmill running during pregnancy on short-term memory and hippocampal cell survival in rat

pups. *Int J Dev Neurosci*. Vol. 25. Núm. 4. p.243-249. 2007.

24-Leandro, C. G.; Fidalgo, M.; Bento-Santos, A.; Falcão-Tebas, F.; Vasconcelos, D.; Manhães-de-Castro, R.; Carpinelli, A. R.; Hirabara, S. M.; Curi, R. Maternal moderate physical training during pregnancy attenuates the effects of a low-protein diet on the impaired secretion of insulin in rats: potential role for compensation of insulin resistance and preventing gestational diabetes mellitus. *J Biomed Biotechnol*. 2012.

25-Lee, H. H.; Kim, H.; Lee, J. W.; Kim, Y. S.; Yang, H. Y.; Chang, H. K.; Lee, T. H.; Shin, M. C.; Lee, M. H.; Shin, M. S.; Park, S.; Baek, S.; Kim, C. J. Maternal swimming during pregnancy enhances short-term memory and neurogenesis in the hippocampus of rat pups. *Brain Dev*. Vol. 28. Núm. 3. p.147-154. 2006.

26-Macphail, A.; Gregory, A. L. D.; Rahi, V.; Wolfe, L. Maximal Exercise Testing in Late Gestation: Fetal Responses. Vol. 96. Núm. 4. p.565-570. 2000.

27-May, L. E.; Glaros, A.; Yeh, H. W.; Clapp, J. F.; Gustafson, K. M. Aerobic exercise during pregnancy influences fetal cardiac autonomic control of heart rate and heart rate variability. *Early Hum Dev*. Vol. 86. Núm. 4. p.213-217. 2010

28-Madsen, M.; Jorgensen, T.; Jensen, M. L.; Juhl, M.; Olsen, J.; Andersen, P. K.; Andersen, A. M. N. Leisure time physical exercise during pregnancy and the risk of miscarriage: a study within the Danish National Birth Cohort. *Issue BJOG: An International Journal of Obstetrics & Gynaecology* *BJOG: An International Journal of Obstetrics & Gynaecology*. Vol. 114. Núm. 11. p.1419-1426. 2007.

29-Murphy, V. E.; Smith, R.; Giles, W. B.; Clifton, V. L. Endocrine Regulation of Human Fetal Growth: The Role of the Mother, Placenta, and Fetus. *Endocrine Reviews*. Vol. 27. Núm. 2. p.141-169. 2006.

30-O'Connor, P. J.; Poudevigne, M. S.; Cress, M. E.; Motl, R. W.; Clapp, J. F. Safety and efficacy of supervised strength training adopted in pregnancy. *J Phys Act Health*. Vol. 8. Núm. 3. p.309-320. 2011.

31-Pivarnik, J. M.; Ayres, N. A.; Mauer, M. B.; Cotton, D. B.; Kirshon, B.; Dildy, G. A. Effects of maternal aerobic fitness on cardiorespiratory responses to exercise. *Med Sci Sports Exerc*. Vol. 25. Núm. 9. p.993-998. 1993.

32-Siebel, A. L.; Carey, A. L.; Kingwell, B. A. Can exercise training rescue the adverse cardiometabolic effects of low birth weight and prematurity? *Clin Exp Pharmacol Physiol*. Vol. 39. Núm. 11. p.944-957. 2012.

33-Silveira, C.; Pereira, B. G.; Cecatti, J. G.; Cavalcante, S. R.; Pereira, R. I. Fetal cardiotocography before and after water aerobics during pregnancy. *Reproductive Health*. Vol. 7. Núm. 23. 2010.

34-Wahl, P.; Schmidt, A.; Demarees, M.; Achtzehn, S.; Bloch, W.; Mester, J. Responses of angiogenic growth factors to exercise, to hypoxia and to exercise under hypoxic conditions. *Int J Sports Med*. Vol. 34. Núm. 2. p.95-100. 2013.

35-Weissgerber, T. L.; Wolfe, L. A. Physiological adaptation in early human pregnancy: adaptation to balance maternal-fetal demands. *Appl. Physiol. Nutr. Metab*. Vol. 31. p.1-11. 2006.

Recebido para publicação 21/08/2013
Aceito em 23/10/2013