

Exercício físico, crescimento e desenvolvimento: estudo em ratos jovens desnutridos pela dieta básica regional (DBR) e recuperados nutricionalmente

CDD. 20.ed. 574.13

Flávia Guerra PRAZERES*
Débora Catarine Nepomuceno de Pontes PESSOA**
Francisca Martins BION**
Thatiana Montenegro Stamford ARNAULD***

* Departamento de Nutrição, Universidade Federal de Pernambuco.

** Laboratório de Nutrição Experimental, Universidade Federal de Pernambuco.

*** Universidade Federal de Pernambuco.

Resumo

Os efeitos do exercício físico sobre o crescimento corporal e desenvolvimento de órgãos em ratos jovens (40d) desnutridos e recuperados foram estudados. Utilizou-se 40 ratos Wistar, machos, submetidos a diferentes tratamentos. Na primeira etapa, todos os animais foram submetidos à desnutrição com a Dieta Básica Regional (DBR) por 30 dias e na segunda, que durou até os 105 dias, metade dos animais foram recuperados nutricionalmente com a dieta caseína. O exercício físico (natação livre, 1 h/diária, seis vezes por semana) foi realizado na segunda etapa com 10 animais recuperados e 10 desnutridos. Foram obtidas as medidas de estatística descritiva: média e desvio padrão e utilizado a técnica de análise de variância (ANOVA) com dois fatores, teste de Tukey entre as combinações dos fatores (ou grupos) no caso de interação com significância e teste t-Student para amostras independentes no caso de interação não significante e significância de apenas um dos fatores. Os resultados revelaram que o exercício físico em animais desnutridos reduz o consumo alimentar, o peso absoluto do coração, pesos absoluto e relativo do cérebro, o que não acontece com os animais recuperados; tanto a desnutrição como o exercício físico reduzem o peso corporal dos animais, Coeficiente de Eficácia Alimentar, comprimento da cauda, peso absoluto da tibia e que a dieta e o exercício interagiram aumentando o peso relativo do cérebro dos animais desnutridos em relação aos recuperados. Conclui-se que o exercício aplicado aos animais recuperados nutricionalmente tende a ser benéfico e nos animais desnutridos, observou-se um efeito negativo. Este modelo (DBR) merece novas investigações, onde se deve considerar idade, duração, intensidade, frequência, protocolos, bem como parâmetros bioquímicos.

UNITERMOS: Dieta básica regional; Natação; Ratos jovens; Crescimento; Desenvolvimento; Órgãos.

Introdução

Apesar da clareza a respeito do que a atividade física regular proporciona à saúde, pode ser questionável a interpretação encontrada em algumas pesquisas (PALMA, 2000). Em animais de laboratório, os efeitos do exercício sobre o crescimento corporal são dependentes das propriedades mecânicas do exercício e da espécie de animal utilizado (BORER, 1979; OLIVEIRA, DINIZ & AMAYA-FAREAN, 2002).

Os resultados referentes a trabalhos realizados em modelos animais de má-nutrição são

conflitantes (BABIRAK, DOWELL & OSCAI, 1974; CREWS, FUGE, OSCAI, HOLLOSZY & SHANK, 1969; STEWART, PREECE & SHEPPART, 1975; ZANELATTO, FERRARI & MELO, 1992). Alguns apontaram efeitos positivos do exercício sobre o crescimento e desenvolvimento de animais desnutridos, enquanto outros falharam em encontrar qualquer efeito (BELDA, ZUCAS & CURY, 1986/1987; ROCHA, SIMÕES, PORTO & MELLO, 1997; SAKAMOTO & GRUNEWALD, 1987).

A maioria destes experimentos citados, porém, não utiliza dietas que refletem, com fidedignidade, a inadequação observada nos regimes alimentares deficitários, característicos dos segmentos populacionais de baixa renda que vivem nas áreas de desnutrição endêmica.

Na tentativa de buscar uma aproximação com nossa realidade, utilizamos, no estudo em questão, um protocolo de atividade física e promovemos a desnutrição através do uso de um modelo experimental, denominado Dieta Básica Regional (DBR).

Segundo inquéritos de consumo, realizados pelo setor de Nutrição em Saúde Pública do Departamento de Nutrição da Universidade Federal de Pernambuco, quatro alimentos revelaram compor a alimentação de base de uma das zonas fisiográficas do Estado de Pernambuco. Esses alimentos, que são o feijão mulatinho ("Phaseolus vulgaris"), a batata doce ("Iponea batatas"), a farinha de mandioca ("Manihot esculenta") e o charque

(carne bovina salgada e prensada), compõem a DBR, dieta que se apresenta deficitária em teor e qualidade das proteínas - com aminoácidos extremamente limitantes - além de calorias, gordura, vitaminas e minerais em proporções inadequadas. Este modelo reproduz, no rato, um tipo de desnutrição extremamente semelhante ao marasmo prevalente no Nordeste brasileiro (TEODÓSIO, LAGO, ROMANI & GUEDES, 1990).

