



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO ACADÊMICO DE VITÓRIA DE SANTO ANTÃO

GUILHERME SOUZA CHAGAS

**EFEITOS DA ATIVIDADE FÍSICA VOLUNTÁRIA MATERNA SOBRE TESTES DE
RESISTÊNCIA AERÓBIA E MUSCULAR MÁXIMAS NA PROLE DE RATOS
ADULTO JOVEM**

VITÓRIA DE SANTO ANTÃO

2016

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO ACADÊMICO DE VITÓRIA DE SANTO ANTÃO
NÚCLEO DE EDUCAÇÃO FÍSICA E CIÊNCIAS DOS ESPORTES
BACHARELADO EM EDUCAÇÃO FÍSICA

GUILHERME SOUZA CHAGAS

**EFEITOS DA ATIVIDADE FÍSICA VOLUNTÁRIA MATERNA SOBRE TESTES DE
RESISTÊNCIA AERÓBIA E MUSCULAR MÁXIMAS NA PROLE DE RATOS
ADULTO JOVEM**

TCC apresentado ao Curso de Bacharelado em Educação física da Universidade Federal de Pernambuco, Centro Acadêmico de Vitória, como requisito para a obtenção do título de Bacharel em Educação Física.

Orientadora: Raquel da Silva Aragão
Co orientadora: Mayara Alves Leal
Guimarães

VITÓRIA DE SANTO ANTÃO

2016

Catálogo na Fonte
Sistema de Bibliotecas da UFPE. Biblioteca Setorial do CAV.
Bibliotecária Jaciane Freire Santana, CRB4: 2018

C426e Chagas, Guilherme Souza

Efeitos da atividade física voluntária materna sobre testes de resistência aeróbia e muscular máximas na prole de ratos adulto jovem / Guilherme Souza Chagas. Vitória de Santo Antão, 2016.

36 folhas: il.; color.

Orientadora: Raquel da Silva Aragão

Coorientadora: Mayara Alves Leal Guimarães

TCC (Graduação) – Universidade Federal de Pernambuco, CAV, Bacharelado em Educação Física, 2016.

Inclui referências.

1. Atividade Física – pesquisa. 2. Atividade física voluntária materna – ratas. 3. Plasticidade fenotípica – ratas. 4. Testes de resistência máxima – ratas. I. Aragão, Raquel da Silva (Orientadora). II. Guimarães, Mayara Alves Leal. III. Título.

796.07 CDD (23.ed.)

BIBCAV/UFPE-130/2016

GUILHERME SOUZA CHAGAS

**EFEITOS DA ATIVIDADE FÍSICA VOLUNTÁRIA MATERNA SOBRE TESTES DE
RESISTÊNCIA AERÓBIA E MUSCULAR MÁXIMAS NA PROLE DE RATOS
ADULTO JOVEM**

TCC apresentado ao Curso de Bacharelado em Educação Física da Universidade Federal de Pernambuco, Centro Acadêmico de Vitória, como requisito para a obtenção do título de Bacharel em Educação Física.

Aprovado em: ___/___/_____.

BANCA EXAMINADORA

Mayara Alves Leal Guimarães (Co-orientadora) Universidade Federal de Pernambuco

Profº. Dr. Adriano Bento Santos (Examinador Interno)
Universidade Federal de Pernambuco

Gerffeson Willian Martins (Examinador Externo)

Dedico primeiramente a Deus, a
todos os meus familiares e
amigos que fizeram com que esse
se sonho tornasse realidade.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a **Deus** que me deu forças e saúde para prosseguir esta jornada acadêmica de 4 anos.

Aos meus pais **Jonas e Elisete** que sempre se fizeram presente durante todo esse percurso, me ajudaram financeiramente e fizeram-se presentes sempre nos momentos mais difíceis.

A toda a minha família, que sempre torceu por mim, e sempre acreditaram que eu iria ser um grande profissional. Em especial agradeço a minha avó **Tereza Maria** (Mãe Bia), pessoa que sempre me aconselhou e me apoiou.

A minha orientadora **Raquel Aragão**, sem ela eu não teria conseguido atingir as conquistas acadêmicas, obtidas até hoje, me ajudou bastante com meu crescimento acadêmico e profissional.

Ao corpo docente do Centro Acadêmico de Vitória, estes fizeram parte da construção do profissional que estou me tornando. De todos destaco os Professores **Adriano Bento e José Antonio**, foram bem mais que professores, tornaram-se meus verdadeiros amigos.

As pessoas que integram meu grande grupo de pesquisa, **Jessica Fragoso, Allan Lira, Gerffeson Willian, Mayara Guimarães, Carolina Cadete e Erminio Neto**, sem vocês este trabalho de conclusão de curso não estaria pronto. Alguns foram bem mais que colegas de trabalho, construímos uma família.

Gostaria de expressar meus agradecimentos e gratidão á todas as pessoas que nos meus finais de semanas mais difíceis, “kkkkkk”, me fizeram companhia no departamento de nutrição e no CAV, **Rafael Pinheiro, Gabriella Chagas, Izabela Vilar, Vitor Oliveira, Nathália Oliveira, Karoline Diniz, Valeska Gomes** e entre outros. Se esqueci de alguém me desculpem, vocês também foram essenciais para a construção deste trabalho.

Aos companheiros de turma que me ajudaram muito, **Kivson Rodrigo, Elivelton Francisco, Franciele Conceição, Lucas Cavalcanti, Junior Araújo, Lilyan Vaz, Daniele Dias e Roseane Liberato**, dividimos muitas alegrias, diversões e “sofrimentos”.

Não posso esquecer de citar as amizades construídas durante essa passagem pela universidade, **Marcilio Rodrigues, Aline Soares, Valeria Cruz, Rayssa Lima, Raissa Leite, Mirela Cabral e Diego Araújo**, foram vocês que tornaram minhas idas ao interior mais felizes.

**As grandes realizações são
conseguidas não pela força,
mas pela perseverança
(Samuel Johnson).**

RESUMO

O objetivo do presente estudo foi avaliar os efeitos da atividade física voluntária materna (AFVM) sobre a resistência aeróbia e muscular máximas da prole de ratos adulto jovem. Foram utilizadas dez ratas praticantes de Atividade Física Voluntária (AFV) por um período de adaptação de 30 dias, de gestação de 21 dias e lactação de 14 dias em gaiola específica para esta atividade. As gaiolas de atividade física voluntária (GAFV) continham um cicloergômetro acoplado a um ciclocomputador que mensurava as variáveis da AFV das ratas. As ratas classificadas de acordo com o nível de AFV diária, em Muito Ativa ou Inativa ($MA > 5,0$; $I \leq 1,0$ km/dia). Aos 60 dias de vida, foram escolhidos aleatoriamente dois filhotes machos de cada ninhada para realizarem os testes máximos. Foram dois testes, um para cada animal. No teste de resistência aeróbia máxima (TRAM) os animais foram colocados na esteira automática, com velocidade de 0,3 Km/h, a cada 3 minutos essa velocidade foi aumentada em 0,3 Km/h, até que o animal fosse incapaz de manter a velocidade de corrida. O outro animal realizou teste de resistência muscular máxima (TRMM), onde o animal teve que subir a extensão de uma escada com uma sobrecarga presa a cauda. O teste iniciou com uma carga de 75% do peso do animal e a cada subida realizada com sucesso foi adicionado 10% do peso, até que o animal não conseguisse subir, a última subida realizada sem falha foi considerada a carga máxima do animal. No TRAM não obtivemos diferença significativa entre os grupos, em nenhum dos parâmetros avaliados quando comparado o grupo Muito Ativo ao Inativo. Para o TRMM, a sobrecarga máxima carregada pelo animal apresentou-se maior nos filhotes de mães muito ativas quando comparado aos de mães inativas ($MA = 317,5 \pm 21,62$; $I = 219,0 \pm 25,75$, em g, $p = 0,0271$). Na carga máxima relativa, observamos que animais oriundos de mães muito ativas subiram com maior carga do que os de mães inativas ($MA = 121,7 \pm 9,61$; $I = 93,3 \pm 6,0$, em %, $p = 0,0234$). A prole de mães muito ativa realizou mais subidas na escada quando comparada com os de mães inativas ($MA = 10,67 \pm 1,2$; $I = 6,33 \pm 0,6$, $p = 0,0084$). Conclui-se que a AFVM melhora a performance dos filhotes no TRMM na escada, apresentando aumento da sobrecarga, da carga máxima relativa ao peso corporal e do número de subidas. Contudo, AFVM não modificou a performance dos filhotes no TRMA em esteira. Nossos achados estão de acordo com estudos que testam a hipótese da plasticidade fenotípica e abrem uma possibilidade para o entendimento dos efeitos da atividade física voluntária sobre a prole, além de abrir a indicar que a AFVM seria capaz de alterar o número e a tipagem de fibras musculares esqueléticas.

