

**COMPOSIÇÃO CORPORAL E VARIAÇÃO DE PESO EM MULHERES SAUDÁVEIS
APÓS UTILIZAÇÃO DO PIRUVATO****BODY COMPOSITION AND VARIATION OF WEIGHT IN HEALTHFUL WOMEN
AFTER USE OF THE PYRUVATE**

**Caroline Fernandes¹,
Cynthia Gattini Sbampato¹,
Valéria Campomori¹**

RESUMO

Avaliar o efeito do piruvato na composição e peso corporal em mulheres saudáveis com índice de massa corporal (IMC) normal. Métodos: 56 mulheres saudáveis com IMC normal (18,3 a 25,0 Kg/m²) e dieta equilibrada que praticavam atividade física pelo menos 2 vezes por semana foram selecionadas retrospectivamente de atendimentos realizados no Setor de Nutrição do Instituto Mineiro de Endocrinologia. Pacientes receberam piruvato de cálcio-magnésio uma vez ao dia na dose 0,05 g/Kg/dia após uma dose de saturação de 0,1 g/kg/dia durante 10 dias. A duração total de uso do piruvato variou de 13 a 38 dias. As medidas usadas foram peso, altura, circunferência abdominal, dobras cutâneas do tríceps, abdome e coxa. Resultados: 79,6 % das pacientes apresentaram perda ponderal que variou de 0,1 a 3 Kg. Diminuição das dobras cutâneas foi observada em 89,8% das pacientes e em 74% delas houve redução da circunferência abdominal. Conclusões: Os resultados indicam que, em mulheres saudáveis com IMC normal, a suplementação com piruvato promove a redução de peso e diminuição da gordura corporal.

Palavras-chave: Suplementação, Piruvato, Perda Ponderal, Composição corporal.

1- Programa de Pós-Graduação Lato Sensu em Nutrição Esportiva da Universidade Gama Filho - UGF

ABSTRACT

To evaluate the effect of the pyruvate in weight and body composition in healthful women with normal body mass index (BMI). Methods: 56 healthful women with normal BMI (18.3 - 25.0 Kg/m²) and balanced diet who practiced physical activity at least 2 times per week had been selected retrospectively in the Sector of Nutrition of the Instituto Mineiro de Endocrinologia. Patients had received calcium-magnesium pyruvate once daily in a dose of 0.05 g/Kg/day after a dose of saturation of 0.1 g/kg/day during 10 days. The total duration of pyruvate use varied from 13 to 38 days. The measures performed had been weight, height, abdominal circumference, cutaneous folds of triceps, abdomen and thigh. Results: 79.6 % of the patients had presented ponderal loss that varied from 0.1 to 3 kg. Reduction of the cutaneous folds was observed in 89.8% of the patients and in 74% of them there was reduction of the abdominal circumference. Conclusions: The results indicate that, in healthful women with normal BMI, the supplementation with pyruvate promotes the reduction of weight and reduction of the fat mass.

key words: Supplementation, Pyruvate, Ponderal Loss, Body Composition.

Endereço para correspondência:
cf@endocrinologia.com.br
cygattini@bol.com.br

INTRODUÇÃO

Desde a época da Grécia antiga, o homem vem dedicando parte do seu tempo às atividades físicas. No entanto, somente a partir deste último século, os fatores ambientais, que poderiam modificar sua capacidade física, passaram a ser alvo de suas preocupações. Dentre outros fatores, a dieta passou a representar umas das principais intervenções capazes de aumentar a performance do atleta. Diante da grande variabilidade das modalidades de atividade física, das características individuais e do meio em que os atletas estão envolvidos, torna-se problemática a determinação das necessidades nutricionais dos mesmos. E a preocupação com a suplementação vem se tornando cada vez maior com o objetivo de melhorar a performance do atleta (Willians, 1994).

O piruvato é uma substância presente naturalmente em nosso organismo, e representa um importante substrato para o ciclo de Krebs, ou ciclo do ácido cítrico. Esse ciclo é o processo pelo qual o corpo converte o glicogênio e a glicose em energia. O piruvato é o resultado da transformação da glicose pelo metabolismo aeróbio, na presença de oxigênio, em um processo conhecido como glicólise (Stanko e colaboradores, 1992). O piruvato é convertido irreversivelmente em acetil CoA, importante combustível para o ciclo de Krebs e o bloco estrutural na síntese dos ácidos graxos (Champe, 1996). Desta maneira, o piruvato tem um papel vital na conversão de alimentos em energia. O piruvato também age melhorando o transporte de glicose para as células musculares. Este processo é conhecido como extração de glicose e se refere à quantidade de glicose extraída do sangue circulante pelos músculos, seja a glicose livre ou na forma de glicogênio. Essa extração ocorre antes e durante os exercícios, melhorando dessa maneira a capacidade e a resistência ao exercício (Cortez, e colaboradores, 1991).

