

## El consumo elevado de licopeno sumado a una ingestión reducida de carnes rojas aumenta el poder antioxidante total

Diego Messina, Rafael Pérez Elizalde, Catalina Soto, Ana Uvilla,  
José Daniel López Laur, Constanza López Fontana.

Laboratorio de Enfermedades Metabólicas y Cáncer. Facultad de Farmacia y Bioquímica. Universidad Juan Agustín Maza. Laboratorio de Hormonas y Biología del Cáncer. IMBECU, CONICET CCT-Mendoza.

**RESUMEN.** Los sistemas antioxidantes del cuerpo humano son capaces de remover a los radicales libres, protegiendo así al organismo del daño que estos pueden ocasionar, y pueden ser valorados en conjunto mediante la determinación del poder antioxidante total (TAS, por sus siglas en inglés). Este biomarcador es modulado por la alimentación mediante la incorporación de sustancias con propiedades antioxidantes o prooxidantes. El objetivo del presente trabajo fue estimar la ingestión de nutrientes antioxidantes y grupos específicos de alimentos y correlacionarla con el TAS. Fueron seleccionados al azar 45 sujetos de sexo masculino, entre 50 y 75 años, de una consulta médica de rutina. El trabajo consistió en una evaluación de TAS mediante técnica ABTS más una entrevista nutricional donde se evaluó la composición corporal mediante antropometría y la ingestión habitual de nutrientes y grupos específicos de alimentos mediante un recordatorio de 24 h y un cuestionario de frecuencia de consumo de alimentos validado para tal fin. El análisis estadístico se realizó mediante Coeficiente de Correlación de Pearson o Spearman según la normalidad de la muestra ( $p < 0,05$ ). El TAS se correlacionó positivamente con el consumo de licopeno ( $r = 0,295$ ;  $p = 0,049$ ) y negativamente con la ingestión de carnes rojas ( $r = -0,403$ ;  $p = 0,007$ ). Los demás nutrientes o alimentos no se correlacionaron con el TAS. Por lo tanto, una ingestión elevada de licopeno y un consumo reducido de carnes rojas ayudarían a mejorar el sistema antioxidante del organismo.

**Palabras clave:** Poder Antioxidante Total, licopeno, carne roja, antioxidantes

**SUMMARY.** High intake of lycopene together with low intake of red meat increases the total antioxidant status. The body's antioxidant systems are able to remove free radicals, thus protecting the body from the damage they may cause. They can be estimated, as a whole, through the determination of total antioxidant status (TAS). This biomarker can be modulated by dietary factors through the incorporation of substances with antioxidant or prooxidant properties. The aim of this study was to estimate the intake of antioxidant nutrients and specific food groups, and its correlation with TAS. Forty-five male volunteers between 50 and 75 years were randomly selected from a medical consultation. The study included a TAS determination by ABTS and a nutritional interview where corporal composition was studied through anthropometry and the habitual consumption of nutrients was estimated by means of 24 hour diary and food consumption frequency questionnaire. Statistical analysis was performed by using Pearson or Spearman correlation coefficient ( $p < 0.05$ ). TAS was positively correlated with lycopene consumption ( $r = 0,295$ ;  $p = 0,049$ ), and negatively with red meat intake ( $r = -0,403$ ;  $p = 0,007$ ), while intake of other studied antioxidant nutrients did not correlate significantly with TAS. In conclusion, high intake of lycopene and reduced red meat consumption increase TAS.

**Key words:** Total Antioxidant Status, lycopene, red meat, antioxidants

### INTRODUCCIÓN

El estrés oxidativo es un desequilibrio entre los radicales libres y los mecanismos de defensa antioxidante del organismo y genera alteraciones de la relación estructura-función en cualquier órgano, sistema o grupo celular especializado. Se lo reconoce como mecanismo general de daño celular, ya que daña las macromoléculas (lípidos, proteínas, hidratos de carbono y ácidos nucleicos) y altera los procesos ce-

lulares (funcionalidad de las membranas, producción de enzimas, respiración celular, inducción génica, etc.) favoreciendo al desarrollo de enfermedades tales como cáncer, artritis reumatoidea, enfermedades cardiovasculares y diabetes, entre otras (1, 2).

Los sistemas antioxidantes del organismo son capaces de remover a los radicales libres, protegiendo al organismo del daño que estos pueden ocasionar, y es posible valorarlos mediante la evaluación del poder antioxidante total (TAS, por sus siglas en inglés). Este

biomarcador considera la acción acumulativa de todos los antioxidantes presentes en la sangre y los fluidos corporales, siendo un parámetro integrado, más que una simple suma de antioxidantes medidos (3). En general, mide el efecto de tres sistemas de defensa en la circulación: *antioxidantes primarios* (enzimas y proteínas que previenen la formación de radicales libres), *antioxidantes secundarios* (vitaminas, carotenoides, flavonoides y otros compuestos que captan directamente a los radicales libres) y *antioxidantes terciarios* que incluyen enzimas reparadoras de ADN (4).