Palavras-chave: Atividade Física Voluntária Materna; Plasticidade Fenotípica; Testes de resistência máxima.

ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the effect of maternal voluntary physical activity (MVPA) on aerobic endurance and maximum of young adult offspring muscle. We used ten practitioners rats Voluntary Physical Activity (VPA) for an adjustment period of 30 days, 21 days of gestation and lactation 14 days in specific cage for this activity. Cages of voluntary physical activity (VPA) contained a cycle ergometer attached to a cycling computer that measure the variables of AFV of rats. All were classified according to the level of daily VPA in Very Active or Inactive ($MA > 5.0$; $I \leq 1,0$ km / day). At 60 days old, they were randomly selected two male pups from each litter to carry the maximum tests. There were two tests, one for each animal. At maximum aerobic endurance test (MAET), the animals were placed in the automatic belt at a speed of 0.3 km / h every 3 minutes this speed was increased by 0.3 km / h until the animal was unable to keep the running speed. The other animal performed maximum muscular endurance test (MMET), where the animal had to climb the length of a ladder with an overhead attached to the tail. The test began with a load of 75% of the weight of the animal and each successfully performed rise was added 10% by weight, until the animal unable to climb the last climb performed without failure was deemed the maximum loading of the animal. In MAET we obtained no significant difference between the groups in any of the parameters evaluated when compared to the group Very Active Idle. For MMET, the maximum overhead charged by the animal was higher in the offspring of mothers very active compared to inactive mothers ($VA = 317.5 \pm 21.62$; $I = 219.0 \pm 25.75$ in g $p = 0.0271$). The maximum relative load, we observed that animals from very active mothers rose more load than those of inactive mothers ($MA = 121.7 \pm 9.61$; $I = 93.3 \pm 6.0$, in%, $p = 0, 0234$). The offspring of very active mothers held further up the ladder compared with the inactive mothers ($VA = 10.67 \pm 1.2$, $I = 6.33 \pm 0.6$, $p = 0.0084$). It is concluded that the MVPA improves the performance of the chicks in the MAET on the stairs, an increase of overload, the maximum load on the body weight and the number rises. However, MVPA has not changed the performance of chicks in MMET treadmill. Our findings are consistent with studies testing the hypothesis of phenotypic plasticity and open a possibility for understanding the effects of voluntary physical activity on the offspring, and open to indicate that MVPA would be able to change the number and fiber typing skeletal muscle.

Keywords: Activity Volunteer Maternal Physics; Phenotypic Plasticity; Test maximum strength.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1. Gaiola de atividade física voluntária e ciclocomputador	25
FIGURA 2. Cicloergometro, prática de atividade física e posicionamento do ciclocomputador.	25
FIGURA 3. Aparato de teste de resistência aeróbia máxima (esteira)	27
FIGURA 4. Aparato de teste de resistência muscular máxima (escada)	29
FIGURA 5. Parâmetros avaliados através do teste de resistência aeróbia máxima dos filhotes no 60º dia de vida.	31
FIGURA 6. Parâmetros avaliados através do teste de resistência muscular dos filhotes no 60º dia de vida.	32

LISTA DE ABREVIACOES

A	Ativo
AFV	Atividade física voluntária
AFVM	Atividade física voluntária materna
CONCEA	Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal
EDL	Extensor Longo dos Dedos
FC _{máx}	Frequência cardíaca máxima
GAFV	Gaiolas de atividade física voluntária
I	Inativo
MA	Muito Ativo
TRAM	Teste de resistência aeróbia máxima
TRMM	Teste de resistência muscular máxima
UFPE	Universidade Federal de Pernambuco
VO ₂ _{máx}	Consumo máximo de oxigênio

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Classificação dos grupos experimentais de acordo com a atividade física diária

26

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	13
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	16
3. OBJETIVOS.....	19
3.1. Objetivo Geral	19
3.2. Objetivo específico	19
4. METODOLOGIA	20
4.1 Animais	20
4.2 Gaiola de atividade física voluntária	20
4.3 Protocolo de atividade física voluntária.....	22
4.4 Testes máximos	23
4.4.1 Teste de resistência aeróbia máxima.....	23
4.4.2 Teste de resistência muscular máxima.....	24
4.5 Análise estatística	26
5. RESULTADOS	27
6. DISCUSSÃO.....	29
7. CONCLUSÃO	31
REFERÊNCIAS	32
APÊNDICE A.....	36

1.INTRODUÇÃO

A plasticidade fenotípica refere-se a capacidade que o organismo tem de se modificar, causando adaptação às diversas condições impostas pelo ambiente(WEST-HEBERHARD, 1998). Essas adaptações podem tornar o organismo mais apto ou trazer prejuízos a sobrevivência deste no ambiente (WEST-HEBERHARD, 1998).

A formação de um ser vivo é o resultado de variações individuais por influência do genótipo e do ambiente, resultando no fenótipo apresentado (WEST-HEBERHARD, 1998). A plasticidade fenotípica está presente na vida de um organismo vivo durante todas as fases da vida, sendo algumas fases mais importantes de que outras (WEST-HEBERHARD, 1998). Estudiosos já identificaram que insultos ambientais, quando aplicados no início da fase de desenvolvimento, promovem adaptações fisiológicas, anatômicas e/ou comportamentais que podem influenciar a trajetória de vida do indivíduo (MCCANCE, 1956). Tais alterações ocorrem porque nos períodos iniciais da vida (gestação, lactação e primeira infância) o organismo apresenta inúmeras modificações, como: proliferação celular e diferenciação celular (MORGANE, MOKLER e GALLER, 2002). Esta variabilidade biológica pode influenciar a estrutura e função dos tecidos, assim tais fases do desenvolvimento são consideradas críticas (MORGANE, MOKLER e GALLER, 2002).

Estímulos ambientais durante o período precoce são ferramentas utilizadas para testar a resposta da plasticidade fenotípica e compreender como o organismo pode se adaptar a diferentes condições ambientais e como são estabelecidas estratégias para o desenvolvimento da prole (WELLS, 2003). Dentre estes estímulo, temos a desnutrição materna cujos estudos apresentam resultados pertinentes sobre a adaptação do ser vivo(DESAI et al., 1996; MORGANE, MOKLER e GALLER, 2002). Ademais, estudos têm suportado a ideia de que um estilo de vida materno ativo causa alterações no desenvolvimento intrauterino, mesmo em caso de aporte inadequado de nutrientes (AMORIM et al., 2009; FIDALGO et al., 2010; FALCÃO-TEBAS et al., 2012; FALCÃO-TEBAS et al., 2012).

O treinamento físico recentemente vem sendo estudado como estímulo que pode alterar a trajetória de vida. Estudos em ratos *Wistar* adultos demonstram que o

treino resistido na fase inicial da vida é capaz de alterar a proporção de fibras musculares esqueléticas (ANTONIO-SANTOS et al., 2016).

O organismo é capaz de adapta-se mesmo quando sobre ele é posto dois estímulos ambientais diferentes, um grande exemplo é a desnutrição aliada ao treinamento físico (AMORIM et al., 2009; FIDALGO et al., 2010; FALÇÃO-TEBAS et al., 2012). Em animais, os filhotes de ratas treinadas em esteira antes e durante a gestação apresentaram aumento nos valores de indicadores de crescimento somático e antecipação na maturação de alguns reflexos quando comparado com o grupo de filhotes provindos de mães desnutridas não-treinadas (FALCAO-TEBAS et al., 2012).

Em outros estudos, com ratos, foi demonstrado que o treinamento físico materno atuou sobre o feto aumentando o consumo de oxigênio em repouso, diminuindo os níveis de colesterolemia, glicemia sérica e menor percentual de ganho de peso quando comparado com o grupo de filhotes provindos de mães desnutridas que não realizaram o treinamento físico (AMORIM et al., 2009; FIDALGO et al., 2010; FALCAO-TEBAS et al., 2012; FALCÃO-TEBAS et al., 2012). O mecanismo fisiológico para essas repercussões positivas parece está associado com o fato de que a atividade física crônica materna proporcionaria maior fluxo sanguíneo placentário, aumentando assim, a disponibilidade de nutrientes e oxigênio para o feto (CLAPP, 2003).

