

# TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA NA AVALIAÇÃO DA DISTRIBUIÇÃO DO TECIDO ADIPOSEO ABDOMINAL DE RATOS ALIMENTADOS COM RAÇÕES HIPERLIPÍDICAS APÓS DESNUTRIÇÃO NEONATAL\*

Carlos Alberto Soares da Costa<sup>1</sup>, Erika Gomes Alves<sup>2</sup>, Gabriele Paula Gonzalez<sup>2</sup>, Thais Barcellos Córtez Barbosa<sup>2</sup>, Veronica Demarco Lima<sup>2</sup>, Renata Nascimento<sup>2</sup>, Alexandra Maria Vieira Monteiro<sup>3</sup>, Egberto Gaspar de Moura<sup>4</sup>, Celly Cristina Alves do Nascimento Saba<sup>5</sup>

**Resumo** **OBJETIVO:** Descrever repercussões da ração suplementada com óleo de soja ou óleo de canola, por meio da tomografia computadorizada, na distribuição do tecido adiposo abdominal, após desmame de ratos desnutridos durante a lactação. **MATERIAIS E MÉTODOS:** Ratas lactantes submetidas a restrição alimentar (RA) em 50%, de acordo com o consumo das lactantes controles (C). Após o desmame, filhotes desnutridos receberam ração contendo 19% de óleo de soja (RA-soja 19%) ou óleo de canola (RA-canola 19%). Os filhotes do grupo controle receberam ração contendo 7% de óleo de soja (C-soja 7%). Aos 60 dias de idade, foram realizadas medidas corporais e das áreas de tecido adiposo abdominal por meio de tomografia computadorizada. Após sacrifício, tecido adiposo abdominal foi excisado e pesado. Os dados foram expressos como média  $\pm$  erro-padrão da média, considerando o nível de significância de  $p < 0,05$ . **RESULTADOS:** Os grupos RA 19% desenvolveram similares comprimento, massa corporal e depósito de tecido adiposo visceral. Todas as avaliações realizadas foram significativamente menores em relação ao grupo C-soja 7%. Entretanto, na tomografia computadorizada, os grupos RA-soja 19% e RA-canola 19% apresentaram diferenças significativas da distribuição do tecido adiposo abdominal. **CONCLUSÃO:** A tomografia computadorizada mostrou que a distribuição de tecido adiposo, na cavidade abdominal, pode ser dependente do tipo de óleo vegetal na dieta.

**Unitermos:** Tomografia computadorizada; Tecido adiposo abdominal; Desnutrição; Óleo de soja; Óleo de canola; Ratos.

**Abstract** *Computed tomography in the evaluation of abdominal fat distribution associated with a hyperlipidic diet in previously undernourished rats.*

**OBJECTIVE:** To study, by means of computed tomography, the repercussion of post-weaning dietary supplementation with soy oil or canola oil on the abdominal fat distribution in previously undernourished rats. **MATERIALS AND METHODS:** Dams submitted to 50% food restriction (FR) compared with dams receiving a standard diet (C). After weaning, undernourished rats received a diet supplemented with 19% soy oil (19% FR-soy) or 19% canola oil (19% FR-canola). Rats in the control group received a diet with 7% soy oil (7% C-soy) until the end of the experimental period. At the age of 60 days old, the rats were submitted to computed tomography for evaluation of total abdominal and visceral fat area. The rats' length and body mass were evaluated and, after their sacrifice, the abdominal fat depots were excised weighted. The data are reported as mean  $\pm$  mean standard error, with  $p < 0.05$  considered as significance level. **RESULTS:** Rats in the group 19% FR presented similar length, body weight and visceral fat mass. As a whole, the evaluations have shown results significantly lower in relation to the control group (7% C-soy). However, computed tomography has found significant differences in abdominal fat distribution for the groups 19% FR-soy and 19% FR-canola. **CONCLUSION:** Computed tomography has demonstrated that the abdominal fat distribution may be dependent on the type of vegetable oil included in the diet.

