

Efecto de la administración oral de nopal deshidratado sobre el perfil de lípidos en individuos con dislipidemia y sobrepeso/obesidad

Luisa Muñoz¹, Yolanda Díaz², Claudia González³, Eunice Medina⁴, Ernesto Cardona⁵
Departamento de Fisiología¹, Departamento de Farmacobiología^{2,3,4}, Departamento de Fisiología⁵
Universidad de Guadalajara, CUCS^{1,5} Universidad de Guadalajara, CUCEI^{2,3,4}
Guadalajara, México
malumuz1@yahoo.es

Abstract— Nopal fiber decreases the absorption of glucose, lipid and amino acid food promoting the synthesis of bile acids from the intracellular cholesterol, lowering plasma concentrations. The aim of this study was to evaluate the effect of oral administration of dehydrated nopal (*Opuntia ficus indica*) on lipid profile in individuals with dyslipidemia and overweight / obesity, for which a clinical trial with randomization was performed and controlled placebo, single-blind. The groups were the intervention with nopal (16 subjects) and placebo control (11 subjects). Were evaluated: weight, BMI, ratio AC / DC, total cholesterol, LDL, HDL, VLDL, triglycerides, glucose, insulin and HOMA index. The results showed that the dehydrated nopal significantly decreased plasma concentrations of total cholesterol (-0.6%) and triglycerides (-15.3%) ($p < 0.05$); likewise a nonsignificant trend toward reduction of DBP was observed (- 3.3%), glucose (-1.0%), insulin (-24.4%) and HOMA (-16%); therefore concluded that the oral administration of 3 g / day of dried cactus species *Opuntia ficus indica* in individuals with dyslipidemia and overweight / obesity significantly improves lipid profile and there is also a nonsignificant trend toward improved insulin sensibility and reduce glucose and diastolic blood pressure.

Keywords— *dyslipidemia, lipids, overweight, obesity*

Resumen— La fibra del nopal disminuye la absorción de glucosa, lípidos y aminoácidos de los alimentos favoreciendo la síntesis de ácidos biliares a partir del colesterol intracelular, disminuyendo sus concentraciones plasmáticas. El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de la administración oral de nopal deshidratado (*Opuntia ficus indica*) sobre el perfil de lípidos en individuos con dislipidemia y sobrepeso/obesidad, para lo cual se realizó un ensayo clínico con asignación al azar y controlado con placebo, simple ciego. Los grupos fueron el de intervención con nopal (16 sujetos) y el control con placebo (11 sujetos). Se evaluó: peso, IMC, relación CA/CC, colesterol total, LDL, HDL, VLDL, triglicéridos, glucosa, insulina e índice HOMA. Los resultados arrojaron que el nopal deshidratado disminuyó significativamente las concentraciones plasmáticas de colesterol total (-0.6%) y triglicéridos (-15.3%) ($p < 0.05$); así mismo se observó una tendencia no significativa hacia la reducción de PAD (- -3.3%), glucosa (-1.0%), insulina (-24.4%) y HOMA (-16%); por lo que se concluye que la administración oral de 3 gr/día de nopal deshidratado de la especie *Opuntia ficus indica* en individuos con dislipidemia y sobrepeso/obesidad mejora significativamente su perfil lipídico y además existe una tendencia no significativa a mejorar la sensibilidad a la insulina y reducir los valores de glucosa y presión arterial diastólica.

Palabras clave— *Dislipidemia; lípidos; nopal; sobrepeso; obesidad.*

I. INTRODUCCIÓN

El sobrepeso y la obesidad son dos de los principales problemas desafiantes del sector salud en México. La Encuesta Nacional de Salud y Nutrición del 2006 señala que la incidencia y prevalencia de la obesidad han aumentado progresivamente durante las últimas 6 décadas y más impresionantemente en los últimos 20 años, hasta alcanzar prevalencia de 10 a 20% en la infancia, 30 a 40% en la adolescencia y hasta 60 a 70% en los adultos, y esto en gran medida debido a la poca o nula actividad física [1] y la sobre ingestión calórica rica en carbohidratos y lípidos. El sobrepeso y la obesidad se asocian con graves problemas de salud como la enfermedad arterial coronaria, la enfermedad vascular cerebral, la diabetes mellitus, la hipertensión arterial, las dislipidemias aterogénicas y varios tipos de cáncer como el de

mama, entre otras[2]. En una inadecuada alimentación la ingestión excesiva de calorías aumenta las concentraciones séricas de triglicéridos (TG) ya que las “calorías sobrantes” estimulan su síntesis en el hígado, provocando mayor producción de lipoproteínas de muy baja densidad (VLDL) con un contenido elevado de TG que se liberan al torrente circulatorio; al mismo tiempo las personas con sobrepeso suelen tener concentraciones más bajas de colesterol unido a las lipoproteínas de alta densidad (HDL), debido probablemente a que el aumento de las concentraciones de TG estimula el intercambio de ésteres de colesterol entre las HDL y las lipoproteínas ricas en triacilgliceroles[3].

Las hiperlipidemias (aumento de la concentración plasmáticas de lípidos), son uno de los problemas de naturaleza bioquímica más frecuentes en las sociedades occidentales[4]; en México la dislipidemia más frecuentes es la baja concentración plasmática de HDL, y la hipertrigliceridemia[5,6]. El 48.4% de los adultos con edades entre 20 y 69 años que viven en zonas urbanas tienen concentraciones bajas (<35 mg/dL) de colesterol-HDL; el 42.3% tiene concentraciones altas de TG (>150 mg/dL), y el 27.1% niveles altos de colesterol (>200 mg/dL). Estas cifras obligan al desarrollo de estrategias de control del sobrepeso y obesidad con políticas de salud e intervención educativa que favorezca un estilo de vida saludable que incorpore la actividad física regular y promueva solo el consumo calórico necesario[5-7].