Dados preliminares indicam que o piruvato pode aumentar a utilização de gordura nos seres humanos e diminuir o ganho de peso e a reacumulação de gordura corporal em indivíduos obesos submetidos a dieta (Gwinup, 1987).

O piruvato é formado no organismo durante o metabolismo dos carboidratos, proteínas e gorduras, sendo o produto final da glicólise aeróbia, e seu uso como suplemento vem se mostrando eficaz na perda de peso por diversos autores. Inúmeros estudos já foram publicados sobre os efeitos do piruvato no metabolismo, composição corporal e performance esportiva. Inicialmente pesquisado em animais, os estudos foram posteriormente estendidos a humanos e os resultados obtidos ainda são contraditórios.

A partir de 1980, pesquisas utilizando piruvato em animais (ratos e suínos) mostraram a inibição do depósito de gordura e a manutenção da massa magra. Na década de 90, foram realizadas pesquisas em seres humanos onde se avaliaram os efeitos da suplementação dietética com piruvato, mostrando redução de peso e gordura, porém estes estudos apresentavam uma amostra pequena e um período curto para avaliar os efeitos desta suplementação a longo prazo (Stanko e colaboradores, 1990).

Em um estudo randomizado e placebo controlado com 13 mulheres obesas, com média de IMC = 38,9 Kg/m² e faixa etária de 48 anos de idade, usando 16 g de piruvato (10 g de piruvato de sódio e 9 g de piruvato de cálcio) acrescentado de 12 g de dihidroxiacetona em um período de tempo de 21 dias, com uma dieta de aproximadamente 500 kcal/dia, o grupo das mulheres que recebeu o piruvato apresentou redução 6,5 Kg de peso corpóreo e 4,3 Kg de gordura. O grupo placebo reduziu 5,6 Kg de peso e 3,5 Kg de gordura e não houve diferença significativa na variação de massa magra em nenhum dos dois grupos (Stanko e colaboradores, 1992).

Outro estudo randomizado, duplo-cego e placebo controlado foi composto por 25 homens e 26 mulheres com faixa etária de 36 anos, IMC maior que 25Kg/m², e piruvato na dose de 6g/dia durante seis semanas acompanhado de atividade física controlada três vezes por semana. O grupo que usou piruvato apresentou aumento da massa magra (2,4% p=0,001), redução de gordura (-12,2% p<0,001) e redução do percentual de gordura (-12,4% p<0,001) enquanto o grupo placebo mostrou redução de massa magra (-0,2%) sem alterações significativas de peso e percentual de gordura (-0,5% p>0,005) (Kalman e colaboradores, 1998).

Stanko e colaboradores (1990), em dois estudos duplo-cego cruzado, reportaram que 75 g de dihidroxiacetona e 25 g de piruvato por 7 dias melhoraram significativamente a performance no ergômetro de braço e perna em indivíduos que não treinavam comparados ao grupo placebo. A resistência muscular em ambos os braços e pernas aumentaram em 20% quando mensurados por biópsia muscular. Mais especialmente, a mistura de piruvato aumenta o tempo para se chegar a exaustão dos músculos do braço em 23 minutos e dos músculos da perna em 13 minutos. Os autores sugerem que o efeito pode ser atribuído ou à melhora do estoque de glicogênio muscular ou ao aumento da captação da glicose sanguínea pelo músculo em exercício.

Um estudo randomizado, placebo controlado e duplo-cego envolveu 10 homens e 16 mulheres com IMC igual ou maior que 25 Kg/m². A dose de 6 g de piruvato por dia, num período de seis semanas, acompanhada de atividade física controlada 3 vezes por semana, mostrou-se eficaz na redução de peso (-1,2 kg p<0,001), redução de gordura (-2,5 kg p<0,001) e redução do percentual de gordura (-2,7% p<0,001) sem variações significativas no grupo placebo (Kalman e colaboradores, 1999).