El TAS puede ser utilizado para valorar el riesgo de enfermedades crónicas asociadas con el estrés oxidativo (5) y es modulado por la alimentación mediante la incorporación de sustancias con propiedades antioxidantes o prooxidantes, ya que depende en parte del aporte de los antioxidantes secundarios mencionados.

Existe una gran variedad de nutrientes que poseen actividad antioxidante directa o indirecta, entre ellos, las vitaminas C y E, y los minerales cinc, cobre, manganeso, selenio y hierro. Todos ellos son indispensables para el organismo, ya que éste no puede sintetizarlos ni suplir sus funciones por mecanismos propios.

La vitamina C es un compuesto reductor que aporta electrones para regenerar la forma reducida activa de otros antioxidantes biológicos como glutatión, tocoferol y flavonoides (6). Por su parte, la vitamina E protege a los ácidos grasos poliinsaturados (AGPI) de los fosfolípidos de las membranas biológicas y lipoproteínas del plasma. Así, actúa como antioxidante interrumpiendo la cadena de oxidaciones y previniendo la autooxidación adicional de lípidos. Luego reacciona con vitamina C u otros reductores (como glutatión), retornando a su estado reducido, es decir que se “recicla” constantemente gracias a otros antioxidantes (6). Este mecanismo es efectivo *in vitro*, pero no se conoce su eficacia *in vivo*, ya que la vitamina C tiende a localizarse en espacios acuosos, mientras que la vitamina E lo hace en espacios lipídicos (7).

El cinc y el cobre son cofactores de las enzimas *superóxido dismutasas*, capaces de remover al radical libre superóxido, tanto en el ambiente intracelular como extracelular. Otra superóxido dismutasa se localiza en las mitocondrias y requiere manganeso para funcionar. El hierro es un componente de la enzima *catalasa*, la cual se encuentra en los peroxisomas de las células y lleva a cabo funciones similares a la *glutatión peroxidasa*, es decir, la descomposición del pe-

róxido de hidrógeno en agua y oxígeno (7).

Otros compuestos con capacidad antioxidante son incorporados al organismo a través de los alimentos. Entre ellos se encuentran los carotenoides y los flavonoides. Los carotenoides, algunos de los cuales son precursores de vitamina A, son particularmente útiles para reaccionar con el oxígeno solitario, que si bien no representa un radical libre, es capaz de iniciar el estrés oxidativo (7), y para formar el oxígeno triatómico por interacción con el monoatómico, el cual es más reactivo que el primero. La función principal de aquellos carotenoides que no poseen oxígeno en la molécula es la formación de vitamina A, por lo que son considerados esenciales en ciertas condiciones. El beta-caroteno es el carotenoide con mayor actividad como pro-vitamina A, y el más habitual en la alimentación. El licopeno representa aproximadamente el 50% de los carotenoides en el plasma humano e, *in vitro*, se ha observado que es el que tiene la mayor capacidad de extinguir al oxígeno singlete. Por último, otro de los carotenoides más consumidos en la alimentación habitual es la luteína, que pertenece al subgrupo de las xantófilas, ya que posee dos grupos hidroxilo en su estructura química. En el organismo es transformada en ceaxantina, otro carotenoide, y ambos carecen de actividad como pro-vitamina A, pero son potentes antioxidantes al igual que los ya mencionados.

Finalmente, los flavonoides son un grupo muy diverso de metabolitos secundarios del reino vegetal, caracterizados por ser polifenólicos y muy solubles en agua. El ser humano los incorpora exclusivamente a través los alimentos de origen vegetal. Además de secuestrar radicales libres, quelar iones metálicos e inhibir oxidasas, los flavonoides pueden aumentar la disponibilidad de antioxidantes endógenos, así como la actividad de enzimas antioxidantes, al mismo tiempo que son capaces de inhibir enzimas involucradas en la generación de especies reactivas de oxígeno (8).

El objetivo del presente trabajo fue estimar la ingestión de nutrientes antioxidantes y grupos específicos de alimentos y correlacionarla con el TAS en un grupo de varones de la provincia de Mendoza, Argentina.

