

Relações da dieta ovo-lácteo-vegetariana com o exercício físico e as enzimas antioxidantes superóxido dismutase e catalase

Impact of an ovolactovegetarian diet and strenuous exercise on the antioxidant enzymes superoxide dismutase and catalase

Mírian Rocha VÁZQUEZ¹
Ramon dos Santos EL-BACHÁ²
Carine de Oliveira SOUZA³
Tatiana Luzia Borges MACHADO⁴
Ricardo Sereno SILVA⁴
José Gerardo Villa VICENTE⁵
Luiz Erlon Araújo RODRIGUES⁶

RESUMO

Objetivo

O objetivo deste trabalho foi estudar a influência da dieta ovo-lácteo-vegetariana e do exercício físico extenuante sobre as atividades das enzimas catalase e superóxido dismutase em dez indivíduos masculinos, jovens e saudáveis.

Métodos

O controle alimentar aplicou-se por quatro meses. Antes disso, foram recolhidas amostras de sangue em estado basal e cinco minutos após o exercício físico extenuante efetuado em esteira rolante. O mesmo procedimento foi aplicado após o controle alimentar.

¹ Universidade do Estado da Bahia, Centro de Ciências da Saúde e dos Alimentos, Departamento de Ciências da Vida. R. Silveira Martins, 2555, 41150-000, Cabula, Salvador, BA, Brasil. Correspondência para/Correspondence to: M.R. VÁZQUEZ. E-mail: <mrvazquez@uneb.br>.

² Universidade do Estado da Bahia, Instituto de Ciências da Saúde. Salvador, BA, Brasil.

³ Universidade do Estado da Bahia, Nutrição e Saúde. Salvador, BA, Brasil.

⁴ Universidade Federal da Bahia, Hospital Universitário Prof. Edgar Santos. Salvador, BA, Brasil.

⁵ Universidad de León, Facultad de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte. León, España.

⁶ Escola Bahiana de Medicina e Saúde Pública. Salvador, BA, Brasil.

Resultados

Os resultados mostraram que a dieta ovo-lácteo-vegetariana, em condições de repouso, reduziu de forma significativa a atividade da enzima catalase em 18,98% ($p < 0,05$) e aumentou, também de forma significativa, a atividade da enzima superóxido dismutase em 77,84% ($p < 0,001$). Depois do exercício físico extenuante, a dieta ovo-lácteo-vegetariana reduziu a atividade da enzima catalase de forma significativa em 26,11% ($p < 0,05$) e não alterou a atividade da enzima superóxido dismutase.

Conclusão

Os resultados indicam que tanto as atividades da catalase como da superóxido dismutase são sensíveis a uma dieta ovo-lácteo-vegetariana adequada.

Termos de indexação: Antioxidantes. Dieta vegetariana. Estresse oxidativo. Exercício.

ABSTRACT

Objective

This study aimed to study the influence of an ovolactovegetarian diet and strenuous physical exercise on the activity of the enzymes catalase and superoxide dismutase in 10 young, healthy men whose diet was controlled for four months.

Methods

Blood samples were collected at baseline and after the four-month period, before strenuous exercise and after 5 minutes of strenuous exercise on a treadmill.

Results

The results showed that the ovolactovegetarian diet reduced the activity of the enzyme catalase by 18.98% ($p < 0.05$) and increased the activity of the enzyme superoxide dismutase by 77.84% ($p < 0.001$) before strenuous exercise. After strenuous exercise, the ovolactovegetarian diet reduced the activity of the enzyme catalase by 26.11% ($p < 0.05$) and did not affect the activity of the enzyme superoxide dismutase.

Conclusion

The results indicate that a healthy ovolactovegetarian diet impacts the activity of both enzymes.

Indexing terms: Antioxidant. Diet vegetarian. Oxidative stress. Exercise.

INTRODUÇÃO

A baixa ocorrência de doenças cardiovasculares, cânceres e outras enfermidades crônicas, observadas nos vegetarianos quando comparados com a população onívora em geral, estão bem documentadas^{1,2}. Por outro lado, está descrito que, embora o exercício físico, prescrito como terapia para muitas dessas doenças, quando em excesso, produz grandes adaptações metabólicas, estruturais e funcionais, além do aumento da produção de espécies reativas de oxigênio que podem levar ao estresse oxidativo³⁻⁵. Atribui-se ao estresse oxidativo não somente a fadiga muscular, mas também a gênese de diversas patologias como as cardiovasculares e vários tipos de cânceres, além da aceleração do envelhecimento⁶⁻⁹. O

