

# ATIVIDADE FÍSICA VOLUNTÁRIA E DESNUTRIÇÃO ANTES E DURANTE A GESTAÇÃO: EFEITOS SOBRE O PADRÃO LOCOMOTOR DE FILHOTES DE RATOS DURANTE O DESENVOLVIMENTO

Gabriela Carvalho Jurema Santos<sup>1</sup>; Carol Virgínia Góis Leandro<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Estudante do Curso de Nutrição – CAV – UFPE; E-mail: gaby9carvalho@gmail.com

<sup>2</sup>Docente/pesquisador do Núcleo de Educação Física e Ciências do Esporte – CAV - UFPE. E-mail: carolleandro22@gmail.com

**Sumário:** O objetivo foi avaliar o efeito da atividade física voluntária materna sobre a atividade locomotora em filhotes de ratas que receberam dieta hipoproteica nos períodos de gestação e lactação. Ratas Wistar foram alojadas em gaiolas de atividade física voluntária, contendo roda de corrida. Após período de adaptação, as ratas foram classificadas de acordo com o nível diário de atividade física em: Inativas (n=15) e Muito Ativas (n=14). Após detecção da prenhez, metade de cada grupo recebeu dieta normoproteica e a outra metade recebeu dieta hipoproteica durante os períodos de gestação e lactação. No 23º, 45º e 60º dia de vida dos filhotes, foram realizadas avaliações da atividade locomotora. Nossos resultados demonstraram que filhotes de mães submetidas à dieta hipoproteica e filhotes de mães que realizaram atividade física apresentaram maior distância percorrida. Contudo, filhotes de mães que receberam dieta hipoproteica e realizaram atividade física apresentaram menor distância percorrida em relação aos filhotes de mães muito ativas nutridas. Dessa forma, a prática de atividade física materna foi capaz de reverter os efeitos da dieta hipoproteica sobre a distância percorrida. Podemos concluir que estímulos maternos podem modular a atividade locomotora dos filhotes, devido à capacidade de adaptação do organismo em resposta ao meio.

**Palavras-chave:** atividade física voluntária; atividade locomotora; desnutrição perinatal; plasticidade fenotípica;

## INTRODUÇÃO

Os períodos iniciais da vida são considerados críticos para o desenvolvimento dos diversos sistemas do organismo (DOBBING, 1964). O desenvolvimento locomotor inicia no período gestacional, com o surgimento das estruturas nervosas e musculares (CLARAC *et al.*, 1998) e continua no período de aleitamento, onde ocorre a maturação das estruturas relacionadas à locomoção (WESTERGA e GRAMSBERGEN, 1990). Assim, os períodos iniciais da vida são considerados críticos para o desenvolvimento da locomoção (WESTERGA e GRAMSBERGEN, 1990). A proteína é um nutriente fundamental para adequada formação e estruturação dos sistemas do organismo (MORGANE *et al.*, 1993). Tem sido mostrado que o aporte inadequado de proteína no início da vida está relacionado com atraso no desenvolvimento do sistema nervoso e alteração no padrão de locomoção nos filhotes durante a lactação (BARROS *et al.*, 2006). A relação entre insultos ambientais no início da vida e suas repercussões ao longo da vida pode ser explicada pelo fenômeno biológico chamado de plasticidade fenotípica (WEST-EBERHARD, 1989). Esse fenômeno permite à prole a capacidade de se adaptar em resposta a estímulos ambientais. Além da nutrição, o estilo de vida materno ativo tem sido estudado para avaliar como o organismo se adapta ao meio, devido à plasticidade fenotípica (FALCÃO-TEBAS; *et al.*, 2012). Foi demonstrado que a atividade física materna em roda de corrida está relacionada com

aumento em indicadores de crescimento da prole durante a lactação (SANTANA MUNIZ *et al.*, 2014). Além disso, é capaz de melhorar a sensibilidade dos tecidos a insulina, aumentando a captação de glicose na prole (CARTER *et al.*, 2012).