Na atualidade, além do estudo das repercussões do exercício e do treinamento físico, também é visto o aumento do interesse pelo estudo da atividade física voluntária. O termo “atividade física voluntária (AFV)” refere-se quando a gasto energético não é relativo ao instinto de sobrevivência ou motivada por algum fator externo (GARLAND et al., 2011). Nesses estudos, diferente de um treinamento físico, o animal não é obrigado a praticar exercício, ele pode escolher por vontade própria e sem uso de nenhum estímulo (ROSA et al., 2011; CARTER et al., 2012; MUNIZ et al., 2014; MOURA, 2014). Trabalhos desenvolvidos com tais modelos em animais apresentam aumento no condicionamento cardiorrespiratório e redução na densidade mineral óssea das mães (ROSA et al., 2012). Na prole, a AFV materna é capaz de provocar benefícios sobre no sistema nervoso, apresentando alta capacidade neuronal (KIM et al., 2007; HERRING et al., 2012). A atividade física voluntária materna (AFVM) também é capaz de proporcionar outras repercussões na prole como: retardo de atos reflexos (MUNIZ et al., 2014), redução nas variáveis da

atividade locomotora (MOURA, 2014), e apresenta maior capacidade de captação de glicose em resposta à insulina no músculo esquelético e no tecido adiposo (CARTER et al., 2012).

Todavia, ainda não é de conhecido benefícios promovidos pela AFVM, que possam provocar alguma alteração nos testes de resistência aeróbia e muscular máximas na prole. Desta forma, a principal hipótese deste estudo considerou que a AFVM pode beneficiar a capacidade aeróbia e muscular de sua prole.

2. REVISÃO DE LITERATURA

Nos períodos iniciais da vida, como a gestação, lactação e primeira infância, os órgãos e tecidos apresentam fases de rápida hiperplasia, hipertrofia e diferenciação de celular e, por isso, são denominados de períodos críticos para o desenvolvimento (MORGANE, MOKLER, e GALLER 2002). Nestes períodos, o organismo fica mais suscetível a estímulos ambientais gerando respostas adaptativas que repercutem em alterações morfológicas, fisiológicas e/ou comportamentais (DOBBING, 1964). Essa capacidade de gerar respostas adaptativas ocorre devido a um fenômeno biológico chamado de plasticidade fenotípica, que se refere à expressão de diferentes fenótipos a partir de um mesmo genótipo pela interação entre o gene e diferentes condições ambientais (WEST-EBERHARD, 1989). Dessa forma, essa plasticidade permite ao organismo em formação modificar sua trajetória de crescimento e desenvolvimento através de processos adaptativos (GLUCKMAN, HANSON et al., 2005). Estímulos maternos vêm sendo utilizados para entender como o organismo se adapta a diferentes condições ambientais e como são estabelecidas estratégias para o desenvolvimento da prole (WELLS, 2003).

Atividade física é definida como qualquer movimento do músculo esquelético que já demande gasto energético acima do metabolismo basal (LEANDRO et al., 2009). Já o termo exercício físico refere-se a uma atividade física realizada sistematicamente e pode ser classificada de acordo com a intensidade em leve (20-50% do $VO_{2máx}$ e da $FC_{máx}$) moderada (50-70% do $VO_{2máx}$ e da $FC_{máx}$) e intensa (acima de 80% do $VO_{2máx}$ e da $FC_{máx}$) (LEANDRO et al., 2009). Se o exercício físico é realizado regularmente e com um objetivo é denominado de treinamento físico (LEANDRO et al., 2009). A partir de tal contexto, a atividade física voluntária é considerada como um estímulo ambiental indutor de plasticidade fenotípica. O termo “atividade física voluntária” se refere quando a locomoção está relacionada a questões de sobrevivência ou motivada por algum fator externo (GARLAND, SCHUTZ et al., 2011).

Treinamento físico aeróbio em esteira com intensidade moderada (5 dias/semana e 60 min/dia, a 65% $VO_{2máx}$) em ratas antes da gestação, e intensidade leve (5 dias/semana e 20min/dia, a 40% $VO_{2máx}$) durante a gestação apresentou aumento na taxa de crescimento, comprimento da cauda, eixo látero-lateral do

crânio e eixo anteroposterior da cabeça dos filhotes (FALCAO-TEBAS et al., 2012). Estudo com o mesmo protocolo, aponta que o treinamento físico é capaz de atenuar o impacto negativo da dieta hipoproteica sobre o consumo de oxigênio durante a gestação e sobre a taxa de crescimento somático da prole (AMORIM et al., 2009). Em humanos, mulheres praticantes de exercício físico antes e durante a gestação têm uma melhora na interação materno-fetal, maior volume e uma maior funcionalidade da placenta (CLAPP et al., 2002).

Recentemente, pesquisadores têm estudado o efeito do exercício voluntário materno e suas possíveis repercussões no feto (ROSA et al., 2011; CARTER et al., 2012). Estudo com ratos *Wistar* utilizou dois modelos de exercício físico voluntário durante o período gestacional: agachamento e torre de escalada (ROSA et al., 2011). Nesse estudo foi visto que ambos os modelos de exercício físico voluntário repercutiram no crescimento feto-placentário, porém de forma diferente (ROSA et al., 2011). O exercício de agachamento aumentou o peso e comprimento fetal, além de aumentar o peso da placenta (ROSA et al., 2011). Já o exercício de torre de escalada aumentou o comprimento fetal e o peso placentário em relação ao controle (ROSA et al., 2011). Esses modelos de exercício voluntário trouxeram efeitos sobre o processo de crescimento do feto, sem causar estresse (ROSA et al., 2011).

Em estudos experimentais, com roedores da linhagem *Wistar*, já é possível identificar que filhotes gerados por mães praticantes de atividade física voluntária apresentaram retardo dos reflexos: preensão palmar, aversão ao precipício, colocação das vibrissas e recuperação do decúbito dorsal em comparação a filhotes de mães não praticantes de atividade física (MUNIZ et al., 2014).

Mediante a isso, surge a dúvida se a AFVM é capaz de modificar as capacidades de resistência de sua primeira geração. Resistência é capacidade de prolongar um determinado trabalho pelo maior tempo possível e/ou capacidade de vencer a ação de outro corpo (HEYWARD, 2013). A resistência depende de alguns fatores, como: habilidade para executar determinado movimento exigido, força muscular, velocidade, entre outros (HEYWARD, 2013). Resistência aeróbia está inteiramente ligada ao sistema cardiovascular e consumo de $VO_{2máx}$ (McARDLE, KATCH e KATCH, 2003). Resistência muscular é a capacidade que permite realizar num menor tempo possível com a maior sobrecarga a repetição de um determinado movimento/exercício com a mesma eficiência (SANTOS, NASCIMENTO e LIBERALI, 2012).

O $VO_{2m\acute{a}x}$ é usado para avaliação da aptidão física em humanos (LEANDRO et al., 2007). Para avaliação de consumo máximo de oxigênio, podem ser usados teste diretos ou indiretos (HEYWARD, 2013). A ergoespirometria é considerado um teste direto, que analisa o consumo de gases (COOPER, 2005). O teste de Cooper de 12 minutos, é o mais utilizado em atletas para a predição do $VO_{2m\acute{a}x}$ (teste indireto) (HEYWARD, 2013). Em teste de ergoespirometria, é visto que os jogadores de futebol ao aumentar a intensidade do exercício aeróbico, aumenta-se o $VO_{2m\acute{a}x}$, e quando comparados com o teste de Cooper, apresentam o mesmo efeito (SOUZA, JAIME e CUNHA, 2013). Com ratos *Wistar*, teste de intensidade máxima na esteira, a medida que a intensidade aumenta durante o teste, o $VO_{2m\acute{a}x}$ também é aumentado (LEANDRO et al., 2007). Em testes máximos aeróbios em esteira, roedores treinados apresentaram a partir da terceira semana de treinamento maior estimativa de consumo do $VO_{2m\acute{a}x}$ (AMORIM et al., 2009).

Em humanos para avaliar resistência muscular são usados vários testes, como: teste de 1 repetição máxima (1RM), teste de resistência localizada (resistência abdominal e de membros superiores), entre outros (HEYWARD, 2013). Em humanos, treinamento resistido utilizando 70% de 1RM, apresentou maior ganho de força e resposta a hipertrofia muscular (MAIOR e SIMÃO, 2006). Mulheres que treinaram os exercícios de rosca bíceps e supino a 65% de 1RM, desenvolvem mais repetições no teste de resistência muscular de membros superiores (PINTO et al., 2012). Em animais, estudo demonstra que, após três semanas de treinamento resistido, ratos *Wistar* conseguem aumentar o peso da sobrecarga máxima no teste de escada (SANTOS, 2012).