A DBR vem sendo estudada em animais, sob vários aspectos, tais como: crescimento e desenvolvimento (TEODÓSIO, LAGO, CABRAL FILHO, CASTRO, VARELA, CAMPOS, COSTA, GUEDES & SILVA, 1986); estimulação ambiental e desenvolvimento do sistema nervoso (MONTEIRO, 1995); longevidade (LAGO, TEODÓSIO, PESSOA & FILHO, 1997); gerações sucessivas (PESSOA, LAGO, TEODÓSIO & BION, 2000) entre outros. Porém, trabalhos que correlacionem a DBR com o exercício físico são inexistentes, o que nos impulsionou a elaborar o presente estudo.

Objetivos

Estudar a influência do exercício físico sobre o crescimento corporal e o desenvolvimento de órgãos

em ratos jovens alimentados com a Dieta Básica Regional (DBR) e recuperados nutricionalmente.

Metodologia

Animais

Ratos jovens (40 dias) albinos da linhagem Wistar (n = 40), machos, provenientes do Biotério de Criação José Paulino Ventura Ramos do Departamento de Nutrição do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE).

Os animais foram mantidos em gaiolas individuais, sob condições padrões de iluminação (ciclo claro/escuro de 12/12 horas), com temperatura em torno de 23 °C (MERUSSE & LAPICHK, 1996).

Os procedimentos descritos para o manejo e cuidado dos animais encontram-se de acordo com as normas internacionais estabelecidas pelo **National Institute of Health Guide for Care and Use of Laboratory Animals** e adotadas como critérios de avaliação e julgamento pela Comissão de Ética em Experimentação Animal (CEEA) da UFPE.

Dietas

Os alimentos, com exceção da farinha, foram cozidos, dessecados em estufa a 60-70 °C e moídos. Com a redução da umidade, os teores na DBR, correspondentes ao consumo médio revelado nos inquéritos, são (em g): feijão - 18,34, charque - 3,74, batata doce - 12,76 e o ajustamento percentual se fez às expensas da farinha - 65,16. A DBR fornece: 7,87% de proteína, 69,69% de carboidratos e 0,95% de lipídios; 1,26% sais minerais; 7,21% de fibra e 336,15 calorias em 100g (TEODÓSIO et al., 1990) e a dieta de recuperação nutricional (caseína) 13,57% de proteína; 58,92% de carboidratos; 7,0% de lipídios; 1,0% de vitaminas; 3,5% de sais minerais; 5,0% de fibra e 352,96 calorias em 100 g, segundo as normas da AIN - 93 (REEVES, NIELSEN & FAHEY, 1993).

Programa de exercício físico

Foi constituído de sessões de natação livre que iniciava com um tempo reduzido (± 10 minutos) e seguia com a adaptação dos animais até completar o tempo desejado. As sessões consistiam de 60 minutos diários, seis dias por semana, durante pelo menos 30 dias. O exercício era sempre realizado pela manhã, entre 8:00 e 10:00 horas, exceto no dia que antecedia o sacrifício, em tanque coletivo com água à temperatura em torno de 30 °C.

Grupos experimentais

O experimento foi delineado em duas etapas. Na primeira, que durou dos 40 aos 70 dias de idade, os 40 animais foram submetidos à desnutrição. Na segunda, que foi dos 70 aos 105 dias, 20 destes animais foram recuperados nutricionalmente e, dentre eles, 10 iniciaram o programa de exercício físico. Os outros 20, por sua vez, continuaram em dieta de desnutrição e seguiram a mesma divisão quanto à prática ou não de exercício.

De acordo com a recuperação nutricional ou não na segunda etapa do experimento, os animais foram separados em grupos:

- 1) **Recuperado exercitado:** alimentados com a DBR por 30 dias, recuperados com a caseína e submetidos ao exercício físico;
- 2) **Recuperado sedentário:** alimentados com a DBR por 30 dias, recuperados com a caseína sem a inclusão do exercício físico;
- 3) **Desnutrido exercitado:** alimentados com a DBR por todo o experimento, submetidos ao exercício físico;
- 4) **Desnutrido sedentário:** alimentados com a DBR por todo o experimento, sem a inclusão do exercício físico.

Procedimentos

Os animais recebiam água e ração “ad libitum” diariamente e os registros de peso corporal, consumo alimentar/hídrico e comprimento da cauda, eram obtidos a cada sete dias. Para ter-se uma idéia do

aproveitamento da ração comparando-se os grupos, foi calculado o Coeficiente de Eficácia Alimentar (CAMPBELL, 1963). Aos 105 dias do experimento, após um dia de jejum e 48 horas depois da última sessão de treinamento, estes animais foram anestesiados com éter etílico e então sacrificados. Foram retirados o coração, o cérebro e a tibia esquerda para obtenção do peso e, por meio de paquímetro, obtivemos as medidas deste último órgão.