**Keywords:** Computed tomography; Abdominal fat tissue; Malnutrition; Soy oil; Canola oil; Rats.

\* Trabalho realizado no Departamento de Ciências Fisiológicas do Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes (Ibrag), Centro Universitário de Controle do Câncer (CUCC), Hospital Universitário Pedro Ernesto da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ), Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

1. Mestrado, Pós-graduando do Programa de Pós-graduação em Fisiopatologia Clínica e Experimental da Faculdade de Ciências Médicas da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ), Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

2. Alunas de Graduação do Curso de Nutrição, Estagiárias de Iniciação Científica no Departamento de Ciências Fisiológicas do

Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes (Ibrag) da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ), Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

3. Doutora em Medicina, Professora Adjunta de Radiologia dos Cursos de Graduação e Pós-graduação da Faculdade de Ciências Médicas da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ), Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

4. Pós-Doutorado, Professor Titular do Departamento de Ciências Fisiológicas do Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes (Ibrag) da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ), Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

5. Doutorado, Professor Adjunto do Departamento de Ciências Fisiológicas do Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes (Ibrag) da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ), Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

Endereço para correspondência: Profa. Dra. Celly Cristina Alves do Nascimento Saba. Departamento de Ciências Fisiológicas, 5º andar, Instituto de Biologia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Avenida 28 de Setembro, 87. Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 20551-030. E-mail: cellysaba@terra.com.br.

Recebido para publicação em 19/12/2006. Aceito, após revisão, em 13/2/2007.

## INTRODUÇÃO

O tecido adiposo intra-abdominal (gordura corporal em torno dos órgãos viscerais) está associado com efeitos negativos à saúde, independentemente da quantidade de gordura corporal<sup>(1,2)</sup>. O elevado acúmulo de tecido adiposo na cavidade intra-abdominal está associado à hipertensão, como relatado no African American Ethnicity Study<sup>(3)</sup>, e ao risco de arteriosclerose em japoneses não-obesos, ou seja, com índice de massa corporal (IMC) normal<sup>(4)</sup>.

A obesidade é reconhecida como um problema de saúde pública que afeta a população adulta do Estados Unidos e do mundo inteiro, aumentando o risco para doenças crônicas e para a redução da expectativa de vida<sup>(5,6)</sup>. Embora a obesidade contribua para a resistência insulínica e o diabetes mellitus, essas alterações metabólicas são elevadas na população urbana da Índia, a qual apresenta IMC menor e relação cintura-quadril maior que a de europeus<sup>(1)</sup>, demonstrando que a distribuição do tecido adiposo na região abdominal é tão importante quanto o IMC para o risco de distúrbios metabólicos<sup>(4,7)</sup>.

A existência de tecido adiposo intra-abdominal também tem sido observada em crianças e adolescentes não-obesas<sup>(2)</sup>. Utilizando tomografia computadorizada (TC), foi verificado que, independentemente do depósito de tecido adiposo subcutâneo no abdome, o aumento anual em 1 cm<sup>2</sup> na área de tecido adiposo visceral está associado com elevação de aproximadamente 5% nos níveis sanguíneos de insulina ao jejum, em crianças norte-americanas<sup>(8)</sup>.

A disponibilidade de técnicas de imagem *in vivo* tem gerado vantagens significativas para o estudo da fisiologia do tecido adiposo intra-abdominal<sup>(9)</sup>. A TC do abdome é considerada “padrão-ouro” para a quantificação do tecido adiposo total, subcutâneo e visceral nesta região<sup>(1,10)</sup>. No entanto, até a presente data, não existem relatos científicos sobre o seu uso na avaliação de tecido adiposo abdominal após o tratamento da desnutrição infantil. Mais de 50% da mortalidade infantil, na faixa de 0 a 4 anos, está associada à desnutrição<sup>(11)</sup>. No tratamento, a disponibilidade de uma dieta com densidade elevada é muitas vezes alcançada com o aumento do conteúdo

lipídico, especialmente na forma de óleos vegetais<sup>(12,13)</sup>.

O objetivo deste estudo é descrever as repercussões da ração suplementada com óleo de soja ou de canola na adiposidade abdominal, por meio da TC, após tratamento experimental de ratos desnutridos durante a lactação.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Foram utilizadas ratas Wistar. Aos três meses de idade foram acasaladas e após acasalamento foram mantidas em gaiola individual com livre acesso a água e ração até o dia do nascimento da ninhada.