Diversos benefícios movidos na prole através do treinamento físico já são conhecidos, incluindo diferenças em crescimento somático, atos reflexos, sistema fisiológico e entre outros (AMORIM et al., 2009; FIDALGO et al., 2010; FALCAO-TEBAS et al., 2012; FALCÃO-TEBAS et al., 2012). Logo, acredita-se que AFVM surge como uma alternativa de intervenção não farmacológica que pode promover benefícios à mãe e seus descendentes, aliando a eles benefícios na aptidão física.

3.OBJETIVOS

3.1. Objetivo Geral

- Avaliar os efeitos da atividade física voluntária materna sobre a resistência aeróbia e muscular máximas da prole de adulto jovem.

3.2. Objetivo específico

- Avaliar, na prole adulto jovem, de ratas submetidas a atividade física voluntária materna no pré-gestacional, gestacional e neonatal, o desempenho:



No teste máximo de esteira, com as seguintes variáveis

- Velocidade máxima atingida;
- Distância percorrida;
- Tempo total de teste



No teste máximo de escada:

- Carga máxima carregada;
- Carga relativa ao peso corporal;
- Número de subidas.

4. METODOLOGIA

4.1 Animais

Foram utilizadas 13 ratas albinas da linhagem Wistar (*Rattus norvegicus*) (peso corporal 220-260g, idade entre 85-95 dias) provenientes da colônia do Departamento de Nutrição da UFPE. Os animais foram mantidos em biotério de experimentação, com temperatura de $23^{\circ}\text{C}\pm 2$, num ciclo 12/12h [ciclo claro (20:00 às 08:00 h) e ciclo escuro (08:00 às 20:00 h)] e livre acesso à água e alimentação, no período de adaptação foi feita ma dieta composta por: 75% de carboidratos, 11% de lipídeos e 14% de proteínas, no período de gestação/lactação foi composta por: 64% de carboidratos, 18% de lipídeos e 18% de proteínas (REEVES, 1993). As ratas nulíparas foram alojadas em gaiolas individuais de atividade física voluntária (GAFV) por 30 dias para um período de adaptação. Após o período de adaptação, os roedores foram colocados em gaiola padrão de biotério feita de polipropileno (33x40x17cm) para o acasalamento, durante um período de 1-5 dias (durante o acasalamento as ratas não tiveram acesso ao cicloergômetro). O dia em que foi observada a presença de espermatozoides na cavidade vaginal foi designado o dia de concepção, dia 0 da gestação. As ratas foram recolocadas individualmente nas GAFV.

Após o parto, a ninhada foi ajustada para oito filhotes (com o máximo de filhotes machos, sendo utilizadas as fêmeas apenas para completar a ninhada). Dos oito filhotes de cada ninhada, foram escolhidos aleatoriamente dois machos para realização dos testes de resistência aeróbia e muscular máxima. A partir do desmame (22º dia) os filhotes passaram a receber dieta padrão de biotério - Presence (Purina do Brasil) até o fim do experimento.

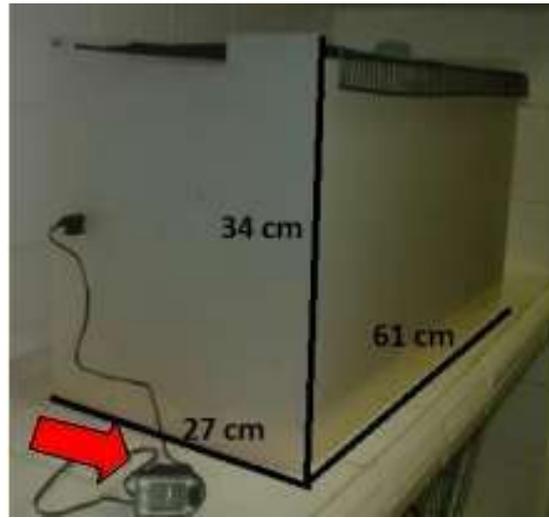
O manejo e os cuidados para com os animais seguiram as recomendações do Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal (CONCEA). O projeto foi aprovado pela Comissão de Ética no uso de Animal do Centro de Ciência Biológicas da UFPE (processo 23076.016575/2014-70).

4.2 Gaiola de atividade física voluntária

Foi elaborada uma gaiola de atividade física voluntária (GAFV) de acrílico com as seguintes dimensões: 27 cm de largura, 34 cm de altura e 61 cm de comprimento (Figura 1). Em uma das extremidades foi posicionado um

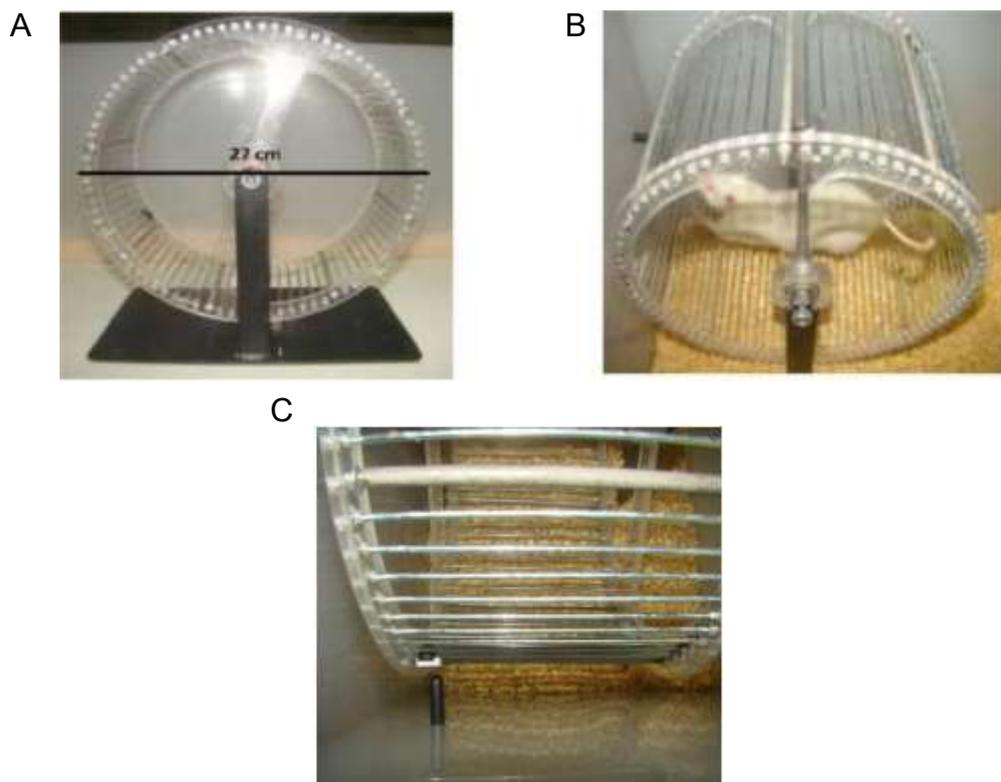
cicloergômetro com 27 cm de diâmetro (Figura 2A), composto por acrílico e raios em aço inoxidável. Acoplado a gaiola e ao cicloergômetro há um sistema de monitoramento por sensor (ciclocomputador Cataye, model CC-VL810, Osaka, Japan) das grandezas físicas: distância percorrida (km), tempo de atividade (minutos) e gasto calórico (Kcal) (Figura 2C).

Figura 1. Gaiola de atividade física voluntária, suas dimensões e ciclocomputador.



NOTA: As retas pretas indicam as dimensões da GAFV e a seta vermelha o ciclo computador.

Figura 2. Cicloergômetro (A), prática de atividade física (B), posicionamento do ciclocomputador.



4.3 Protocolo de atividade física voluntária

Todas as ratas aos 90 dias de idade, pesando entre 220 e 260 gramas de vida foram previamente colocadas nas GAFV individual por um período de 30 dias para a adaptação. A atividade física das ratas foi avaliada pela movimentação do cicloergômetro e quantificada através dos sensores acoplados na gaiola.

As variáveis do estudo foram mensuradas diariamente durante o experimento, através da movimentação do cicloergômetro. A distância percorrida diária, o tempo diário de atividade física e a estimativa de gasto calórico foram utilizados para classificar as ratas em diferentes grupos de acordo com o nível de atividade física voluntária segundo o protocolo de Muniz (2014): inativo (I), ativo (A) ou muito ativo (MA) (Tabela 1).

Tabela 1 -Classificação dos grupos experimentais de acordo com a atividade física diária (distância percorrida, gasto calórico e tempo de atividade) no cicloergômetro.