## SUJETOS Y MÉTODOS

### Población

La muestra estudiada estuvo constituida por 45 individuos de sexo masculino, entre 50 y 75 años de

edad, con peso estable ( $\pm 3$ kg en tres meses), sin alteraciones endocrinas y/o metabólicas conocidas, y sin prescripción de medicamentos que alteren el TAS, seleccionados al azar a partir de una consulta médica de rutina. Fueron excluidos los voluntarios con un consumo habitual elevado de bebidas alcohólicas, drogas o fumadores, con patologías como hipertensión arterial, diabetes mellitus, dislipidemias y/o enfermedad tiroidea tratadas con fármacos, con obesidad tratada con cirugía y aquellos que hubieran participado en ensayos clínicos o intervenciones nutricionales en los últimos tres meses.

### Diseño del estudio

El diseño del estudio epidemiológico fue transversal analítico. El trabajo consistió en una *entrevista nutricional* donde se evaluó la composición corporal a través de antropometría y una historia dietética detallada mediante recordatorio de 24 h y un cuestionario de frecuencia de consumo de alimentos (CFCA) (9, 10) y, por último, un *análisis de laboratorio* que incluyó TAS.

Todos los hombres que participaron en el estudio firmaron un consentimiento escrito a un protocolo previamente aprobado por el Comité de Ética de la Universidad Nacional de Cuyo (Mendoza, Argentina).

### Composición corporal

A todos los participantes se les evaluó la composición corporal mediante antropometría. Se midió peso corporal en una balanza (capacidad 150 kg y 100 g de precisión, marca CAM, modelo P-1003, Buenos Aires, Argentina). La estatura se midió en el estadiómetro metálico de la misma balanza, con una escala de 1 a 200 cm y una precisión de 0,5 cm. Se midieron los pliegues cutáneos (tricipital, bicipital, suprailíaco y subescapular), utilizando un plicómetro (HARPENDE con una precisión de 0,2 mm y apertura de 80 mm). Las circunferencias de cintura y cadera fueron medidas con una cinta métrica flexible inelástica con una escala de 10 mm (error 1 mm). Con los datos obtenidos se determinaron los siguientes parámetros indirectos: índice de masa corporal (IMC,  $\text{kg}/\text{m}^2$ ), porcentaje de grasa corporal mediante ecuación de Durnin y Wommersley (6) y relación cintura/cadera.

### Historia dietética

La determinación de la ingesta calórica dietética

proporciona una estimación cuantitativa y cualitativa de la ingesta de un alimento o nutriente durante un periodo determinado de tiempo, caracterizando el patrón alimentario de un sujeto o grupo de población (11). La historia dietética en este estudio se basó en un recuerdo de 24 h y un CFCA. Ambos métodos se emplean conjuntamente, ya que la utilización de los dos se complementa, obteniéndose una información más amplia y completa (12).

El recuerdo de 24hs fue realizado por una dietista entrenada y se destinaron alrededor de 45 minutos para la obtención de la descripción detallada de los alimentos y bebidas consumidas en el día anterior. Además, se utilizaron ayudas visuales, como fotografías de alimentos y platos cocinados, para precisar cantidades y porciones consumidas a partir de la información aportada por el voluntario. Los resultados de este método no fueron utilizados para el cálculo de nutrientes sino para elaborar sugerencias prácticas para orientar a los voluntarios una vez finalizado el estudio.

El CFCA que se ha utilizado en este estudio, ha sido previamente desarrollado, validado, probado y refinado por el Departamento de Nutrición de la Harvard School of Public Health (9) y luego fue traducido, adaptado y validado en España por Martin-Moreno y colaboradores (10). Debido a la falta de cuestionarios validados en la población argentina, la selección del presente CFCA se basó en que Argentina y España tienen costumbres alimentarias similares, y en que éste ha sido previamente utilizado en estudios en poblaciones masculinas de la Argentina (13).

Este cuestionario incluye una lista de 118 alimentos, estructurada y organizada de forma sistemática en 9 grupos de alimentos: lácteos; huevos, carnes y pescados; verduras y hortalizas; frutas; legumbres y cereales; aceites y grasas; bollería y pastelería; bebidas; y misceláneas. Tiene un carácter semicuantitativo ya que se indica una porción o cantidad de referencia y el voluntario debe completar con qué frecuencia consume ese alimento.

Una vez realizado el CFCA, se procedió a su conversión en nutrientes mediante un programa informático. Para ello, previamente, se transformaron las frecuencias declaradas de cada alimento en frecuencia alimento/día y se usó la tabla de composición de alimentos publicada por Mahan y Escott-Stump (14) para calcular la cantidad de macronutrientes (g/día) y micronutrientes (mg/día) ingeridas.