Análise estatística

Para análise dos dados foram obtidos o valor médio e o desvio padrão de cada uma variáveis analisadas segundo as combinações dos níveis dos fatores (técnicas de estatística descritiva), bem como as referidas medidas independente da dieta e da prática de exercícios e foram utilizados a técnica ANOVA com dois fatores incluindo a interação através do teste F, teste de Tukey entre as combinações dos fatores no caso de interação com significância e o teste t-Student no caso em que a interação não se mostrou significativa e um dos fatores mostrou-se significativa.

Os fatores considerados nesta análise foram: tipo de dieta (recuperação e desnutrição) e prática de exercícios (sim e não).

No caso em que houve interação significativa entre os dois fatores foram realizados comparações pareadas através do teste Tukey para as quatro combinações dos fatores ou grupos.

Ressalta-se que no caso da não verificação da interação significativa, se apenas um dos fatores foi significativo, os dados do fator não significativo foram agrupados e a análise do fator significativo foi realizada como se existissem apenas um dos fatores ou apenas dois grupos através do teste t-Student, com variâncias iguais ou desiguais conforme os resultados do teste de igualdade de variâncias. A verificação da hipótese de igualdade de variâncias foi realizada através do teste F para igualdade de variâncias.

O nível de significância utilizado nas decisões dos testes estatísticos foi de 5,0% (0,05) e o programa utilizado para obtenção dos cálculos estatísticos foi o SAS (Statistical Analysis System) na versão 6.12.

Resultados

Nas TABELAS 1 e 2 apresentam-se o valor médio e o desvio-padrão de cada variável por combinação dos fatores e por fator isoladamente e os resultados do teste F obtidos através da ANOVA para o modelo com dois fatores e interação para cada variável.

Na TABELA 1 é possível verificar que com exceção da variável consumo alimentar, para nenhuma outra variável o efeito da interação mostrou-se significativo. Para a variável consumo alimentar que apresentou interação significativa os testes de comparações pareadas de Tukey mostraram diferença significativa do grupo desnutrido com a prática de exercício (Grupo 3) com cada um dos outros três grupos (Grupos 1, 2 e 4). O grupo desnutrido que praticou exercício (Grupo 3) foi o que apresentou menor média, com o valor negativo indicando perda de peso média, enquanto que o grupo recuperado que não praticou exercício (Grupo 2) foi o que apresentou a maior média, seguido da média dos animais recuperados exercitados. As variáveis ganho de peso, CEA e comprimento da cauda apresentaram significância para os dois fatores principais, resultados estes que indicam que independente da prática de exercício, existe diferença significativa entre os dois tipos de dieta e por outro lado, independente da dieta, existe diferença significativa entre a prática ou não de exercício. Através dos valores médios de cada uma das três variáveis citadas, verificam-se valores mais elevados para a dieta de recuperação do que para a dieta de desnutrição. Em relação à prática de exercício, o valor médio foi mais elevado quando os animais não praticaram exercício para a variável ganho de peso e o contrário ocorreu com o ganho da cauda e para a variável CEA apresentou valor igual até a aproximação com duas decimais. Para a variável consumo hídrico absoluto, que apresentou significância para a dieta realizou-se uma análise entre os dois tipos de dieta independente da prática ou não de exercício físico e os resultados obtidos através do teste t-Student com variâncias iguais ($T = 7,02$ e $p < 0,001$) mostraram diferença significativa. O valor médio foi mais elevado entre os animais que receberam a dieta de recuperação (Grupos 1 e 2 juntos) do que entre os animais que receberam a dieta de desnutrição (Grupos 3 e 4 juntos). Para a variável consumo hídrico relativo que só apresentou diferença significativa para o fator exercício realizou-se uma análise da prática ou não de exercício independente do tipo de dieta e os resultados do teste t-Student com variâncias iguais comprovam diferença