Grupos experimentais	n	Distância percorrida (Km)	Gasto Calórico (Kcal)	Tempo de atividade (min)
Inativo	7	< 1.0	< 10.0	< 20.0
Ativo	0	>1.0< 5.0	>10.0< 40.0	>20.0< 120.0
Muito Ativo	6	>5.0	>40.0	>120.0

(MUNIZ et al., 2014)

Estas grandezas foram utilizadas para classificar o nível de atividade física das ratas. Durante a fase de adaptação, as ratas foram classificadas em dois grupos: Inativo (I, n = 6) ou Muito Ativo (MA, n=4) de acordo com os seguintes parâmetros e valores apresentados na Tabela 1 de acordo com MUNIZ e colaboradores(2014). No protocolo citado existe a classificação ativa, o qual não foi obtida no presente estudo.

Após a visualização do espermatozoide no esfregaço vaginal, as ratas foram recolocadas nas respectivas GAFV permanecendo até o final da lactação. No 14º dia pós-parto o cicloergômetro foi travado, para impedir a utilização pelos filhotes, pois

estes já apresentam a abertura dos olhos. Nesta data será finalizando o período de atividade física voluntária das ratas.

4.4 Testes máximos

Foram feitos 2 tipos de testes máximos: de resistência aeróbia e de resistência muscular. Para os testes máximos, foram escolhidos aleatoriamente apenas 1 animal de cada prole, que realizava apenas um dos teste. Aos 55 dias de vida foi iniciado o período de adaptação aos testes por 5 dias consecutivos. No 60º dia, foram realizados os testes máximos.

As adaptações e os testes máximos ocorreram sempre na mesma sala de experimentação (dentro do biotério de experimentação) e **4 horas após** a inversão do ciclo claro para o ciclo escuro (**11:00 horas**). As manipulações sempre foram realizadas pelo mesmo avaliador.

4.4.1 Teste de resistência aeróbia máxima

No teste de resistência aeróbia máxima, foi utilizada uma esteira digital automática de marca insight (Figura 3), que possui 6 baias, possuía também uma grade de aço inoxidável feito especialmente na extremidade de fundo do tapete rolante, proporciona-se um choque nas patas. Foi escolhida uma única baia para fazer todas as adaptações e testes (baia número 2). A esteira era manipulada pelo avaliador através de uma alavanca manual de velocidade, a qual variava entre 0,0 e 3,0 Km/h. Além disto, o aparato também possuía um monitor digital que foi utilizado para cronometrar o tempo de duração e a distância percorrida pelo animal. A esteira sempre foi utilizada na inclinação 0°.

Figura 3. Visão diagonal do aparato de teste de resistência aeróbia máxima

A



NOTA: estira composta por 6 baias (A); A seta vermelha indica a baia número 2, padronizada para o teste.

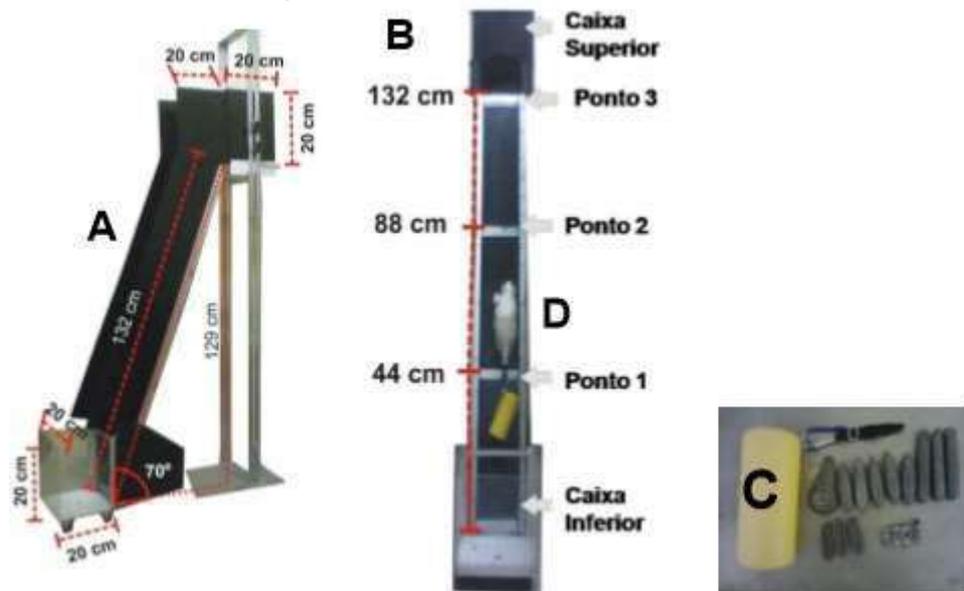
Antes do teste máximo aeróbio, foi padronizada adaptação, durante 5 dias consecutivos, onde todos os dias era realizado o mesmo protocolo. O tempo diário de adaptação era de 20 minutos, divididos em quatro estágios de 5 minutos. No primeiro estágio, o animal correu na velocidade de 0,3 km/h, no segundo em 0,4 km/h, no terceiro em 0,5 km/h, e no último é retomada a velocidade inicial (LEANDRO et al., 2007). Desde a adaptação, existiu um estímulo elétrico na região dorsal dos ratos entre as patas traseiras e a cauda, sendo utilizado sempre que o animal parava de correr.

Para a avaliação da capacidade aeróbia máxima foi utilizado o protocolo descrito por LEANDRO et al., 2007. Os animais foram colocados na esteira automática com inclinação 0°, com velocidade inicial de 0,3 Km/h. A cada 3 minutos a velocidade aumentava em 0,3 Km/h. O teste terminou quando o animal foi incapaz de manter a velocidade de corrida, não conseguiu mover mais nenhuma pata e, conseqüentemente, não respondendo mais o estímulo de choque. Foi registrado o tempo total de teste, a velocidade do estágio atingido e a distância percorrida.

4.4.2 Teste de resistência muscular máxima

Foi utilizado um aparato de carregamento de sobrecarga (escada) descrito por ANTONIO-SANTOS e colaboradores (2016) e SANTOS (2012). Este consistia de uma escada, com 132 cm e 87 degraus metálicos. A angulação do aparato é regulável e foi mantida em 70° entre a base da escada e o solo (Figura 1A). Existiu um suporte para fixar a carga na cauda do rato que consistia em uma fita para fixação (formada por uma fita semi-elástica com uma presilha na ponta) e um recipiente cilíndrico onde as cargas eram colocadas (Figura 1B). A fita para fixação foi cuidadosamente colocada na porção proximal da cauda com esparadrapo. O estímulo usado para os ratos subirem a escada foi um leve toque com a ponta dos dedos na região dorsal do animal entre as patas posteriores.

Figura 4. Visão lateral do aparato de teste de resistência muscular máxima.



NOTA: Uma escada com altura: 129cm; largura: 20cm; comprimento: 132cm; com 87 degraus e 1 cm entre os degraus (A); Visão frontal do aparato de treinamento, descrição dos pontos onde o rato era colocado (caixa inferior transparente, ponto 1 a 44 cm da base, ponto 2 a 88 cm da base, ponto 3 a 132cm da base e caixa superior escura) (B); O suporte para fixação de carga consistiu de uma fita para fixação (formada por uma fita semi-elástica com uma presilha na ponta) e um recipiente onde as cargas eram colocadas (C); Rato subindo a escada com sobrecarga fixa em sua cauda (D). FONTE: (Santos, 2012)

A adaptação ao aparato foi realizada durante 5 dias consecutivos antes do teste, como proposto por ANTONIO-SANTOS et al. (2016) e SANTOS (2012). No primeiro dia de adaptação, os animais apenas exploraram o aparato sendo colocados em cada ponto por 30 segundos e podiam mover-se livremente sem a necessidade de nenhum estímulo externo. Os ratos eram colocados na caixa inferior, em seguida colocado no ponto 1 (44 cm da base), a seguir no ponto 2 (88 cm da base), e para finalizar no ponto 3 localizado no topo do aparato (132 cm da base)(Figura 4). Nos dias 2 e 3, os animais realizaram 10 subidas a partir do ponto 1 e eram estimulado a subir até a caixa superior. No 4º dia de adaptação, os animais eram colocados no ponto 1 e realizavam 10 subidas com o recipiente de carga vazio fixado na parte proximal da cauda. No último dia de adaptação, os animais subiram 10 vezes, a partir do ponto 1, com uma sobrecarga de 10% do peso corporal no recipiente de carga.