### Análisis de laboratorio

Para la determinación del TAS, se extrajeron 5 ml de sangre venosa, se la dispuso en un tubo con EDTA (ácido etilendiaminotetraacético disódico) como anticoagulante. Las muestras se incubaron con ABTS (ácido 2,2'-azino-bis-(3-etilbenzotiazolin-6-sulfónico)) con peroxidasa (metmioglobina) y peróxido de hidrógeno (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) para generar el catión ABTS• que presenta una coloración verde y se mide por espectrofotometría a 600 nm. Se utilizó como solución patrón estándar ácido 6-hidroxi- 2,5,7,8-tetrametilcloroman-2-carboxílico con una concentración de 2,04mmol/L, reconstituido con agua doblemente desionizada. La presencia de antioxidantes en la muestra de sangre entera produce una supresión de esta coloración, siendo esta supresión proporcional a la concentración de antioxidantes presentes en la muestra (Kit Total Antioxidant Status, Randox, Reino Unido). Los valores de referencia de este marcador están comprendidos entre 1,30 – 1,77 mmol/L.

### Análisis estadístico:

Para el análisis estadístico se utilizó el programa SPSS para Windows versión 15.0 (SPSS Inc, Chicago, EE.UU.), seleccionándose los siguientes estadísticos descriptivos: media aritmética como medida de tendencia central y desviación estándar como medida de dispersión.

En lo que respecta a la estadística inferencial, para establecer posibles asociaciones entre los diferentes nutrientes antioxidantes y el TAS, se utilizó el coeficiente de correlación de Pearson o Spearman según el criterio de normalidad de las variables establecido con el test de normalidad de Kolmogorov-Smirnov. Se estableció la significancia estadística con un  $p < 0,05$ .

## RESULTADOS

La edad promedio del grupo de voluntarios fue de  $61,76 \pm 6,52$  años. El TAS medio fue de  $1,58 \pm 0,61$  mmol/L, considerado normal según los valores de referencia. El peso medio de los pacientes fue de 94,6 kg, la talla promedio fue 1,73 m y el índice de masa corporal fue de  $31,41 \text{ kg/m}^2$ ; la relación cintura/cadera fue igual a 1, y el porcentaje de masa corporal grasa fue de 32,06%. Estos datos pueden apreciarse con detalle en la Tabla 1.

TABLA 1.  
Características generales y antropométricas de la población estudiada

Parámetro		Valor medio	Desviación estándar	Intervalo de confianza para la media al 95%
Edad	(años)	61,76	6,52	59,83 - 63,72
Peso	(kg)	94,6	15,84	89,84 - 99,36
Talla	(m)	1,73	0,07	1,72 - 1,76
IMC	(kg/m <sup>2</sup> )	31,41	4,61	29,99 - 32,73
Relación cintura/cadera		1,00	0,08	0,98 - 1,02
Masa grasa	(%)	32,06	4,54	27,59 - 30,73

Por otra parte, el consumo diario de energía resultó esperable para las características nutricionales de la población ( $2.270,93 \pm 629,8$  kcal). El porcentaje de la energía diaria aportado por hidratos de carbono fue igual a 44,73%, levemente menor al recomendado (50 a 55%); mientras que el aportado por proteínas fue de 17,02%, considerado normal; y el de lípidos fue de 29,52%, cercano al recomendado (30 a 35%). La diferencia restante en el consumo de energía corresponde al alcohol que resultó próximo al valor recomendado como máximo para la población masculina adulta por la American Heart Association (AHA, 30g o <10% de la energía diaria) (Tabla 2).

En cuanto al consumo habitual de vitaminas y minerales, el valor diario de vitamina C fue igual a 188,48 mg, superior al de referencia (90 mg), principalmente debido al consumo de suplementos y alimentos fortificados. Por otra parte, los individuos consumieron una cantidad media de vitamina E igual a 9,65 mg, inferior a la recomendación (15 mg). Respecto a los minerales, la cuota diaria de cinc fue de 12,41 mg, muy cercana a la sugerida para esta población (12 mg), mientras que la de hierro fue de 19,69 mg, superando ampliamente el valor de referencia (10 mg), mayoritariamente a causa de la inclusión de alimentos enriquecidos (por Ley N° 25.630 en Argentina), fortificados y el importante consumo de carnes rojas que predomina en la zona. Por último, el consumo de los carotenoides betacaroteno, licopeno y luteína fue de 8,94, 4,46 y 7,64 mg, respectivamente; pero hasta el momento no existen ingestiones recomendadas de tales sustancias (Tabla 3).