A partir do ano 2000, novas pesquisas com amostras maiores de indivíduos e doses menores de piruvato foram realizadas. Koh-Banerjee e colaboradores (2005) realizaram um estudo randomizado, placebo controlado e duplo-cego usando uma amostra de 26 mulheres saudáveis, em sobrepeso, não treinadas, utilizando uma dose de 5g de piruvato de cálcio por dia, acompanhado de uma atividade física regular e dieta controlada durante 30 dias. Os resultados indicaram que a suplementação com o piruvato durante o treinamento não afetou significativamente a composição corporal ou o desempenho no exercício e ainda afetou negativamente a concentração de lipídeos sanguíneos.

Stanko e colaboradores (1994), observaram que, apesar da maior perda de peso e de gordura com o piruvato associado a dieta hipolipídica comparada com o grupo placebo, não houve diferença significativa entre os grupos nas concentrações plasmáticas de colesterol total, LDL, HDL e triglicérides em indivíduos com excesso de peso hiperlipidêmicos. Assim, o piruvato não

causou uma diminuição dos fatores de risco cardiovascular.

Stanko e Arch (1996) examinaram os efeitos do piruvato e dihidroxiacetona na recuperação de peso após uma perda de peso. Dezesete mulheres obesas com idade entre 22 a 70 anos foram submetidas a uma restrição energética por 3 semanas com uma dieta severamente hipocalórica contendo 60% de carboidratos, 40% de proteínas e traços de lipídios. Depois receberam uma dieta hipercalórica por 3 semanas incluindo 15 g de piruvato e 75 g de dihidroxiacetona. O ganho de peso foi significativamente menor nos indivíduos que receberam a dieta contendo piruvato e dihidroxiacetona (1,8 kg de ganho de peso) comparado com placebo (2,9 kg de ganho de peso). O único efeito adverso atribuído ao suplemento foi que cerca de 20% dos indivíduos apresentaram diarreia e flatulência.

Kalman e colaboradores (1998) avaliaram os efeitos de 6 g/dia de piruvato na composição corporal, na força e nos níveis de fadiga. Cinquenta e três indivíduos saudáveis com o índice de massa corporal > 25 Kg/m², participaram de um estudo duplo-cego controlado durante 6 semanas. A composição corporal foi determinada por bioimpedância elétrica. Os indivíduos foram divididos em três grupos: controle, placebo e piruvato. Mudanças significativas na composição corporal foram observadas. Comparados com os valores iniciais, a porcentagem de gordura foi reduzida em 12,4% no grupo suplementado com piruvato. Também foi observada redução nos níveis totais de gordura de 2,2 kg no grupo suplementado com piruvato durante as seis semanas. Comparado com o grupo controle e placebo, as reduções no percentual de gordura e no total de gordura encontradas no grupo suplementado com piruvato foi significativa. Comparado com os valores iniciais, a massa magra aumentou 1,5 kg no grupo suplementado. O aumento na massa magra observada no grupo suplementado com piruvato foi significativamente diferente quando comparado com o grupo controle e placebo.

Comparado com os valores iniciais, o metabolismo basal calculado aumentou 2,2% no grupo suplementado com piruvato. Comparado com os grupos placebo e controle, os índices de força aumentaram significativamente no grupo suplementado com piruvato. Nenhuma mudança significativa na

porcentagem de gordura, no total de gordura, na massa magra, na taxa metabólica basal ou nos índices de força foram observados no grupo placebo ou no grupo controle. Os autores concluíram que o suplemento de piruvato que consiste principalmente de piruvato de cálcio, diminui significativamente a porcentagem de gordura, o total de gordura e os índices de fadiga e aumentou a massa magra, a taxa metabólica basal e os índices de força.

Koh-Banerjee e colaboradores (1998) examinou a suplementação de 10g/dia de piruvato por 30 dias em 33 mulheres saudáveis, praticando caminhada supervisionada de 30 minutos, 3 vezes por semana, a 70% do VO₂ máximo e de um programa de resistência muscular composto de duas séries de 8 a 12 repetições, 8 exercícios, 3 vezes por semana. Os resultados demonstraram que se mantiveram normais as concentrações de nitrogênio da uréia, creatinina, a razão de nitrogênio na uréia para creatinina, ácido úrico, glicose, eletrólitos, proteína total, albumina, globulina, dióxido de carbono, alcalina fosfatase, hemoglobina, hematócrito, eritrócitos, leucócitos ou tipo de linfócitos.

O possível mecanismo de ação do piruvato na perda de peso é a sua ação metabolismo das gorduras, aumentando a

oxidação lipídica. Outra hipótese é que o piruvato ativa e/ou melhora o ciclo do fosfoenolpiruvato com pouco desperdício na quantidade de energia prazo (Stanko e colaboradores, 1992). Entretanto, o piruvato ainda provoca discussões sobre seus benefícios, devido à falta de informações sobre seus efeitos a longo prazo.

