

EFEITO DO FRACIONAMENTO DO EXERCÍCIO SOBRE O METABOLISMO DE REPOUSO, A UTILIZAÇÃO DE LIPÍDIOS, E A TERMOGÊNESE INDUZIDA PELA ALIMENTAÇÃO

JORGE ROBERTO PERROUT DE LIMA¹
ATTILA JOZSEF FLEGNER²
EMERSON SILAMI-GARCIA³

¹ NUPEMH - FAEFID - Universidade Federal de Juiz de Fora, Cidade Universitária - CEP 36025 - Juiz de Fora - MG

² Universidade Federal do Rio de Janeiro

³ Universidade Federal de Minas Gerais

RESUMO

Neste estudo foi avaliado o gasto energético diário e o percentual de calorias provenientes da oxidação de lipídios nas condições: sem exercício (SE), com exercício realizado em uma sessão diária (1S) e com exercício realizado em três sessões diárias (3S). Foi usado o método de calorimetria indireta de circuito aberto, com medidas a cada hora, durante 13 horas. Nas três condições foi servida a mesma dieta e os indivíduos foram mantidos em repouso. O gasto energético e a utilização de lipídios se apresentaram significativamente mais elevados nos dias em que foram realizados os exercícios do que nos dias sem exercícios. Não houve diferença significativa entre o gasto energético ou a termogênese induzida pela alimentação nas condições com exercício. Concluiu-se que a realização de 3 sessões de exercícios de curta duração podem substituir uma sessão mais prolongada, no que diz respeito aos seus efeitos sobre o gasto energético e a utilização de lipídios em repouso.

UNITERMOS: Metabolismo de repouso, termogênese induzida pela alimentação, termogênese induzida pela atividade física, utilização de lipídios.

Apoio: CNPq/UFMG/FUNDEP

ABSTRACT

Energy expenditure and the relative participation of fat as substrate were assessed in male subjects under three conditions: with exercise performed in one single bout (1S); with exercise split in three bouts (3S); and without exercise (WE). The caloric cost was the same during the two exercise conditions. Energy expenditure was evaluated using the indirect calorimetry, open circuit method, during 13 hours on each experiment. The subjects were fed each day with the same individually balanced diet. Energy expenditure and lipid utilization were significantly ($p < 0,05$) higher in 1S and 3S than in WE. There was no difference between 1S and 3S in energy expenditure or in thermic effect of food. It was concluded that exercise split into three short sessions has the same effect on resting energy expenditure and on fat utilization as exercise performed in one single session, since its caloric cost is the same.

KEYWORDS: Resting metabolic rate, thermogenesis induced by food, thermogenesis induced by exercise, lipid utilization.

Introdução

O gasto energético do indivíduo varia, entre outros fatores, em função do estado de repouso ou atividade física, da temperatura ambiente e da ingestão de alimentos, podendo ser dividido em três componentes principais: metabolismo de repouso (MR), termogênese induzida pela alimentação (TIA) e termogênese induzida pela atividade física (TIAF) (Poehlman, 1989).

O MR é medido com o sujeito em repouso, em jejum e em condições climáticas neutras (Tremblay *et al.*, 1985). O gasto energético sob essas condições, está muito próximo do gasto mínimo necessário à manutenção dos processos fisiológicos de repouso (Owen *et al.*, 1986).

Termogênese, de uma maneira geral, se refere às condições que elevam os níveis de MR. A mais importante é a TIA, que recebe esse nome por ser provocada pelo trabalho de ingestão, absorção e armazenamento ou processamento dos alimentos. Entre outras condições termogênicas encontram-se a exposição ao frio ou ao calor, a ingestão de café e o tabagismo (Jerquier, 1987).

A TIAF é o componente do gasto energético com maior amplitude de variação. Ela compreende o dispêndio adicional de energia acima do MR, devido a atividade muscular necessária tanto para realizar as atividades diárias normais, quanto para realizar exercícios físicos e representa aproximadamente 15% do gasto energético diário em

peças sedentárias, alcançando 30% em pessoas engajadas em exercícios físicos regulares (Poehlman, 1989).

O custo energético da atividade física envolve dois componentes: 1) A energia dispendida durante a atividade física, 2) A energia dispendida durante o período pós-exercício em que o gasto energético permanece acima dos níveis de repouso. Esse componente, denominado gasto energético adicional pós-exercício, não tem sido levado em consideração quando se estima o gasto energético atribuído a uma atividade física (Sedlock *et al.*, 1989; Kaminsky *et al.*, 1990). O gasto energético adicional pós-exercício também é conhecido como débito de oxigênio, pois pode ser avaliado pelo consumo de oxigênio acima dos níveis de repouso após o exercício. Maehlum *et al.* (1986) dividem o débito de oxigênio em 3 componentes: rápido, lento e ultra lento, este pode se prolongar por várias horas após terminado o exercício.

Vários estudos foram realizados, na tentativa de se observar a influência do exercício no MR (Herxheimer *et al.*, 1926; Edwards *et al.*, 1935; Courtice and Douglas, 1936; Knehr *et al.*, 1942; Buskirk *et al.*, 1957; Passmore and Johnson, 1960; Devries and Gray, 1963; Miller and Munford, 1966; Bradfield *et al.*, 1968; Swindells, 1972; Drenick *et al.*, 1977; Adams and Welch, 1980; Blaza and Garrow, 1983; Hermansen *et al.*, 1984; Freedman - Akabas *et al.*, 1985 e Pacy *et al.*, 1985). Mas devido a diferenças metodológicas, os resultados são controversos e ainda não se sabe a magnitude e a duração dos efeitos do exercício no MR. Segundo a revisão feita por Molé (1990), a elevação do MR ocorreria em função da duração e intensidade do exercício. Parece, também haver um limiar intensidade-duração para que se observem elevações significativas nesta variável.

Conforme veremos a seguir, tem sido sugerido que o exercício não só eleva o MR, como também pode potencializar a TIA. Segundo Jerquier (1987), a TIA apresenta dois componentes: 1) Termogênese obrigatória, que é proporcional ao valor calórico e à composição da refeição; 2) Termogênese facultativa, que não acontece obrigatoriamente e que seria função de outros fatores não conhecidos. A existência de um componente facultativo na TIA e a capacidade do exercício manter o gasto energético elevado após o seu término, levam a se acreditar na possibilidade do exercício, quando realizado antes da refeição, elevar a TIA. Existem vários trabalhos nessa área; porém, ainda com resultados controversos Miller *et al.*, 1967; Swindells, 1972; Hansen, 1973; Bray *et al.*, 1974; Glick *et al.*, 1977; Dalloso and James, 1984; Segal and Gutin, 1983; Devlin and Horton, 1986; Segal *et al.*, 1987 e Schultz *et al.*, 1987).

Existem também algumas evidências de que após o exercício há uma elevação na utilização de lipídios como substrato energético (Maehlum *et al.*, 1986), mas esse aspecto do metabolismo foi pouco estudado até o momento.