El TAS se correlacionó positivamente con el consumo de licopeno ( $r=0,295$ ;  $p=0,049$ ; Figura 1) y ne-

TABLA 2.  
Consumo de macronutrientes estimado por CFCA

Nutriente		Valor medio	Desviación estándar	Intervalo de confianza para la media al 95%
Energía	(kcal)	2270,93	629,84	2081,70 - 2460,15
Carbohidratos	(g)	253,32	79,96	229,29 - 277,34
	(%)	44,73	8,49	42,03 - 47,12
Proteínas	(g)	94,18	22,04	87,56 - 100,80
	(%)	17,02	2,83	15,79 - 18,03
Lípidos	(g)	74,65	27,99	66,24 - 83,06
	(%)	29,52	6,44	27,78 - 31,12
Saturados	(g)	26,18	11,32	22,78 - 29,58
	(%)	34,72	5,41	33,20 - 36,43
Monoinsaturados	(g)	32,05	14,34	27,74 - 36,36
	(%)	42,26	6,54	40,09 - 44,48
Poliinsaturados	(g)	15,35	6	13,55 - 17,15
	(%)	21,33	5,76	20,22 - 23,55
Alcohol	(g)	29,88	29,07	21,14 - 38,61
	(%)	8,73	8,13	6,02 - 11,00

CFCA: cuestionario de frecuencia de consumo de alimentos

TABLA 3.  
Consumo de micronutrientes estimado por CFCA

Nutriente y compuestos bioactivos	Valor medio (mg/día)	Desviación estándar	Intervalo de confianza para la media al 95%
Vitamina C	188,48	85,32	162,84 - 214,12
Vitamina E	9,65	3,33	8,65 - 10,65
Vitamina B <sub>1</sub>	2,2	1,12	1,87 - 2,54
Vitamina B <sub>2</sub>	1,87	0,49	1,73 - 2,02
Vitamina B <sub>3</sub>	24,53	6,07	22,71 - 26,36
Vitamina B <sub>9</sub>	395,5	123,76	358,32 - 432,68
Betacaroteno	8,94	4,31	7,65 - 10,24
Licopeno	4,46	3,27	3,48 - 5,44
Luteína	7,64	4,51	6,29 - 9,00
Sodio	3420,92	1108,49	3087,89 - 3753,95
Potasio	3882,8	1067,29	3562,15 - 4203,45
Fósforo	1351,89	320,09	1255,73 - 1448,06
Calcio	1073,87	361,78	965,17 - 1182,56
Hierro	19,69	4,8	18,25 - 21,13
Cinc	12,41	3,14	11,47 - 13,35

CFCA: cuestionario de frecuencia de consumo de alimentos

gativamente con el consumo de carnes rojas ( $r = -0,403$ ;  $p = 0,007$ ; Figura 2). La ingestión de los demás nutrientes y alimentos estimados no se correlacionó significativamente con el TAS.

## DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en este estudio muestran que el IMC, el porcentaje de masa grasa y la relación cintura/cadera de los individuos estudiados correspondieron a una población con obesidad. El IMC resultó superior a  $30\text{kg/m}^2$ , que según la clasificación de la Organización Mundial de la Salud (OMS) corresponde a obesidad; el porcentaje de grasa corporal fue superior al 25%, valor de referencia para obesidad en varones de este grupo etario; y la relación cintura/cadera fue igual a 1, indicando una distribución anormal de grasa corporal abdominal, en concordancia con las características de la población estudiada.

Por su parte, el TAS medio fue normal, considerando los valores de referencia de esta determinación (1,3 a 1,77mmol/L).

En cuanto al análisis de la correlación entre el TAS y el consumo de antioxidantes y alimentos, solamente se encontró asociación positiva estadísticamente significativa con la ingestión de licopeno, la cual se correlacionó positivamente con el TAS, es decir que una mayor ingestión del carotenoide producirá un mayor TAS. Una explicación posible sería que la concentración plasmática de licopeno depende casi exclusivamente de su ingestión dietética, ya que no existe una homeostasis controlada, no se metaboliza en productos de-

TABLA 4  
Consumo de alimentos estimado por CFCA

Grupo de alimentos	Valor medio (g/día)	Desviación estándar	Intervalo de confianza para la media al 95%
Vegetales	388,42	143,9	345,19 - 431,65
Crucíferas	15,97	23,97	8,77 - 23,17
Frutas	453,21	312,52	359,32 - 547,10
Carnes rojas	105,51	44,4	92,17 - 118,85
Carnes blancas	79,32	50,99	64,00 - 94,64
Pescados	40,97	38,57	29,38 - 52,56
Cereales	278,03	114,21	243,72 - 312,34
Legumbres	13,23	14,06	9,01 - 17,46
Vino tinto	217,96	226,34	149,96 - 285,96
Vino blanco	5,68	27,2	-16,35
Café	71,37	87,5	45,08 - 97,66
Té	50,48	133,58	10,34 - 90,61
Té verde	17,78	119,26	-71,66
Mate	75,55	172,48	23,73 - 127,36