Contudo, é escasso na literatura trabalhos que tratam de atividade física voluntária materna e suas consequências sobre a atividade locomotora da prole. Sendo assim, a pergunta condutora que norteou esta pesquisa foi: “Quais os efeitos da atividade física voluntária e da dieta hipoproteica materna sobre a atividade locomotora em filhotes de ratos no período pós-desmame?”. O presente estudo teve como objetivo avaliar o efeito da atividade física voluntária materna sobre alguns parâmetros da atividade locomotora em filhotes de ratas que receberam dieta hipoproteica nos períodos de gestação e lactação.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Ratas *Wistar* ( $n=29$ ) foram alojadas individualmente em gaiolas de atividade física voluntária (GAFV) para um período de adaptação (30 dias), recebendo durante esse período dieta AIN-93M (REEVES, 1997). Outras ratas ( $n=8$ ) permaneceram durante todo o experimento em gaiola padrão de biotério, sem acesso a roda de corrida, sendo consideradas nosso Grupo Controle. Após o período de adaptação, as ratas foram colocadas para acasalamento e após a presença de espermatozoide na cavidade vaginal (MARCONDES, BIANCHI e TANNO, 2002), metade das ratas de cada grupo experimental recebeu dieta a base de caseína de acordo com a AIN-93G (18% de proteína) (REEVES, 1997), e a outra metade recebeu a mesma dieta, porém com menor quantidade de proteína (8% de proteína). Após o parto, cada 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 três a quatro machos para realização das avaliações no período pós-desmame. A partir do desmame (22º dia de vida) os filhotes passaram a receber dieta padrão de biotério (Presence-Brasil).

A avaliação da atividade locomotora dos filhotes ocorreu no 23º, 45º e 60º dias de vida. Os animais foram colocados num campo aberto e filmados por 5 minutos seguindo protocolo sugerido por Aragão (2011). Foram avaliados os seguintes parâmetros: Distância percorrida, Deslocamento rotacional, Velocidade média, Potência média, Energia total, Tempo imóvel, Número de paradas e Tempo imóvel/número de paradas.

### Análise estatística

O teste Kolmogorov–Smirnov foi realizado para verificar a normalidade dos dados. Para análise da atividade locomotora da prole, cada ninhada foi considerada uma amostra, e as análises estatísticas foram realizadas por ANOVA two-way para medidas repetidas, seguida pelo pós-teste de Tukey. Todos os dados são apresentados como média  $\pm$  S.E.M. Significância foi estabelecida em  $p < 0,05$ . A análise dos dados foi realizada utilizando o programa estatístico GraphPad Prism 5® (GraphPad Software Inc., La Jolla, CA, EUA).

## RESULTADOS

Aos 60 dias de vida, filhotes de mães I-HP percorreram maior distância percorrida e quando comparado com os filhotes de mães I-NP. Da mesma forma, filhotes de mães MA-NP apresentaram maior distância percorrida quando comparado com os filhotes de mães I-NP. Além disso, filhotes de mães MA-HP apresentaram redução da distância percorrida quando comparado com filhotes de mães MA-NP (Tabela 1).

**Tabela 1.** Dados dos parâmetros da atividade locomotora de filhotes aos 23, 45 e 60 dias de vida. Valores expressos como média  $\pm$  S.E.M

