

30. Diamela C, Cioccia AM, Gutiérrez M. Indicadores bioquímicos del estado nutricional en adolescentes pre-universitarios de Caracas, Venezuela. *An Venez Nutr.* 2009;22(1):12-19.
31. Adrianza A. La obesidad infantil un problema de actualidad. 2007. Escuela de Nutrición y Dietética. Universidad del Zulia, Maracaibo. Disponible en: <http://www.nutrysalud.com.ve/articulo44.htm> (consultado el 17-7-2011)
32. Sobrepeso y obesidad infantil, Colegio de Nutricionistas y Dietistas de Venezuela, nov 2009. Disponible en: Autores Licenciados Milisa Gómez A, Laura Baha. Colegio de Nutricionistas de Venezuela (1/02/09) <http://www.colegiodenutricionistas.com/Site/2009/11/sobrepeso-y-obesidad-infantil.html> (consultado el 17-7-2011)
33. Soltész G. La diabetes en niños: tendencias cambiantes dentro de una epidemia emergente. *Diabetes Voice.* 2007;52:13-15.
34. Angulo N, Barbella de Szarvas S, Quevedo Y, Stampone J. Síndrome metabólico y obesidad infantil. Evolución de criterios diagnósticos. Facultad Ciencias de la Salud. Universidad de Carabobo · 1(01)2011 Publicado 31/10/2011.
35. Mokdad AH, Ford ES, Bowman BA, Dietz WH, Vinicor F, Bales VS, et al. Prevalence of obesity, diabetes, and obesity-related health risk factors, 2001. *JAMA.* 2003;289:76-79.
36. Calle EE, Rodríguez C, Walter-Thumbond K, Thun MJ. Overweight, obesity, and mortality from cancer in a prospectively studied cohort of US adults. *N Engl J Med.* 2003;348:1625-1638.
37. Miller WC, Koceja DM, Hamilton EJ. A meta-analysis of the past 25 years of weight loss research using diet, exercise or diet plus exercise intervention. *Int J Obes.* 1997;21:941-947.
38. Padwal R, Li SK, Lau DCW. Long term pharmacotherapy for over-weight and obesity: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Int J Obes.* 2003;27:1437-1446.
39. Navarrete S, Leyba JI, Navarrete-LLopis S. Laparoscopic sleeve gastrectomy with duodenojejunal bypass for the treatment of type 2 diabetes in non-obese patients: Technique and preliminary results. *Obesity Surgery,* 2011;21(5):663-667.
40. Leyba JI, Navarrete S, Navarrete LL, S. Laparoscopic Roux-en-Y gastric bypass versus laparoscopic sleeve gastrectomy for the treatment of morbid obesity. A prospective study of 117 Patients. *Obesity Surg.* 2001;21(2): 212-216
41. Salinas A, Parilli A, Antor M, Ferro Q. Bypass gástrico con anillo de Silastic en adolescentes obesos: revisión de 136 casos en 15 años. Presentado en la Academia Nacional de Medicina nov. 2010, (en prensa, enviado al *J. Pediatr. Surg.* 2011).
42. Salinas A, Santiago E, Yegüez J, Antor M, Salinas H.- Silastic ring vertical gastric bypass: Evolution of an open surgical technique, and review of 1 588 cases. *Obes Surg.* 2005;15(10):1403-1407.

Gac Méd Caracas 2012;120(2):107-114

La fibra alimentaria y su uso terapéutico en algunas enfermedades crónicas

Prof. Omar García

e-mail: omar.garcia@gmail.com

Universidad Central de Venezuela. Facultad de Medicina. Escuela de Nutrición y Dietética. Dpto. de Ciencias de la Nutrición y Alimentación. Cátedra de Ciencia y Tecnología de Alimentos.

RESUMEN

La fibra dietética o fibra alimentaria, forma parte de lo que se considera una dieta equilibrada o saludable. A pesar que la fibra alimentaria no se considera un nutriente, es un componente importante de la dieta diaria. La razón principal de su importancia, es que pasa por el sistema digestivo sin ser absorbida y este hecho fisiológico, trae beneficios a la salud. La fibra alimentaria, se considera como el material alimenticio particularmente de origen vegetal que no es hidrolizado por las enzimas secretadas por el tracto digestivo humano, pero, que puede ser fermentada en el intestino grueso por la microflora colónica. El grupo de enfermedades crónicas no transmisibles, incluye: obesidad, diabetes, enfermedades cardiovasculares y cerebrovasculares, la hipertensión arterial, el cáncer y problemas articulares. Estudios epidemiológicos, muestran el efecto beneficioso de la fibra en el tratamiento terapéutico en algunas de estas enfermedades crónicas.