Para o teste máximo, os animais foram posicionados no ponto 1 (Figura 4), subiram toda a escada até a caixa superior. A primeira subida era realizada com

uma sobrecarga de 75% do seu peso corporal (HORNBERGER e FARRAR, 2004). Foi considerada uma subida quando esta era realizada em um tempo menor que 40 segundos e sem que o rato soltasse a escada. Quando ocorrido o contrário foi considerado uma tentativa falha. Após uma subida feita com sucesso, foi adicionado 10% do peso corporal na carga. Após três falhas consecutivas, a carga anterior foi considerada a carga máxima de subida para o animal. Foram registrados o número de subidas e a carga máxima carregada pelo animal.

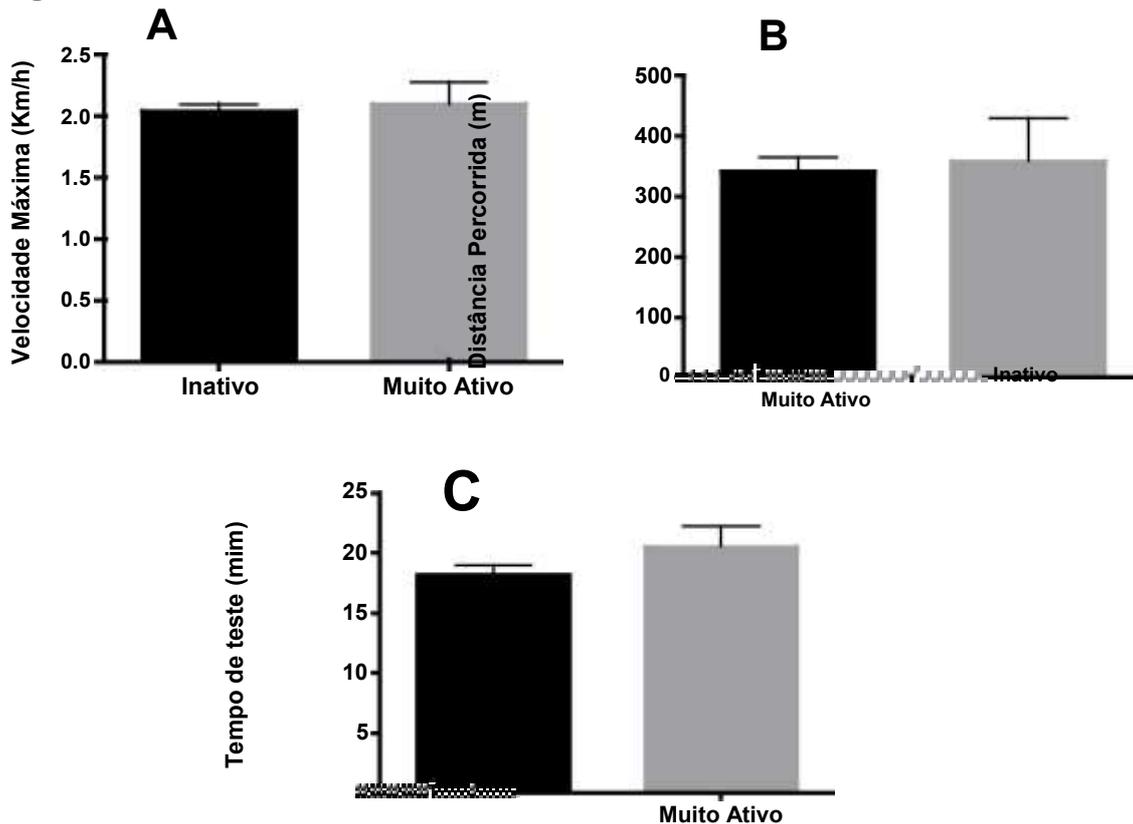
4.5 Análise estatística

Os dados foram analisados através do software GraphPad Prism 6® (GraphPad Software, Inc., La Jolla, CA, USA). Inicialmente, foi realizado o teste de normalidade de Komolgorov-Smirnov. Para comparar dados paramétricos foi utilizado o teste de análise de variância teste T de student. O nível de significância foi mantido em 5% para todas as análises.

5. RESULTADOS

O teste de resistência aeróbia máxima foi avaliado no 60º dia de vida pós-natal dos filhotes. A velocidade máxima atingida (Figura 5A), distância percorrida (Figura 5B) e tempo total de teste (Figura 5C) não apresentaram diferença entre os grupos Muito Ativo e Inativo.

Figura 5. Parâmetros avaliados através do teste de resistência aeróbia máxima.

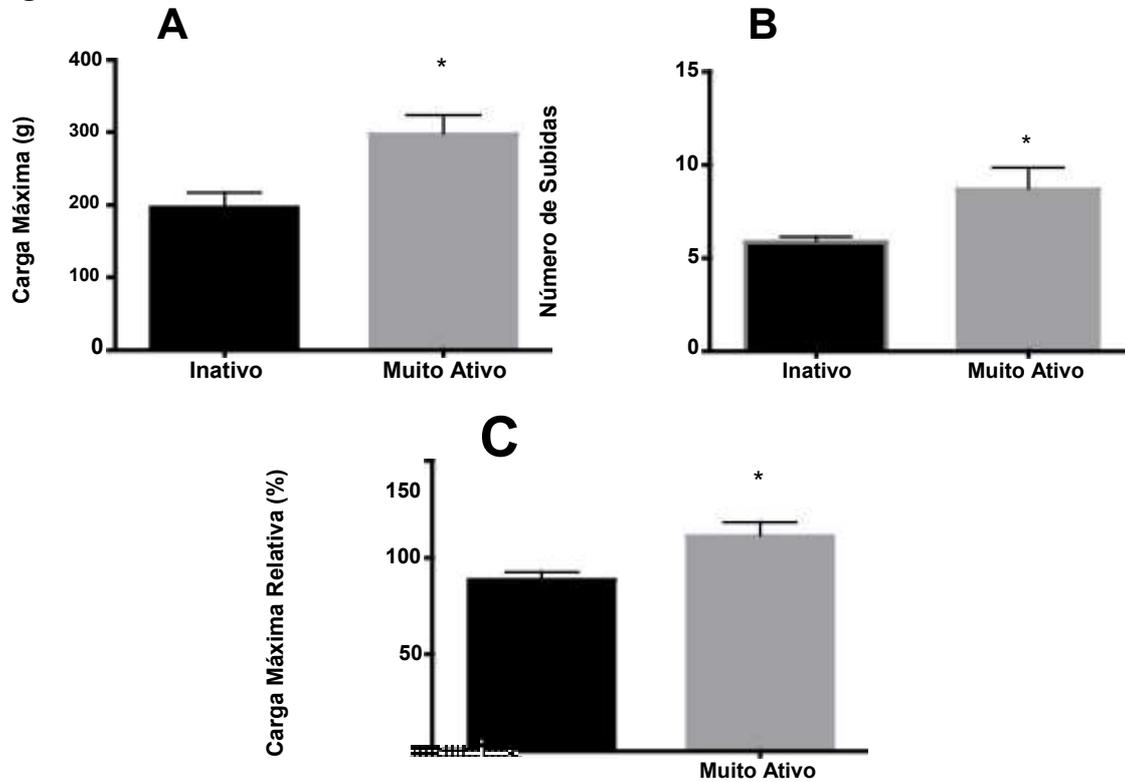


NOTA: As ninhadas foram classificadas de acordo com a atividade física voluntária materna durante o período de adaptação (30 dias antes da gestação), sendo constituído pelos grupos: Inativo (n=7) e Muito Ativo (n=6). Os filhotes foram avaliados na esteira no 60º dia de vida. A, velocidade máxima (Km/h); B, distância percorrida (m); C, Tempo de duração do teste (min) . Os valores são apresentados em média \pm E.P.M, Teste t de student.

Para o teste de resistência muscular máxima, foi observada diferença significativa em todos os parâmetros avaliados. A sobrecarga máxima carregada pelo animal apresentou-se maior nos filhotes de mães muito ativas quando comparado aos de mães inativas ($p=0,0129$) (Figura 6A). Para carga máxima relativa, observamos que animais oriundos de mães muito ativas subiram com maior carga do que os de mães inativas ($p=0,0219$) (Figura 6B). A prole de mães muito

ativa realizou mais subidas na escada quando comparada com os de mães inativas ($p=0,0417$) (Figura 6C).

Figura 6. Parâmetros avaliados através do teste de resistência muscular máxima.