La principal estrategia en el tratamiento de las hiperlipidemias es el cambio en los estilos de vida, lo cual ha sido recomendado por el III Panel de Tratamiento del Adulto (ATP III) del Programa Nacional de Educación en Colesterol (NCEP) [8], por lo que un tratamiento dietético es básico [9]. Con una dieta adecuada el paciente con dislipidemia puede lograr una reducción entre el 5 y 10% en las concentraciones plasmáticas de colesterol y hasta un 50% las de los TG[10].

El NCEP ATP III aconseja realizar dieta con limitaciones en el consumo de grasa y la inclusión de fibra soluble (FS) como intervención inicial para el control de la enfermedad cardiovascular; de ahí que antes de iniciar con cualquier tratamiento farmacológico y sobre todo en personas jóvenes, es importante hacer ejercicio y seguir una dieta con alto contenido en FS, que por su alta viscosidad enlentece el vaciamiento gástrico y disminuye la velocidad de absorción de glucosa, lípidos y aminoácidos, además de aumentar el espesor de la capa de agua estacionada a través de la cual los solutos han de difundir para alcanzar la membrana celular del enterocito[11]. Los mecanismos propuestos para explicar los beneficios de la FS están en relación con su capacidad de limitar la absorción del colesterol intestinal y con la acción quelante sobre las sales biliares interrumpiéndose la circulación enterohepática[12]. Esta situación genera reducción considerable en la tasa de absorción de lípidos y colesterol contenidos en los alimentos, por lo que el hígado tendrá que sintetizar nuevos ácidos biliares a partir del colesterol intracelular provocando la disminución de sus concentraciones plasmáticas[13,14,15, 16]; efecto deseado en personas con dislipidemia (sobre todo cuando hay niveles elevados de colesterol total (CT) y TG) porque con esto se reduce su aporte a través de los quilomicrones lo que reduce el reservorio hepático de colesterol libre que formará nuevos ácidos biliares[17].

Al estimularse la conversión de colesterol en sales biliares por la enzima 7- α -hidroxilasa, la FS incrementa la actividad de dicha enzima[18], disminuyendo las concentraciones intracelulares hepáticas de colesterol libre. Esta depleción de colesterol hepático también genera alteraciones en la remodelación de las lipoproteínas variando la composición de las VLDL y LDL quienes incrementan su contenido en TG y son más pobres en colesterol esterificado[19], así las VLDL son catabolizadas más rápidamente existiendo una menor conversión a LDL; ahora bien, las LDL que han modificado su composición y debido al incremento en la actividad de la enzima hidroximetilglutaril-CoA (HMG-Co-A) reductasa que a su vez aumenta el número de receptores de LDL da nuevamente como resultado final una reducción en las concentraciones de LDL lo que mantiene la situación de hipocolesterolemia.

En el intestino grueso la FS es fermentada y produce diferentes ácidos grasos de cadena corta, destacando el propionato, que al absorberse en el colon y llegar a la circulación portal inhibe a HMG-Co-A reductasa disminuyendo la tasa de síntesis de ácidos grasos, colesterol [20] y VLDL en el hígado

[21], reduciéndose así, la síntesis endógena de colesterol, ácidos grasos y VLDL [22, 23, 24, 25]. Estos ácidos biliares formados del colesterol intracelular, por efecto de la FS son arrastrados por la fibra y posteriormente excretados fuera del organismo, efectuándose un proceso cíclico en el que el hígado deberá convertir más colesterol endógeno en sales biliares disminuyendo más el nivel de colesterol circulante[26, 27, 28].

En México, las estructuras vegetativas y reproductivas de los nopales (*Opuntia* spp.) han sido usadas con fines medicinales desde la época precolombina, extendiéndose a otros países como parte de la medicina alternativa para el tratamiento de la diabetes mellitus tipo 2, aunque también en algunos trabajos publicados se han observado efectos en el metabolismo de colesterol y TG [29]. Éste género contiene grandes cantidades de mucílago (sustancias similares a las gomas) que al ponerse en contacto con el agua forman un retículo donde ésta queda atrapada, originando soluciones de gran viscosidad. Esta capacidad gelificante es la responsable de muchos de los efectos fisiológicos de la fibra como la disminución de la glucemia postprandial y de los niveles plasmáticos de colesterol [30], laxante[31, 32] y una adicional sensación de plenitud[33, 34].

Existen estudios a nivel clínico con nopal, entre los que destacan los realizados por Frati Munari et al. que señalan la acción hipoglucemiante de *Opuntia* sp, sólo en individuos con diabetes mellitus tipo 2, y que no se presentaba este efecto en individuos sanos [35]. Luego se quiso determinar si el extracto deshidratado de tallo de *Opuntia ficus indica* conservaba las propiedades del tallo de nopal entero sobre los efectos en los niveles de glucosa, con lo que Frati Munari et al. realizan dos experimentos, uno de ellos con pacientes con diabetes mellitus tipo 2 y otro con pacientes sanos con hiperglucemia temporal, a quienes se les administraron 30 cápsulas del extracto (seis cápsulas equivalían a los sólidos de 75 g de tallos tiernos de nopal) por vía oral, observando que no hubo efecto hipoglucémico en los pacientes diabéticos; sin embargo, el extracto deshidratado sí fue capaz de disminuir la hiperglucemia post-ingestión de dextrosa[36]. Esto mismo fué corroborado por Frati Munari et al. en 1991, en el que nuevamente expone el efecto hipoglucemiante en individuos diabéticos, pero no en individuos sanos, a los cuales se les administraron por vía oral 500 g de tallo de nopal [37]. Para 1992, Frati MAC et al., realizaron un ensayo cruzado y ciego, en el que administraron diariamente cápsulas de 335 mg de nopal desecado de la especie *O. ficus indica* durante una semana, y observaron una discreta disminución en las concentraciones plasmáticas de glucosa y colesterol[38].