Portanto o objetivo do presente estudo foi avaliar o efeito do piruvato na redução do peso em mulheres saudáveis com índice de massa corporal (IMC) normal e seus possíveis benefícios para a melhora da composição corporal.

MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo foi realizado no Setor de Nutrição do Instituto Mineiro de Endocrinologia pela análise retrospectiva de prontuários de 56 mulheres, no período de julho de 2004 a maio de 2005. Todas eram saudáveis, com idade entre 19 a 58 anos, IMC normal (18,3 a 25 Kg/m²), com peso entre 57,1 a 67,1 kg, estavam em dieta equilibrada e praticavam atividade física pelo menos 2 vezes por semana composta de exercícios aeróbios e de força.

Tabela 1 - Perfil das pacientes e doses de piruvato

	Média	Desvio Padrão	Valor Mínimo	Valor Máximo
Idade (anos)	32,3	9,3	19,0	55,0
Peso (Kg)	57,1	5,2	44,9	67,1
IMC	21,6	1,7	18,3	25,0
Circunferência Abdominal (cm)	79,3	4,9	69,0	90,0
Dose de piruvato (gramas)	2,9	0,3	2,2	3,4

As avaliações físicas usaram as seguintes medidas: peso, altura, circunferência abdominal, dobras cutâneas de tríceps, abdome e coxa. Todas as dobras cutâneas

foram feitas pela mesma examinadora, usando um plicômetro clínico da marca Cescorf.

O piruvato de cálcio-magnésio (13,7% cálcio, 4,9% de magnésio e 52,1% de ácido pirúvico) foi obtido por manipulação em uma

Revista Brasileira de Nutrição Esportiva

ISSN 1981-9927 *versão eletrônica*

Periódico do Instituto Brasileiro de Pesquisa e Ensino em Fisiologia do Exercício

www.ibpex.com.br / www.rbne.com.br

mesma farmácia, em pó, na forma de sachê em alumínio flexível. Cada sachê continha a dose de 0,05 g/Kg de peso para ser diluída em água e ingerida antes do almoço ou antes da atividade física. Nos primeiros 10 dias, fase de saturação, as pacientes foram instruídas a utilizar a dose de dois sachês diluídos em 300 ml de água. A partir do décimo primeiro dia,

início da fase de manutenção, a dose era reduzida para apenas um sachê por dia diluído em 200 ml de água. A duração do uso do piruvato pelas pacientes e o intervalo das avaliações clínicas variou de 13 a 38 dias.

As análises estatísticas foram realizadas pelo Proc Summary do programa SAS - Statistical Analysis System.