Palabras clave: Fibra alimentaria. Fibra dietética. Enfermedades crónicas. Dieta.

SUMMARY

Dietary fiber or alimentary fiber, is part of what is considered a balanced or healthy diet. Although the alimentary fiber is not considered a nutrient, is an important component of the diet. The main reason for its importance is passing through the digestive system without being absorbed and this physiological fact is beneficial to health. The alimentary fiber is considered as particularly the food material of plant origin that is not hydrolyzed by enzymes secreted by the human digestive tract, but that can be fermented in the large intestine by colonic microflora. The group of chronic noncommunicable diseases, include: obesity, diabetes, cardiovascular and cerebrovascular diseases, hypertension, cancer and joint problems. Epidemiological studies show the beneficial effect of fiber in the therapeutic treatment in some of these chronic diseases.

Key words: Dietary fiber. Alimentary fiber. Chronic disease. Diet.

INTRODUCCIÓN

La fibra dietética o fibra alimentaria (FA), forma parte de lo que se considera una dieta equilibrada o saludable. A pesar que la FA no se considera un nutriente, es un componente importante de la dieta diaria. La razón principal de su importancia, es que pasa por nuestro organismo sin ser absorbida y este hecho fisiológico, trae beneficios a la salud.

Hasta principios de la década de los setenta del siglo XX, se subestimaba el consumo de fibras, creyendo

que, al no ser digeridas, no tendrían rol alguno en la nutrición humana. Hoy en día eso ha cambiado y su consumo, es ampliamente recomendado por nutricionistas y médicos (1).

Aquellos primeros estudios, indicaban la posible relación existente entre las enfermedades más comunes en el hemisferio occidental y la ingesta de fibra en la dieta (2-4).

Las investigaciones están dirigidas hoy en día, a comprender los mecanismos por los cuales la FA, tiene un efecto beneficioso en la salud y en la prevención de ciertas enfermedades. La FA por tanto, es médicamente importante como componente no nutritivo en la dieta humana (5).

La presente investigación, se enfocó básicamente en una revisión de los aspectos más resaltantes de la fibra alimentaria, que puedan tener efecto sobre la salud humana y su uso terapéutico en algunas enfermedades crónicas.

La fibra alimentaria

El término fibra dietética o alimentaria (FA), lo introdujo por primera vez el médico inglés Hipsley en 1953 y la describió como: "el material derivado de la pared celular vegetal en los alimentos". La FA, es un término genérico que cubre una amplia variedad de sustancias orgánicas con diferentes propiedades y efectos fisiológicos distintos, químicamente engloban a los hidratos de carbono o carbohidratos (6).

En 1972 Trowell, encontró diferencias en relación al tipo de dieta consumida entre poblaciones indígenas de África y de sociedades de países industrializados, con relación a la prevalencia de ciertas enfermedades propias de la civilización occidental. El definió a la FA como: la parte de las paredes celulares vegetales, incluidas en la dieta humana que resiste la acción de las secreciones del tracto gastrointestinal (7). Posteriormente, el mismo Trowell define a la FA como: la suma de todos los polisacáridos y la lignina, resistentes a la hidrólisis de las enzimas endógenas del tracto digestivo humano (8).

Desde entonces, se han propuesto muchas definiciones de FA, sin embargo, actualmente la mayoría de los investigadores en este campo, sugieren que la fibra: son todos los componentes no digeribles presentes en los alimentos, los cuales son resistentes a las enzimas digestivas humanas (9).

La FA está formada mayoritariamente por: celulosa, hemicelulosas, pectinas, lignina, carragenatos, alginatos y gomas. También están presentes, asociados

a la FA, otros componentes de las células vegetales, generalmente en pequeñas cantidades, y que pueden ser de importancia fisiológica, como son las proteínas de la pared celular, los polifenoles, las cutinas, el ácido fítico, algunos ésteres del ácido acético, los minerales y el almidón resistente (10,11).