Fernández et al. (1990) evaluaron el efecto de una pectina aislada de *Opuntia* sp, sobre el metabolismo del colesterol y de las lipoproteínas en cerdos de guinea, quienes tienen niveles altos de LDL y de HDL, como en los humanos; y observaron que se producía una disminución del 26% de las concentraciones plasmáticas de colesterol, LDL y HDL [39]; en 1994 El mismo reporta que con la administración de nopal (*Opuntia* sp) a cerdos de guinea, se reducen los niveles plasmáticos de lípidos de baja densidad, proponiendo un posible mecanismo de acción: el nopal habilita la unión de ácidos biliares y con esto se reduce la concentración de colesterol hepático, así como por la producción de ácidos grasos de cadena corta que se producen por la fermentación de la fibra en el colon[40]. También se ha reportado que existe disminución significativa de los niveles sanguíneos de colesterol y de LDL, si se daba junto con los alimentos 12% de nopal crudo [41]. Además si se las dietas son enriquecidas con aceite de cactus y semillas se obtiene una disminución significativa del colesterol sanguíneo y del LDL y por otra parte se incrementaron las concentraciones de HDL [42, 43, 44], pero hasta el momento todos los estudios van enfocados a individuos con o sin diabetes mellitus, y no en aquellos que presentan algún tipo de dislipidemia acompañada o no de sobrepeso/obesidad.

Más recientemente, Torres Tamayo M et al., realizaron un ensayo clínico controlado con placebo para evaluar el efecto del extracto de nopal de la especie *Opuntia fuliginosa* (3 g extracto/día) durante 8 semanas a sujetos con hipercolesterolemia moderada, observando una tendencia a la reducción del colesterol LDL (-8%) y TG (-10%), y aumento en el colesterol de HDL (+7%) y apolipoproteína A-I

(+4%); aunque estas diferencias no alcanzaron significado estadístico, a diferencia de las disminuciones de colesterol total (-6% $p < 0.05$), apolipoproteína B (-11%, $p < 0.05$) y glucosa (-12%, $p < 0.05$) [45].

El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto del nopal deshidratado (*Opuntia ficus indica*) sobre el perfil de lípidos en individuos con dislipidemia y sobrepeso/obesidad.

II. MATERIAL Y METODOS

Se realizó un ensayo clínico con asignación al azar, simple ciego y grupo control con placebo en 36 voluntarios con edad entre 18 y 60 años, con un índice de masa corporal (IMC) ≥ 25 y con algún tipo de dislipidemia (hipertrigliceridemia ≥ 150 mg/dL, hipercolesterolemia ≥ 200 mg/dL, LDL ≥ 100 mg/dL ó HDL ≤ 40 mg/dL en varones y ≤ 50 mg/dL en mujeres). El tamaño de muestra se calculó por medio de la fórmula para ensayos clínicos[46] por diferencia de medias, con un nivel de confianza de 95%, un poder de 80% y una diferencia esperada de 18 unidades para cada una de las determinaciones de lípidos ($n = 14$) que para prevenir las pérdidas se dejó en $n = 18$.

Los participantes se seleccionaron de la población del Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías, de la Universidad de Guadalajara cuya actividad física y dieta eran estables previo a la inclusión en el estudio. Al inicio y durante el estudio los participantes no presentaron ninguna enfermedad ni dieta alguna, ni se encontraban tomando ningún tipo de medicamentos que influyeran sobre el perfil de lípidos. Acudieron cada quince días a supervisión durante 90 días tiempo que duró la intervención. Se midieron al inicio (semana 0) y al final (semana 12) de la intervención los parámetros antropométricos (peso, talla, IMC, perímetro de cintura y cadera) y parámetros bioquímicos [colesterol total (CT), colesterol de alta densidad (HDL), colesterol de baja densidad (LDL), triglicéridos (TG), glucosa e insulina].

Durante el periodo de selección de individuos se realizaron las determinaciones bioquímicas del perfil de lípidos en todos los posibles candidatos, ingresando al estudio los que firmaron el consentimiento de participación en el protocolo y que además cumplieran con las características generales y que los resultados del perfil de lípidos eran acordes a los criterios de inclusión. En la primera visita (semana cero) se aplicó un cuestionario para investigar los antecedentes heredofamiliares patológicos directos (padres y abuelos) sobre diabetes mellitus, hipertensión arterial, enfermedad cardiovascular y obesidad; y sobre estilos de vida (actividad física realizada), consumo de tabaco en cualquier cantidad. Se recomendó a los pacientes no modificar su estilo de vida a partir de la primera visita.