significante ao nível de significância fixado ($T = 2,12$ e $p = 0,0414$). O valor médio do grupo exercitado (Grupo 1 e 3 juntos) foi mais elevado do que o correspondente valor do grupo não exercitado (Grupo 2 e 4 juntos). Na TABELA 2 é possível observar que dos resultados da ANOVA constatam-se interação significativa entre os dois fatores para o peso absoluto do coração e pesos absoluto e relativo do cérebro. Para estas variáveis foram aplicados testes de comparações pareadas (2 a 2) de Tukey entre os quatro grupos e os resultados foram: para a variável peso absoluto do coração existe diferença significativa ao nível fixado entre o grupo desnutrido que praticou exercício (Grupo 3) com cada um dos outros três grupos (Grupos 1, 2 e 4), além do grupo recuperado que praticou exercício (Grupo 1) com o grupo desnutrido que não praticou exercício (Grupo 4). Para a variável peso absoluto do cérebro comprova-se diferença significativa entre o grupo desnutrido que praticou exercício (Grupo 3) com cada um dos grupos: recuperado com exercício (Grupo 1) e recuperado sem exercício (Grupo 2). Para cada uma das variáveis, peso absoluto do coração e do cérebro a menor média foi registrada no grupo desnutrido que praticou exercício (Grupo 3) e a maior no grupo recuperado que praticou exercício (Grupo 1). Para o peso relativo do cérebro a maior média foi registrada no grupo recuperado que praticou exercício (Grupo 1) enquanto que as menores médias e com valores iguais a 0,55% foram registradas nos grupos 1 e 2. Para as variáveis peso relativo da tibia e do coração não se comprova significância para os fatores nem para a interação. A variável peso absoluto da tibia mostrou significância para os fatores principais e através dos valores médios, independente da prática de exercício, constata-se valor mais elevado entre os animais não exercitados do que entre os exercitados e independente da dieta a média mais elevada foi registrada entre os ratos recuperados. As variáveis comprimento e diâmetro da tibia apresentaram significância apenas para a dieta. Com os dados agrupados independentes da prática ou não de exercício físico (Grupo 1 e 2 juntos versus Grupo 3 e 4 juntos), comprova-se diferença significativa entre os dois tipos de dieta (entre os animais com dieta de recuperação ou com dieta de desnutrição). Os resultados foram: para comprimento da tibia ($T = 4,11$ e $p = 0,0003$ através do teste T com variâncias desiguais) e para diâmetro da tibia ($T = - 3,16$ e $p = 0,0034$ através do teste T com variâncias iguais).

TABELA 1 - Médias, desvios-padrão e análise de variância das variáveis ganho de peso, consumo alimentar, consumo hídrico absoluto, consumo hídrico relativo, Coeficiente de eficácia Alimentar (CEA) e comprimento de cauda dos diversos grupos experimentais.

Variáveis	Diets	Prática de exercício		Análise por dietas ²	Causas da variação	Valor de F	Valor de p
		Sim	Não				
Ganho de peso (g)	Recuperação	97,56 ± 18,71	99,91 ± 25,93	98,74 ± 22,04	Dieta	214,84	< 0,001*
	Desnutrição	-10,73 ± 13,36	16,09 ± 13,68	6,03 ± 18,75	Exercício	4,95	0,0332*
	Análise por exercício ¹	56,95 ± 56,58	58,00 ± 47,50		Dieta* exercício	3,49	0,0711
Consumo alimentar (g)	Recuperação	649,43 ± 27,00	621,64 ± 55,18	635,53 ± 44,62	Dieta	9,44	0,0043*
	Desnutrição	522,28 ± 81,23	604,12 ± 97,26	573,43 ± 97,72	Exercício	1,32	0,2596
	Análise por exercício ¹	601,75 ± 81,72	612,88 ± 77,48		Dieta* exercício	5,42	0,0264*
Consumo hídrico absoluto (ml)	Recuperação	794,50 ± 70,18	770,50 ± 115,14	782,50 ± 93,62	Dieta	44,74	< 0,001*
	Desnutrição	545,00 ± 116,49	537,50 ± 118,00	540,31 ± 113,54	Exercício	0,19	0,6653
	Análise por exercício ¹	700,94 ± 151,79	654,00 ± 164,81		Dieta* exercício	0,05	0,8205
Consumo hídrico relativo (%)	Recuperação	246,14 ± 19,48	240,84 ± 36,51	243,49 ± 28,61	Dieta	0,00	0,9968
	Desnutrição	272,46 ± 13,36	214,09 ± 44,45	235,98 ± 55,38	Exercício	5,72	0,0229
	Análise por exercício ¹	256,01 ± 37,81	227,47 ± 41,90		Dieta* exercício	3,97	0,0549
CEA	Recuperação	0,15 ± 0,03	0,16 ± 0,04	0,15 ± 0,04	Dieta	208,05	< 0,001*
	Desnutrição	-0,02 ± 0,02	0,02 ± 0,02	0,01 ± 0,03	Exercício	6,56	0,0153*
	Análise por exercício ¹	0,09 ± 0,09	0,09 ± 0,08		Dieta* exercício	2,31	0,1388
Comprimento de cauda (ganho em cm)	Recuperação	2,00 ± 0,75	1,24 ± 0,60	1,62 ± 0,07	Dieta	8,61	0,0058*
	Desnutrição	1,13 ± 0,56	1,00 ± 0,44	1,07 ± 0,49	Exercício	5,53	0,0243*
	Análise por exercício ¹	1,57 ± 0,78	1,12 ± 0,56		Dieta* exercício	2,77	0,1046

* Diferença significante ao nível de 5%.
 1 - Grupos analisados pela prática de exercício, independente da dieta;
 2 - Grupos analisados pela dieta, independente do exercício.

TABELA 2 - Médias, desvios-padrão e análise de variância das variáveis comprimento, diâmetro, pesos absoluto e relativo da tibia, pesos absoluto e relativo do coração e do cérebro dos diversos grupos experimentais.