No dia do nascimento dos filhotes (dia 0), as ratas lactantes foram divididas em dois grupos: a) controle (C;  $n = 2$ ), com livre acesso a ração comercial; b) com restrição alimentar (RA;  $n = 6$ ), com acesso a ração comercial restrita a 50% da quantidade ingerida pelo grupo C, no dia anterior. No dia do nascimento dos filhotes, o número de seis filhotes (machos) foi mantido, por ninhada, para melhor desempenho lactotrófico<sup>(14)</sup>, até o final do período de lactação (dia 21). O uso de machos evita a influência da ciclicidade dos esteróides sexuais femininos, que podem representar mais uma variável.

Após o desmame, os animais desnutridos receberam dieta purificada do tipo AIN-93G<sup>(15)</sup>, hiperlipídica, contendo 19 g de óleo de soja (RA-soja 19%;  $n = 12$ ) ou de óleo de canola (RA-canola 19%;  $n = 12$ ) e 49 g de sacarose para cada 100 g de ração, ao passo que os animais do grupo-controle receberam a mesma dieta purificada, porém, contendo 7 g de óleo soja e 60 g de sacarose/100 g de ração (C-soja 7%;  $n = 12$ ). As três dietas continham 20 g de caseína como principal fonte protéica/100 g de ração.

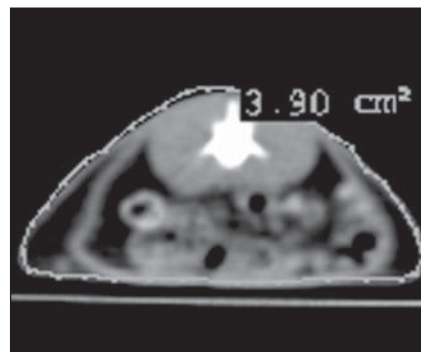
Aos 60 dias de idade, para a análise da distribuição do tecido adiposo pela TC, foi utilizado o aparelho de marca GE, modelo helicoidal HiSpeed, da Unidade Docente-Assistencial de Radiologia, no Centro Universitário de Controle do Câncer (CUCC/HUPE/UERJ), baseado no protocolo de aquisição helicoidal, por meio de cortes axiais de espessura de 3 mm e colimação de 1,5 mm. Foram realizadas medidas da espessura do tecido adiposo intra-abdomi-

nal e intraperitoneal, de acordo com Yoshizumi et al.<sup>(10)</sup>.

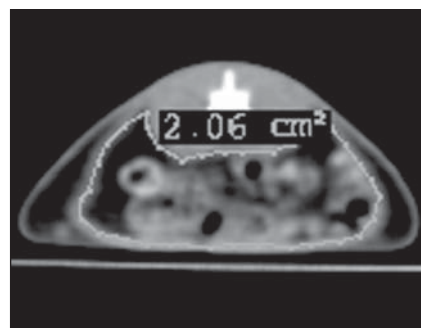
Para a realização deste procedimento, os ratos foram anestesiados com pentobarbital sódico (Thiopentax®, Cristália) e colocados em decúbito ventral na esteira do equipamento, de acordo com a técnica validada para ratos<sup>(16)</sup>.

A análise das imagens foi feita utilizando-se o programa DicomWorks v1.3.5<sup>(17)</sup>, por meio de cálculo automático da área de tecido adiposo intra-abdominal e intraperitoneal em cm<sup>2</sup>, sempre no mesmo plano axial. A circunferência abdominal (área total que engloba o visceral e o subcutâneo) e intraperitoneal (área visceral) foram delimitadas com o cursor para a obtenção da área de tecido adiposo intra-abdominal e intraperitoneal<sup>(18)</sup> (Figuras 1 e 2).

Logo após a realização da TC, com os ratos ainda sob o efeito de anestesia, foi realizada avaliação do comprimento (cm) e massa corporal (g), e em seguida eles foram sacrificados, por decapitação, tendo a



**Figura 1.** Medida da área total de tecido adiposo abdominal. TC de seção abdominal de ratos, em decúbito ventral, para mensuração da área total de tecido adiposo.