NOTA: As ninhadas foram classificadas de acordo com a atividade física voluntária materna durante o período de adaptação (30 dias antes da gestação), sendo constituído pelos grupos: Inativo ($n=7$) e Muito Ativo ($n=6$). Os filhotes foram avaliados na escada no 60º dia de vida. A, carga máxima (g); B, carga máxima relativa ao peso corporal (%); C, número de subidas. Os valores são apresentados em média \pm E.P.M, $*p < 0,05$, vs Inativo, utilizando teste t de student.

6. DISCUSSÃO

No presente estudo, foi utilizado um modelo animal para investigar os efeitos da atividade física voluntária materna sobre os parâmetros de testes de resistência máxima aeróbia e muscular. Os nossos resultados mostram que a atividade física materna promove impactos sobre as variáveis do TRMM, por aumento da sobre carga máxima, da carga máxima relativa e do número de subidas.

É visto que estudos com humanos têm demonstrado que a prática de atividade física durante a gestação está associada à redução dos riscos de se desenvolver doenças crônicas degenerativas durante a vida adulta (MELZER e SCHUTZ, 2010). Acredita-se que a prática constante de atividade física pode permitir melhor performance no estilo de vida dos animais resultando da aprendizagem e das adaptações fisiológicas (BROOKS e WHIT, 1978). Prática frequente de exercício produz várias adaptações fisiológicas que levaram os animais para realizar grande atividade física, como: correr, andar, comer, entre outros, com maior eficácia (MORASKA, 2000). Mediante a isso, acredita-se que a prática de exercício promove benefício sobre o desenvolvimento do feto e/ou filhotes (CLAPP et al., 2006; ROSA et al., 2011; CARTER et al., 2012; CLAPP et al., 2012).

A AFV é capaz de aumentar o condicionamento respiratório das ratas gestantes praticantes (ROSA et al., 2012). Então, haveria a possibilidade de que o fenótipo ativo materno fosse capaz de influenciar o fenótipo do filhote, resultando no mesmo condicionamento. Contudo, nosso trabalho demonstrou que a AFVM não foi capaz de modular as variáveis avaliadas no TRAM, visto que não houve diferença entre os filhotes de mães muito ativas e de mães inativas. Mediante a isto, acredita-se que para as capacidades cardiorrespiratórias adquirida pela mãe com a pratica da AFV, não é passada para a prole, como esperado.

Leandro e colaboradores (2007). mostrou relação de predição de consumo de oxigênio em ratos baseado na velocidade máxima atingida no teste de esteira. Mediante a isso, podemos estimar que a média de consumo de oxigênio de ambos os grupos foi em torno de $60 \text{ mL.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$. Estudos de teste de $\text{VO}_{2\text{máx}}$ com várias espécies de ratos mostram que ratos machos da linhagem *Wistar* apresentam consumo máximo de oxigênio em torno de $65,3 \text{ mL.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ (BEDFORD et al., 1979). Este dado, quando comparado com a estimacão proposta por Leandro e colaboradores(2007), nos fazem pressupor que a AFVM não influencia as mensurações do $\text{VO}_{2\text{máx}}$, onde os filhotes de mães praticantes de AFVM,

apresentam-se com valores bem próximos, quando comparado com os dados fornecidos por Bedford e colaboradores(1979).

Nos dados de TRMM, os animais oriundos de mães muito ativas apresentaram capacidade de suportar maior sobrecarga (Figura 6A), além de também suportar maior carga relativa ao peso corporal (Figura 6B). Isso nos mostra que os filhotes oriundos de mães muito ativas apresentam maior resistência muscular que os filhotes de mães inativas.

Em animais, foi visto que ratos *Wistar* mais resistentes possuem maior proporção de fibras musculares do tipo IIB no musculo extensor longo dos dedos (EDL) quando treinados durante oito semanas (SANTOS, 2012).Este tipo de fibra é caracterizado por possuir cor branca, contração rápida e metabolismo glicolítico (MINAMOTO, 2005), sendo mais recrutada em esforços com de duração até 15 segundos (McARDLE, KATCH e KATCH, 2003). Ratos mais resistentes possuem cerca de 14% a mais de fibras musculares (TAMAKI, UCHIYAMA e NAKANO, 1992). Acreditamos que a AFVM é capaz de modular o organismo da prole e alterar o tipo e a quantidade das fibras musculares esqueléticas, para concretizar essa hipótese, é indicado a análise de tipagem de fibra muscular da prole.

7. CONCLUSÃO

A prática da atividade física materna (AFVM) melhora a performance dos filhotes no teste de resistência máxima muscular na escada, apresentando aumento da sobrecarga, da carga máxima relativa ao peso corporal e do número de subidas. Contudo, AFVM não modificou a performance dos filhotes no teste de resistência máxima aeróbia em esteira. Nossos achados estão de acordo com estudos que testam a hipótese da plasticidade fenotípica e abrem uma possibilidade para o entendimento dos efeitos da atividade física voluntária sobre a prole, além de abrir a hipótese que a AFVM seria capaz de alterar o número e a tipagem de fibras musculares esqueléticas.

REFERÊNCIAS

- AMORIM, M.F. et al. Can physical exercise during gestation attenuate the effects of a maternal perinatal low-protein diet on oxygen consumption in rats? **Exp Physiol.** v.94, p.906–13, 2009.
- ANTONIO-SANTOS, J. et al. Resistance training alters the proportion of skeletal muscle fibers but not brain neurotrophic factors in young adult rats. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, 2016.
- BARROS, K. M. et al. A regional model (Northeastern Brazil) of induced mal-nutrition delays ontogeny of reflexes and locomotor activity in rats. **Nutr Neurosci**, v. 9, n. 1-2, p. 99104, Feb-Apr 2006.
- BARKER, D.J. The origins of the developmental origins theory. **Journal of internal medicine**, v.261, n.5, p.412-7, 2007.
- BASSETT, David R.; HOWLEY, Edward T. Limiting factors for maximum oxygen uptake and determinants of endurance performance. **Medicine and science in sports and exercise**, v. 32, n. 1, p. 70-84, 2000.
- BEDFORD, T. G. et al. Maximum oxygen consumption of rats and its changes with various experimental procedures. **Journal of Applied Physiology**, v. 47, n. 6, p. 1278-1283, 1979.
- BROOKS, G. A.; WHITE, T. P. Determination of metabolic and heart rate responses of rats to treadmill exercise. **Journal of applied physiology**, v. 45, n. 6, p. 1009-1015, 1978.
- CARTER, L. G. et al. Perinatal exercise improves glucose homeostasis in adult offspring. **Am J PhysiolEndocrinolMetab**, v. 303, n. 8, p. E1061-1068, Oct 15 2012.
- CLAPP, J.F., et al. Continuing regular exercise during pregnancy: effect of exercise volume on fetoplacental growth. **Am J Obstet Gynecol.** v.186, n.1, p.142-7. 2002.
- CLAPP, J. F., 3RD. The effects of maternal exercise on fetal oxygenation and fetoplacental growth. **Eur J Obstet Gynecol Reprod Biol**, v. 110 Suppl 1, p. S80-85, Sep 22. 2003.
- CLAPP, J.F. Influence of endurance exercise and diet on human placental development and fetal growth. **Placenta.** v.27, n.6-7, p.527-34. 2006.
- COOPER, K. H. A means of assessing maximal oxygen intake: correlation between field and treadmill testing. **Jama**, v. 203, n. 3, p. 201-204, 1968.
- COOPER, C.B.; Storer, T.W. **Teste ergométrico aplicações práticas e interpretação.** Rio de Janeiro: Revinter, 2005.