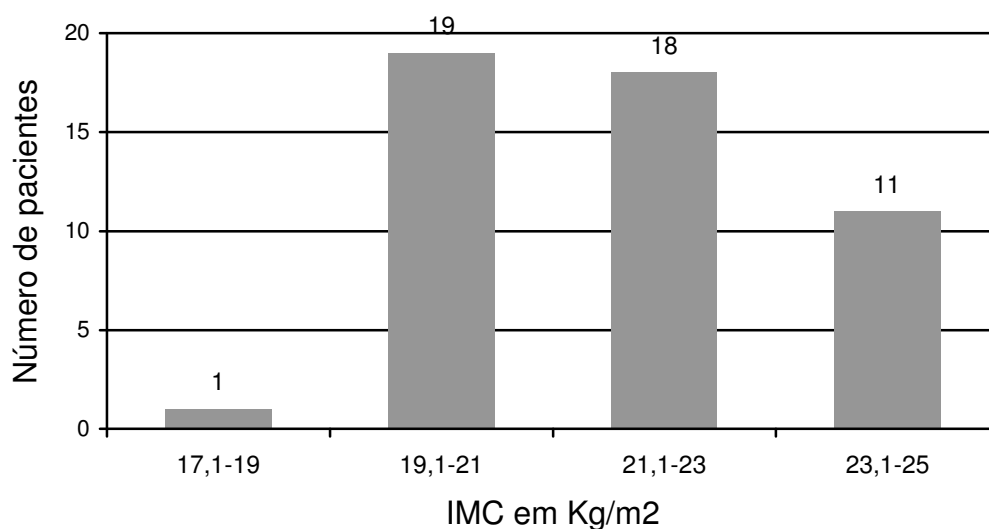


Figura 1 - Distribuição das pacientes em relação ao IMC

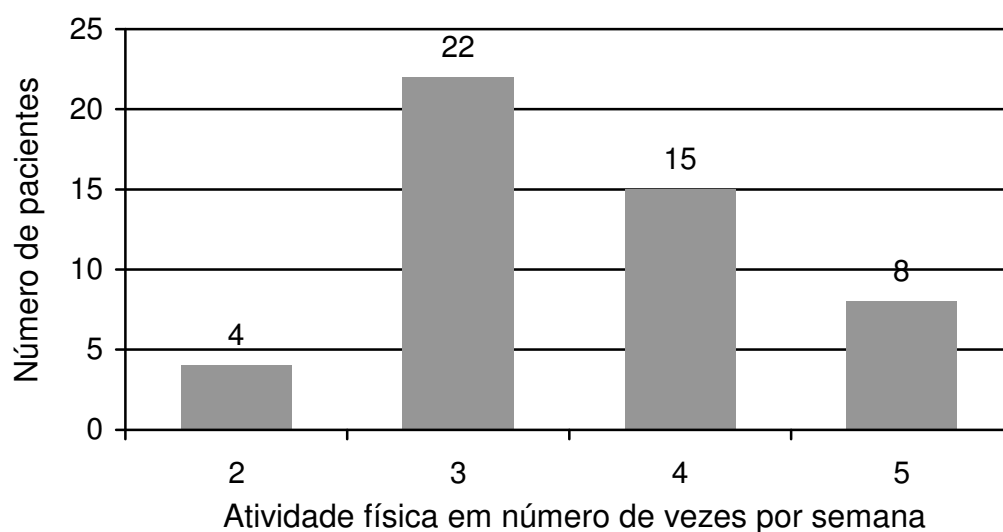


Figura 2 - Distribuição das pacientes em relação à frequência da atividade física

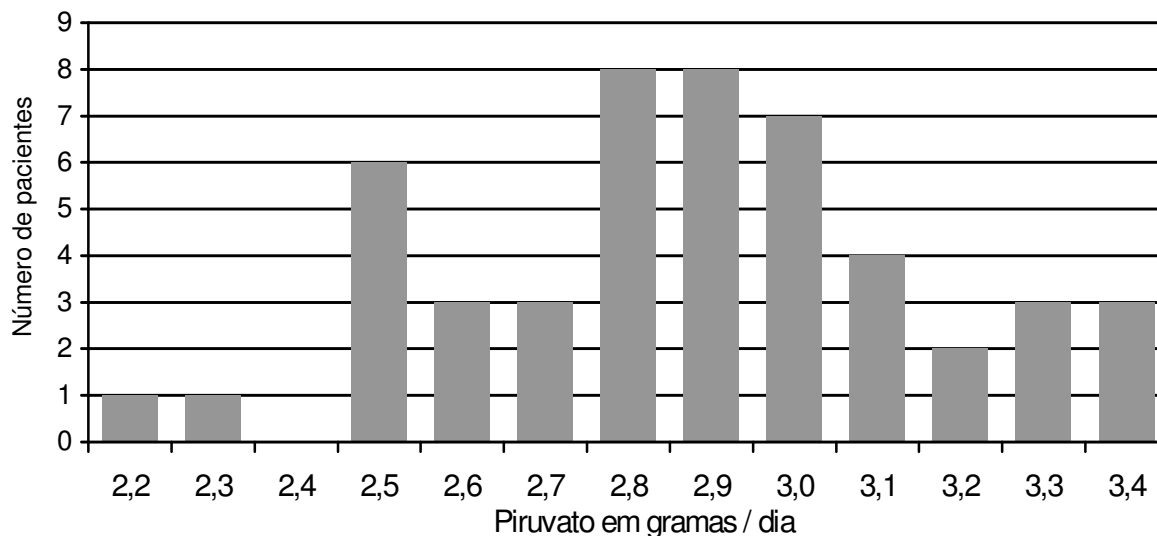


Figura 3 - Distribuição das pacientes em relação à dose de manutenção de piruvato

RESULTADOS

Peso corporal

Neste estudo, 79,6% das pacientes apresentaram perda ponderal que variou de

0,1 a 3,0 kg, representando no grupo, de acordo com a tabela 2, uma redução global de 0,709 Kg no peso considerando-se as medidas antes e após o tratamento. Também houve uma redução significativa para o IMC segundo o teste t de Student com um nível nominal de 1%.