CFCA: cuestionario de frecuencia de consumo de alimentos

tectables en el organismo, no actúa como provitamina A (a diferencia del beta-caroteno) ni cumple funciones específicas. Este carotenoide es el más común en la sangre y su vida media es de 9 a 16 días (6), por lo que una ingestión periódica ayuda a mantener sus concentraciones séricas sin que decaigan. Existe evidencia de que neutraliza los radicales libres con mayor eficacia

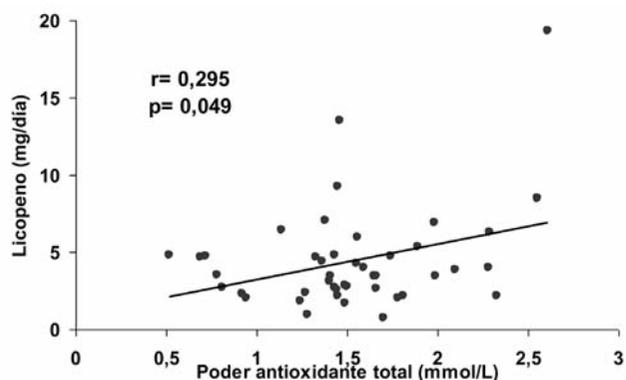


FIGURA 1

Correlación directa entre el consumo de licopeno y el TAS determinada mediante el Coeficiente de Correlación de Spearman debido a que la cantidad de licopeno ingerido no presentó una distribución normal según el test de normalidad de Kolmogorov-Smirnov.

que el beta-caroteno. Esta propiedad preventiva del daño oxidativo de las proteínas, los lípidos y el ADN, sería la más importante en la prevención de cánceres tales como el de próstata, mama, pulmón, de tipo gastrointestinal, cervical, de ovario, y pancreático (15). A esto se suman mecanismos de modulación de vías de señalización intracelulares tales como la inhibición de la proliferación celular, la inducción de la diferenciación celular y apoptosis, la potenciación del sistema inmune y la estimulación de la comunicación intercelular por uniones nexus (16-19).

Pocos estudios (20-22) han evaluado la relación directa entre la ingestión de licopeno (tanto alimentario como suplementario) con el TAS. Una investigación reciente concluyó que la suplementación

con licopeno por cuatro meses incrementó significativamente el TAS en mujeres posmenopáusicas (20). En un estudio, en el cual se suplementó a los pacientes con polvo concentrado de frutas y vegetales (entre ellos, tomate), también se encontró un aumento en el poder antioxidante total (21). En otra investigación se observó que los niveles séricos de licopeno se corre-

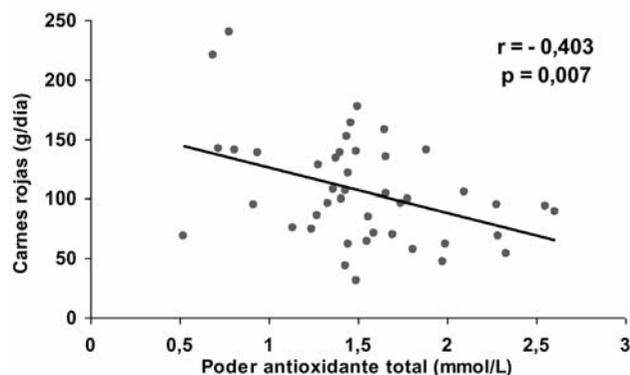


FIGURA 2

Correlación inversa entre la ingestión de carnes rojas y el TAS valorada mediante el Coeficiente de Correlación de Pearson ya que ambas variables presentaron una distribución normal según el test de normalidad de Kolmogorov-Smirnov.

lacionaron directamente con el TAS. Por lo que concluyeron que las intervenciones que aumenten la concentración de dicho carotenoide serían las más aptas para incrementar el TAS (22). En síntesis, debido a su potente efecto antioxidante en el torrente sanguíneo, el licopeno podría ser el componente de la dieta más apropiado para prevenir la formación de radicales libres o captarlos directamente.