estresse oxidativo ocorre, entre outras causas, quando o sistema de defesa antioxidante não é capaz de neutralizar a ação das espécies reativas de oxigênio⁵, seja por sua depleção ou por sua deficiência. Como consequência, os sistemas biológicos expostos ao estresse oxidativo podem sofrer citotoxicidade, mutações e aberrações cromossômicas, entre outros efeitos^{3-5,8,10,11}. Para manter a homeostase oxidativa, o organismo desenvolve mecanismos de defesa antioxidantes endógenos, tais como as enzimas catalase (EC 1.11.1.6), superóxido dismutase (EC 1.15.1.1) e glutathione peroxidase (EC 1.11.1.9), além de antioxidantes exógenos de natureza vitamínica (β -caroteno, α -tocoferol e ácido ascórbico), mineral (zinco, selênio e cobre) e bioflavonoides existentes nos alimentos, sobretudo de origem vegetal (frutas,

hortaliças, cereais e leguminosas)¹²⁻¹⁴. Resultados epidemiológicos e experimentais indicam que dietas equilibradas podem reduzir o estresse oxidativo¹⁵. Como consequência do Exercício Físico Extenuante (EFE), tem sido observada uma redução na concentração da vitamina E nas membranas celulares, assim como aumento da atividade da catalase em eritrócitos humanos, evidenciando, de forma indireta, indução de estresse oxidativo^{5,15}.

Este trabalho teve como objetivo verificar o efeito da dieta Ovo-Lácteo-Vegetariana (DOL) e do EFE sobre as atividades das enzimas Catalase (CAT) e Superóxido Dismutase (SOD) em indivíduos jovens e saudáveis.

MÉTODOS

Foram selecionados dez indivíduos masculinos, saudáveis, não fumantes, não etilistas e não sedentários. Todos eram estudantes com idades compreendidas entre 18 e 20 anos, matriculados no primeiro ano do Instituto Adventista do Nordeste (IAENE), residentes em sistema de internato. Por motivos religiosos, a alimentação diariamente servida no IAENE era ovo-lácteo-vegetariana. Após a autorização por escrito para participar do trabalho e a aprovação pelo Conselho de Ética da Escola Bahiana de Medicina e Saúde Pública, sob protocolo no 043/2000, de 5 de junho de 2000, os indivíduos foram submetidos às análises clínicas e ao teste de ergoespirometria de acordo com o protocolo de Bruce para determinar o $VO_{2\text{máx}}$.

Antes do início do programa alimentar ovo-lácteo-vegetariano, todos os indivíduos realizaram separadamente um teste de esforço máximo numa esteira rolante, até a exaustão. A partir daí, determinou-se a intensidade do exercício em que eles se encontravam a 75% do seu consumo máximo de oxigênio. Determinado esse parâmetro, os participantes realizaram um teste de EFE até a exaustão. Recolheram-se amostras de sangue antes do exercício e dez minutos após seu término, para avaliar as atividades da CAT e SOD.

Eles não tomaram bebidas alcoólicas nem outro tipo de droga durante a semana que precedeu os testes.

Realizou-se o controle alimentar durante quatro meses seguidos e, ao final, os participantes foram submetidos novamente ao EFE até a exaustão, após o quê foram recolhidas amostras de sangue. O *status* antioxidante foi avaliado através das atividades da SOD e CAT.

Critério de seleção da amostra

Foram selecionados inicialmente 31 voluntários, sedentários (esporte regular máximo de uma vez por semana em sessões com menos de 30 minutos), todos residentes no Instituto, onde também se alimentavam. Cada um deles foi submetido a um inquérito de hábitos de vida (horas de sono, prática de atividade física, consumo de drogas, medicamentos e álcool), dados clínicos (hipertensão, diabetes, dislipidemia, parasitoses) e nutricionais (horário e fracionamento habitual das refeições, preferências e aversões alimentares). Considerou-se como critério de exclusão o sobrepeso (Calculado pelo Índice de Massa Corporal - IMC-kg/cm², $19 \leq \text{IMC} \leq 24$), a prática regular de exercícios físicos, o consumo de drogas, medicamentos e álcool, além da presença de qualquer enfermidade relacionada com os dados clínicos. Também se excluíram aqueles indivíduos que não aceitaram de bom grado submeter-se às condições experimentais. Depois da primeira seleção, restaram 18 indivíduos. Após a realização das análises clínicas (tensão arterial, frequência cardíaca), bioquímicas (glicemia, colesterol total e frações, ácido úrico), sumário de urina e parasitológico de fezes, antes e depois do controle alimentar, apenas 10 indivíduos foram selecionados e finalizaram o estudo.