Tabela 2 – Valores médios de peso, IMC e circunferência abdominal antes e após a suplementação de piruvato

	Peso (Kg)		IMC (Kg/M ²)		Circunferência Abdominal (cm)	
	Antes	Depois	Antes	Depois	Antes	Depois
¹ LI	56,72	55,95	21,56	21,28	78,98	76,67
Média (erro-padrão)	58,32 (0,80)	57,61 (0,83)	22,17 (0,31)	21,90 (0,31)	80,51 (0,76)	78,21 (0,77)
² LS	59,91	59,26	22,79	22,52	82,04	79,74
Efeito do tratamento	-0,709**		-0,275**		-2,304**	
³ IC _{95%}	[-0,977; -0,441]		[-0,379; -0,170]		[-3,086; -1,521]	

1 - Limite inferior do intervalo de 95% de confiança

2 - Limite superior do intervalo de 95% de confiança

3 - Intervalo de 95% de confiança para o efeito do tratamento

** Rejeita-se pelo teste t de Student a hipótese de não haver efeito do tratamento com um nível nominal de significância de 1%

Dobras cutâneas

Redução das dobras cutâneas ocorreu em 89,8% das pacientes. Os valores médios das dobras cutâneas (abdome, coxa, tríceps) são apresentados de acordo com a tabela 3, mostrando que a diminuição foi significativa, discriminando o 1LI e o 2LS no intervalo de 95% de confiança.

Circunferência abdominal

Diminuição da circunferência abdominal foi observada em 74,0 % dos indivíduos. A variação total (range) foi de -7,0 a 4,0 cm com mediana mostrando redução de 2 cm. As tabelas 4 e 5 mostram os valores médios em porcentagem sobre a redução de peso, circunferência abdominal e dobras cutâneas.

Tabela 3 – Valores médios de dobras cutâneas de coxa, tríceps e abdome antes e após a suplementação de piruvato

	Coxa (mm)		Tríceps (mm)		Abdome (mm)	
	Antes	Depois	Antes	Depois	Antes	Depois
¹ LI	28,81	26,46	16,92	15,82	21,02	18,39
Média (erro-padrão)	31,16 (1,17)	28,61 (1,07)	18,52 (0,80)	17,18 (0,68)	22,87 (0,93)	19,87 (0,74)
² LS	33,51	30,75	20,12	18,53	24,73	21,36
Efeito do tratamento	-2,553**		-1,339**		-3,000**	
³ IC _{95%}	[-3,637; -1,470]		[-1,992; -0,687]		[-4,031; -1,968]	

1 - Limite inferior do intervalo de 95% de confiança

2 - Limite superior do intervalo de 95% de confiança

3 - Intervalo de 95% de confiança para o efeito do tratamento.

** Rejeita-se pelo teste t de Student a hipótese de não haver efeito do tratamento com um nível nominal de significância de 1%

Tabela 4 – Valores médios da variação em porcentagem de peso, dobra abdominal, dobra da coxa, dobra do tríceps e circunferência abdominal

	Varição Peso %	Varição dobra abdominal %	Varição dobra coxa %	Varição dobra tríceps %	Varição circunferência abdominal %
¹ LI	-1,714	-15,042	-10,863	-9,167	-3,751
Média (erro-padrão)	-1,247 (0,233)	-11,533 (1,75)	-7,284 (1,786)	-6,383 (1,389)	-2,816 (0,466)
² LS	-0,779	-8,024	-3,705	-3,599	-1,881

1 - Limite inferior do intervalo de 95% de confiança

2 - Limite superior do intervalo de 95% de confiança

Tabela 5 – Valores médios da variação em porcentagem de dobras, variação global e variação global corrigida para 1 mês

	Varição das 3 Dobras %	Varição Global % (Peso + Dobras + Circunferência Abdominal)	Varição Global % corrigida para 1 mês
¹ LI	-10,488	-5,058	-6,257
Média (erro-padrão)	-8,400 (1,042)	-4,154 (0,451)	-5,040 (0,607)
² LS	-6,313	-3,250	-3,824