Se formaron 2 grupos: Grupo 1 (nopal), 18 individuos de los cuales cumplieron con el apego al tratamiento 16 (10 del género femenino y 6 del masculino) con dieta y actividad física normal a quienes se les administró 1 gr de fibra de nopal deshidratado de la especie *Opuntia ficus indica* en cápsulas, antes de cada alimento. El Grupo 2 de control (placebo), 18 individuos y de estos cumplieron con el apego al tratamiento 11 (7 del género femenino y 4 del masculino) con dieta y actividad física normal a quienes se les administró 1 gr de placebo (almidón) en cápsulas, antes de cada alimento. En ambos grupos se les recomendó ingerir 250 ml de agua con cada administración. No se incluyeron individuos con hipersensibilidad conocida a la fibra de nopal, que estuvieran tomando algún tipo de fármaco o con alguna enfermedad aguda existente. Fueron excluidos los individuos con diabetes mellitus, alteraciones hepáticas u otras que pudieran alterar el metabolismo normal de lípidos, así como aquellos que no cumplieran con el 80% de apego al tratamiento (cinco del grupo 2). El estudio se apejó a la declaración de Helsinki actualizada en el año 2000 y a la legislación local. Se asignaron números claves de identificación para garantizar la confidencialidad. El protocolo fue revisado y aprobado por el Comité de Ética e Investigación del Departamento de Fisiología del Centro Universitario de Ciencias de la Salud, de la Universidad de Guadalajara. La fibra de nopal y el placebo fueron donados por América Alimentos S.A de C.V. y se proporcionados a los pacientes en cápsulas de 500 mg dentro de frascos de plástico

idénticos por el investigador responsable de la evaluación clínica. Los participantes acudieron a evaluación del apego al tratamiento en la semana 6 y 12 del estudio. En cada visita se practicó examen físico completo (antropométrico y fisiológico), se investigaron los efectos secundarios indeseables y mediante la cuenta y revisión de los frascos devueltos se vigiló el apego al tratamiento. También se tomaron muestras de sangre para la cuantificación del perfil de lípidos y glucosa.

Parámetros antropométricos. La medición del peso se hizo con el paciente sin calzado y de pie en una balanza tanita. El peso se registró en kilogramos (kg). La estatura se determinó con el flexómetro clínico incorporado en la balanza clínica convencional (Nuevo León), con el individuo con los talones juntos, registrando el resultado en metros (mt). El IMC se obtuvo al dividir el peso en kilogramos sobre la talla en metros² (kg/m²). El perímetro de cintura se midió con una cinta métrica en el punto medio entre la última costilla y el margen superior de la cresta iliaca, medido al inicio de una leve espiración (espiración no forzada) y a nivel de las espinas ilíacas anterosuperiores en bipedestación. El perímetro de cadera se midió sobre las nalgas a nivel de los trocánteres mayores [47]. Ambas mediciones se expresaron en centímetros (cm).

Parámetros fisiológicos. La presión arterial se midió con el paciente sentado durante 15 minutos con un esfigmomanómetro de mercurio estándar por el mismo investigador, expresando la PAS y la PAD en milímetros de mercurio (mmHg).

Parámetros bioquímicos. Las muestras de sangre se obtuvieron en ayuno de 12 horas, con el individuo sentado por espacio de 10 minutos. Con vacutainer y agujas desechables se extrajeron 5 ml de sangre en un tubo seco sin anticoagulante. Para la obtención del suero se dejó en reposo el tubo durante 15 minutos y posteriormente se centrifugaron a 3500 revoluciones por minutos durante 10 minutos; el suero obtenido se dividió en 2 alícuotas de 2 ml cada una para conservarse en congelación a -20°C hasta su análisis. Al final del estudio, en las primeras alícuotas de las muestras pre y postratamiento de cada participante se analizó el perfil de lípidos y glucosa y en las segundas la insulina. Todas las determinaciones bioquímicas se realizaron en el Laboratorio de Bioquímica del Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías de la Universidad de Guadalajara.

Las determinaciones bioquímicas del perfil de lípidos (colesterol total, HDL y triglicéridos) y de glucosa, se realizaron en suero, las cuales se procesaron en un autoanalizador, con un dispositivo de química seca (equipo VITROS DT60 II) de VITROS Chemistry Products.

Para el análisis del colesterol total se empleó el slide VITROS CHOL DT (Ortho-Clinical Diagnostics Johnson & Johnson) basado en un método enzimático de punto final, similar al propuesto por Allain et al. [48]. Para el colesterol de alta densidad se usó el slide HDLC DT Slides (Ortho-Clinical Diagnostics Johnson & Johnson) que se basa en un método enzimático de punto final. Los niveles de triglicéridos se calcularon con el slide VITROS TRIG DT (Ortho-Clinical Diagnostics Johnson & Johnson) que también se basa en un método enzimático de punto final descrito por Spayd et al [49]. El colesterol LDL y el colesterol VLDL se calcularon empleando la fórmula de Friedewald [50].

La concentración de glucosa se realizó utilizando los slide VITROS GLU DT cuyo sistema colorante está muy relacionado con método descrito por Trinder [50]. Los coeficientes de variación intra e interensayo fueron de 4,4 y 6,9% respectivamente. La concentración de insulina sérica se cuantificó por radioinmunoanálisis (Diagnostic Products Corporation, Los Angeles, California, USA) con coeficiente de variación intra e interensayo de 4,4 y 6,9% respectivamente. Los valores se expresan en unidades internacionales y se presentan en media \pm desviación estándar.