O objetivo desse trabalho foi medir a taxa metabólica (expressa em Kcal/h) e a natureza do combustível energético utilizado, representado pelo percentual do gasto

energético de repouso que é proveniente da oxidação de lipídios. As medições foram feitas a cada hora, durante 13 horas, em um dia controle, no qual os sujeitos não fizeram exercício (SE) e em dois outros dias em que os sujeitos fizeram exercício realizado de duas maneiras: exercício em uma única sessão diária (1S) e exercício dividido em três sessões diárias (3S). Considerou-se como gasto energético de repouso (GER) o gasto energético do indivíduo em decúbito dorsal, em condições de neutralidade térmica e se alimentando de uma dieta equivalente ao gasto energético representado pelo somatório do MR e da TIA. Como as condições de repouso, neutralidade térmica e de alimentação foram mantidas constantes nos três tratamentos, uma eventual elevação do gasto energético poderia ser atribuída à influência do exercício.

Material e Métodos

Participaram deste estudo 10 professores e alunos do sexo masculino, da Escola de Educação Física da Universidade Federal de Minas Gerais, que se apresentaram voluntariamente. Nenhum dos participantes estava engajado em programa de condicionamento físico ou de treinamento desportivo, fazia uso de medicamentos, ou era fumante. Após receberem esclarecimentos a respeito dos procedimentos experimentais, eles assinaram um termo de consentimento para participar do estudo. Foi solicitado a todos os participantes que se abstivessem de exercício e bebidas alcoólicas durante 24 horas antes do início dos experimentos e que fizessem sua última refeição até as 19:00 horas do dia anterior.

Teste para prescrição da dieta e do exercício: Foi feita a medição do peso, da estatura e das dobras cutâneas. Calculou-se o índice de massa corporal [$IMC = (\text{peso})/(\text{altura})^2$, sendo o peso em KG e a altura em m]. O percentual de gordura foi estimado conforme procedimento proposto por Silami-Garcia *et al.*, (1990).

Para se determinar o valor calórico da dieta que seria servida aos sujeitos nos 3 tratamentos, mediu-se o consumo de oxigênio e calculou-se o valor correspondente em Kcal/h, multiplicou-se o valor encontrado por 24 horas e acrescentou-se 10% para fazer face a TIA.

Para determinar a carga e a duração do exercício, foi feito teste ergométrico em cicloergômetro de frenagem eletromagnética da marca FUNBEC, começando com a carga de 100 W e aumentando 25 W a cada 2 minutos até a exaustão. Para estabelecer a carga do exercício escolheu-se a carga que mais se aproximasse da intensidade de 60 a 70% do VO₂ max. e que estivesse abaixo do limiar ventilatório. Estabelecida a carga e o VO₂ apresentado nela, determinou-se a duração necessária para se conseguir um gasto energético líquido (NET VO₂) de aproximadamente 450 Kcal, respeitando-se o limite máximo de 60 minutos.

Fracionamento do Exercício e Metabolismo de Repouso

Condição sem exercício - SE: Os indivíduos chegavam ao laboratório às 7:30 horas, permaneciam deitados por meia hora e às 8:00 horas era feita a medida de consumo de oxigênio. Durante o resto do dia, até às 20:00 horas eles permaneciam deitados ou recostados e o consumo de oxigênio era medido a cada hora. A temperatura do ambiente foi mantida entre 22 e 24 °C e a umidade relativa do ar permaneceu entre 60 e 75%.

As refeições eram servidas às 8:10, 12:10 e 17:10 horas e correspondiam a, respectivamente, 20, 50 e 30% do total calórico diário, contendo 57% de glicídios, 28% de lipídios e 15% de proteínas. Os alimentos eram pesados em balança de precisão e preparados no próprio laboratório.

Condição com exercício em 1 sessão - 1S: Como os exercícios realizados pelos sujeitos tinham durações diferentes, foram programados de maneira que sempre terminassem às 7:30 horas. Terminado o exercício, os indivíduos permaneciam deitados e às 8:00 horas era feita a medição do consumo de oxigênio. A partir daí, seguia-se todo o protocolo cumprido no tratamento SE, observando-se, principalmente, que as refeições fossem iguais e servidas no mesmo horário.

Condição com exercício em 3 sessões - 3S: Quanto aos horários e procedimentos das medições do consumo de oxigênio e das refeições, seguiu-se o mesmo protocolo dos tratamentos anteriores.

O exercício realizado em 1S foi dividido em 3 sessões (3S), que foram realizadas de maneira a estarem concluídas às 7:30, 11:30 e 16:30 horas. Cada uma das 3 sessões de exercício tinha a duração de 26,6 +/- 3,6 minutos e provocava um gasto energético de 153,7 +/- 15,4 Kcal, desta forma totalizavam a mesma duração e o mesmo gasto calórico de 1S. A intensidade também era a mesma de 1S (145,0 +/- 24,5W e 64,7 +/- 7,1% do $\dot{V}O_2$ max.).

Para a medição do gasto energético foi usada a medida direta do consumo de oxigênio, usando um Ergopneumotest II (Erich Jaeger). Antes de se registrar a medida, esperava-se 5 minutos para adaptação do indivíduo e para que apenas o ar por ele expirado ocupasse o recipiente de onde era coletada a amostra para análise dos gases. O registro do volume expirado (VE), fração expirada de O_2 (FEO₂) e fração expirada de CO_2 (FECO₂) eram registrados por 2 minutos. A partir desses parâmetros era calculado o $\dot{V}O_2$, o $\dot{V}CO_2$ e o R não proteico que foi utilizado como estimativa do percentual de calorias provenientes da oxidação de lipídios.

Para evitar a interveniência de diferenças amostrais, já que a variação do MR entre indivíduos é grande (Owen *et al.*, 1986), o estudo foi realizado com grupo único com pré e pós-teste. Os resultados foram submetidos a análise de variância com 2 fatores (Two-Way), com medidas repetidas no segundo fator, utilizando o programa estatístico Statgraphics.

Resultados

As tabelas 1 e 2 mostram os resultados do teste para prescrição da dieta e do exercício e as características do exercício realizado pelos sujeitos.

Tabela 1 - Resultados do teste para prescrição da dieta e do exercício.