Finalmente, se observó una correlación negativa entre el consumo de carnes rojas y el TAS. Durante mucho tiempo se ha sugerido que el consumo de carnes rojas procesadas o cocidas a altas temperaturas aumenta el riesgo de diversos tipos de cáncer (entre ellos, próstata, colon, estómago y ovario). Esto se debería a la formación de numerosos hidrocarburos aromáticos policíclicos y aminas heterocíclicas durante el procesamiento, que actúan como potentes mutágenos y carcinógenos (23), o al efecto genotóxico e hiperproliferativo del grupo hemo (24). Sin embargo, la evidencia actual no es concluyente respecto a esta asociación (25-27). Solo un estudio (29) ha analizado la asociación entre el TAS y el consumo de carnes rojas, y sus resultados fueron similares a los del presente trabajo, mostrando una correlación negativa ( $r = -0,35$ ;  $p = 0,02$ ) entre ambas variables, sumado a otras correlaciones positivas entre el TAS y el consumo de aceite de oliva ( $r = 0,54$ ;  $p = 0,002$ ), frutas ( $r = 0,34$ ;  $p < 0,001$ ) y vegetales ( $r = 0,31$ ;  $p < 0,001$ ). Debido a los escasos trabajos que analizan específicamente la relación entre el consumo de carnes rojas y el TAS, son necesarias futuras investigaciones que permitan dilucidar el mecanismo por el cual este grupo de alimentos disminuye el TAS.

A partir de los resultados obtenidos en este trabajo, queda de manifiesto la importancia del licopeno como sustancia antioxidante. Si bien es un compuesto no esencial para el organismo humano, no deja de ser beneficioso y accesible a través de la alimentación. Es prudente entonces, sugerir un aumento de su consumo en la alimentación habitual, particularmente a través de los subproductos del tomate, tales como salsas, extractos y todo tipo de concentrados. En estos alimentos, debido a la cocción, el procesamiento y el aumento de la concentración de los nutrientes, el licopeno se torna mucho más biodisponible (30), por lo que el beneficio sería óptimo. Tampoco pueden diseñarse otras fuentes alternativas de licopeno como la sandía, el pomelo rosado y la granada.

Por su parte y en concordancia con numerosas recomendaciones, es acertado sugerir una moderación en el consumo de carnes rojas, no solo por su acción en detrimento del TAS, sino también por su alto contenido de ácidos grasos saturados y colesterol. En su reemplazo, deberían incluirse carnes blancas de aves y pescados, huevos y proteínas de origen vegetal cuando fuera posible.

Finalmente, las limitaciones del trabajo fueron la falta de CFCA suficientemente validados en la Argentina, y la realización del recuerdo de 24hs solo un día por lo que los resultados obtenidos de éste debieron ser excluidos del cálculo de nutrientes y solo utilizados para la elaboración de recomendaciones para los voluntarios.

En conclusión, el licopeno fue el único nutriente que se correlacionó positivamente con el TAS, por lo que un mayor consumo de este carotenoide se asocia con una mayor defensa antioxidante en la circulación. Por otra parte, el consumo de carnes rojas se correlacionó negativamente con el TAS, por lo que una ingestión elevada de este grupo de alimentos actuaría en detrimento.

## AGRADECIMIENTOS

Todos los autores agradecen a Carla Corte, Laura Locarno y Nicolás Di Milta por su excelente asistencia técnica. El presente trabajo ha sido subsidiado por la Universidad Juan Agustín Maza y la Fundación Allende, Argentina.

## REFERENCIAS

1. Gutiérrez J. Daño oxidativo, radicales libres y antioxidantes. *Rev Cubana Med Milit.* 2002;31(2):126-133.
2. Elejalde Guerra JI. Estrés oxidativo, enfermedades y tratamientos antioxidantes. *An Med Interna.* 2001;18(6):326-335.
3. Ghiselli A, Serafini M, Natella F, Scaccini C. Total antioxidant capacity as a tool to assess redox status: critical view and experimental data. *Free Radic Biol Med.* 2000;29:1106-1114.
4. Halliwell B, Gutteridge JMC. The Antioxidants of Human Extracellular Fluids. *Arch Biochem Biophys.* 1990;280:1-8.
5. Haldar S, Rowland IR, Barnett YA, Bradbury I, Robson PJ, Powell J, et al. Influence of habitual diet on antioxidant status: a study in a population of vegeta-