¿Qué función tiene la fibra en la dieta? Mucho se ha escrito hasta el momento de las bondades de la fibra. Unos de sus efectos más conocidos es su relación directa con el funcionamiento del intestino humano (12).

Cuando se incluye fibra en la dieta, sucede una cadena de eventos en el tracto digestivo humano. En primer lugar, la FA por su capacidad de retención de agua, aumenta el volumen de las heces, facilitando el trabajo mecánico del intestino grueso para desplazarlas. En segundo lugar, aumentan la producción de los llamados ácidos grasos de cadena corta, diluyendo los ácidos biliares. Esto ocurre por la fermentación de la fracción soluble de la FA en el colon. Lo cual, mejora el metabolismo de las células del colon (colonocitos) (13).

Otros efectos metabólicos de la FA, como el descenso de la colesterolemia, la modificación de la respuesta glucémica, la mejora de la función del intestino grueso, ocurren al consumir alimentos ricos en fibra. Estas respuestas fisiológicas, se entienden fácilmente en el contexto de las propiedades físicas de la fibra alimentaria y sus acciones sobre la función gastrointestinal (14).

La fibra alimentaria y las enfermedades crónicas

Con el desarrollo industrial a finales del siglo XIX en los países occidentales industrializados, comenzó una gran migración de personas de las áreas rurales a las grandes urbes. Esto condujo al cambio de un estilo de vida por otro diferente. Lo cual impactó significativamente en el estado de salud del individuo. Surgen así las llamadas enfermedades crónicas no transmisibles (15).

Este tipo de enfermedades comparten varias características en común:

- Su origen está asociado con el estilo de vida que lleva el individuo o un grupo de individuos.
- Evolucionan de manera progresiva a través del tiempo.
- Muchas veces su primera manifestación corresponde a la agudización de algunos de los problemas que las acompañan.

- Varias de ellas actúan como condicionantes o favorecedoras de otras.

El grupo de enfermedades crónicas no transmisibles incluye a la obesidad, la diabetes, las enfermedades cardiovasculares y cerebrovasculares, la hipertensión arterial, el cáncer y los problemas articulares (15).

A continuación, evaluaremos la participación de la FA en el tratamiento de algunas enfermedades crónicas.

La obesidad

La obesidad es la enfermedad metabólica más frecuente en todos los países del mundo. Los factores de riesgo que lleva asociados, la hacen convertirse en una señal de alerta, desde el momento en que se diagnóstica esta enfermedad (16).

Se entiende por obesidad, un exceso de la grasa corporal que supera en más de un 20 % el peso deseable. Se produce, por un desbalance entre la ingesta calórica y su utilización diaria. Hoy en día la causa más frecuente de obesidad, es el alto consumo de alimentos ricos en grasas y azúcares refinados, como: *snacks*, comida rápida o chatarra, bebidas gaseosas, entre otras; en comparación a la disminución de la ingesta de frutas y vegetales, lo que conduce a un déficit en el consumo de FA (16).

Como actúa la fibra en la prevención de la obesidad.

- a) La FA, tiene una elevada capacidad para retener agua y un bajo aporte calórico por gramo de fibra, por lo cual contribuye a disminuir la densidad calórica de la dieta y por tanto, un menor consumo de calorías diarias.
- b) Todos los alimentos que contienen fibra, necesitan una mayor masticación por las características fibrosas de la misma, por ende, un mayor tiempo de digestión.

Ese mayor tiempo de masticación, además estimula la secreción de saliva y jugos gástricos, que favorecen la sensación de saciedad. Por consiguiente la sensación de hambre desaparece. c) Los alimentos con fibra, poseen la capacidad de reducir la velocidad de vaciamiento gástrico, disminuyendo de esta forma el hambre y prolongando la sensación de saciedad. d) La fibra disminuye la absorción de ácidos grasos y de hidratos de carbono en el intestino delgado, por ende, de esta forma se reduce la densidad calórica de las comidas (16).

Como ya se mencionó anteriormente, otra de las particularidades que posee la FA, es la de aumentar

el volumen de las heces y corregir el estreñimiento, que muchos pacientes sufren en el transcurso de las dietas para adelgazar.

Todas estas propiedades de la FA, en la prevención y tratamiento dietético de la obesidad, son ciertas, siempre y cuando el consumo de fibra alimentaria en la dieta, sea superior a los 25 g al día (17) (Cuadro 1).