Antes de iniciar a DOL, os indivíduos foram submetidos a avaliação nutricional que incluiu: anamnese sobre os alimentos ingeridos, dados bioquímicos, exames clínicos, antecedentes médicos e familiares, além dos dados antropométricos e psicossociais. Para avaliar a quantidade

dos alimentos ingeridos, uma semana antes e depois do controle alimentar, utilizou-se o método do resto-ingesta¹⁶. A necessidade energética total, assim como o consumo diário de vitaminas e minerais foram calculados de acordo com a *Recommended Dietary Allowances (RDA)* da *Food and Nutrition Board National Research Council*, 1998¹⁷. Para o cálculo da ingestão diária de proteínas, lipídeos, carboidratos e fibras, utilizaram-se as recomendações da Sociedade Brasileira de Alimentação e Nutrição¹⁸. Para quantificar o consumo alimentar diário, foram utilizados recipientes graduados e adaptados às medidas caseiras¹⁹.

Todos os indivíduos foram previamente treinados sobre o método do controle nutricional e o comportamento alimentar que adotariam durante o estudo. Foram feitos os ajustes necessários aos cardápios diários e instruíram-se os funcionários do restaurante para prepararem e servirem com rigor as rações correspondentes. Estabele-

ceram-se os padrões e as graduações dos utensílios para a distribuição dos alimentos (copos, xícaras e conchas graduados) para assim definir as quantidades e as medidas a administrar-se. Separou-se a distribuição das refeições (restaurante reservado para os indivíduos com dieta), o que possibilitou uma supervisão eficaz. Assegurou-se a quantidade ingerida, pesando-se os restos de comida, ossos e cascas que sobravam no prato, mediante o método do resto-ingesta.

A avaliação do consumo diário médio de nutrientes realizou-se com o *software Virtual Nutri* versão 1 e as tabelas de composição química dos alimentos²⁰.

Cardápios básicos da dieta ovo-lácteo-vegetariana

Desjejum: Nescau® ou farinha láctea, leite integral, iogurte, açúcar mascavo, pão, biscoitos,

Tabela 1. Aporte semanal de alimentos durante o consumo das dietas livre e ovo-lácteo-vegetariana.

	Dieta livre (DL)		Dieta ovo-lácteo-vegetariana (DOL)		%Δ	p
	M	DP	M	DP		
Leguminosas cozidas (g)	2 474,15	130,83	3 071,18	260,82	24,13	**
Leite integral (mL)	1 261,47	45,22	1 266,96	131,53	0,43	n.s.
Queijo (g)	114,52	16,52	216,79	27,44	89,30	*
Cereais (g)	2 444,12	90,65	2 519,86	262,71	3,10	n.s.
Carne bovina (g)	588,16	72,36				
Frango (g)	421,82	39,90				
Pescado (g)	261,12	9,35				
Ovos (g)	157,20	34,70	980,00	26,88	523,41	***
Hortaliças (g)	321,80	26,16	506,00	12,60	57,24	**
Frutas (g)	1 141,56	152,04	2 856,42	109,41	150,22	**
Farinha de mandioca (g)	322,07	19,81	147,00	22,12	-54,36	*
Açúcar e doces (g)	280,77	22,61	263,55	24,15	-6,13	n.s.
Sucos (mL)	856,98	25,00	4 284,07	70,84	399,90	***
Refrigerantes (mL)	2 000,00	0,60				
Azeite de oliva (mL)	45,29	4,48	107,52	83,72	137,40	*
Azeite de dendê (mL)	23,45	1,29				
Óleo de soja (mL)	146,86	52,43	126,07	37,52	-14,16	n.s.
Pastelaria frita (g)	432,00	12,16				
Manteiga (g)	105,56	82,67	66,04	22,61	-37,47	n.s.
Leite de coco (g)	62,76	3,52	42,76	14,20	-31,87	*
Soja (g)			151,05	33,51		
Gluten (g)			40,64	2,66		
Iogurte (g)			1 624,63	43,96		

M: média; DP: desvio-padrão; %Δ: variação em percentagem; níveis de significância estatística das diferenças: * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$; n.s.: não significativa.

manteiga ou marmelada, ovos, queijo caseiro, frutas, batata-doce ou aipim, inhame ou bananas fritas com açúcar e canela, cuscuz e mingaus em dias alternados.

Almoço: Salada crua e cozida, pratos à base de glúten (duas vezes por semana), pratos à base de soja texturizada (uma vez por semana), pratos à base de ovos (quatro vezes por semana), arroz ou massa, feijão branco, lentilha, grão de bico ou ervilha (em dias alternados), suco de fruta com açúcar.