III. ANALISIS ESTADISTICO

Los resultados se codificaron en una matriz de datos para ser analizados en el paquete estadístico SPSS para Windows, versión 17.0, que consistió en un análisis descriptivo para las variables antropométricas en general (peso, talla, IMC, perímetro de cintura, perímetro de cadera) por cada grupo. Para el perfil de lípidos por grupo de estudio se calcularon medidas de tendencia central y dispersión (promedios, desviaciones estándar). Para valorar las diferencias de las variables bioquímicas entre la semana 0 y 12 se realizó un análisis de varianza usando la T de Wilcoxon para investigar los cambios intra-grupo. y para comparar ambos grupos (no relacionados) con la prueba U de Mann-Whitney. El análisis estadístico de la información obtenida se hizo con un coeficiente de confianza de 0.95 y un nivel de significancia estadística de 0.05 (interpretación: $p < 0.05$ estadísticamente significativa).

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los 36 pacientes se evaluaron al inicio y después de 3 meses de la administración del nopal deshidratado y/o placebo. En la (Tabla I) se muestran las características antropométricas, fisiológicas y bioquímicas basales de los grupos de estudio, en donde se aprecia que no hubo diferencias estadísticamente significativas entre ellos en las variables antropométricas y bioquímicas ($p < 0.05$).

TABLA I. VARIABLES ANTROPOMÉTRICAS, FISIOLÓGICAS Y BIOQUÍMICAS BASALES DE LOS GRUPOS NOPAL Y PLACEBO

Variable	Grupo Nopal (Media \pm DE) n=16	Grupo Placebo (Media \pm DE) n=11	p
Peso (kilogramos)	84.8 \pm 22.1	82.1 \pm 7.5	0.394
CA (cm)	101.3 \pm 15.0	96.0 \pm 7.5	0.503
CC (cm)	111.4 \pm 12.0	110.7 \pm 8.1	0.837
IMC (kg/mt ²)	30.7 \pm 5.4	28.6 \pm 3.0	0.568
CT (mg/dL)	209.3 \pm 33.1	197.5 \pm 21.9	0.311
LDL (mg/dL)	129.6 \pm 28.8	129.8 \pm 21.9	0.780
HDL (mg/dL)	49.4 \pm 16.7	40.7 \pm 6.3	0.077
TGC (mg/dL)	151.1 \pm 68.2	134.5 \pm 28.4	0.913
Glucosa (mg/dL)	80.6 \pm 9.1	81.5 \pm 5.1	0.818
Insulina (μ U/mL)	14.7 \pm 13.5	15.2 \pm 2.7	0.226
HOMA	2.9 \pm 2.6	3.0 \pm 0.6	0.231

Significancia con U Mann-Whitney. $p < 0.05$ = significativo

CA= Perímetro de cintura, CC= Perímetro de cadera, IMC= Índice de masa corporal, CT = Colesterol total, LDL = Lipoproteínas de baja densidad, HDL = Lipoproteínas de alta densidad, TGC = Triglicéridos, HOMA = Índice Homeostasis Model Assessment.

La obesidad y el sedentarismo producen hiperactividad simpática central capaz de originar alteraciones metabólicas y funcionales que pueden desarrollar hipertensión arterial, diabetes mellitus y dislipidemia[51].

Al comparar el pre/post intervención del grupo con nopal se observaron cambios significativos en CA (-2.7%), TGC (-15.3%), insulina (-24.5%) y el índice HOMA (-24.1%) ($p < 0.05$); mientras que en el grupo control con placebo se incrementaron significativamente el CT (8.4%) y TGC (23.6%) (Tabla II).

TABLA II. VARIABLES ANTROPOMÉTRICAS, FISIOLÓGICAS Y BIOQUÍMICAS ANTES Y DESPUÉS DE LA INTERVENCIÓN FARMACOLÓGICA

Variable	Grupo Nopal n = 16		P	Grupo Placebo n = 11		p
	Antes (Media±DE)	Después (Media±DE)		Antes (Media±DE)	Después (Media±DE)	
Peso (kilogramos)	84.8 ± 22.1	84.5 ± 21.0	0.588	82.1 ± 7.5	82.9 ± 8.7	0.465
CA (cm)	101.3 ± 15.0	98.5 ± 14.0	0.011	96.0 ± 7.5	95.6 ± 4.8	0.853
CC (cm)	111.4 ± 12.0	111.8 ± 12.5	1.000	110.7 ± 8.1	110.0 ± 7.3	0.637
IMC (kg/mt ²)	30.7 ± 5.4	30.8 ± 5.5	0.772	28.6 ± 3.0	28.9 ± 3.6	0.505
CT (mg/dL)	209.3 ± 33.1	207.9 ± 40.1	0.772	197.5 ± 21.9	214.1 ± 18.9	0.007
LDL (mg/dL)	129.6 ± 28.8	132.1 ± 38.0	0.837	129.8 ± 21.9	138.1 ± 22.7	0.217
HDL (mg/dL)	49.4 ± 16.7	50.2 ± 13.7	0.453	40.7 ± 6.3	42.9 ± 9.2	0.430
TGC (mg/dL)	151.1 ± 68.2	127.9 ± 69.0	0.013	134.5 ± 28.4	166.2 ± 41.6	0.004
Glucosa (mg/dL)	80.6 ± 9.1	79.8 ± 6.8	0.608	81.5 ± 5.1	79.9 ± 6.2	0.562
Insulina (µU/mL)	14.7 ± 13.5	11.1 ± 6.6	0.044	15.2 ± 2.7	15.4 ± 5.3	0.831
HOMA	2.9 ± 2.6	2.2 ± 1.3	0.039	3.0 ± 0.6	3.0 ± 0.9	0.700

Significancia con T-Wilcoxon. $p < 0.05$ = significativo.