Resumiendo los mecanismos por los cuales la FA es efectiva en el control del peso corporal tenemos que: la fibra debido a su poder de aumentar el volumen y la viscosidad en el medio gastrointestinal, retardar el vaciamiento gástrico y reducir la tasa de digestión y absorción intestinal; promueve la saciedad a través de la liberación de numerosas hormonas gástricas (18). Estas incluyen: el péptido similar al inhibidor gástrico 1 (GLP-1), la colecistoquinina y el péptido YY, que afecta negativamente a la respuesta hipotalámica; regulando así la ingesta de alimentos y el comportamiento del individuo ante su alimentación (19).

Las enfermedades cardiovasculares

Las enfermedades cardiovasculares (ECV, por sus siglas) también llamadas por algunos investigadores, “enfermedades de la civilización” **son aquellas que afectan al corazón y a los vasos sanguíneos**. En general están causadas por la alteración del riego sanguíneo de un tejido u órgano, debido a la obstrucción o rotura (hemorragia) de un vaso arterial (20).

Entre las ECV se encuentran:

Cardiopatía isquémica: está producida por afectación de las arterias coronarias que irrigan el músculo cardíaco. Son la angina de pecho y el infarto de miocardio.

Accidentes cerebrovasculares (ACV, por sus siglas): el ictus o el derrame cerebral son producidos por alteraciones de los vasos sanguíneos que irrigan el cerebro.

Cuadro 1. Contenido de fibra alimentaria de algunas frutas, vegetales, cereales y frutos secos venezolanos.

Alimento	Tamaño de la ración ♣	FA Total g/ración ♦
Frutas		
Naranja	120 g. 1 naranja	3,1
Cambur	100 g. 1 cambur	3,4
Uvas	120 g	1,8
Mango	120 g. 1 mango	2,16
Guayaba	100g.	3,5
Vegetales		
Arvejas cocidas	150 g. ¾ de taza	8,25
Caraotas negras cocidas	150 g. ¾ de taza	14,55
Espinaca	200 g. 1 taza	5,0
Papas cocidas	100 g. ½ taza	1,3
Brocoli crudo	200 g. 1 taza	8,8
Zanahorias crudas	100 g. ½ taza	2,2
Cereales		
Arroz blanco cocido	100 g. ½ taza	0,4
Pan	80 g. 1 unidad (bollo)	2,48
Pan blanco (de molde)	50 g. 2 rebanadas	1,3
Pan integral (de molde)	55 g. 2 rebanadas	3,1
Arepa	50 g. 1 unidad	1,8
Avena en hojuelas	32 g. 4 cucharadas	3,26
Frutos secos		
Maní tostado	30 g. ¼ de taza	2,58
Nueces	30 g. ¼ de taza	1,86

Fuente: ♣ Tabla de raciones de alimentos. Escuela de Nutrición y Dietética, Departamento de Ciencias de la Nutrición y Alimentación, Cátedra de Ciencia y Tecnología de alimentos (45).

♦: Tabla de composición de Alimentos de Venezuela. Instituto Nacional de Nutrición (INN). 1999 (46).

Nota: Cálculos propios.

Arteriopatías periféricas: afectación de los vasos sanguíneos que irrigan los miembros superiores e inferiores.

Trombosis venosas profundas y embolias pulmonares: se producen por la formación coágulos de sangre (trombos) o placas de grasa en las venas de las piernas, que pueden obstruir la circulación sanguínea o desprenderse (émbolos) y alojarse en los vasos que irrigan el corazón y los pulmones (20).

Se ha demostrado, que el consumo de fibra alimentaria, mejora los factores de riesgo asociados con las ECV, tales como la obesidad, la hipertensión arterial, dislipidemias, diabetes y el síndrome metabólico (21). La Asociación Dietética Americana en el año 2008, concluyó que las ECV pueden mejorar, sí se consume una media de fibra entre 12 a 33 g por día de alimentos ricos en fibra (22).

La fracción soluble de la fibra, también llamadas “fibras viscosas” (especialmente los beta-glucanos obtenidos de la avena, leguminosas, pectina, goma guar, psyllium y manano konjac) han sido propuestas para reducir los factores de riesgo de ECV (23-26). Asimismo la importancia de consumir cereales integrales (donde la mayor fracción es fibra insoluble), puede reducir los riesgos de enfermedad coronaria (27).