Ind.	Idade (Ano)	Peso (Kg)	Altura (cm)	G%	IMC (Kg/m ²)	MR (Kcal/h)	VO ₂ max (l/min)	VO ₂ max (ml/Kg/min)
1	31	69,2	171,0	14,4	23,7	42,16	2,459	35,5
2	21	69,5	175,5	12,1	22,6	73,11	3,200	46,2
3	21	67,5	181,0	6,1	20,6	80,40	3,433	50,9
4	25	61,2	183,5	6,4	18,2	69,37	3,445	56,3
5	23	65,9	177,5	9,2	20,9	83,41	2,800	42,6
6	40	71,9	174,0	14,1	23,7	61,56	1,838	25,6
7	37	71,0	175,0	11,5	23,2	84,12	2,215	31,2
8	24	66,0	173,5	11,7	21,9	56,66	2,534	38,4
9	25	61,1	167,0	8,7	21,9	69,31	3,447	56,4
10	30	67,1	177,0	7,7	21,4	64,66	3,038	45,3
\bar{X}	27,7	67,0	175,4	10,2	21,8	68,48	2,840	42,8
s	6,3	3,5	4,5	2,8	1,6	12,36	0,537	9,8

Tabela 2 - Caracterização do Exercício

Ind.	VO ₂ (l/min)	Tempo (min)	Carga (W)	Gast. Ener (Kcal/min)	QR	Intens. %
1	1,605	60	125	451	1,00	65
2	1,700	50	150	425	0,93	53
3	2,579	38	150	490	0,97	75
4	2,399	42	150	494	0,89	69
5	1,873	53	175	497	0,97	67
6	1,304	60	125	381	0,86	71
7	1,332	60	100	403	1,00	60
8	1,822	56	125	502	0,90	72
9	1,848	57	175	505	0,80	54
10	1,853	56	175	523	1,00	61
\bar{X}	1,831	53,2	145,0	461,1	0,93	64,7
s	0,385	7,3	24,5	46,3	0,06	7,1

Fracionamento do Exercício e Metabolismo de Repouso

Os valores do gasto energético registrado, a cada hora nos três tratamentos: SE, 1S e 3S, estão apresentados na tabela 3.

Tabela 3 - Gasto energético de repouso, em cada hora, sem exercício (SE), com exercício em uma sessão (1S) e com exercício em três sessões (3S).

Hora	SE		1S		3S	
	(Kcal/hora)		(Kcal/hora)		(kcal/hora)	
	\bar{X}	s	\bar{X}	s	\bar{X}	s
8,00	67,2	13,0	72,8	15,3	68,4	9,7
9,00	77,4	16,9	82,9	9,8	77,9	15,0
10,00	80,1	13,1	82,3	8,8	75,8	12,2
11,00	69,9	11,0	73,8	12,5	68,3	9,2
12,00	65,7	11,0	72,1	9,5	76,1	10,2
13,00	79,0	10,6	79,6	12,3	81,5	9,8
14,00	77,0	10,6	79,8	7,6	81,3	10,3
15,00	75,3	7,6	76,2	8,2	78,6	4,4
16,00	73,6	11,8	76,9	9,6	76,0	10,7
17,00	70,6	10,0	76,9	9,6	84,4	8,1
18,00	82,0	9,9	87,1	11,7	86,6	8,7
19,00	83,1	8,6	84,5	5,9	90,8	6,5
20,00	71,9	10,4	80,9	7,5	81,5	11,0
\bar{X}	74,8		78,9		79,0	

Observa-se que a média do gasto energético no dia SE é de 74,8 Kcal/h. Nos tratamentos 1S e 3S houve elevação de aproximadamente 5% em relação a SE. Não houve diferença significativa entre 1S (78,9 Kcal/h) e 3S (79,0 Kcal/h).

A figura 1 apresenta o gasto energético observado a cada hora em SE e revela as flutuações causadas pela TIA. As refeições menores (20 e 30%) servidas às 8:10 e 17:10 horas, provocaram TIA mais breves e com picos mais altos enquanto a maior refeição (50%) servida às 12:10, provocou uma TIA mais longa que não retornou a linha de base até às 17:00 horas, quando foi servida outra refeição, causando um efeito cumulativo na última refeição. A medição feita às 12:00 horas, revelou-se menor que a das 8:00 horas (65,7 e 67,2 Kcal/h).

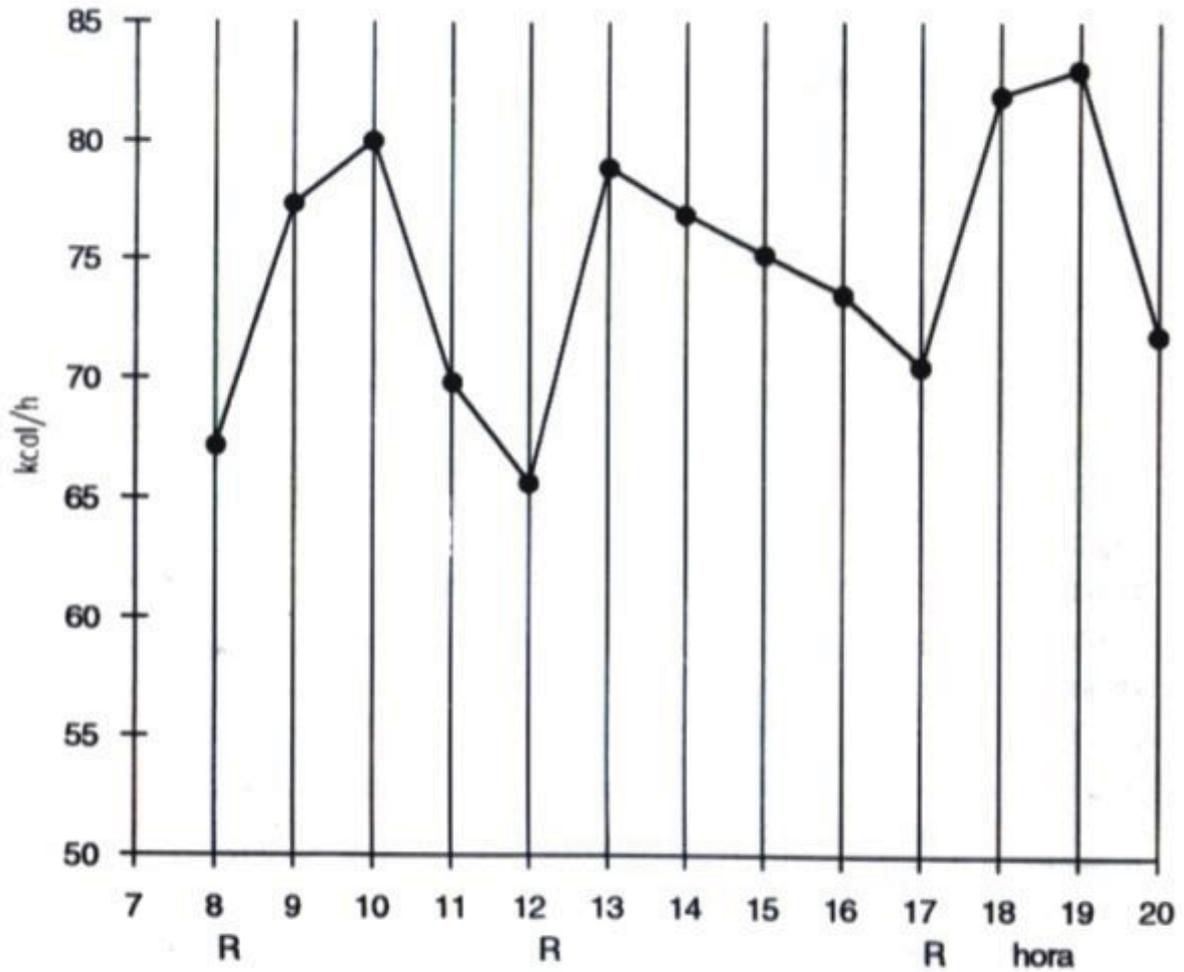


Fig. 1 - Gasto energético de repouso medido a cada hora, no dia que os sujeitos não realizaram exercício (SE). O valor calórico da dieta correspondia a 110% da taxa metabólica basal de cada sujeito e as refeições (R) foram servidas às 8:10h, 12:10h e 17:00 h.