- DESAI, M. et al. Organ-selective growth in the offspring of protein-restricted mothers. **The British journal of nutrition**, v. 76, n. 4, p. 591-603, Oct 1996.
- DOBBING, J. The Influence of Early Nutrition on the Development and Myelination of the Brain. **Proc R Soc Lond B Biol Sci**, v. 159, p. 503-509, 1964.
- FALCAO-TEBAS, F. et al. Maternal low-protein diet-induced delayed reflex ontogeny is attenuated by moderate physical training during gestation in rats. **Br J Nutr**, v. 107, n. 3, p. 372-377, Feb 2012.
- FALCÃO-TEBAS, F. et al. Efeitos do treinamento físico durante a gestação sobre a evolução ponderal, glicemia e colesterolemia de ratos adultos submetidos à desnutrição perinatal. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 18, p. 58-62, 2012.
- FIDALGO, M. et al. Efeito do treinamento físico e da desnutrição durante a gestação sobre os eixos cranianos de ratos neonatos. **Rev Bras Med Esporte**, v. 16, p. 441-444, 2010.
- GARLAND, T. et al. The biological control of voluntary exercise, spontaneous physical activity and daily energy expenditure in relation to obesity: human and rodent perspectives pela nutrição? **Revista de Nutrição**, v. 22, p. 559-569, 2009.. **J Exp Biol**, v. 214, n. Pt 2, p. 206-229, 2011.
- GLUCKMAN, P. D.; HANSON, M. A.; PINAL, C. The developmental origins of adult disease. **Matern Child Nutr**, v. 1, n. 3, p. 130-141, Jul 2005.
- HEYWARD, V.H. **Avaliação física e prescrição de exercício: técnicas avançadas**. São Paulo. Ed. Artmed. 2013.
- HORNBERGER, T. A., JR.; FARRAR, R. P. Physiological hypertrophy of the FHL muscle following 8 weeks of progressive resistance exercise in the rat. **Can J Appl Physiol**, v. 29, n. 1, p. 16-31, Feb 2004.
- KIM, H. et al. The influence of maternal treadmill running during pregnancy on shortterm memory and hippocampal cell survival in rat pups. **International journal of developmental neuroscience: the official journal of the International Society for Developmental Neuroscience**, v. 25, n. 4, p. 243-49. 2007.
- LEANDRO, C.G. et al. Aprogram of moderate physical training for wistar rats based on maximal oxygen consumption. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 21, n.3, p. 38-43, 2007.
- LEANDRO, C. G. et al. Pode a atividade física materna modular a programação fetal induzida pela nutrição? **Revista de Nutrição**, v. 22, p. 559-569, 2009.
- LI, Z. et AL. Whole-body vibration and resistance exercise prevent long-term hindlimb unloading-induced bone loss: independent and interactive effects. **Eur J Appl Physiol**, v. 112, n. 11, p. 3743-53, Feb 2012.
- LIRA, A. O. **Atividade física voluntária materna altera os padrões de locomoção de ratos no campo aberto durante o desenvolvimento**. 2016. 64 f. Dissertação

(Mestrado em Neuro Psiquiatria e Ciências do Comportamento) – Centro de Ciências da Saúde, Universidade Federal de Pernambuco, Recife. 2016.

MAIOR, A. S.; SIMÃO, R. Prescrição de exercícios através do teste de 1RM em homens. **Revista Treinamento Desportivo**, v. 7, n. 1, p. 82-86, 2006.

McARDLE, W.D; KATCH, F.I.; KATCH, V.L. **Fisiologia do exercício** – energia, nutrição e desempenho humano. Rio de Janeiro. Ed. Guanabara Koogan, 2003.

McCANCE R.A.; WIDDOWSON E.M. The effects of chronic undernutrition and of total starvation on growing and adult rats. **Br J Nutr.** v. 10, p. 363-73, 1956.

MELZER, K., SCHUTZ, Y. et al. Physical activity and pregnancy: cardiovascular adaptations, recommendations and pregnancy outcomes. **Sports Med**, v. 40 n. 6, p. 493-507, 2010.

MORASKA, A. et al. Treadmill running produces both positive and negative physiological adaptations in Sprague-Dawley rats. **American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology**, v. 279, n. 4, p. 1321-1329, 2000.

MORGANE, P. J.; MOKLER, D. J.; GALLER, J. R. Effects of prenatal protein malnutrition on the hippocampal formation. **NeurosciBiobehav Rev**, v. 26, n. 4, p. 471-483, Jun 2002.

MOURA, J. P.F. **Atividade física voluntária e dieta hipoproteica materna: efeito sobre a atividade locomotora em filhotes de ratos**. 2015. 77f. Dissertação (Mestrado em Nutrição) – Centro de Ciências da Saúde, Universidade Federal de Pernambuco, Recife. 2015.

MINAMOTO, V. B. Classificação e adaptações das fibras musculares: uma revisão. **Fisioterapia e pesquisa**, v. 12, n. 3, p. 50-55, 2005.

MUNIZ, G.S. et al. Active maternal phenotype is established before breeding and leads offspring to align growth trajectory outcomes and reflex ontogeny. **Physiology & Behavior**. v. 129, p. 1-10, 2014.

PINTO, R. S. et al. Determinação da carga de treino nos exercícios supino e rosca bíceps em mulheres jovens. **Motriz**, v. 18, n. 1, p. 22-33, 2012.

ROSA, B. V. et al. Voluntary exercise in pregnant rats positively influences fetal growth without initiating a maternal physiological stress response. **Am J PhysiolRegullIntegr Comp Physiol**, v. 300, n. 5, p. R1134-1141, May 2011.

SANTOS, J. A. **Efeitos do treinamento físico de resistência sobre a morfologia de fibras musculares e sobre a expressão de genes para fatores neurotróficos no sistema nervoso central em ratos**. 2012. 78f. Dissertação (Mestrado em Neuro Psiquiatria e Ciências do Comportamento) – Centro de Ciências da Saúde, Universidade Federal de Pernambuco, Recife. 2012.

SANTOS, J. A.. **Efeitos do treinamento físico de resistência sobre a atividade locomotora de ratos adultos submetidos à dieta hipoprotéica durante a**

gestação e lactação. 2015. 82 f. Tese (Doutorado em Nutrição) – Centro de Ciências da Saúde, Universidade Federal de Pernambuco, Recife. 2015.

SOUZA, F. G.; JAIME, P. J. D. C.; CUNHA, R. M. Teste ergoespirométrico aplicado à prática do exercício físico: um estudo de revisão. **Revista Movimenta ISSN**, v. 6, n. 2, p. 2013.

TAMAKI, T.; UCHIYAMA, S.; NAKANO, S. A weight-lifting exercise model for inducing hypertrophy in the hindlimb muscles of rats. **Medicine and science in sports and exercise**, v. 24, n. 8, p. 881-886, Aug 1992.

SANTOS, V. H. A.; NASCIMENTO, W. F.; LIBERALI, R. O treinamento de resistência muscular localizada como intervenção no emagrecimento. **Rev Bra de Obes, Nut e Emag**, v. 2, n. 7, 2012.

WELLS, J.C. The thrifty phenotype hypothesis: thrifty offspring or thrifty mother? **J Theor Biol**, v. 221, n. 1, p. 143-61. 2003.

WESTERGA, J.; GRAMSBERGEN, A. The development of locomotion in the rat. **Brain Res Dev Brain Res**, v. 57, n. 2, p. 163-174, Dec 15 1990.

WEST-HEBERHARD, M.J. Evolution in the light of developmental and cell biology, and vice versa. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v. 95, n. 15, p. 8417-8419. 1998.

APÊNDICE A



Universidade Federal de Pernambuco
Centro de Ciências Biológicas

Av. Prof. Nelson Chaves, s/n
50670-420 / Recife - PE - Brasil
fones: (55 81) 2126 8840 | 2126 8351
fax: (55 81) 2126 8350
www.ccb.ufpe.br

Recife, 14 de agosto de 2014.

Ofício nº 41/14

Da Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) da UFPE
Para: **Prof.ª Raquel da Silva Aragão**
Núcleo de Educação Física
Universidade Federal de Pernambuco
Processo nº 23076.016575/2014-70

Os membros da Comissão de Ética no Uso de Animais do Centro de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Pernambuco (CEUA-UFPE) avaliaram seu projeto de pesquisa intitulado, "*Atividade Física Voluntária e s Desnutrição Protéica Maternas: Influências Sobre o Perfil Bioquímico Sanguíneo, A Morfologia de Órgãos e o Metabolismo Energético da Prole Adulta*".

Concluímos que os procedimentos descritos para a utilização experimental dos animais encontram-se de acordo com as normas sugeridas pelo Colégio Brasileiro para Experimentação Animal e com as normas internacionais estabelecidas pelo National Institute of Health Guide for Care and Use of Laboratory Animals as quais são adotadas como critérios de avaliação e julgamento pela CEUA-UFPE.

Encontra-se de acordo com as normas vigentes no Brasil, especialmente a Lei 11.794 de 08 de outubro de 2008, que trata da questão do uso de animais para fins científicos e didáticos.

Diante do exposto, emitimos **parecer favorável** aos protocolos experimentais a serem realizados.

Origem dos animais: Biotério do Departamento de Nutrição – CCS/UFPE; Animais: ratos heterogênicos; Linhagem: Wistar; Sexo: machos e fêmeas; Peso: 220-260g (reprodutores), 5-8g (filhotes ao nascimento), Idade: 90 dias; Número de animais previsto no protocolo: 168.

Atenciosamente,

Prof.ª Marcia Vasconcelos
Vice-Presidente da CEUACCB-UFPE
SAPE 2196036

CCB: Integrar para desenvolver