Se ha demostrado que la fracción soluble de la fibra, mejora la hipercolesterolemia principalmente, mediante la reducción de lipoproteínas de baja densidad (LDL-C) sin alterar lipoproteína de alta densidad colesterol (LHD-C) a través de la modulación de los lípidos y la absorción de ácidos biliares (28).

El efecto de la fibra dietética en los estados pre-inflamatorios y en las enfermedades cardiovasculares, se ha visto que está asociado con las propiedades antiinflamatorias del butirato (ácido graso de cadena corta) el cual es un sustrato producido por la fermentación de la fibra soluble en el colon (28).

Diabetes mellitus

Estudios recientes han mostrado que el consumo de fibra alimentaria, mejora la sensibilidad a la insulina en los individuos con diabetes tipo II (21). Un estudio tipo meta-análisis, mostró que la fibra soluble de leguminosas (garbanzos, frijoles, arvejas, lentejas), ya sea por su bajo índice glicémico o bien, porque formaban parte de una dieta alta en fibra; tienen efectos metabólicos beneficiosos para la salud (25). Esto contrasta por ejemplo, con otra investigación; donde se suministró una dieta suplementada con salvado de trigo por 3 meses a individuos diabéticos y no se observaron cambios evidentes en los niveles de glicemia (29).

En otro estudio, se evaluó en 63 pacientes diabéticos, el efecto de una dieta alta en fibra soluble (leguminosas, manzanas, peras, naranjas y mandarinas) en contraposición a una dieta baja en fibra por 24 semanas. La dieta alta en fibra, redujo significativamente la concentración promedio diaria de glucosa en sangre ($P < 0,001$) y el número de eventos de hipoglicemia ($P < 0,01$) (30).

El consumo de FA, se ha asociado con una disminución significativa en la prevalencia de diabetes tipo II. En un análisis reciente, de cinco estudios epidemiológicos que incluían 239 485 sujetos; se comprobó una reducción del 19 % en el riesgo de desarrollo de diabetes, entre los que estaban en el quintil más alto de consumo de FA, en comparación con los del quintil más bajo (Ver Cuadro 2) (31).

¿Mediante cuáles mecanismos, la fibra mejora de sensibilidad a la insulina? Esto aún no está bien dilucidado, se cree que algunas fibras viscosas o FDS presentes en los alimentos tales como la goma guar; aumentan la viscosidad, retrasan el vaciamiento gástrico y la digestión intestinal de las comidas. Se ha propuesto, que estos últimos efectos demoran y prolongan la liberación posprandial de la glucosa en la circulación; lo que reduce la respuesta de

Cuadro 2. Consumo de fibra alimentaria y riesgo de diabetes, obesidad, enfermedad coronaria y cerebrovascular basado en estudios prospectivos

Enfermedad	Nº de sujetos	Nº de estudios	Riesgo relativo (◆)	IC del 95 %
Diabetes	239 485	5	0,81	0,70-0,93
Obesidad	115 789	4	0,70	0,62-0,78
Enfermedad coronaria	158 327	7	0,71	0,47-0,95
Enfermedad cerebrovascular	134 787	4	0,74	0,63-0,86

(◆): Ajustado por factores demográficos, dietéticos y no dietéticos; IC: intervalo de confianza. Adaptado de Anderson et al (33).

la insulina (32).

Se ha sugerido que la FD proveniente de cereales integrales, son fermentados por las bacterias en el intestino grueso, esto genera la producción de ácidos grasos de cadena corta (acetato, propionato y butirato). Se ha demostrado, que una mayor exposición de los hepatocitos a estos ácidos grasos de cadena corta, aumenta la oxidación de la glucosa, disminuye la liberación de ácidos grasos libres y promueve la sensibilidad a la insulina (33).

Otro mecanismo por el cual la FA mejora la sensibilidad a la insulina, es mediante la inducción de la síntesis del péptido similar al glucagón tipo 1 o por sus siglas en inglés (GLP-1) en las especies animales (34).