CA= Perímetro de cintura, CC= Perímetro de cadera, IMC= Índice de masa corporal, CT= Colesterol total, LDL= Lipoproteínas de baja densidad, HDL= Lipoproteínas de alta densidad, TGC= Triglicéridos, HOMA= Índice Homeostasis Model Assessment.

Al analizar los deltas (diferencias) entre los valores basales y finales de las variables de estudio entre el grupo con nopal y el grupo control con placebo se obtuvieron diferencias estadísticamente significativas en CT (-0.7%) con nopal mientras que en el control se incrementó (8.4%) y TGC con nopal (-15.3%) y 23.5% con placebo menos que lo reportado por Torres Tamayo M y cols. en las concentraciones de CT, mientras que con *O. ficus* indica que se empleó en este estudio se redujeron significativamente las concentraciones de TGC y Torres Tamayo no reporta significancia estadística en esta variable (Tabla III).

Con los resultados anteriores se puede sustentar un efecto hipolipemiante con el nopal *Opuntia ficus* indica empleado en este estudio. Ninguno de los pacientes tiene diagnóstico de diabetes mellitus, como se ha estudiado esta fibra desde hace tiempo, y en este estudio ninguno de los participantes presentó diagnóstico de diabetes mellitus, motivo por el cual el efecto sobre la reducción en las concentraciones plasmática de glucosa no fueron significativas. Considerando que la resistencia a la acción de la insulina ejerce efectos sobre el metabolismo lipídico sobre todo en triglicéridos y que la insulina disminuye la concentración plasmática de ácidos grasos libres; en los diabéticos la resistencia a la insulina incrementa los niveles de ácidos grasos libres estimulando la síntesis de triglicéridos, el nopal *Opuntia ficus* indica sería de gran beneficio por sus efectos hipolipemiantes y sobre todo en la población joven que como se indica en México ya padece de algún tipo de dislipidemia.

No se observó incremento significativo en las concentraciones plasmáticas de HDL con la administración del nopal deshidratado, debido probablemente a que no se modificó la dieta de los participantes y porque no se indicó ningún tipo de actividad física.

TABLA III. TABLA III. DELTA (CAMBIO A LOS 3 MESES DE TRATAMIENTO) CON RESPECTO A LA BASAL EN LAS VARIABLES ANTROPOMÉTRICAS, FISIOLÓGICAS Y BIOQUÍMICAS ENTRE EL GRUPO DE NOPAL Y PLACEBO.

Variable	Nopal (Media ± DE)	Placebo (Media ± DE)	p
Peso (kilogramos)	-0.3 ± 2.8	0.8 ± 3.5	0.512
CA (cm)	-2.9 ± 5.2	-0.3 ± 6.4	0.311
CC (cm)	0.3 ± 4.3	-0.7 ± 4.6	0.568
IMC (kg/mt ²)	0.0 ± 1.1	0.3 ± 1.3	0.671
CT (mg/dL)	-1.4 ± 20.7	16.6 ± 15.0	0.027
LDL (mg/dL)	2.5 ± 19.3	8.3 ± 22.3	0.299
HDL (mg/dL)	0.8 ± 5.1	2.2 ± 6.9	0.818
TGC (mg/dL)	-23.2 ± 31.4	31.6 ± 26.9	<0.0001
Glucosa (mg/dL)	-0.8 ± 6.0	-1.5 ± 6.1	0.855
Insulina (μU/mL)	-3.6 ± 8.6	0.2 ± 5.5	0.348
HOMA	-0.7 ± 1.7	0.0 ± 0.9	0.231

Significancia con U Mann-Whitney. p < 0.05 = significativo

CA= Perímetro de cintura, CC= Perímetro de cadera, IMC= Índice de masa corporal, CT = Colesterol total, LDL = Lipoproteínas de baja densidad, HDL = Lipoproteínas de alta densidad, TGC = Triglicéridos, HOMA = Índice Homeostasis Model Assessment.

En este estudio la disminución en los niveles de CT y TGC; podrían ser aún mayores si se hubiera administrado una mayor dosis de nopal deshidratado, acompañado de la modificación en la dieta y una rutina de ejercicio, pero lo importante del trabajo, este que en la mayoría de los estudios publicados hasta la fecha la fibra se administra después de los alimentos, y en este estudio se dio 15 minutos antes de cada alimento, permitiendo con eso que se hidrate la fibra antes del consumo de alimentos, con lo que se obtiene un retraso en la absorción de carbohidratos y lípidos provenientes de los alimentos desde el mismo momento en el que llegan al estómago e intestino delgado, aumentando la efectividad de la fibra contenida en el nopal *Opuntia ficus indica*.

El tiempo de tratamiento fue relativamente corto (3 meses), lo que también modificaría el efecto hipolipemiante al administrarse por un lapso de tiempo mayor. Tanto el placebo como el nopal fueron bien tolerados por los participantes en el estudio, pues no se reportaron efectos adversos durante los 3 meses de intervención.

Con los resultados obtenidos en el estudio se puede concluir que la administración oral de 3 gr/día de nopal deshidratado de la especie *Opuntia ficus indica* en individuos con dislipidemia y sobrepeso/obesidad, reduce significativamente los niveles de colesterol total y triglicéridos en plasma, obteniendo además una tendencia no significativa de mejoría en la sensibilidad a la insulina.

RECONOCIMIENTOS

Este proyecto fue realizado con el apoyo de América Alimentos S.A. de C.V. quien donó el nopal deshidratado *Opuntia ficus indica* y el placebo. Se contó con financiamiento de COECYTJAL-UDG. Folio PS-2008-729.