Fracionamento do Exercício e Metabolismo de Repouso

A comparação SE e 1S é mostrada pela figura 2. A curva apresentada por 1S tem o mesmo padrão de SE, porém em níveis mais altos.

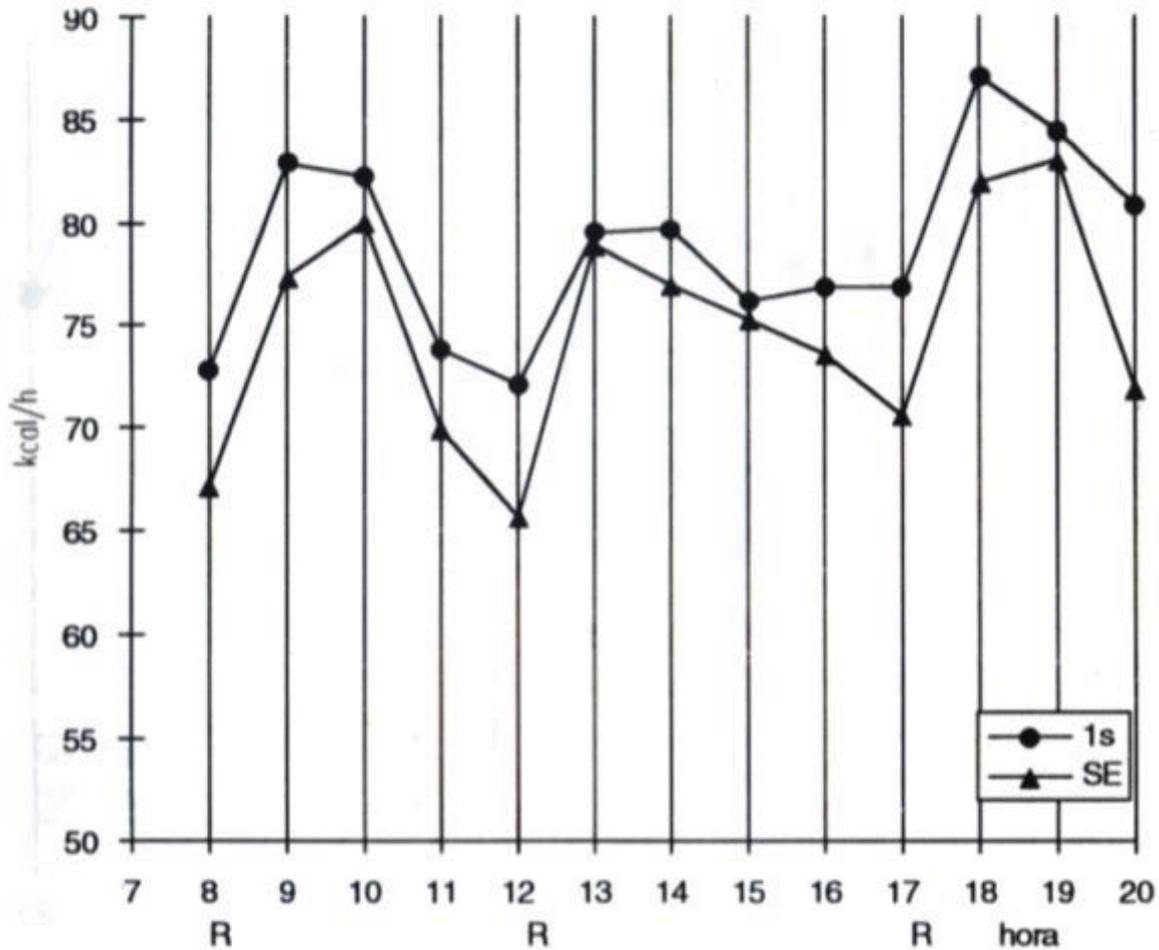


Fig. 2 - Gasto energético de repouso a cada hora, no dia em que os sujeitos não realizaram exercício (SE) e no dia em que realizaram uma sessão de exercício (1S), concluída às 7:30 h. Nos dois tratamentos as refeições (R) eram iguais e foram servidas nos mesmos horários.

A figura 3 compara as curvas do gasto energético em 1S e 3S.