El GLP-1 es una hormona derivada de la transcripción de un gen llamado proglucagón cuya función fisiológica se fundamenta sobre la concentración sanguínea de glucosa. El GLP-1 tiene múltiples efectos, incluido el retraso del vaciamiento gástrico, la mejora de la insulina-dependiente de la captación celular de glucosa, la inhibición de la secreción de glucagón, estimular la secreción de insulina y la reducción de la producción hepática de glucosa, que en conjunto puede actuar para reducir la necesidad de insulina (35).

Sin embargo, en un estudio reciente donde se usó FA de trigo, se demostró que su consumo, aumentó la secreción de GLP-1 en seres humanos hiperinsulinémicos por 1 año (36).

Algunas consideraciones finales

Según diferentes organizaciones de salud internacionales (*American Dietetics Association, American Diabetes Association, American Heart Association, National Cancer Institute* y otras), la ingesta recomendada de fibra alimentaria debe estar entre 20 y 35 g por persona/día. Procedente del consumo de alimentos, no de suplementos dietéticos y debe incluir fibra soluble (de 5 a 10 g) y el resto fibra insoluble (37)

En Estados Unidos el consumo medio es entre 11 y 15 g/día, de la que aproximadamente un 25 % sería soluble y el resto insoluble. En ese país el 90 % de la población no alcanza los 20 g/día (38). En Venezuela, no hay estudios concluyentes sobre el consumo de fibra alimentaria por persona/día. Sin embargo, se habla de un consumo aparente de fibra para el año de 1997, de 17 g/persona/día lo cual no cubre la recomendación formulada en 1993. Se recomienda para la población venezolana de 9 a 12 g/1 000 Kcal./día, con un mínimo de 20 g/persona/día (39).

En los últimos años, no obstante, se ha podido observar que el consumo de fibra ha disminuido

significativamente. Por ejemplo, en España, el consumo de fibra ha disminuido desde los 27 g/día en 1964 a 20 g/día en 1991 (40). Estudios posteriores, indican un consumo promedio entre 18–20 g/día de FA (41-44).

Por otro lado, la industria de alimentos ha creado productos dietéticos que contienen fibra y su mercado ha crecido mucho. Por ello, al menos en parte, la deficiencia en el consumo de fibra presente en los alimentos vegetales, podría suplirse con la FA contenida en suplementos comerciales; aunque representan un modo de consumo diferente: artificial, más costoso económicamente y sobre todo, menos placentero al paladar.

Debemos tener siempre presente que una dieta rica en fibra, es aquella que proviene de alimentos como los cereales, leguminosas, hortalizas y frutas, pero, que es baja en grasas y en productos de origen animal; lo cual ha mostrado ser beneficioso para la salud.

CONCLUSIONES

Como ya hemos mencionado anteriormente, lo correcto es que el aporte recomendado de FA, sea a través de la dieta cotidiana de cualquier individuo.

El consumo de alimentos ricos en fibra además, aporta a la dieta diaria, carbohidratos complejos, minerales y vitaminas y otros elementos bioactivos o fitoquímicos. Por otra parte, no se recomienda el uso de fármacos o de preparados dietéticos a base de FA, como sustituto de la fibra en la dieta normal; ya que, pueden disminuir la biodisponibilidad de nutrientes esenciales, como proteínas y de algunos minerales.

REFERENCIAS

1. García O, Infante R. La fibra alimentaria y sus aspectos nutricionales. Una visión de los alimentos venezolanos. Informe Médico. 2007;9:285-294.
2. Burkitt D. Some diseases characteristic of modern western civilization. Br Med J. 1973;1:274-278.
3. Burkitt D, Trowell H, eds. Refined carbohydrate foods and disease. Some implications of dietary fibre. Academic Press, London, UK. 1975.
4. Kritchevsky D, Story J. Binding of bile salt in vitro by non-nutritive fiber. J Nutr. 1974;104:458-462.
5. Schweizer T, Wursh P. The physiological and nutritional importance of dietary fiber. Experientia. 1991;47:181-186.