Variáveis	Dietas	Prática de exercício		Análise por dietas ²	Causas da variação	Valor de F	Valor de p
		Sim	Não				
Comprimento da tibia (mm)	Recuperação	38,40 ± 1,38	38,87 ± 0,79	38,64 ± 1,12	Dieta	17,05	< 0,001*
	Desnutrição	35,90 ± 2,24	36,97 ± 1,96	36,44 ± 2,12	Exercício	2,09	0,1571
	Análise por exercício ¹	37,15 ± 2,22	37,92 ± 1,75		Dieta* exercício	0,32	0,5769
Diâmetro da tibia (mm)	Recuperação	5,67 ± 0,77	5,83 ± 0,94	5,75 ± 0,84	Dieta	10,57	0,0025*
	Desnutrição	6,76 ± 0,23	6,15 ± 0,59	6,45 ± 0,54	Exercício	1,08	0,3064
	Análise por exercício ¹	6,22 ± 0,79	5,99 ± 0,78		Dieta* exercício	3,15	0,0843
Peso absoluto da tibia (mg)	Recuperação	426,86 ± 55,40	452,31 ± 55,07	439,58 ± 55,32	Dieta	39,76	< 0,001*
	Desnutrição	263,64 ± 46,26	345,85 ± 100,25	304,75 ± 86,91	Exercício	6,34	0,0164*
	Análise por exercício ¹	345,25 ± 95,36	399,08 ± 95,81		Dieta* exercício	1,76	0,1928
Peso relativo da tibia (%)	Recuperação	0,13 ± 0,01	0,14 ± 0,03	0,14 ± 0,02	Dieta	1,21	0,2786
	Desnutrição	0,12 ± 0,01	0,14 ± 0,03	0,13 ± 0,02	Exercício	2,68	0,1101
	Análise por exercício ¹	0,13 ± 0,01	0,14 ± 0,03		Dieta* exercício	0,01	0,9184
Peso absoluto do coração (g)	Recuperação	1,32 ± 0,15	0,17 ± 0,13	1,25 ± 0,16	Dieta	41,25	< 0,001*
	Desnutrição	0,84 ± 0,14	1,04 ± 0,17	0,94 ± 0,18	Exercício	0,29	0,5911
	Análise por exercício ¹	1,08 ± 0,28	1,11 ± 0,17		Dieta* exercício	13,00	0,001*
Peso relativo do coração (%)	Recuperação	0,41 ± 0,04	0,37 ± 0,07	0,39 ± 0,06	Dieta	0,72	0,4009
	Desnutrição	0,39 ± 0,04	0,41 ± 0,03	0,40 ± 0,04	Exercício	0,57	0,4553
	Análise por exercício ¹	0,40 ± 0,04	0,39 ± 0,05		Dieta* exercício	3,15	0,0846
Peso absoluto do cérebro (g)	Recuperação	1,77 ± 0,14	1,73 ± 0,08	1,75 ± 0,11	Dieta	12,13	0,0013*
	Desnutrição	1,58 ± 0,11	1,69 ± 0,10	1,63 ± 0,12	Exercício	1,15	0,2911
	Análise por exercício ¹	1,67 ± 0,16	1,71 ± 0,09		Dieta* exercício	4,70	0,0369*
Peso relativo do cérebro (%)	Recuperação	0,55 ± 0,04	0,55 ± 0,07	0,55 ± 0,05	Dieta	51,93	< 0,001*
	Desnutrição	0,84 ± 0,14	0,68 ± 0,09	0,76 ± 0,14	Exercício	8,12	0,0072
	Análise por exercício ¹	0,70 ± 0,18	0,61 ± 0,10		Dieta* exercício	7,51	0,0095*

* Diferença significativa ao nível de 5%.
 1 - Grupos analisados pela prática de exercício, independente da dieta;
 2 - Grupos analisados pela dieta, independente do exercício.

Discussão

Os desenhos experimentais acerca dos efeitos da desnutrição sobre o crescimento corporal e desenvolvimento de órgãos relacionados ao exercício físico são bem variados. Encontramos inúmeros modelos para promover a desnutrição, assim como distintos protocolos de exercício físico.

Uma vez que nos estudos em animais desnutridos pelo modelo da DBR a variável exercício físico ainda não tinha sido investigada, não foi utilizado o sobrepeso nesse trabalho. Quanto à desnutrição, utilizamos um modelo de restrição protéico-calórica periódica, sendo os resultados aplicados a esta condição experimental.

Tanto a desnutrição quanto o exercício físico reduzem o peso corporal dos animais. Este é um dado que pode ser usado na contra-indicação do exercício físico por animais desnutridos, visto que os mesmos apresentam déficit no aporte calórico que é agravado pelo aumento do gasto determinado pelo exercício. Apesar de considerar apenas o treinamento, não levando em conta sua interação com a dieta, RUIZ, MELLO e VILELA (2001) revelaram em seu estudo que o mesmo não se mostrou benéfico para a variável ganho de peso.