Sobremesa: Frutas (cinco vezes por semana), doces (duas vezes por semana).

Jantar: Sopa com massa, hortaliças e leguminosas, iogurte, pastas italianas, pão (diversos), queijo, frutas, sucos de frutas, açúcar.

Prova de esforço

Cinco minutos antes de começar a prova, foram puncionados 5mL de sangue. A prova foi realizada em uma esteira rolante em posição horizontal, iniciando-se a uma velocidade de 6km/h e aumentando-a gradualmente a uma taxa de 1km/h por minuto, até que os indivíduos alcançassem 80% da frequência cardíaca máxima

Tabela 2. Aporte médio diário de energia, nutrientes e fibras durante o consumo das dietas livre e ovo-lácteo-vegetariana.

	Dieta livre (DL)		Dieta ovo-lácteo-vegetariana (DOL)		%Δ	p
	M	DP	M	DP		
Energia (kcal)	3 364,36	842,08	2 818,17	381,00	-16,23	n.s.
Carboidratos simples (g)	134,28	55,70	55,24	24,77	-58,86	*
Carboidratos complexos (g)	354,29	64,74	424,00	54,87	19,68	*
Proteína de baixo valor biol (g)	42,46	16,77	55,38	14,77	30,43	*
Proteína de alto valor biol (g)	60,86	29,17	24,23	11,23	-60,19	**
Lípídeos saturados (g)	52,74	12,56	18,78	2,54	-64,39	**
Lípídeos poli-insaturados (g)	26,16	6,54	25,67	3,48	-1,87	n.s.
Lípídeos monoinsaturados (g)	18,51	5,38	25,98	3,51	40,36	*
Fibras alimentar (g)	14,32	5,23	22,32	9,20	55,87	**
Colesterol (mg)	471,00	30,02	120,32	32,70	-74,45	***
Tiamina - B ₁ (mg)	2,57	0,24	2,72	0,51	5,84	**
Riboflavina - B ₂ (mg)	2,53	0,41	2,55	0,40	0,79	n.s.
Vitamina B ₆ - piridoxina (mg)	2,75	0,31	1,91	0,34	-30,55	n.s.
Vitamina B ₁₂ - cobalamina (μg)	7,56	0,94	4,55	1,11	-39,81	*
Niacina - B ₃ (mg)	36,16	6,08	20,98	3,63	-41,98	*
Folato - B ₉ (μg)	266,21	41,83	445,06	83,76	67,18	**
Ac. Ascórbico - C (mg)	76,10	19,11	171,03	94,36	124,74	n.s.

M: média; DP: desvio-padrão; biol: biológico; AC: ácido; %Δ: variação em percentagem; níveis de significância estatística das diferenças: * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$; n.s.: não significativa.

Tabela 3. Aporte médio diário de minerais durante o consumo das dietas livre e ovo-lácteo-vegetariana

	Dieta livre (DL)		Dieta ovo-lácteo-vegetariana (DOL)		%Δ	p
	M	DP	M	DP		
Cálcio (mg)	926,05	231,61	1 868,99	147,25	101,82	***
Magnésio (mg)	274,49	61,04	306,64	77,25	11,71	n.s.
Zinco (mg)	18,34	2,71	11,60	1,15	-36,75	*
Ferro (mg)	19,50	3,90	17,59	2,21	-9,79	n.s.
Selênio (μg)	113,55	42,20	106,28	20,67	-6,40	n.s.

M: média; DP: desvio-padrão; %Δ: variação em percentagem.

Níveis de significância estatística das diferenças: * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$; n.s.: não significativa.

($FC_{\text{máx}}$). A partir desse ponto, manteve-se a velocidade constante até a exaustão, determinada por dor muscular ou articular, ou por fadiga para continuar o exercício. Depois da recuperação, a 6km/h durante 5 minutos, e do descanso de mais 5 minutos, foram recolhidas 5mL de sangue.

Método para quantificar a atividade da SOD

A extração da SOD realizou-se mediante as hemólises dos eritrócitos lavados e centrifugados duas vezes a 900g com solução a 0,9% de cloreto de sódio e ressuspensos em água destilada. A partir da fase aquosa, quantificaram-se as proteínas pelo método de Lowry *et al.*²¹. A análise da SOD nos eritrócitos realizou-se pelo método indireto, utilizando a xantina e a xantina oxidase (SIGMA®), como sistema produtor de oxigênio nascente. A atividade da SOD foi calculada espectrofotometricamente (nm), mediante a inibição da velocidade de formação do radical superóxido que reduz o citocromo C (SIGMA®), uma vez que a SOD compete pelos radicais superóxidos²². Uma unidade SOD (U) corresponde à quantidade de enzima capaz de inibir a redução do citocromo c em 50,0% no sistema acoplado com xantina oxidase em pH 7,8 e a 25°C em um volume de reação de 3mL.