6. García O, Rodríguez C. La fibra alimentaria, el caso de la educación nutricional. *Rev Invest.* 2010.
7. Trowell H. Ischemic heart disease and dietary fiber. *Am J Clin Nutr.* 1972;25:926-932.
8. Trowell H. Definition of dietary fiber and hypothesis that it is a protective factor in certain diseases. *Am J Clin Nutr.* 1976;29:417-427.
9. DeVries J, Prosky L, Li B, Cho S. A historical perspective on defining dietary fiber. *Cereal Food World.* 199;44:367-369.
10. Johnson I, Southgate D. Fibra dietética y sustancias relacionadas. Eds. Instituto Español de la Nutrición, Barcelona, España. 1995:1-147.
11. Champ M, Langkilde A, Brouns F, Kettlitz B, Le Bail Collet Y. Advances in dietary fiber characterisation. 1. Definition of dietary fiber, physiological relevance, health benefits and analytical aspects. *Nutr Res Rev.* 2003;16:71-78.
12. Owen R, Haubner R, Hull W, Erben G, Spiegelhalder B, Bartsch H, et al. Isolation and structure elucidation of the major individual polyphenols in carob fibre. *Food Chem Toxicol.* 2003;41:1727-1738.
13. Valenzuela A, Maíz A. El rol de la fibra dietética en la nutrición enteral. *Rev Chil Nutr.* 2006;33:342-351.
14. Gallaher D. Dietary fiber. En: Russell RM, Bowman B, editores. *Present Knowledge in Nutrition.* 9ª edición. (International Life Sciences Institute Press), Washington, D.C. EE.UU. 2006.
15. Córdova J, Barriguete J, Lara A, Barquera S, Peralta R, Hernández-Avila M, et al. Las enfermedades crónicas no transmisibles en México: sinopsis epidemiológica y prevención integral. *Salud Pub Mex.* 2008;50:419-422.
16. Zarzuelo A, Galisteo M. La fibra dietética en la prevención y tratamiento del síndrome metabólico. *Nutr Clin Med.* 2007;1:54-72.
17. Slavin J, Green H. Dietary fiber and satiety. *Nutr Bull.* 2007;32:32-42.
18. Slavin JL. Dietary fiber and body weight. *Nutrition.* 2005;21:411-418.
19. Chow J, Choe YS, Noss MJ, Robinson KJ, Dugle JE, Acosta SH, et al. Effect of a viscous fiber-containing nutrition bar on satiety of patients with type 2 diabetes. *Diabetes Res Clin Pract.* 2007;76(3):335-340.
20. Fernández C. La fibra dietética en la prevención del riesgo cardiovascular. *Nutr Clin Diet Hosp.* 2010;30:4-12.
21. Galisteo M, Duarte J, Zarzuelo A. Effects of dietary fibers on disturbances clustered in the metabolic syndrome. *J Nutr Biochem.* 2008;19:71-84.
22. Slavin J. Position of the American Dietetic Association: Health implications of dietary fiber. *J Am Diet Assoc.* 2008;108:1716-1731.
23. Theuwissen E, Mensink R. Water-soluble dietary fibres and cardiovascular disease. *Physiol Behav.* 2008;94:285-292.
24. Lunn J, Buttriss J. Carbohydrates and dietary fibre. *Nutr Bull.* 2007;32:21-64.
25. Sievenpiper J, Kendall C, Esfahani A, Wong J, Carleton A, Jiang H, et al. Effect of non-oil-seed pulses on glycaemia control: A systematic review and meta-analysis of randomised controlled experimental trials in people with and without diabetes. *Diabetologia.* 2009;52:1479-1495.
26. Salas J, Farres X, Luque X. Effect of two doses of a mixture of soluble fibres on body weight and metabolic variable in overweight or obese patients: A randomised trial. *Br J Nutr.* 2008;99:1380-1387.
27. Flight I, Clifton P. Cereal grains and legumes in the prevention of coronary heart disease and stroke: A review of the literature. *Eur J Clin Nutr.* 2006;60:1145-1159.
28. Jenkins D, Wolever T, Venketeshwer RA, Hegele SJ, Mitchell TR, Boctor DL, et al. Effect on blood lipids of very high intakes of fiber in diets low in saturated fat and cholesterol. *N Engl J Med.* 1993;329:21-26.
29. Jenkins DJ, Kendall CW, Augustin LS, Martini MC, Axelsen M, Faulkner D, et al. Effect of wheat bran on glycemic control and risk factors for cardiovascular disease in type 2 diabetes. *Diabetes Care.* 2002;25:1522-1528.
30. Giacco R, Parillo M, Rivellese A, Lasorella G, Giacco A, D'Episcopo L, et al. Long-term dietary treatment with increased amounts of fiber-rich low-glycemic index natural foods improves blood glucose control and reduces the number of hypoglycemic events in type I diabetic patients. *Diabetes Care.* 2000;23:1461-1466.
31. Anderson J, Baird P, Davis R, Ferreri S, Knudtson M, Korayn A, et al. Health benefits of dietary fiber. *Nutr Rev.* 2009;67:108-205.
32. Pereira M, Jacobs D, Pins J, Van Horn M, Raatz JK, Gross MD, et al. Effects of whole grains on insulin sensitivity in overweight hyperinsulinemic adults. *Am J Clin Nutr.* 2002;75:848-855.
33. Jenkins DJA, Wolever T, Leeds A, Nineham R, Taylor R, Reynolds P, et al. Dietary fibres, fibre analogues, and glucose tolerance: Importance of viscosity. *Br Med J.* 1978;1:1392-1394.
34. Cani P, Dewever C, Delzenne N. Inulin-type fructans modulate gastrointestinal peptides involved in appetite regulation (glucagon like peptide-1 and ghrelin) in