REFERENCIAS

- [1] Shamah Levy T, Villalpando Hernández S, Rivera Dommarco JA. Resultados de Nutrición de la ENSANUT 2006. Instituto Nacional de Salud Pública, México, 2007.
- [2] Villaseñor A. El papel de la leptina en el desarrollo de la obesidad. *Revista de Endocrinología y Nutrición*. 2002; 10(3):135-139.
- [3] Biesalski Hans K, Grimm P. *Nutrición Texto y Atlas*. Ed. Médica Panamericana, España, 2007.
- [4] García Segovia P, Martínez Monzó J. Ingesta de Lípidos y Perfil Lipídico en Personal de la Universidad Politécnica de Valencia. *Rev Esp Nutr Comunitaria* 2004; 10(1): 18-24.
- [5] Aguilar Salinas CA, Gómez Pérez FJ, Lerman Garber I, Vázquez Chávez C, Pérez Méndez O, Posadas Romero C. Diagnóstico y Tratamiento de las Dislipidemias: Posición de la Sociedad Mexicana de Nutrición y Endocrinología. *Rev de Endocrinología y Nutrición* 2004; 12(1): 7-41.
- [6] Barquera S, Flores M, Olaiz Fernández G, Monterrubio E, Villalpando S, González C et al. Dyslipidemias and Obesity in México. *Salud Pública Mex* 2007; 49(suppl:3): S338-S347.
- [7] Kathlee Mahan L, Escott Stump S. *Nutrición y Dietoterapia de Krause*. 9ª. Edición. Mc Graw Hill Interamericana 2000; 219-247.
- [8] Expert panel on detection, evaluation, and treatment of high blood cholesterol in adults. Executive summary of the third report of the National Cholesterol Education Program (NCEP) expert panel on detection, evaluation, and treatment of high blood cholesterol in adults (Adult treatment panel III). *JAMA* 2001; 285: 2486-2497.
- [9] Terrés Speziale AM; Bello Madrigal NM. Lípidos: Aplicación de Niveles de Decisión Clínica y Evaluación de su Cronobiología en México. *Rev Med IMSS* 2001; 47(4): 202-218.
- [10] Sánchez León M, Rodríguez Porto A L y Martínez Valdés LL. Desórdenes Lipídicos: Una Puesta al Día. *Rev. Cubana Endocrinol* 2003; 4 (1):1-8.
- [11] Hernández Rodríguez M, Sastre Gallego A. *Tratado de Nutrición*. Ediciones Díaz de Santos, España, 1999.
- [12] Trautwein EA, Kunath-Rau A, Erbersdobler HF. Increment fecal bili acid excretion and changes in the circulating bile acid pool are involved in the hypocholesterolemic and gallstone-prevention actions of psyllium in hamsters. *J Nutr* 1999; 129: 896-902.
- [13] Jenkins DJA. Fibre in the treatment of hyperlipidemia. En: Spiller GA, ed. *Handbook of Dietary Fibre in Human Nutrition*. Florida: CRC Press; 1993.
- [14] Kay RM, Truswell AS. Effects of citrus pectin on blood lipids and fecal steroid excretion in man. *Am J Clin Nutr* 1997; 30: 171-175.
- [15] Jenkins DJA, Axelsen M, Kendall CW, Augustin LS, Vuksan V, Smith U. Dietary fibre, lente carbohydrates and the insulin-resistant disease. *Br J Nutr* 2000; 83 Suppl 1: S157-163.
- [16] Fernández ML. Soluble fiber and nondigestible carbohydrate effects on plasma lipids and cardiovascular risk. *Curr Opin Lipidol* 2001; 12(1):35-40.
- [17] Fernández ML. Distinct mechanisms of plasma LDL lowering by dietary fiber in the guinea pig: specific effects of pectin, guar gum, and psyllium. *J Lipid Res* 1995; 36(11): 2394-2404.
- [18] Noshiro M, Okuda K. Molecular cloning and sequence analysis of cDNA encoding human cholesterol 7- α -hydroxylase. *FEBS Lett* 1990; 268: 237-240
- [19] Roy S, Vega-López S, Fernández ML: Gender and hormonal status affect the hypolipidemic mechanism of dietary soluble fiber in guinea pigs. *J Nutr* 2000; 130: 600-607.
- [20] Escudero Álvarez E, González Sánchez P. La Fibra Dietética. *Nutri. Hosp* 2006; 21 (supl. 2): 61-72.
- [21] Thacker PA, Solomon MO, Aherne FX, Milligan LP, Bowland JP. Influence of propionic acid on the cholesterol metabolism of pigs fed hypercholesterolemic diets. *Can J Anim Sci* 1981; 61: 969-975.