**Figura 2.** Medida da área visceral de tecido adiposo abdominal. TC de seção abdominal de ratos, em decúbito ventral, para mensuração da área visceral de tecido adiposo.

gordura visceral sido excisada e pesada (massa absoluta expressa em gramas). Posteriormente, a massa absoluta foi ajustada em relação à massa corporal (massa relativa, expressa em percentual da massa absoluta, dividida pela massa corporal).

O estudo seguiu os princípios éticos na experimentação animal adotados pelo Colégio Brasileiro de Experimentação Animal (Cobea), tendo sido aprovado pela comissão de ética para o cuidado e uso de animais experimentais do Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes (Ibrag) da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ).

Os dados obtidos foram analisados com o método de análise de variância (Anova) univariada, seguida do pós-teste de comparação múltipla Newman-Keuls. Todos os resultados foram expressos como média  $\pm$  erro-padrão da média (EPM), considerando o nível de significância de  $p < 0,05$ .

## RESULTADOS

A avaliação dos animais após o tratamento experimental mostrou que ambos os grupos (RA-soja 19% e RA-canola 19%) obtiveram similar recuperação do comprimento e massa corporal. Em relação à massa absoluta e relativa de tecido adiposo visceral, nenhum dos grupos apresentou diferença significativa. Como pode ser visto na Tabela 1, todas as avaliações realizadas nos grupos RA-soja 19% e RA-canola 19% foram significativamente menores, quando comparado ao grupo C-soja 7%.

Quando analisamos as imagens da TC, verificamos que as áreas, total e visceral, do grupo RA-canola 19% foram, respectivamente, 17% e 27% menores, em relação ao grupo RA-soja 19% (Tabela 1).

## DISCUSSÃO

Durante o tratamento experimental da desnutrição, a reconstituição do tecido adiposo corporal é influenciada pelo tipo de óleo vegetal presente na dieta hiperlipídica, sendo o desenvolvimento dos adipócitos nos diferentes compartimentos corporais região-dependente do tipo de fonte lipídica ingerida<sup>(19,20)</sup>. No entanto, nenhum trabalho anterior verificou, por meio da TC, que, apesar da similar quantidade de massa de

**Tabela 1** Composição corporal e análise do tecido adiposo abdominal por tomografia computadorizada após tratamento da desnutrição neonatal em ratos.

| Parâmetros avaliados                               | C-soja 7%          | RA-soja 19%                    | RA-canola 19%                  |
|--|--------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| Comprimento corporal (cm)                          | 39,13 $\pm$ 0,40*  | 35,00 $\pm$ 0,31 <sup>†</sup>  | 33,75 $\pm$ 0,30 <sup>‡</sup>  |
| Massa corporal (g)                                 | 242,30 $\pm$ 7,69* | 167,10 $\pm$ 4,74 <sup>†</sup> | 148,70 $\pm$ 6,74 <sup>‡</sup> |
| Massa absoluta de tecido adiposo visceral (g)      | 9,21 $\pm$ 0,80*   | 4,19 $\pm$ 0,43 <sup>†</sup>   | 3,14 $\pm$ 0,70 <sup>‡</sup>   |
| Massa relativa de tecido adiposo visceral (%)      | 3,45 $\pm$ 0,19*   | 2,17 $\pm$ 0,25 <sup>†</sup>   | 1,76 $\pm$ 0,33 <sup>‡</sup>   |
| Área de tecido adiposo total (cm <sup>2</sup> )    | 4,07 $\pm$ 0,21*   | 3,06 $\pm$ 0,09 <sup>†</sup>   | 2,52 $\pm$ 0,11 <sup>‡</sup>   |
| Área de tecido adiposo visceral (cm <sup>2</sup> ) | 1,99 $\pm$ 0,11*   | 1,48 $\pm$ 0,06 <sup>†</sup>   | 1,08 $\pm$ 0,03 <sup>‡</sup>   |

\* Efeito da ração hiperlipídica em relação ao controle. Resultados apresentados com média  $\pm$  erro-padrão da média. <sup>†</sup> C-soja 7% vs RA-soja 19%, C-soja 7% vs RA-canola 19% ( $p < 0,05$ ); <sup>‡</sup> RA-soja 19% vs RA-canola 19%, C-soja 7% vs RA-canola 19% ( $p < 0,05$ ).

tecido adiposo visceral, as fontes lipídicas utilizadas — óleo de soja e de canola — proporcionam uma diferença na distribuição deste tecido, dentro da cavidade abdominal. Pesquisas futuras serão necessárias para compreender como a distribuição do tecido adiposo abdominal, durante períodos precoces do desenvolvimento físico, repercutirá na vida adulta do indivíduo.