Método para quantificar a atividade da CAT

O hemolisado foi preparado com aproximadamente 5g de hemoglobina por 100mL, e a atividade catalásica foi determinada pela incubação de 2mL do hemolisado com 1mL de peróxido de hidrogênio 30mM a 20°C. A absorbância do sistema foi medida espectrofotometricamente em 240nm nos tempos de zero, 10, 20 e 30 segundos. A atividade catalásica foi expressa em mMol.mgHB⁻¹.s⁻¹.

Dados estatísticos

Para analisar as diferenças das variáveis antes e depois da dieta e antes e depois do EFE,

utilizou-se o teste não paramétrico de *Wilcoxon* para amostras pareadas. A análise estatística foi realizada mediante o programa estatístico *Statistic-v 4.5* para o sistema operacional *Windows-XP*®.

RESULTADOS

Características das dietas

A Tabela 1 mostra o aporte médio semanal dos alimentos consumidos antes e depois do controle alimentar, ou seja, com Dieta Livre (DL) e com DOL. Algumas alterações foram feitas para adequar a dieta às recomendações da Sociedade Brasileira de Alimentação e Nutrição (SBAN). Houve aumento significativo do consumo de leguminosas (principalmente a inclusão da soja), glúten, iogurte, queijo, ovos, hortaliças, frutas e sucos. Por outro lado, houve redução de farinha de mandioca e óleo de soja, e exclusão de carnes, pescados, refrigerantes, salgadinhos fritos e embutidos.

Ao comparar a ingestão diária de nutrientes das dietas DOL e DL (Tabela 2), observam-se as seguintes modificações: redução significativa ($p < 0,05$) de carboidratos simples (-58,86%), proteínas de alto valor biológico (-60,18%), lipídeos saturados (-64,39%) e colesterol exógeno (-53,22%); redução significativa das vitaminas piridoxina (-30,54%) e cobalamina (-39,81%), de minerais e particularmente de zinco (-36,75%). Observam-se também aumentos significativos de carboidratos complexos (19,67%), proteínas de baixo valor biológico (30,43%), lipídeos monoinsaturados (40,35), fibras alimentares (55,86%) e folato (67,18%). Quanto aos minerais, observam-se aumento significativo ($p < 0,001$) de cálcio 101,82%. O ferro e o selênio sofreram redução, mas de forma não significativa.

Influência da dieta sobre as atividades da CAT e SOD

A Figura 1 mostra a influência do EFE, antes e depois da DOL, sobre a atividade da enzima

antioxidante CAT. Antes do Controle Alimentar (DL), observou-se uma elevação significativa ($p < 0,05$) de 20,84% da atividade da CAT. Depois do DL e do EFE, com o mesmo protocolo, a atividade da CAT incrementou também, mas de forma não significativa, em 13,58%. Isso significa que o

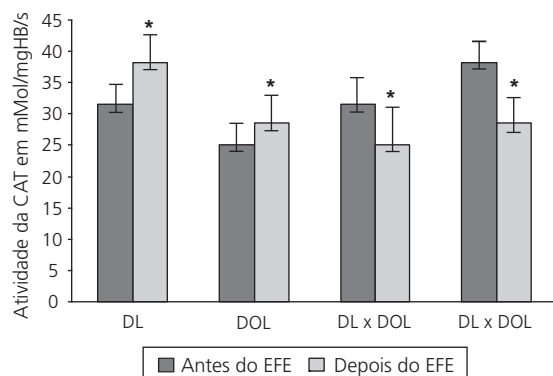


Figura 1. Modificações na atividade da catalase eritrocitária humana em consequência do exercício físico extenuante, antes da dieta livre e depois da dieta ovo-lácteo-vegetariana. Cachoeira (BA), 2002.

Nota: Valores médios mais os desvios-padrões e nível de significância: * $p > 0,05$.