1 - Limite inferior do intervalo de 95% de confiança

2 - Limite superior do intervalo de 95% de confiança

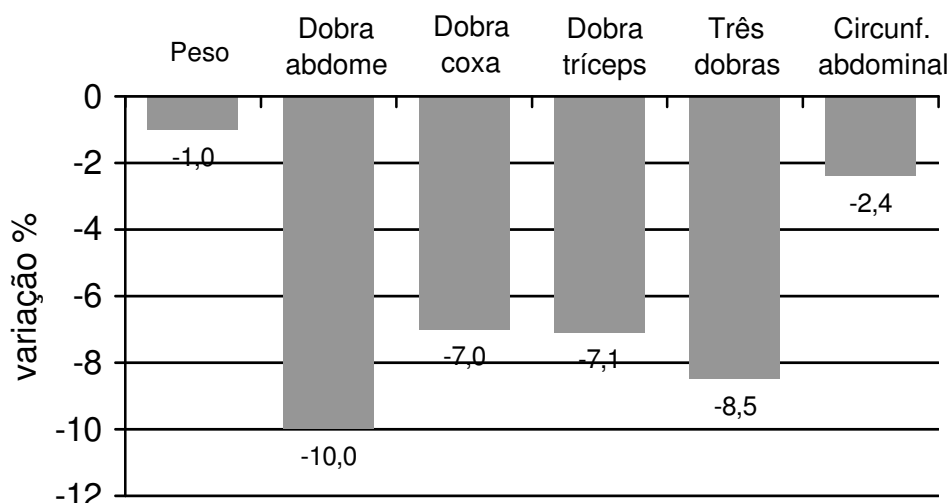


Figura 4 - Variações percentuais médias dos parâmetros avaliados após suplementação com piruvato

DISCUSSÃO

Os resultados apresentados indicam uma resposta satisfatória da suplementação do piruvato em reduzir peso corporal e, principalmente, as medidas de dobras cutâneas sugerindo uma possível preservação da massa muscular durante a perda de peso. Nota-se ainda que a diminuição da gordura corporal ocorreu preferencialmente no abdome tendo em vista que a dobra cutânea abdominal foi a que apresentou redução percentual mais expressiva.

O piruvato foi bem tolerado por todas as pacientes. Apenas 10% destas relataram

queixas de náuseas quando ingeriam o piruvato antes da atividade física. Nestas pacientes, os sintomas desapareceram após a mudança no horário da ingestão do piruvato para antes do almoço. A maioria das pacientes informaram melhora do funcionamento intestinal durante o uso do piruvato.

O presente estudo apresenta algumas limitações que devem ser consideradas. Por ser um estudo retrospectivo, sem grupo controle e sem placebo há uma dificuldade de se realizar algumas análises comparativas. A escolha das três dobras cutâneas sem um protocolo para aferir o percentual de gordura impede uma análise mais detalhada dos efeitos do piruvato na composição corporal.

Revista Brasileira de Nutrição Esportiva

ISSN 1981-9927 *versão eletrônica*

Periódico do Instituto Brasileiro de Pesquisa e Ensino em Fisiologia do Exercício

www.ibpex.com.br / www.rbne.com.br

Além disso, o tempo de uso do piruvato foi relativamente curto.

CONCLUSÃO

Os resultados indicam que, em mulheres saudáveis com IMC normal, a suplementação com piruvato promove a redução de peso e diminuição da gordura corporal. Esta redução foi mais nítida na gordura do que no peso corporal.

O piruvato foi bem tolerado, mostrando ser um suplemento seguro nestas doses e a curto prazo.

São necessários, entretanto, novos estudos com a suplementação do piruvato durante maior período de tempo visando, assim, esclarecer seus efeitos sobre a composição corporal a longo prazo.