Com a desnutrição na lactação, os animais, após o desmame, não desenvolveram hiperfagia e, conseqüentemente, não apresentaram recuperação nutricional, durante o tratamento experimental com rações hiperlipídicas. Esses resultados podem complementar dados anteriores de nosso grupo, que mostraram que, durante a desnutrição neonatal, ocorre uma redução no volume total de leite materno, alterando o controle da seleção de nutrientes da prole, após desmame<sup>(21-23)</sup>. No entanto, outros estudos com ratos mostraram que, ocorrendo a desnutrição na gestação ou após o período de lactação, os animais são capazes de recuperar a massa corporal<sup>(24-28)</sup>.

Diversas técnicas vêm sendo desenvolvidas para avaliar o tecido adiposo abdominal. Medidas antropométricas, como avaliação das pregas cutâneas, da circunferência de diversos segmentos corporais e a razão cintura-quadril, são indicadores simples e úteis para avaliação do acúmulo de tecido adiposo abdominal. Porém, estes índices nem sempre são precisos. A utilização da TC, como método de mensuração da distribuição do tecido adiposo, permite a adequada diferenciação entre os compartimentos de tecido adiposo subcutâneo e visceral, o que não é possível com as técnicas antropométricas convencionais<sup>(7)</sup>. Esta técnica tem sido utilizada para a ava-

liação do tecido adiposo visceral em adultos<sup>(1)</sup> e em crianças obesas<sup>(2)</sup>.

## CONCLUSÕES

Concluimos que a avaliação do tecido adiposo visceral pela TC é mais precisa que a medida anatômica, pois permitiu distinguir a distribuição do tecido adiposo na cavidade abdominal, em função do tipo de óleo vegetal utilizado — soja ou canola — após tratamento experimental de ratos desnutridos durante a lactação.

## Agradecimentos

Ao Dr. Rodolfo Acatauassu Nunes, Coordenador da Comissão de Implementação do CUCC; ao Prof. Dr. Gilson Telles Boa-Ventura, Coordenador do Laboratório de Nutrição Experimental da Faculdade de Nutrição da UFF; à Profa. Dra. Eliete Bouskela, Chefe do Laboratório de Microcirculação do Ibrag-UERJ.

## REFERÊNCIAS

1. Anjana M, Sandeep S, Deepa R, Vimalaswaran KS, Farooq S, Mohan V. Visceral and central abdominal fat and anthropometry in relation to diabetes in Asian Indians. *Diabetes Care* 2004;27:2948-2953.
2. Goran MI. Measurement issues related to studies of childhood obesity: assessment of body composition, body fat distribution, physical activity, and food intake. *Pediatrics* 1998;101:505-518.
3. Ding J, Visser M, Kritchevsky SB, et al. The association of regional fat depots with hypertension in older persons of white and African American ethnicity. *Am J Hypertens* 2004;17:971-976.
4. Miyawaki T, Abe M, Yahata K, Kajiyama N, Katsuma H, Saito N. Contribution of visceral fat accumulation to the risk factors for atherosclerosis in non-obese Japanese. *Intern Med* 2004;43:1138-1144.
5. Pi-Sunyer FX. The obesity epidemic: pathophysiology and consequences of obesity. *Obes Res* 2002;10 Suppl 2:97-104.