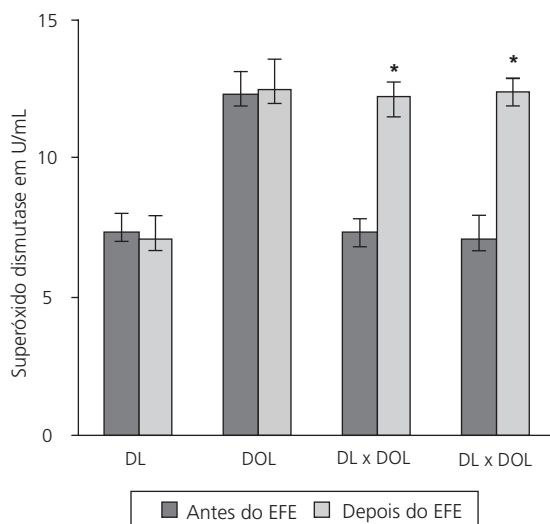


Figura 2. Modificações na atividade da superóxido dismutase de eritrócitos humanos em consequência do exercício físico extenuante, antes da dieta livre e depois da dieta ovo-lácteo-vegetariana. Cachoeira, (BA), 2002.

Nota: Valores médios e desvios-padrões, nível de significância: * $p < 0,05$.

EFE induz aumento da atividade catalásica, independentemente da dieta. Mas, quando se compara o aumento da atividade catalásica induzida pelo EFE, antes e depois da DOL, observa-se uma diminuição não significativa, de 26,12%. Esse fato sugere que a CAT é um indicador de estresse oxidativo e que a DOL interfere no aumento da atividade enzimática, induzida pelo EFE. Quando se comparam as atividades da CAT, antes e depois do controle alimentar, observa-se uma redução de forma significativa de -20,47% ($p < 0,05$).

A Figura 2 mostra que a SOD não se modificou em consequência do EFE, tanto antes como depois do controle alimentar; no entanto, constata-se que a atividade da SOD aumentou de forma significativa em 77% após a DOL.

DISCUSSÃO

A atividade da catalase medida em eritrócitos tem sido empregada como um dos indicadores de *status oxidativo* em seres humanos²³⁻²⁵. Os eritrócitos são sensíveis a lesões oxidativas em função do alto conteúdo de ácidos graxos poli-insaturados em suas membranas e das altas concentrações intracelulares de oxigênio e hemoglobina, que são promotores potenciais de processos oxidativos²⁴. Neste trabalho, constatou-se que o EFE, antes do controle alimentar, produziu uma elevação significativa ($p < 0,05$) de 20,84% da atividade da CAT. No entanto, depois da DOL, e antes do EFE, a atividade da CAT incrementou também, mas de forma não significativa em 13,58%. Isso talvez signifique que o EFE induz um aumento da atividade catalásica, independentemente da dieta. Mas, quando se compara o aumento da atividade catalásica induzida pelo EFE, antes e depois da DOL, observa-se uma diminuição não significativa de 26,12%. A DOL minimizou os efeitos do EFE sobre a atividade da enzima.

O exercício pode elevar a atividade catalásica, e supõe-se que a produção do radical supe-

róxido, durante o EFE, seja o fator responsável por essa elevação. O ânion superóxido reage com o ferro contido nessa enzima, mantendo-o na forma ativa de Fe III (Tauler *et al.*²⁵). Quando se compara a atividade da CAT, antes e depois do controle alimentar, observa-se uma redução de -20,47%, de forma significativa ($p < 0,05$). A DOL reduziu a atividade da CAT diante de um EFE, o que pode ser atribuído ao aumento do consumo de hortaliças, frutas e sucos, além de outros componentes da dieta. A DOL exerceu um papel protetor, ou pelo menos, redutor do estresse oxidativo, induzido pelo EFE. A dieta pode interferir no *status* oxidativo, uma vez que nos alimentos encontram-se substâncias antioxidantes como as vitaminas A, C, E, carotenoides, fenóis, selênio, zinco, e pro-oxidantes, como ferro, ácidos graxos poli-insaturados, entre outros²⁶.

Embora neste trabalho a DOL tenha incrementado o consumo de vitamina C (Tabela 2) e reduzido o zinco (-36.75%), o ferro e selênio, mesmo que de forma não significativa (Tabela 3), não se pode atribuir, de forma direta, algum tipo de interferência da dieta sobre o *status* oxidativo a uma ou outra substância isoladamente, uma vez que elas interagem e atuam em bloco. Por exemplo, a vitamina A e os carotenoides são antioxidantes altamente eficientes principalmente na inativação do oxigênio *singlet*¹⁰; a vitamina E estabiliza as membranas biológicas, protege a degradação da vitamina A e de outros retinoides, impede a peroxidação de sua cadeia carbônica insaturada, aumenta a eficiência vitamínica e antioxidante, melhorando as condições de armazenamento no organismo²⁶. As necessidades de vitamina E aumentam com a ingestão aumentada de ácidos graxos poli-insaturados. A vitamina C pode eliminar superóxidos e atuar como redutor cooperativista na regeneração da vitamina E; também a regeneração da vitamina C no sistema redox depende da glutathione redutase e reduz o Fe^{3+} a Fe^{2+} que, por sua vez, na presença de H_2O_2 pode estimular a formação do Radical Hidroxil ($HO\cdot$)¹⁵. Os polifenóis podem sequestrar radicais livres e quelar cátions divalentes como o Fe^{2+} , agindo