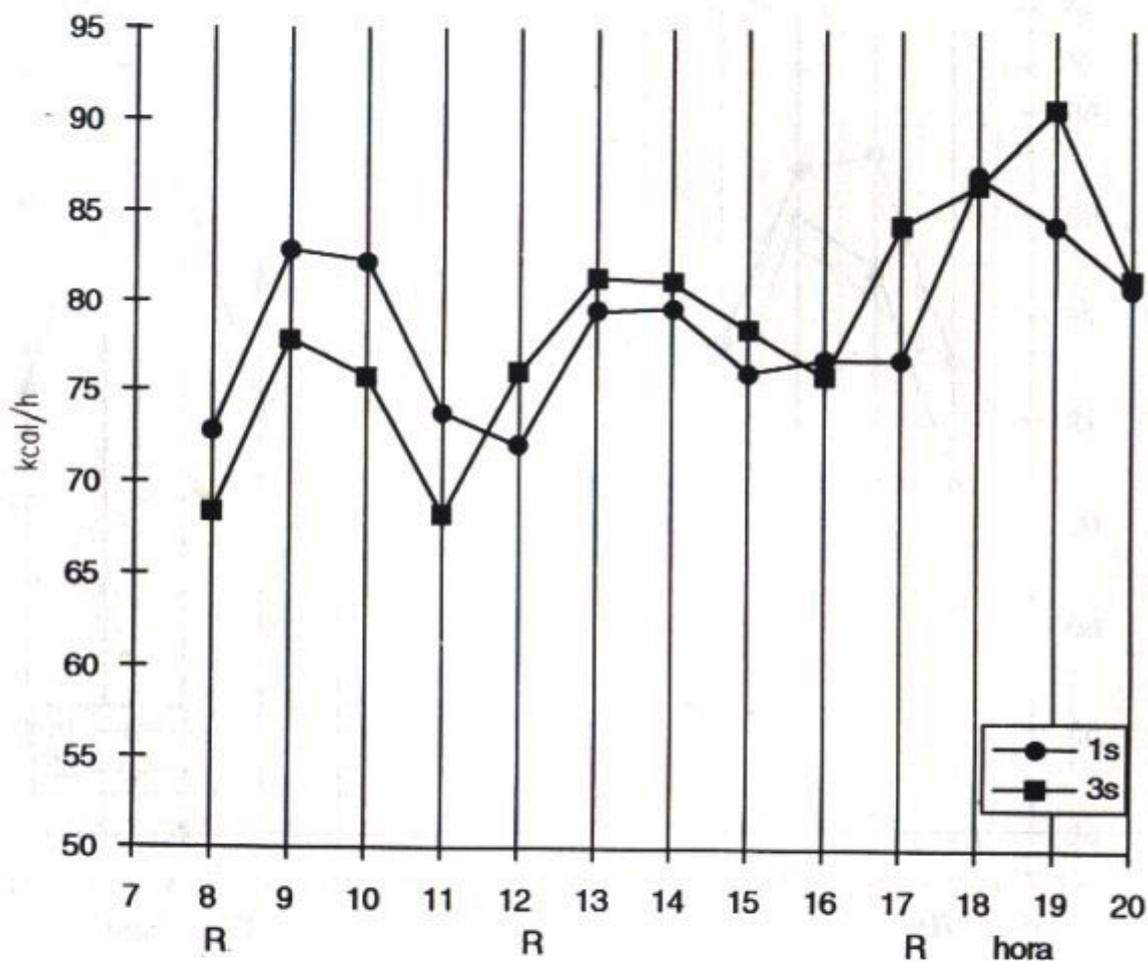


Fig. 3 - Gasto energético de repouso medido a cada hora, no dia em que os sujeitos realizaram uma sessão de exercício (1S), concluída às 7:30h e no dia em que realizaram exercício com a mesma duração total, mas dividido em três sessões iguais (3S), concluídas às 7:30h, 11:30h e 16:30h. Nos dois tratamentos as refeições (R) eram iguais e foram servidas nos mesmos horários.

O gasto energético em 3S apresenta uma curva que se eleva a cada sessão de exercício.

A tabela 4 mostra o percentual de calorias provenientes da oxidação de lipídios, a cada hora, nos tratamentos SE, 1S e 3S. Há diferença significativa ($p < 0,05$) entre os tratamentos. A utilização média de lipídios em SE foi de 72,1%, em 1S de 90,1% (25% maior) e em 3S de 87,1% (21% maior).

Tabela 4 - Percentual de calorias provenientes de lipídios, em cada hora, nos 3 tratamentos. (SE = sem exercício, 1S = exercício em 1 sessão, 3S = exercício em 3 sessões)

Hora	Percentual de calorias provenientes dos lipídios					
	SE		1S		3S	
	X	s	X	s	X	s
8,00	81,9	23,7	94,4	15,1	96,0	6,5
9,00	80,9	19,7	89,9	15,9	82,9	16,4
10,00	75,9	20,6	90,3	11,8	80,6	16,2
11,00	72,4	14,4	89,3	13,2	84,4	16,9
12,00	86,4	11,1	94,1	11,5	96,3	8,9
13,00	63,2	23,8	89,9	15,5	98,9	9,1
14,00	70,3	22,6	93,2	7,5	82,9	16,8
15,00	70,7	22,6	89,3	15,9	85,6	16,7
16,00	67,8	17,9	92,6	10,1	83,1	14,7
17,00	75,2	11,7	96,8	7,8	96,7	5,3
18,00	67,3	17,6	89,9	11,7	81,2	16,5
19,00	66,0	20,9	85,3	15,5	83,2	12,2
20,00	59,7	21,8	76,9	22,9	71,1	14,4
X	72,1		90,1		87,1	

Na figura 4 está a curva de utilização de lipídios em SE, observa-se que ela, ao contrário do gasto energético, é progressivamente menor ao longo do dia, apresentando elevações antes e queda acentuadas logo após as refeições. Os picos mais altos se registraram antes de cada refeição, o maior deles, observado na medição das 12:00 horas, que corresponde ao mesmo horário onde notou-se o menor gasto energético.

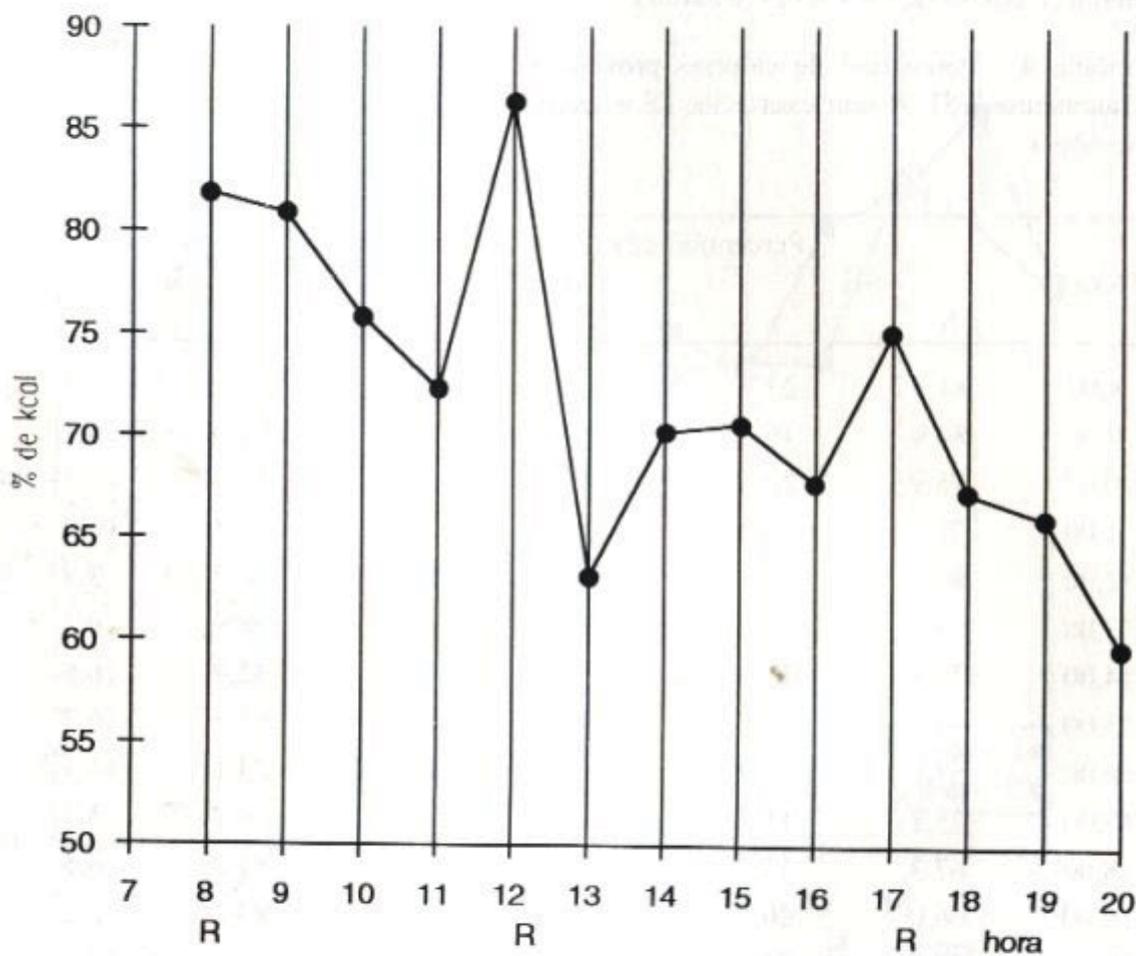


Figura 4 - Utilização de lipídios em repouso medida a cada hora no dia em que os sujeitos não realizaram exercício (SE). O valor calórico da dieta correspondia a 110% da taxa metabólica basal de cada indivíduo e as refeições (R) foram servidas às 8:10h, 12:10h e 17:00h.