- rats. *Br J Nutr.* 2004;92:521-526.
35. D'Alessio D. Glucagon-like peptide 1 (GLP-1) in diabetes and aging. *J Anti-Aging Med.* 2000;3:329-333.
 36. Freeland K, Wilson C, Wolever T. Adaptation of colonic fermentation and glucagon-like peptide-1 secretion with increased wheat fibre intake for 1 year in hyperinsulinaemic human subjects. *Br J Nutr.* 2010;103:82-90.
 37. Jones J. Consumption of dietary fiber 1992–2000. En: Spiller G.A, editor. *Handbook of Dietary fiber in Human Nutrition.* 3ª edición. New York: CRC Press; 2001.p.553-566.
 38. Li C, Uppal M. Canadian diabetes association national nutrition committee clinical update on dietary fibre in diabetes: Food sources to physiological effects. *Canadian J Diabetes.* 2010;34:355-361.
 39. Valores de referencia de energía y nutrientes para la población venezolana. Publicación N° 53. Instituto Nacional de Nutrición. Serie de Cuadernos Azules. Caracas. Venezuela. 2000.
 40. Varela G, Moreiras O, Carbajal A, Campo M. Encuesta de presupuestos familiares 1990–91. Madrid: Instituto Nacional de Estadística; 1991.
 41. Serra Majem L, Aranceta Bartrina J. Nutrición infantil y juvenil. Estudio EnKid. Vol. 5. Barcelona: Masson; 2004.p.1-240.
 42. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino (MARM). Valoración de la dieta española de acuerdo al panel de consumo alimentario del Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación (MAPA) Fundación Española de la Nutrición. Madrid: Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino; 2008.p.1-68.
 43. Tabla de raciones de alimentos. Escuela de nutrición y dietética, Departamento de Ciencias de la Nutrición y Alimentación, Cátedra de Ciencia y Tecnología de Alimentos. Universidad Central de Venezuela. 2005.
 44. Tabla de composición de alimentos de Venezuela para uso práctico. Instituto Nacional de Nutrición. Serie de cuadernos azules, publicación n° 42. 1999. Caracas, Venezuela.

Correspondencia: Omar García

Apartado postal: 40390. Zona postal 1040-A. Los Chaguaramos, Caracas.

Gac Méd Caracas 2012;120(2):114-116

Etapa maculotópica, una propuesta sobre el inicio de la señalización visual según nuestra teoría sobre la visión

† Dr. Efraín Inaudy Bolívar *

e-mail. efibolivar@gmail.com

Centro de Investigación de Bioingeniería de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Carabobo

RESUMEN

Estamos considerando que a nivel de la mácula, región de la retina de máxima agudeza visual por su alta densidad de conos, debe conformarse una representación

* Perinatólogo. Estudiante del doctorado de Bioingeniería en la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Carabobo. Miembro Correspondiente Nacional,

mapa maculotópico de aquella imagen del mundo exterior donde fijamos nuestra atención. La estimulación fotónica reflectante del mundo exterior excitaría a los conos de la mácula, y la distribución topográfica de estos conos absorbentes de luz o excitados, coincidiría exactamente con la topografía de la imagen exterior excitante. Uno o más fotorreceptores excitados conformarían un componente de la imagen o de información visual. La sumatoria de