tanto na etapa de iniciação como na propagação de processos oxidativos¹³. O selênio é utilizado como cofator da enzima antioxidante glutathione peroxidase; o zinco juntamente com o cobre faz parte da enzima superóxido dismutase citosólica (Cu-ZnSOD), e o manganês é o cofator metálico da superóxido dismutase na matriz mitocondrial (Mn-ZnSOD). Entre as diversas classes de substâncias antioxidantes de ocorrência natural, os compostos fenólicos têm recebido muita atenção nos últimos anos, sobretudo por inibirem a peroxidação lipídica¹³. A interação entre os micronutrientes indica que a ingestão marginal de um desses antioxidantes pode provocar a redução na bioatividade de outro micronutriente essencial, embora aquele seja consumido nos níveis recomendados¹².

Uma dieta equilibrada aporta ao mesmo tempo antioxidantes de natureza vitamínica, mineral, carotenoides e fenóis, que, de forma interativa, podem aumentar a capacidade antioxidante do organismo e reduzir a atividade da CAT¹⁵. Segundo Stachowska *et al.*²³, a administração de dieta tipo mediterrâneo por 6 meses reduziu significativamente a atividade da catalase em eritrócitos de pacientes submetidos a transplante renal.

Os resultados apresentados neste trabalho evidenciam que a dieta ovo-lácteo-vegetariana, por si só, não interfere na atividade da catalase na condição basal. Isso sugere a não formação de peróxido de hidrogênio suficiente para depletar essa enzima nas condições propostas no estudo. Contudo, a atividade da SOD se mostra sensível ao hábito alimentar e, ao contrário da CAT, não sofreu influência do EFE. Como a SOD é a principal enzima responsável pela detoxificação do ânion superóxido, e como ele é importante para iniciar a reação do estresse oxidativo, pode-se inferir que a DOL é mais eficiente contra o estresse oxidativo que a dieta DL. Isso porque a manutenção do *status* antioxidante é feita através de mecanismos enzimáticos e não enzimáticos, enquanto neste estudo apenas dois parâmetros foram avaliados (SOD e CAT). Assim sendo, são necessários outros estudos que permitam um melhor entendimen-

to dos efeitos globais da ingestão da dieta ovo-lácteo-vegetariana e do exercício físico extenuante sobre o estresse oxidativo.

CONCLUSÃO

As atividades das enzimas CAT e SOD sofreram influência da DOL em condições de repouso. Houve redução da atividade da CAT, assim como aumento significativo da atividade da SOD. Para a detecção de possíveis efeitos relacionados ao dano oxidativo, seria necessária a utilização de técnicas mais sensíveis que as utilizadas neste trabalho. No entanto, pode-se concluir que a prática de EFE incrementa a atividade da CAT sem modificar a da SOD. Depois de quatro meses de DOL, o EFE induziu uma menor elevação da atividade da CAT. Esses dados sugerem a presença de compostos antioxidantes componentes da DOL, que minimizam os efeitos do EFE sobre a atividade de CAT.

AGRADECIMENTOS

Ao Laboratório de Pesquisas Básicas da Escola Bahiana de Medicina e Saúde Pública - FBDC e ao Laboratório de Neuroquímica e Biologia Celular do Instituto de Ciências da Saúde da Universidade Federal da Bahia - Salvador, onde foi realizada parte dos experimentos.

COLABORADORES

Todos os autores participaram de todas as fases da pesquisa e redação do artigo.