Fracionamento do Exercício e Metabolismo de Repouso

A comparação da utilização de lipídios entre SE e 1S (figura 5) mostra que as duas curvas apresentam, basicamente o mesmo padrão, porém 1S apresentou-se em níveis mais altos.

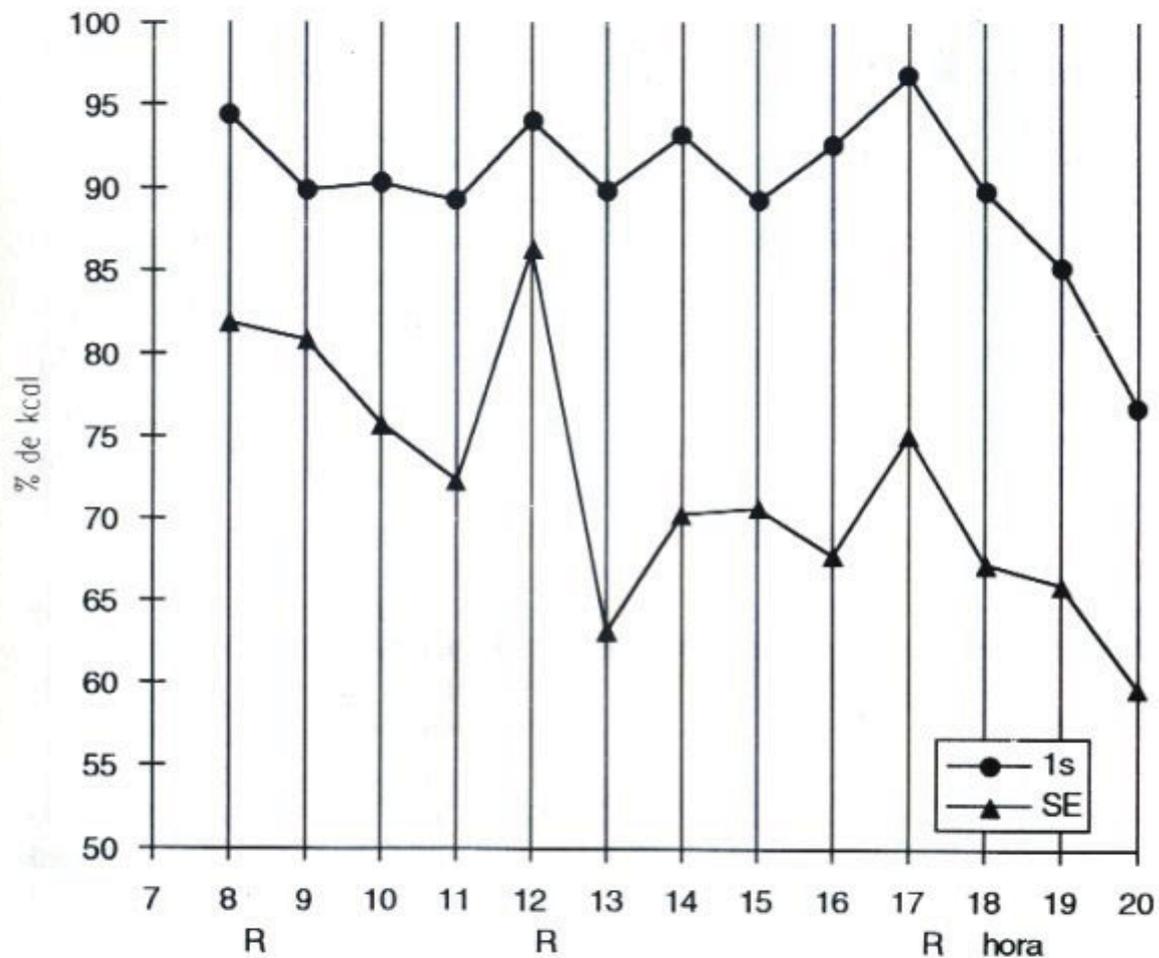


Figura 5 - Utilização de lipídios em repouso medida a cada hora no dia em que os sujeitos não realizaram exercício (SE) e no dia em que realizaram uma sessão de exercício (1S), concluída às 7:30h. Nos dois tratamentos, as refeições (R) eram iguais e foram servidas nos mesmos horários.

A figura 6 mostra as curvas da utilização de lipídios de 1S, que é mais estável, e de 3S, que apresenta grandes picos após cada sessão de exercício.