- rians and omnivores. *Eur J Clin Nutr.* 2007;61(8):1011-1022.
6. Shils M, Olson J, Moshe S, Ross C. *Nutrición en Salud y Enfermedad.* 9ª ed. México: McGraw – Hill Interamericana Editores; 2002.
  7. Wardlaw G, Hampl J, DiSilvestro R. *Perspectivas en nutrición.* México: McGraw – Hill Interamericana Editores; 2005.
  8. Pérez Trueba G. Los flavonoides: antioxidantes o prooxidantes. *Rev Cubana Invest Bioméd.* 2003;22(1):48-57.
  9. Willett WC, Sampson L, Stampfer MJ, Rosner B, Bain C, Witschi J, et al. Reproducibility and validity of a semiquantitative food frequency questionnaire. *Am J Epidemiol.* 1985;122:51-65.
  10. Martín-Moreno JM, Boyle P, Gorgojo L, Maisonneuve P, Fernandez-Rodriguez JC, et al. Development and validation of a food frequency questionnaire in Spain. *Int J Epidemiol.* 1993;22:512-519 .
  11. Willet WC, Lenart E. Reproducibility and validity of food frequency questionnaires. En: *Nutritional Epidemiology.* (ed. Willet WC), 104-107. Ed. Oxford University Press, Boston. 1998.
  12. López-Fontana CM, Martínez-González MA, Sanchez-Villegas A, Martínez JA. Comparison between two methods to estimate physical activity in obese women: accelerometry and self-administered questionnaire. *Arch Latinoam Nutr.* 2005;55(3):257-66.
  13. López Fontana CM, Recalde Rincón GM, Messina Lombino D, Uvilla Recupero AL, Pérez Elizalde RF, López Laur JD. Body mass index and diet affect prostate cancer development. *Actas Urol Esp.* 2009;33(7):741-6.
  14. Mahan LK, Escott-Stump S. *Nutrición y dietoterapia de Krause.* 10ª Edición. Ed. Mc Graw Hill Interamericana. 2001.
  15. Waliszewski KN, Blasco G. Propiedades nutraceuticas del licopeno. *Salud Pública México.* 2010;52(3):254-265.
  16. Stahl W, Sies H. Lycopene: a biologically important carotenoid for humans?. *Arch Biochem Biophys.* 1996;94:259-264.
  17. Fleshner NE, Klotz LH. Diet, androgens, oxidative stress and prostate cancer susceptibility. *Cancer metastasis Rev.* 1999;17(4):325-330.
  18. Hassen F, Cantwell MM, O'Sullivan JM, Murray LJ. Is there a benefit from lycopene supplementation in men with prostate cancer? A systematic review. *Prostate Cancer Prostatic Dis.* 2009;12:325-332.
  19. Carotenoides en quimiopreención: Licopeno. *Acta bioquím clín latinoam* [online]. 2010; 44(2): 195-238.
  20. Mackinnon ES, Rao AV, Josse RG, Rao LG. Supplementation with the antioxidant lycopene significantly decreases oxidative stress parameters and the bone resorption marker N-telopeptide of type I collagen in postmenopausal women. *Osteoporos Int.* 2011; 22(4):1091-1101.
  21. Nantz MP, Rowe CA, Nieves C Jr, Percival SS. Immunity and antioxidant capacity in humans is enhanced by consumption of a dried, encapsulated fruit and vegetable juice concentrate. *J Nutr.* 2006;136(10):2606-2610.
  22. Djuric Z, Uhley VE, Naegeli L, Lababidi S, Macha S, Heilbrun LK. Plasma carotenoids, tocopherols, and antioxidant capacity in a 12-week intervention study to reduce fat and/or energy intakes. *Nutrition.* 2003;19(3):244-249.
  23. Mataix Verdú J. *Nutrición y Alimentación.* Barcelona, España: Editorial Océano; 2009.
  24. Ishikawa S, Tamaki S, Ohata M, Arihara K, Itoh M. Heme induces DNA damage and hyperproliferation of colonic epithelial cells via hydrogen peroxide produced by heme oxygenase: a possible mechanism of heme-induced colon cancer. *Mol Nutr Food Res.* 2010;54(8):1182-1191.
  25. Alexander DD, Morimoto LM, Mink PJ, Cushing CA. A review and meta-analysis of red and processed meat consumption and breast cancer. *Nutr Res Rev.* 2010;23(2):349-365.
  26. Alexander DD, Mink PJ, Cushing CA, Scourman B. A review and meta-analysis of prospective studies of red and processed meat intake and prostate cancer. *Nutr J.* 2010; 9:50.
  27. Alexander DD, Cushing CA. Red meat and colorectal cancer: a critical summary of prospective epidemiologic studies. *Obes Rev.* 2011;12(5):472-493.
  28. Kolahdooz F, van der Pols JC, Bain CJ, Marks GC, Hughes MC, Whiteman DC, et al. Meat, fish, and ovarian cancer risk: Results from 2 Australian case-control studies, a systematic review, and meta-analysis. *Am J Clin Nutr.* 2010;91(6):1752-1763.
  29. Pitsavos C, Panagiotakos DB, Tzima N, Chrysohoou C, Economou M, Zampelas A, et al. Adherence to the Mediterranean diet is associated with total antioxidant capacity in healthy adults: the ATTICA study. *Am J Clin Nutr.* 2005;82(3):694-699.
  30. Millen BE, Quatromoni PA. Nutritional research within the Framingham Heart Study. *J Nutr Health Aging.* 2001;5(3):139.

Recibido: 31-05-2011

Aceptado: 06-01-2012