6. James PT, Leach R, Kalamara E, Shayeghi M. The worldwide obesity epidemic. *Obes Res* 2001;9 (Suppl 4):S228–S233.
7. Yucel A, Degirmenci B, Acar M, Albayrak R, Haktanir A. The effect of fasting month of Ramadan on the abdominal fat distribution: assessment by computed tomography. *Tohoku J Exp Med* 2004;204:179–187.
8. Huang TTK, Johnson MS, Gower BA, Goran MI. Effect of changes in fat distribution on the rates of change of insulin response in children. *Obes Res* 2002;10:978–984.
9. Goran MI, Kaskoun M, Shuman WP. Intra-abdominal adipose tissue in young children. *Int J Obes* 1995;19:279–283.
10. Yoshizumi T, Nakamura T, Yamane M, et al. Abdominal fat: standardized technique for measurement at CT. *Radiology* 1999;211:283–286.
11. Ashworth A. Treatment of severe malnutrition. *J Pediatr Gastroenterol Nutr* 2001;32:526–518.
12. Bhan MK, Bhandari N, Bahl R. Management of the severely malnourished child: perspective from developing countries. *BMJ* 2003;326:146–151.
13. Lacerda EMA, Faria IG. Desnutrição energético-proteica na infância. In: Accioly E, Saunders C, Lacerda EMA. *Nutrição em obstetrícia e pediatria*. 1ª ed. Rio de Janeiro, RJ: Cultura Médica, 2002;444.
14. Fishbeck KL, Rasmussen K. Effect of repeated cycles on maternal nutritional status, lactational performance and litter growth in ad libitum-fed and chronically food-restricted rats. *J Nutr* 1987; 117:1967–1975.
15. Reeves PG. Components of the AIN-93 diets as improvements in the AIN-76A diet. *J Nutr* 1997; 127:838–841.
16. Ross R, Léger L, Guardo R, Guise JD, Pike BG. Adipose tissue volume measured by magnetic resonance imaging and computerized tomography in rats. *J Appl Physiol* 1991;70:2164–2172.
17. Pellegrinetti B, Magna LA. Sobre uma metodologia de apresentação de imagem médica. *Radiol Bras* 2004;37:211–213.
18. Spina LDC, Soares DV, Conceição FL, et al. Avaliação do metabolismo glicídico e da gordura visceral em adultos deficientes de hormônio de crescimento. *Arq Bras Endocrinol Metab* 2002;46: 536–543.
19. Dullo AG, Mensi N, Seydoux J, Girardier L. Differential effects of high-fat diets varying in fatty acid composition on the efficiency of lean and fat tissue deposition during weight recovery after low food intake. *Metabolism* 1995;44:273–279.
20. Shillabeer G, Lau DCW. Regulation of new fat cell formation in rats: the role of dietary fats. *J Lipid Res* 1994;35:592–600.
21. Vicente LL, Moura EG, Lisboa PC, et al. Malnutrition during lactation in rats is associated with higher expression of leptin receptor in the pituitary of adult offspring. *Nutrition* 2004;20:924–928.
22. Passos MCF, Ramos CF, Dutra SCP, Mouço T, Moura EG. Long-term effects of malnutrition during lactation on the thyroid function of offspring. *Horm Metab Res* 2002;34:40–43.
23. Passos MCF, Ramos CF, Teixeira CV, Moura EG. Comportamento alimentar de ratos adultos submetidos à restrição proteica cujas mães sofreram desnutrição durante a lactação. *Rev Nutr Campinas* 2001;14:7–11.
24. Langley-Evans SC, Bellinger L, McMullen S. Animal models of programming: early life influences on appetite and feeding behaviour. *Matern Child Nutr* 2005;1:142–148.
25. Bellinger L, Lilley C, Langley-Evans SC. Prenatal exposure to a maternal low-protein diet programmes a preference for high-fat foods in the young adult rat. *Br J Nutr* 2004;92:513–520.
26. Hales CN, Ozanne SE. The dangerous road of catch-up growth. *J Physiol* 2003;547:5–10.
27. Havel PJ. Role of adipose tissue in body-weight regulation: mechanisms regulating leptin production and energy balance. *Proceedings of the Nutrition Society* 2000;59:359–371.
28. Harris PM. Changes in adipose tissue of the rat due to early undernutrition followed by rehabilitation. *Br J Nutr* 1980;43:15–26.