O treinamento físico em ratos desnutridos reduz o consumo alimentar, o que não acontece nos ratos recuperados. Não está clara a relação entre o exercício e a ingestão alimentar; tem-se dito que o exercício aumenta, diminui ou não afeta. A amplitude das mudanças da ingestão dependem da intensidade, duração e do tipo de exercício, assim como da idade e do sexo (CASTONGUAY & STERN, 1991).

Observamos que a dieta determina diferença significativa para o consumo hídrico absoluto, e o exercício físico no consumo hídrico relativo. A recuperação nutricional mostra influência no consumo hídrico absoluto desses animais quando relacionados aos animais desnutridos.

O exercício produz calor, que deve ser eliminado do corpo para manter a temperatura corporal adequada. A ingestão regular de líquidos é essencial para manter a temperatura corporal que maximiza o desempenho (MAHAN & SCOTT-STUMP, 2000). Diante do exposto, era esperado que o consumo hídrico dos grupos exercitados fosse aumentado em relação aos sedentários, num mecanismo de compensação para a manutenção do equilíbrio hidroeletrólítico.

Os valores de CEA acompanharam os valores de ganho de peso corporal, uma vez que são variáveis inter-dependentes. Observamos que tanto a

desnutrição como o treinamento físico reduzem o CEA. Achados de BELDA, ZUCAS e CURY (1986/1987) constataram que o exercício não causou efeitos nesta variável.

No presente trabalho, os dados encontrados sugerem que tanto a desnutrição como o treinamento físico aumentam o comprimento da cauda. SAKAMOTO e GRUNEWALD (1987) sugerem que o exercício deve ser benéfico apenas onde a restrição de alimento é periódica, permitindo alguma capacidade de alcançar o crescimento. Outros autores vêm estudando, no rato, o crescimento da cauda, por este ser considerado um índice prático e de maior precisão para se avaliar o crescimento longitudinal, sobretudo no período pós-natal e pós-desmame (BARBOSA & SANTIAGO, 1994; STEWART, PREECE & SHEPPART, 1975).

Os valores do comprimento da tíbia nos animais recuperados apresentaram-se superiores aos animais desnutridos, com diferença significativa, em relação à dieta, no entanto, com relação ao diâmetro, esses valores mostraram-se contrários, também diferindo estatisticamente em relação a mesma causa de variação. Assim, esse parâmetro parece não sofrer influência do exercício, mas sim da recuperação nutricional. RUIZ, MELLO e VILELA (2001), avaliando os efeitos de um programa de exercício de força durante a recuperação nutricional em ratos e O'SULLIVAN, BRONK, CHAO e KELLY (1994) estudando, em cachorros, a remodelagem óssea, encontraram que o treinamento apresentou um efeito positivo no peso da tíbia, dados estes que discordam dos encontrados em nosso trabalho.

Correlacionando os dados do peso absoluto do coração obtidos neste trabalho com os de PESSOA (1997), que estudou animais alimentados com a DBR, observamos que ambos mostraram redução desta variável. O estudo de NUTTER, MURRAY, HEYMSFIELD e FULLER (1979) demonstrou em ratos, em diversas formas de desnutrição, acentuada redução do peso absoluto do coração sem, no entanto, avaliar a interferência do exercício.

Os nossos dados do peso do coração, corrigidos pelo peso corporal, diferem dos de MEDEIROS, GIANOLLA, KALIL, BACURAU, ROSA, NEGRÃO e BRUM (2000), SCHAIBLE e SCHEUER (1979). O primeiro encontrou a ocorrência de uma hipertrofia cardíaca significativa (aumento de 12%), tendo esta sido observada no ventrículo esquerdo (aumento de 13%) e o segundo, estudando hipertrofia cardíaca em ratos treinados com natação e esteira, observaram

que os mesmos tinham um aumento da relação peso do ventrículo esquerdo/peso corporal em relação aos ratos sedentários.

As mudanças relatadas no tamanho do coração não são significativas e, nos exemplos, quando diferenças significativas são relatadas, estas podem ser vistas ou ser confundidas com um número de fatores (PERRAULT & TURCOTTE, 1994).

Embora a idade dos animais neste trabalho não corresponda ao período crítico de desenvolvimento do encéfalo, foi observado que o treinamento em ratos desnutridos determinou a redução do peso absoluto do cérebro e aumento de seu peso relativo. Esses achados, discordam do de BELDA, ZUCAS e CURY (1998/1987) que estudando o efeito do exercício físico em alimentação intermitente e “ad

libitum” não encontraram alteração para o peso deste órgão.

Levando em consideração os resultados experimentais obtidos com o estudo, concluímos que o exercício físico aplicado aos animais recuperados nutricionalmente tende a ser benéfico, uma vez que estimula o crescimento. Já nos animais desnutridos, observou-se um efeito negativo da prática de exercício físico pois o mesmo determinou perda do peso corporal, diminuição do consumo alimentar e redução do peso de órgãos.

Os efeitos do exercício físico, aplicado ao modelo experimental da DBR, merecem novas investigações onde deve ser realizado o uso de um outro protocolo, a avaliação de outros tecidos corporais, bem como a determinação de parâmetros bioquímicos.