REFERÊNCIAS

- Cannon G. Food, nutrition and the prevention of cancer: a global perspective. Washington (DC): American Institute for Cancer Research; 1997.
- Kushi LH, Meyer KA, Jacobs DR. Cereals, legumes and chronic disease risk: evidence from epidemiologic studies. *Am J Clin Nutr.* 1999; 70: 451-9.
- Supinski G. Free radical induced respiratory muscle dysfunction. *Mol Cell Biochem.* 1998; 179:99-110.
- Powers SK, Lennon SL. Analyses of cellular responses to free radicals: focus on exercise and skeletal muscle. *Proc Nutr Soc.* 1999; 58:1025-8.
- Subudhi AW, Scott LD, Kipp RW, Wayne EA. Antioxidant status and oxidative stress in elite alpine ski racers. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* 2001; 11: 32-9.
- Almar M, Villa JG, Cuevas MJ, Rodríguez-Marroyo JA, Avila C, Gonzalez-Gallego J. Urinary levels of 8-hydroxydeoxyguanosine as a marker of oxidative damage in road cycling. *Free Rad Res.* 2001; 22:1-7.
- Kostka T, Bonnefoy M, Arsac L, Berthouze S, Belli A, Lacour JR. Habitual physical activity and peak anaerobic power in elderly women. *Eur J Appl Physiol* 1997; 76:81-9.
- Volková K, Dusinská M, Collins AR. From oxidative DNA damage to molecular epidemiology. *J Appl Biomed.* 2006; 4:39-43.
- Divisi D, Tommaso SD, Salvemini S, Garramone M, Cresci R. Diet and cancer. *Acta Biomed.* 2006; 77: 118-23.
- Aruoma OI. Free radicals, oxidative stress and antioxidants in human health and disease. *J Am Oil Chem Soc.* 1998; 75:199-213.
- Naoum PC. Radicales libres y daños eritrocitarios. *Rev Hematol* 2001; 1:150-72.
- Vannucchi H, Moreira EAM, Ferreira DC, Junqueira Franco MVM, Bernardes MM, *et al.* Papel dos nutrientes na peroxidação lipídica. *Med Rib Preto.* 1998; 31:31-8.
- Moure A, Cruz JM, Franco D, Dominguez JM, Sinero J, Dominguez H, *et al.* Natural antioxidants from residual source. *Food Chem.* 2001; 72:145-71.
- Skjelbred FC, Saebo M, Hjartaker A, Grotmol T, Hansteen I, Tveit KM, *et al.* Meat, vegetables and genetic polymorphisms and the risk of colorectal carcinomas and adenomas. *BMC Cancer.* 2007; 7: 228-239.
- Vázquez RM, El-Bachá SR, Ordas CA, Ribeiro BE, Vicente VJG, Rodrigues LEA. Dieta afro-bahiana, estrés oxidativo y ejercicio físico. *Rev Nutr.* 2006; 19(6):673-83. doi: 10/590/S1415-52732006000600004.
- Mahan LK, Arlin MT. Krause's, food, nutrition and diet therapy. Washington (DC): WB. Saunders; 1998. p.289-350.
- Food and Nutrition Board, National Research Council. Recommended dietary allowances. 10th ed. Washington (DC); National Academy Press; 1998.
- Vannucchi H, Menezes EW, Campana A, Lajolo FC. Aplicações das recomendações nutricionais adaptadas à população brasileira. *Cad Nutr SBAN.* 1990; 2:155.

19. Pinheiro BV, Lacerda EM, Benzecry EH. Tabela para avaliação do consumo alimentar com medidas caseiras. 4ª ed. Rio de Janeiro: Atheneu; 1998.
20. Philippi ST. Tabela de composição de alimentos: suporte para decisão nutricional. 2ª ed. São Paulo: Colônario; 2002.
21. Lowry EH, Rosenbrough NJ, Farr LL, Randdall RJ. Protein measurement with Folin phenol reagent. *J Biol Chem.* 1951; 193(1):265-75.
22. Abelson JN, Simon MI. *Methods in enzymology. Oxygen radicals and antioxidants.* San Francisco (CA): Academic Press; 1984. p.101-4.
23. Stachowska E, Wesolowska T, Olszewska M, Safranow K, Millo B, Domanski L, *et al.* Elements of mediterranean diet improve oxidative status in blood of kidney graft recipients. *Br J Nutr.* 2005; 93(3):345-52.
24. Jung UJ, Kim HJ, Lee JS, Lee MK, Kim HO, Park EJ, *et al.* Naringin supplementation lowers plasma lipids and enhances erythrocyte antioxidant enzyme activities in hypercholesterolemia subjects. *Clin Nutr.* 2003; 22(6):561-8.
25. Tauler P, Aguilo A, Gimeno I, Fuentespina E, Tur JA, Pons A. Influence of vitamin C diet supplementation on endogenous antioxidant defenses during exhaustive exercise. *Pflugers Arch.* 2003; 446(6):658-64.
26. Southorn PA, Powins G. Free radicals in medicine. *Chem Nat Biol React.* 1988; 63(4):381-89.

Recebido em: 18/8/2009

Versão final reapresentada em: 30/11/2010

Aprovado em: 4/1/2011