REFERÊNCIAS

- 1- Champe, P.C. Bioquímica ilustrada. Porto Alegre. Artes Médicas, 1996.
- 2- Cortez, M.Y.; Torgan, C.E.; Brozinick, J.T.; Miller, R.H.; Ivy, J.L. Effects of pyruvate and dihydroxyacetone consumption on the growth and metabolic state of obese Zucker rats. *Am J Clin Nutr* 1991;53:847-53.
- 3- Greenawalt, K.; e colaboradores. The effect of feeding dihydroxyacetone and pyruvate on resting energy expenditure and postprandial thermogenesis in obese women. *FASEB JOURNAL*. 1988 2(5): Abstract 5371.
- 4- Gwinup, G. Weight loss without dietary restriction: efficacy of different forms of aerobic exercise. *Am J Sports Med* 1978;15:275.
- 5- Ivy, J.L. Effect of pyruvate and dihydroxyacetone on metabolism and aerobic endurance capacity. *Med Sci Sports Exerc* 1998 Jun;30(6):837-43.
- 6- Lenz, T.; Hamilton, W. Supplemental products used for weight loss. *J Am Pharm Assoc* 2004; 44:59-68.
- 7- Kalman, D.; Colker, C.M.; Wilets, I.; Roufs, J.B.; Antonio, J. The effects of pyruvate supplementation on body composition in overweight individuals. *Int J Appl Basic Nutr sci* 1999; 15:337-40.
- 8- Kalman, D.; Colker, C.M.; Roufs, J.; Maharam, L.G. Effects of exogenous pyruvate on body composition and energy levels. *Med Sci Sport Exerc* 1998;30:S156.
- 9- Koh-Banerjee, P.K.; e colaboradores. Effects of calcium pyruvate supplementation during training on body composition, exercise capacity and metabolic responses to exercise. *Nutrition* 21-2005; 312-319.
- 10- Koh-Banerjee, P.; e colaboradores. Effects of pyruvate supplementation during training on hematological and metabolic profile. *Med. Science in Sports and Exercise*, 30(Suppl 5), 1998.
- 11- Maughan, R.; Gleeson, M.; Greenhaff, P.L. Bioquímica do exercício e do treinamento. São Paulo. Manole, 2000.
- 12- Morrison, M.A.; Spriet, L.L.; Dyck, D.J. Pyruvate ingestion for 7 days does not improve aerobic performance in well-trained individuals. *J Appl Physiol* 89:549-556, 2000.
- 13- Pittler, M.H.; Ernst, E. Dietary supplements for body weight reduction: a systematic review. *Am J Clin Nutr* 2004; 79:529-36
- 14- Sapper, R.B.; Eisenberg, D.M.; Phillips, R.S. Common dietary supplements for weight loss. *Am Fam Physician* 2004; 70:1731-38
- 15- Stanko, R.T.; Mitrakou, A.; Greenawalt, K.; Gerich, J. Effect of dihydroxyacetone and pyruvate on plasma glucose concentration and turnover in non-insulin dependent diabetes mellitus. *Clin Physiol Biochem* 1990;8:283-288.
- 16- Stanko, R.T.; e colaboradores. Enhanced leg-exercise endurance with a high carbohydrate diet and dihydroxyacetone and pyruvate. *J. Appl. Physiol.*, 69: 1651, 1990.
- 17- Stanko, R.T.; e colaboradores. Enhancement of arm-exercise endurance capacity with dihydroxyacetone and pyruvate. *J. Appl. Physiol.*, 68: 119, 1990.

18- Stanko, R.T.; Arch, J.E. Inhibition of regain of body weight and fat with addition of 3-carbon compounds to the diet with hyperenergetic refeeding after weight reduction. *Int J Obesity Relat Metab Disord* 1996;20:925.

Recebido para publicação em 14/05/2007

Aceito em 18/06/2007

19- Stanko, R.T.; e colaboradores. Plasma lipid concentrations in hyperlipidemic patients consuming a high-fat diet supplemented with pyruvate for 6 weeks. *Am J Clin Nutr* 1992;56:950-4.

20- Stanko, R.T.; Adibi, S.A. Inhibition of lipid accumulation and enhancement of energy expenditure by the addition of pyruvate and dihydroxyacetone to a rat diet. *Metabolism* 1986 Feb;35(2):182-6.

21- Stanko, R.T.; e colaboradores. Pyruvate supplementation of a low-cholesterol, low fat diet: effects on plasmalipid concentrations and body composition in hyperlipidemic patients. *Am J Clin Nutr* 1994; 59:423-7.

22- Stanko, R.T.; Tietze, D.L.; Arch, J.E. Body composition, energy utilization and nitrogen metabolism with a 4.25-MJ/d low energy diet supplemented with pyruvate. *Am J clin Nutr* 1992; 56:630-5.

23- Stanko, R.T.; Tietze, D.L.; Arch, J.E. Body composition, energy utilization and nitrogen metabolism with a severely restricted diet supplemented with dihydroxyacetone and pyruvate. *Am J clin Nutr* 1992; 55:771-775.

24- Stone, M.H.; e colaboradores. Effects of in-season (5 weeks) creatine and pyruvate supplementation on anaerobic performance and body composition in American football players. *Int J Sport Nutr* 1999 Jun;9(2):146-65.

25- Van Schuylenbergh, R.; Van Leemputte, M.; Hespel, P. Effects of oral creatine-pyruvate supplementation in cycling performance. *Int J Sports Med* 2003 Feb;24(2):144-50.

26- Williams, MH. The use of nutritional ergogenic aids in sport: Is it an ethical issue? *Int. J. Sports Nutr.*, 4:120, 1994.