	Distância percorrida (m)		Deslocamento rotacional (m)		Velocidade média (m/s)		Potência média (mW)		Energia total (kcal x 10 <sup>-6</sup> )		Tempo de imobilidade (s)		Número de paradas		Relação tempo de imobilidade/número de paradas (s)		
<b>23 dias de vida</b>																	
Controle NP	27.2	1.5	2.5	0.1	0.17	0.004	0.78	0.12	5.58	0.93	148.4	6.0	68.0	3.2	2.1	0.25	
Controle HP	27.0	1.3	2.3	0.1	0.17	0.002	0.49	0.04	3.53	0.33	143.1	8.6	66.3	1.5	2.1	0.14	
Inativo NP	25.9	2.1	3.1	0.1	0.18	0.008	0.71	0.09	6.12	0.91	152.2	9.2	70.6	2.5	2.1	0.13	
Inativo HP	25.8	1.8	<b>2.2<sup>b</sup></b>	0.1	0.16	0.002	0.42	0.03	3.06	0.26	145.1	8.9	64.1	2.1	2.3	0.19	
Muito Ativo NP	30.1	2.5	2.7	0.1	0.19	0.006	0.85	0.12	6.16	0.88	145.9	8.0	66.0	3.1	2.2	0.17	
Muito Ativo HP	25.9	1.8	2.4	0.1	<b>0.16<sup>c</sup></b>	0.006	0.42	0.05	3.08	0.39	145.0	8.0	63.9	0.8	2.2	0.15	
<b>45 dias de vida</b>																	
Controle NP	19.5	2.0	4.2	0.3	0.19	0.005	1.74	0.25	12.45	1.83	197.1	11.2	79.7	2.7	2.3	0.24	
Controle HP	22.0	1.5	4.0	0.1	0.18	0.003	1.66	0.12	11.98	0.87	183.0	6.0	80.5	2.4	2.3	0.13	
Inativo NP	24.2	1.6	4.0	0.2	0.19	0.006	2.13	0.23	17.92	2.06	181.6	4.5	78.1	1.3	2.3	0.08	
Inativo HP	26.6	1.7	3.5	0.2	0.19	0.003	2.16	0.19	16.23	1.39	165.5	7.3	70.5	1.3	2.1	0.08	
Muito Ativo NP	<b>31.0<sup>a</sup></b>	1.9	3.8	0.1	0.20	0.007	3.00	0.37	21.53	2.67	<b>154.6<sup>a</sup></b>	4.8	78.2	2.7	1.9	0.06	
Muito Ativo HP	24.7	1.7	3.6	0.2	0.19	0.005	<b>1.93<sup>c</sup></b>	0.19	13.88	1.36	171.8	6.0	76.7	2.2	2.2	0.09	
<b>60 dias de vida</b>																	
Controle NP	14.0	2.2	4.3	0.2	0.17	0.007	1.81	0.41	13.03	2.98	223.2	10.2	65.9	6.0	3.0	0.02	
Controle HP	17.6	1.7	4.0	0.2	0.19	0.002	2.08	0.23	14.93	1.70	210.8	7.4	69.0	0.8	3.2	0.15	
Inativo NP	19.4	1.8	4.2	0.07	0.19	0.010	2.32	0.32	21.62	3.72	202.9	5.0	72.0	2.3	2.9	0.15	
Inativo HP	<b>26.0<sup>b</sup></b>	1.3	3.9	0.2	0.20	0.004	3.21	0.31	23.00	2.27	<b>173.6<sup>b</sup></b>	5.7	78.0	1.8	<b>2.2<sup>b</sup></b>	0.08	
Muito Ativo NP	<b>27.0<sup>a</sup></b>	0.9	4.1	0.1	<b>0.21<sup>a</sup></b>	0.004	<b>3.79<sup>a</sup></b>	0.36	27.16	2.62	<b>177.0<sup>a</sup></b>	2.0	78.9	1.2	<b>2.2<sup>a</sup></b>	0.05	
Muito Ativo HP	<b>20.5<sup>c</sup></b>	0.5	4.2	0.2	0.19	0.002	<b>2.06<sup>c,d</sup></b>	0.21	<b>14.83<sup>c,d</sup></b>	1.57	<b>199.9<sup>d</sup></b>	4.3	75.7	2.6	2.6	0.14	

Controle NP (n=4); Controle HP (n=4); Inativo NP (n=8); Inativo HP (n=7); Muito Ativo NP (n=8) e Muito Ativo HP (n=6), <sup>a</sup>p<0.05 Muito Ativo NP vs Inativo NP, <sup>b</sup>p<0.05 Inativo HP vs Inativo NP, <sup>c</sup>p<0.05 Muito Ativo HP vs Muito Ativo NP e <sup>d</sup>p<0.05 Muito Ativo HP vs Inativo HP, usando ANOVA two way seguido do pós-teste de Tukey.