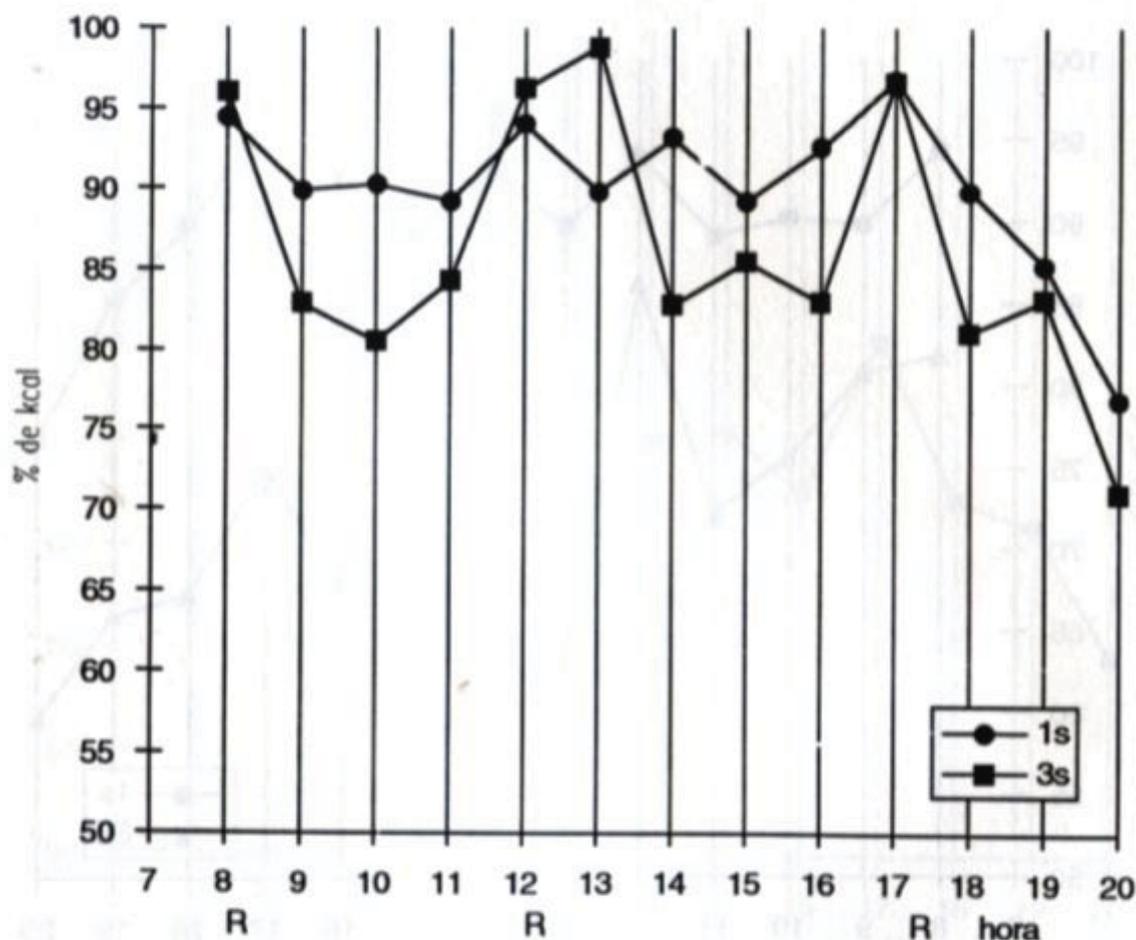


Figura 6: Utilização de lipídios em repouso medida a cada hora, no dia em que os sujeitos realizaram uma sessão de exercício (1S), concluída às 7:30 h e no dia em que realizaram exercício com a mesma duração total, mas dividido em três sessões iguais (3S), concluídas às 7:30h, 11:30h e 16:00h. Nos dois tratamentos as refeições (R) eram iguais e foram servidas nos mesmos horários.

Discussão

Vários estudos já foram realizados para observar a influência do exercício no MR (Herxheimer *et al.*, 1926; Drenick *et al.*, 1977; Freedman-Akabas *et al.*, 1985) ou na TIA (Miller *et al.*, 1967; Glick *et al.*, 1977; Schultz *et al.*, 1987). O presente trabalho buscou avançar o conhecimento nesta área, apresentando em seu delineamento a possibilidade de oferecer algumas contribuições.

As medições feitas a cada hora, durante um período de 13 horas no dia SE, que incluía as refeições distribuídas em horários e proporções do total calórico diário semelhantes aos hábitos alimentares de nossa cultura, permitiram o conhecimento das curvas diárias do gasto energético, fundindo MR e TIA, e da utilização de lipídios (figuras 1 e 4).

O gasto energético aumentou progressivamente ao longo do dia, principalmente devido ao fato de a refeição das 12 horas, por conter 50% do total calórico diário, ter provocado uma TIA que não havia retornado à linha de base até as 17:00 horas, quando foi servida a última refeição. O gasto energético, observado após esta refeição, refletia o somatório da TIA das duas refeições. Um registro que merece um estudo mais aprofundado é a ocorrência de valores de gasto energético às 12:00 horas inferiores aos observados às 8:00 horas. Caso esse fato seja, realmente, uma característica consistente do gasto energético, o horário de 12:00 horas, após jejum e repouso de 4:00 horas, seria uma alternativa para medições do MR.

A utilização de lipídios, por sua vez, diminuiu progressivamente ao longo do dia, apresentando uma curva de características opostas à da curva do gasto energético, já que os dois parâmetros são modulados, em sentidos opostos, pelo estado nutricional do indivíduo. A maior utilização de lipídios também ocorreu às 12:00 horas (horário de menor gasto energético). Esse comportamento talvez sofra a influência de outros fatores, provavelmente determinados pelo ritmo circadiano.

O exercício realizado pelos sujeitos deste estudo correspondia a $64,7 \pm 7,1\%$ do VO_2 max., duração de $53,2 \pm 7,3$ min. e um gasto energético de $461,1 \pm 46,3$ Kcal. Esses parâmetros foram suficientes para alcançar o limiar volume-intensidade a que se refere Poehlman (1989) como necessário para provocar elevação do MR.

A elevação do gasto energético foi de apenas 5%, o que sugere que exercícios de menor intensidade ou duração, provavelmente, não teriam influência no GER. Outros estudos são necessários para se determinar qual a influência na magnitude e duração da elevação do GER, em cada um desses parâmetros: intensidade, duração e gasto energético.

A elevação de 5% no gasto energético provocada pelo exercício, apesar de parecer pequena, quando se considera um gasto energético de 2.000 Kcal/dia, acarreta um aumento diário de 100 Kcal no gasto energético do indivíduo engajado em exercício sistemático, o que, sem dúvida, é uma contribuição importante quando o exercício é realizado na prevenção ou no tratamento da obesidade.

No tratamento da obesidade é geralmente utilizada uma dieta hipocalórica, que provoca redução no MR (Barrows e Snock, 1987; Hill *et al.*, 1987; Besten *et al.*, 1988; Mei-Uih *et al.*, 1988), mas ainda não está claro se o exercício é capaz de reverter essa tendência quando realizado em associação a uma dieta hipocalórica (Stern *et al.*, 1980; Phinney, 1985; Brownell *et al.*, 1987).

A elevação na utilização de lipídios provocada pelo exercício fortalece os motivos para recomendar o exercício na prevenção e no tratamento da obesidade, uma vez que, além do aumento no gasto energético durante e depois de sua realização, ocorre ainda uma maior utilização de lipídios como substrato energético. No presente estudo estimou-se a utilização de lipídios pelo R. Sugere-se que estudos semelhantes sejam feitos usando também a dosagem de lipídios, glicose e lactato no sangue.

Comparando-se 1S e 3S observa-se que ambos os tratamentos provocaram a mesma elevação do GER e que em 1S a utilização de lipídios foi ligeiramente maior.

Os resultados deste estudo sugerem que nos dias em que o indivíduo faz exercício, tanto em 1 sessão, quanto em 3 sessões, o seu gasto energético de repouso e a utilização de lipídios aumentam; e sugerem também o fracionamento de exercício diário em 3 sessões para as pessoas que, por obesidade, descondicionamento ou disponibilidade de tempo, tenham dificuldades em realizá-lo em uma só sessão.

Agradecimentos

Agradecemos à professora Maria Tereza Guimarães pela assistência prestada durante a coleta de dados, e à professora Marcele de Almeida Coelho pela colaboração na preparação deste texto.

Bibliografia

- Adams, R.P. and Welch, H.G. (1980). Oxygen uptake and acid-base status and performance with varied inspired oxygen fractions. **Journal of Applied Physiology**, 49: 863-868.
- Barrows, K. and Snock, J.T. (1987). Effects of a high-protein, very low-calorie diet on resting metabolism, thyroid hormones, and energy expenditure of obese middle-aged women. **American Journal of Clinical Nutrition**, 45: 391-398.
- Besten, C.; Vansant, G.; Weststrate, J.A. and Deurenberg, P. (1988). Resting metabolic rate and diet-induced thermogenesis in abdominal and gluteal-femoral obese women before and after weight reduction. **American Journal of Clinical Nutrition**, 47: 840-847.
- Blaza, S. and Garrow, J.S. (1983). Thermogenic response to temperature, exercise and food stimuli in lean men and women, studied by 24h direct calorimetry. **British Journal of Nutrition**, 49: 171-180.