- [22] Wright R. S., Anderson J. W., Bridges S. R. Propionate inhibits hepatocyte lipid synthesis. *Proc Soc Exp Biol Med* 1990;195:26-29.
- [23] Wolever TMS, Spadafora PJ, Cunnane SC y cols. Propionate inhibits incorporation of colonic acetate into plasma lipids in humans. *Am J Clin Nutr* 1995; 61: 1241-1247.
- [24] Zarzuelo Zurita A, Galisteo Moya M. La Fibra Dietética en la Prevención y Tratamiento del Síndrome Metabólico. *Rev Nutr Clin en Medicina* 2007; I(1): 54-72.
- [25] Anguera Vila Anna. Efectos de la fibra soluble de cáscaras de *Plantago ovata* sobre factores lipídicos de riesgo cardiovascular. Universidad Rovira I Virgili, 2007.
- [26] Calero Yáñez Francisca. Abordaje de la Obesidad en y desde la Educación. 2ª. Edición. Ed. Formación Alcalá, 2006.
- [27] Ros E. Doble Inhibición del Colesterol: Papel de la Regulación Intestinal y Hepática. *Rev Esp Cardiol Supl* 2006; 6: 52G-62G.
- [28] Ibañez Camacho R, Meckes Lozoya M. Effect of a Semipurified Product Obtained from *Opuntia streptacantha* L. (a cactus) on Glycemia and Triglyceridemia of Rabbit. *Arch Invest Med* 1983;14(4): 437-443.
- [29] Mateu X. La fibra en la alimentación. Farmacia hospitalaria. Edikamed. Barcelona. 2004.
- [30] AACC Dietary Fiber Technical Committee. The definition of dietary fiber. *Cereal Food World* 2001; 46:112-126.
- [31] Jones JM. Update on defining dietary fiber. *Cereal Food World*. 2000; 45: 219-220.
- [32] Delargy HJ, O'Sullivan KR, Fletcher RJ, Blundell JE. Effects of amount and type of dietary fiber (soluble and insoluble) on short term control of appetite. *Int Food Sci Nutr* 1997;48(1):67-77.
- [33] Howarth NC, Saltzman E, Roberts SB. Dietary fiber and weight regulation. *Nutr Rev* 2001; 59(5): 129-139.
- [34] Frati Munari AC, Fernández Harp JA, de la Riva H, Ariza Andraca R, del Carmen Torres M. Effects of nopal (*Opuntia* sp.) on serum lipids, glycemia and body weight. *Arch Invest Med (Mex)* 1983a; 14(2):117-125.
- [35] Frati Munari AC, De León C, Ariza Andraca R, Bañales M, López M, Lozoya X. Influencia de un extracto deshidratado de nopal (*Opuntia ficus indica* Mill) en la glucemia. *Arch Invest Med (Mex)* 1989d; 20(3): 211-216.
- [36] Frati AC, Gordillo B, Altamirano P, Ariza CR, Cortés Franco R, Chávez Negrete A, Islas Andrade S. Influence of nopal intake upon fasting glycemia in type II diabetics and healthy subjects. *Arch Invest Med (Mex)* 1991;22(1):51-56.
- [37] Frati Munari AC, Vera Lastra O, Ariza Andraca CR. Evaluation of nopal capsules in diabetes mellitus. *Gac Med Mex* 1992; 128(4):431-436.
- [38] Fernández M, Trejo A y McNamara D. pectin isolated from Prickly Pear (*Opuntia* sp). Modifies low density metabolism in colesterol-Fed Guinea pigs. *J Nutr* 1990; 120: 1283-1290.
- [39] Fernández M, Ñine E y McNamara D. prickly pear (*Opuntia* sp) pectin alters hepatic colesterol metabolism without affecting colesterol absorption in Guinea pigs fed a hypercholesterolemic diet. *Diet J Nutr* 1994; 124(6):817-824.
- [40] Ennouri M, Fetoui H, Bourret E, Zeghal N, Attia H. Evaluation of somebiological parameters of *Opuntia ficus-indica*: 1. Influence of a seed oil supplemented diet on rats. *Bioresour Technol* 2006; 97(12):1382-1386.
- [41] Bwititi P, Musabayane CT, Nhachi CF. Effects of *Opuntia megacantha* on blood glucose and kidney function in streptozotocin diabetic rats. *J Ethnopharmacol* 2000;69:247-252.
- [42] Ennouri M, Fetoui H, Bourret E, Zeghal N, Guermazi F, Attia H. Evaluation of some biological parameters of *Opuntia ficus-indica*: 2. Influence of seed supplemented diet on rats. *Bioresour Technol* 2006; 97(16):2136-2140.

- [43] Ennouri M, Fetoui H, Hammami M, Bourret E, Attia H, Zeghal N. Effects of diet supplementation with cactus pear seeds and oil on serum and liver lipid parameters in rats. *Food Chem* 2007;101:248-253.
- [44] Torres Tamayo M, Trejo González A, Posadas Sánchez R, Zamora González J, Ichazo Cerro MS, Meave González Aloha et al. Efecto del extracto de nopal sobre lípidos y lipoproteínas en hipercolesterolemia moderada. *Rev Med IMSS* 2001; 39(6):491-499.
- [45] Jeyaseelan I, Rao PSS. Methods of determining sample sizes in clinical trials. *Indian Pediatr* 1989; 26: 115-121.
- [46] World Health Organization. Obesity: preventing and managing the global epidemic. Report of a WHO consultation, World Health Organization Technical Report Series 2000; (894): 1–253.
- [47] Allain CC, Poon LS, Chan CSG, Richmond W, Fu PC. Enzymatic Determination of Total Cholesterol in Serum. *Clin. Chem* 1974; 20:470-475.
- [48] Spayd R, et al. Multilayer Film Elements for Clinical Analysis. *Clin. Chem* 1978; 24:1348–1350.
- [49] Friedewald WT, Levy RI, Fredrickson DS. Estimation of the concentration of low-density lipoprotein cholesterol in plasma without use of a preparative ultracentrifuge. *Clin Chem* 1972; 46: 499-502.
- [50] Trinder P. Determination of Glucose in Blood Using Glucose Oxidase with an Alternative Oxygen Receptor. *Ann Clin Biochem* 1969; 6:24.
- [51] Moreno A. Hipertensión Arterial: una grave patología muy silenciosa. Presión sistólica y del pulso, potentes indicadores de riesgo cardiovascular. *Rev Esp Econ Salud* 2002; 1(4):28-30.