NP: Normproteico; HP: Hipoproteico

## DISCUSSÃO

Tem sido demonstrado que a nutrição materna desempenha um papel chave no estabelecimento do fenótipo comportamental da descendência (Reyes-Castro, Rodriguez et al. 2012). Vimos que tanto a prática de atividade física como a dieta hipoproteica materna foi capaz de alterar alguns parâmetros de atividade locomotora da prole. Nesse estudo, filhotes de mães que receberam dieta hipoproteica mostrou aumento na distância percorrida aos 60 dias de vida. Nossos resultados vão de encontro com estudo anterior no qual não se observou diferença na distância percorrida em filhotes, aos 90 dias de vida, de mães que receberam dieta hipoproteica (10% de proteína) durante os períodos de gestação e lactação (Reyes-Castro, Rodriguez et al. 2012). A diferença no modelo utilizado de dieta e a idade podem explicar as diferenças nos resultados. Da mesma forma, os filhotes de mães muito ativas apresentaram aumento da distância percorrida e menor tempo de imobilidade. Maior distância pode representar uma maior exploração do ambiente, aumentando o aporte motor (Barros, Manhaes-De-Castro et al. 2006). Além disso, estudos têm demonstrado que maior distância na área periférica do campo aberto pode representar comportamento ansioso e estresse devido ao aumento da corticosterona (Prut and Belzung 2003; Reyes-Castro, Rodriguez et al. 2012). Quando a atividade física foi combinada com dieta hipoproteica, os filhotes apresentaram diminuição na distância percorrida, apresentando distância percorrida similar aos filhotes de mães I-NP. De acordo com Wells (2014), o impacto de um determinado estímulo sobre o feto em desenvolvimento pode variar de acordo com a capacidade do organismo materno para responder a tal agressão. Ou seja, as mães que realizaram atividade física podem responder de forma diferente a restrição de proteína em relação a mães que não realizaram atividade física (Wells 2014).

## CONCLUSÕES

Neste estudo, demonstramos que o modelo utilizado de atividade física voluntária é reprodutível, podendo ajudar na elaboração e comparação de futuros estudos. A prática de atividade física foi capaz de alterar alguns parâmetros da atividade locomotora da prole e reverteu efeito advindo da dieta hipoproteica. Assim, fornecemos resultados importantes acerca da adaptação do organismo frente ao ambiente e suas repercussões sobre a atividade locomotora de filhotes no período pós-desmame. Este trabalho abre um cenário para o melhor entendimento dos mecanismos relacionados com alterações encontradas tanto nas mães como nos filhotes.

## AGRADECIMENTOS

Ao Departamento de Nutrição/UFPE por ceder espaço e equipamentos necessários para a realização desse estudo e a PROPESQ e CNPq pelo apoio financeiro.

## REFERÊNCIAS

- Aragao Rda, S., et al. (2011). "Automatic system for analysis of locomotor activity in rodents--a reproducibility study." *J Neurosci Methods* **195**(2): 216-221.
- Reeves, P. G. (1997). "Components of the AIN-93 diets as improvements in the AIN-76A diet." *J Nutr* **127**(5 Suppl): 838S-841S.
- Santana Muniz, G., R. Beserra, et al. (2014). "Active maternal phenotype is established before breeding and leads offspring to align growth trajectory outcomes and reflex ontogeny." *Physiol Behav* **129**: 1-10.
- Wells, J. C. (2014). "Adaptive variability in the duration of critical windows of plasticity: Implications for the programming of obesity." *Evol Med Public Health* **2014**(1): 109-121.
- West-Eberhard, M. J. (1989). Phenotypic plasticity and the origins of diversity *Annu. Rev. Ecol. Syst.*, 249-278.