Abstract

Physical exercise, growth and development: study on young malnourished rats by regional basic diet (DBR) and nutritionally recovered rats

The aim of this research was to verify the effects of physical exercise on body growth and organ development of malnourished and nutritionally recovered young rats. Forty male Wistar rats underwent different treatments. The research was divided in two phases; firstly, all animals were exposed to malnutrition triggered by the use of the Regional Basic Diet (RBD) during a period of 30 days. Secondly, half of these animals were nutritionally recovered by the Casein Diet till the 105th day. Then, physical exercise (free-style-swimming, 1h/day, six fold a week) was practiced by 10 recovered rats, and by other 10 malnourished rats. Descriptive statistics was carried out by means and standard deviation. Inferential statistics was carried out by a two way ANOVA. The results indicated that physical exercise in malnourished rats led to a reduction food intake, absolute weight of heart, relative and absolute weight of the brain. Physical exercise associated with the experimental model of RBD would need new investigations, in which variables such as age, duration, intensity, frequency of exercise, and protocols must be considered as well as biochemical parameters.

UNITERMS: Regional basic diet; Swimming; Young rats; Growth; Development; Organs.

Notas

Flavia Guerra Prazeres é bolsista da CAPES do Programa de Pós-graduação do Departamento de Nutrição da UFPE.
Thatiana Stamford Montenegro é bolsista do Programa de Iniciação Científica (PIBIC) da UFPE.

Referências

- BABIRAK, S.P.; DOWELL, R.T.; OSCAI, L.B. Total fasting and total fasting plus exercise: effects on body composition of the rat. *The Journal of Nutrition*, Bethesda, v.104, p.452-57, 1974.
- BARBOSA, L.; SANTIAGO, S. Efecto de la restricción em el consumo de alimento de la rata adulta sobre el crecimiento y la composición tisular de la cría lactante. *Archivos Latinoamericanos de Nutricion*, Caracas, v.44, n.2, p.98-104, 1994.
- BELDA, M.C.R.; ZUCAS, S.M.; CURY, P.R. Efeitos da frequência da ingestão de alimentos e do exercício físico sobre o crescimento de ratos. *Revista de Ciências Farmacêuticas*, São Paulo, v.8/9, p.25-49, 1986/1987.
- BORER, K.T. Characteristics of growth-inducing exercise. *Physiology and Behavior*, New York, v.24, p.713-20, 1979.
- CAMPBELL, J.A. Method for determination of PER and NPR. In: FOOD and nutrition board. Committee on Protein Quality. Evaluation of protein quality. Washington: [s.n.], 1963. p.31-32.
- CASTONGUAY, T.W.; STERN, J.S. *Hambre y apetito. Conocimientos actuales sobre nutrición*. 6. ed. Washington: OPS, 1991. n.532, p.16-27.
- CREWS, E.L.; FUGE, K.W.; OSCAI, L.B.; HOLLOSZY, J.O.; SHANK R.E. Weight, food intake and body composition: effects of exercise and protein deficiency. *American Journal of Physiology*, Urbana, v.216, p.359-63, 1969.
- LAGO, E.S.; TEODÓSIO, N.R.; PESSOA, D.C.N.P.; FILHO, J.E.C. Duración de la vida en ratas desnutridas, utilizando dieta básica del nordeste brasileño. *Archivos Latinoamericanos de Nutricion*, Caracas, v.47, n.4, p.338-42, 1997.
- MAHAN, L.K.; SCOTT-STUMP, S. *Krause's food, nutrition, and diet therapy*. 10th ed. Philadelphia: Saunders, 2000. p.534-57.
- MEDEIROS, A.; GIANOLLA, R.M.; KALIL, L.M.P.; BACURAU, R.F.P.; ROSA, L.F.B.C.; NEGRÃO, C.E.; BRUM, P.C. Efeito do treinamento físico com natação sobre o sistema cardiovascular de ratos normotensos. *Revista Paulista de Educação Física*, São Paulo, v.14, n.1, p.7-15, 2000.
- MERUSSE, J.L.B.; LAPICHICK, V.B.V. Instalações e equipamentos. In: COMISSÃO DE ENSINO DO COLÉGIO BRASILEIRO DE EXPERIMENTAÇÃO ANIMAL. *Manual para técnicos em bioterismo*. 2. ed. São Paulo: EPM, 1996. p.15-25.
- MONTEIRO, J.S. *Desnutrição, estimulação ambiental e desenvolvimento do sistema nervoso: um estudo eletrofisiológico*. 1995. 87 f. Tese (Mestrado) - Departamento de Nutrição, Centro de Ciências da Saúde, Universidade Federal de Pernambuco, Recife.
- NUTTER, D.O.; MURRAY, T.G.; HEYMSFIELD, S.B.; FULLER, E.O. The effect of chronic protein-caloric undernutrition in the rat on myocardial function and cardiac function. *Circulation Research*, Dallas, v.45, n.1, p.144-52, 1979.
- OLIVEIRA, S.L.; DINIZ, D.B.; AMAYA-FARFAN, J. Alterações metabólicas induzidas pela restrição energética e pela suplementação com vitamina E em ratos submetidos ao exercício. *Revista de Nutrição*, Campinas, v.15, n.3, p.283-90, 2002.
- O'SULLIVAN, M.E.; BRONK, J.T.; CHAO, E.Y.; KELLY, P.J. Experimental study of the effect of weight bearing on fracture healing in the canine tibia. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, Philadelphia, n.302, p.273-83, 1994.
- PALMA, A. Atividade física, processo saúde-doença e condições sócio-econômicas: uma revisão da literatura. *Revista Paulista de Educação Física*, São Paulo, v.14, n.1, p.92-101, 2000.
- PERRAULT, H.; TURCOTTE, R.A. Exercise-induced cardiac hypertrophy: fact or fallacy? *Sports Medicine*, Auckland, v.17, n.5, p.288-308, 1994.
- PESSOA, D.N.P. *Efeitos da desnutrição pela dieta básica regional (D.B.R.), em três gerações de ratos, sobre a reprodução, crescimento corporal e desenvolvimento de órgãos*. 1997. 112 f. Tese (Doutorado) - Departamento de Nutrição, Centro de Ciências da Saúde, Universidade Federal de Pernambuco, Recife.
- PESSOA, D.N.P.; LAGO, E.S.; TEODÓSIO, N.R.; BION, F.M. Dietary proteins on reproductive performance in three consecutive generations of rats. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, Caracas, v.50, n.1, p.55-61, 2000.
- REEVES, P.G.; NIELSEN, F.H.; FAHEY, G.C. AIN-93. Purified diets for laboratory rodents; final report of the American Institute of Nutrition Ad Hoc Writing Committee on the reformulation of AIN-76A rodent diet. *The Journal of Nutrition*, Bethesda, v.123, n.10, p.1939-51, 1993.
- ROCHA, R.; SIMÕES, G.C.; PORTO, M.; MELLO, M.A.R. Desnutrição protéico-calórica e crescimento corporal: influência do exercício na recuperação nutricional de ratos. *Alimentação e Nutrição*, São Paulo, v.8, p.7-16, 1997.
- RUIZ, E.T.; MELLO, M.A.R.; VILELA, B.L. Desnutrição protéica e crescimento músculo-esquelético: efeitos de um programa de exercício de força durante a recuperação nutricional de ratos. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE CIÊNCIAS DO ESPORTE: vida ativa para o novo milênio, 24., 2001, São Paulo. *Anais...* São Paulo: [s.n.], 2001. p.161.
- SAKAMOTO, K.; GRUNEWALD, K.K. Beneficial effects of exercise on growth of rats during intermittent fasting. *The Journal of Nutrition*, Bethesda, v.117, p.390-95, 1987.
- SCHAIBLE, T.F.; SCHEUER, J. Effects of physical training by running or swimming on ventricular performance of rats hearts. *Journal of Applied Physiology*, Washington, v.46, p.854-60, 1979.