Fracionamento do Exercício e Metabolismo de Repouso

- Bray, G. A.; Whipp, B.J. and Koyal, S.N. (1974). The acute effects of food intake on energy expenditure during cycle ergometry. **American Journal of Clinical Nutrition**, 27: 245-259.
- Bradfield, R.; Paulos, J. and Grossman, H. (1971). Energy expenditure and heart rate of obese high school girls. **American Journal of Clinical Nutrition**, 24 : 1482-1486.
- Buskirk, E.R.; Lampietro, P.F. and Welch, B.E. (1957). Variations in resting metabolism with changes in food, exercise and climate. **Metabolism**, 6: 144-153.
- Courtice, F.C. and Douglas, C.G. (1936). The effects of prolonged muscular exercise on the metabolism. **Proceedings of the Royal Society**, 119 B: 381-439.
- Daloso, H.M. and James, W.P. T. (1984). Whole-body calorimetry studies in adult men. The interactions of exercise and overfeeding on thermic effects of a meal. **British Journal of Nutrition**, 52: 65-72.
- Devlin, J.T. and Horton, E.S. (1986). Potentiation of thermic effect of insulin by exercise: differences between lean, obese and noninsulin: dependent diabetic men. **American Journal of Clinical Nutrition**, 43: 884-890.
- Devries, H.A. and Gray, D.E. (1963). After effects of exercise upon resting metabolic rate. **Research Quarterly**, 34: 314-321.
- Drenick, E. J.; Fislser, J.S ; Johnson, D.G. and McGhee, G. (1977). The effect of exercise on substrates and hormones during prolonged fasting. **International Journal of Obesity**, 1: 49-61.
- Edwards, H.T.; Thorndike, A. and Dill, D.B. (1935). The energy requirement in strenuous muscular exercise. **New England Journal of Medicine**, 213: 533-535.
- Freedman-Akabas, S.; Colt, E.; Kissileff, H.R. and Pi-Sunyer, F. S. (1985). Lack of sustained increase in Vo₂ following exercise in fit and unfit subjects. **American Journal of Clinical Nutrition**, 41: 545-549.
- Geissler, C.A.; Miller, D.S. and Shah, M. (1987). The daily metabolic rate of the post-obese and the lean. **American Journal of Clinical Nutrition**, 45: 914-920.
- Glich, Z.; Schwarts, E.; Maganik, A. and Modan, M. (1987). Absence of increased thermogenesis during short term overfeeding in normal and overweight subjects. **American Journal of Clinical Nutrition**. 30: 1026-1035.
- Hansen, J. (1975). Exercise response following production of experimental obesity. **Journal of Applied Physiology**, 35: 587-591.
- Hermansen, L.; Grandmontagne, M.; Maehlum, S. and Ingner, I. (1984). Post exercise elevation of resting oxygen uptake. Possible mechanisms and physiologic significance. **Medicine Sports Science**, 17: 119-129.
- Herxheimer, H.; Wissing, E. and Wolf, E. (1926). Spätwirkungen erschöpfender muskularbeit auf den sauerstoffverbrauch. **Zeitschrift für die Gesamte Experimentelle Medizin**, 51: 916-928.
- Hill, J.d.; Sparling, P.B.; Shields, T.W. and Heler, P.A. (1987). Effects of exercise and food restriction on body composition and metabolic rate in obese women. **American Journal of Clinical Nutrition**, 46: 622-630.
- Jerquier, E. (1987). Energy utilization in human obesity. **Annals New York Academy of Science**, 499: 622-630.

- Kaminsky, L.A.; Padjen, S. and Laham-Saeger, J. (1990). Effect of split exercise sessions on excess post-exercise oxygen consumption. **British Journal of Sports Medicine**, 24 (2): 95-98.
- Knehr, C.a.; Dil, D.B. and Neufeld, W. (1942). Training and its effects on man at rest and at work. **American Journal of Physiology**, 136: 148-152.
- Maehlum, S.; Grandmontagne, M.; Newsholme, E.A. and Sejersted, O.M. (1986). Magnitude of excess postexercise oxygen consumption in health young subjects. **Metabolism**, 35 (5): 425-429.
- Mey-Uih, Y.; Beshkes, S. and Pi-sunyer, F.X. (1988). Resting metabolic rate after weight loss in obese patients. **Clinical Research**, 36 (3): 744-A.
- Miller, D. S.M and Munford, P. (1966). Obesity, physical activity and nutrition. **Proceedings of the Nutrition Society**, 25: 100-107.
- Molé, P.A. (1990). Impact of energy intake and exercise on resting metabolic rate. **Sports Medicine**, 10 (2): 72-87.
- Owen, D.E.; Kevke, E.; Owen, R.S.; Polansky, M.; Caprio, S.; Mozzoli, M.A.; Kendrick, Z. V.; Buchman, M.C. and Boden, G. (1986). A reappraisal of caloric requirements in healthy women. **American Journal of Clinical Nutrition**, 44: 1-19.
- Pacy, P.J.; Barton, N.; Webster, J. and Garrow, J.S. (1985). The energy cost of aerobic exercise in fed and fasted normal subjects. **American Journal of Clinical Nutrition**, 42: 764-768.
- Passmore, R. and Johnson, R.E. (1960). Some metabolic changes following prolonged moderate exercise. **Metabolism**, 9: 452-455.
- Poehlman, E.T. (1989). A review: exercise and its influence on resting energy metabolism in man. **Medicine and Sports and Exercise**, 21 (5): 515-525.
- Schultz, Y.; Bessard, T. and Jequier, E. (1987). Exercise and postprandial thermogenesis in obese women before and after weight loss. **American Journal of Clinical Nutrition**, 45: 1424-1432.
- Sedlock, D.A.; Fissinger, J.A. and Christopher, L.M. (1989). Effect of exercise intensity and duration on postexercise energy expenditure. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, 21 (6): 662-666.
- Segal, K.R.; Gutin, B.; Albu, J. and Pi-Sunyer, F.X. (1987). Thermic effect of food exercise in lean and obese men of similar lean body mass. **American Journal of Physiology**, 252: 110-117.
- Segal, K. and Gutin, B. (1983). Thermic effect of food and exercise in lean and obese women. **Metabolism**, 32: 581-589.
- Silami-Garcia, E.; Guimarães, M.T.; Cançado, U.L.; Leucas, C.B. (1990). Avaliação de composição corporal: uma nova proposta para o uso do método de dobras cutâneas. **Coletâneas: Departamento de Esportes da Escola de Educação Física da UFMG**. 2: 27-37.
- Swindells, Y.E. (1972). The influence of activity and size of meals on caloric response in women. **British Journal of Nutrition**, 27: 65-73.
- Tremblay, A; Drespres, J.P. and Boucard, C. (1985). The effects of exercise-training on energy balance and adipose tissue morphology, and metabolism. **Sports Medicine**, 2: 223-233.