STEWART, R.J.C.; PREECE, R.E.; SHEPPART, H.G. The long-term effects of marginal protein energy deficiency. *Proceedings of the Nutrition Society*, London, v.32, n.3, p.102A, 1975.

TEODÓSIO, N.R.; LAGO, E.S.; CABRAL FILHO, J.E.; CASTRO, R.M.; VARELA, R.M.; CAMPOS, F.C.; COSTA, F.B.R.; GUEDES, R.C.A.; SILVA, A.T. "Déficit" dietético e desnutrição. 2: efeitos da desnutrição pela dieta básica regional (DBR) sobre o desenvolvimento e crescimento. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE NUTRIÇÃO, 1., 1986, Recife. *Anais...* Recife: [s.n.], 1986. p.40.

TEODÓSIO, N.R.; LAGO, E.S.; ROMANI, S.A.M.; GUEDES, R.C.A. A regional basic diet (RDB) from Northeast Brazil as a dietary model of experimental malnutrition. *Archivos Latinoamericanos de Nutricion*, Caracas, v.40, n.4, p.533-47, 1990.

ZANELATTO, R.A.; FERRARI, F.; MELLO, M.A.R. Efeitos do exercício físico regular durante a recuperação nutricional sobre componentes sanguíneos e o crescimento corporal de camundongos jovens. In: REUNIÃO ANUAL DA SBPC, 11., São Paulo, 1992. *Anais...* São Paulo: [s.n.], 1992.

ENDEREÇO

Flávia Guerra Prazeres
R. Manoel Azevedo, 365 - Ed. Pio XII - apto. 203
50670-020 - Recife - PE - BRASIL

Recebido para publicação: 05/12/2001

1a. Revisão: 02/08/2002

2a. Revisão: 29/01/2003

3a. Revisão: 18/09/2003

Aceito: 26/09/2003