
ARTÍCULO ORIGINAL

El pescado en la dieta del paciente renal: relación fósforo:ácidos grasos n-3

María Isabel Castro-González,* Daniela Miranda-Becerra*

* Departamento de Nutrición Animal. Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán.

**Fish in renal patient's diet:
phosphorus: n-3 fatty acids ratio**

ABSTRACT

Objective. To identify between 24 marine fish species the most beneficial to renal patient evaluating its phosphorus:n-3 fatty acids ratio. **Material and methods.** 15 fishes of each specie were randomly selected; they were filleted and homogenized to take 100g to carry out the chemical analysis by triplicate. Crude protein (Pr) was analyzed in kjeltec equipment. Potassium and calcium was detected by atomic absorption and phosphorus (P) in an UV/Visible spectrophotometer. **Results.** Crude protein (g/100g) values varied from 15 (pompano) up to 28.2 (big head tile-fish). The fishes with highest (P) (mg/100 g) content were pompano (287), Spanish mackerel (274), king mackerel (257), big head tile-fish (255) and pacific barracuda (252). The specie with the lowest ratio (P):n-3 PUFA was slender frostfish (0.09), followed by albacore (0.17), king mackerel (0.40) and Spanish mackerel; the highest was blue bobo (45.20). Fishes with a high n-3 PUFA/g Pr content were albacore (71.20), king mackerel (35.96), Spanish mackerel (32.50) and rooster hind (2.76). Differences were significant ($p < 0.05$), in (P) content, in fishes classified by the fat content in muscle (mg P/100 g): lean fishes (193), semi fatty fishes (235) and fatty fishes (244). **Conclusions.** None of the following fishes are recommended in renal patient's diet by it lowest contribution of n-3PUFA/g of Pr: blue bobo, yellowedge grouper, parrot sandbass. It is suggested to include chilhui sea catfish, broomtail grouper, yellow tail snapper, southern flounder, parrot sand bass and big head tilefish by their low content of P/g Pr. The following species included regularly in the diet at least thrice a week could be considered beneficial to the general health status of patients.

RESUMEN

Objetivo. Identificar entre 24 especies de pescados marinos, las benéficas para pacientes renales, evaluando la relación fósforo (P): ácidos grasos n-3 (AG n-3). **Material y métodos.** Se seleccionaron aleatoriamente 15 pescados por especie, se filetearon y homogenizaron para tomar 100 g de muestra y llevar a cabo los análisis químicos por triplicado ($n = 3$) según técnicas del AOAC. La proteína cruda (Pr) se analizó en un equipo automatizado Kjeltec. Potasio y calcio se analizaron por absorción atómica y el fósforo con espectrofotómetro UV/Visible. **Resultados.** Los valores de (Pr) variaron de 15 g/100 g (pámpano) a 28.21 g/100 g de filete (conejo). Los pescados con mayor contenido de (P)(mg/100 g) fueron: pámpano (287), sierra (274), peto (257), conejo (255) y picuda (252). La especie con menor relación P: AG n-3 fue cintilla (0.09), seguida por albacora (0.17), peto (0.40) y sierra (0.45); y la especie con la relación más alta fue el bobo (45.20). Los pescados con mayor contenido de AG n-3/g de Pr fueron: albacora (71.20), peto (35.96), sierra (32.50) y baqueta (21.76). Se encontró diferencia significativa ($p < 0.05$) en el contenido de (P) en los pescados clasificados por su contenido graso en músculo (mg/100 g): pescados magros (193), semigrasos (235), grasos (244). **Conclusiones.** Los pescados no recomendados en la dieta de pacientes renales por su bajo aporte de AG n-3/ g de Pr son: el bobo, loro y extraviado. Por su bajo contenido de P/g de Pr se sugiere incluir: bagre, cabrilla, rúbia, lenguado, loro y conejo. Por su contenido de proteína de alto valor biológico, por la relación P: AG n-3 y por su bajo contenido de potasio y calcio se recomienda incluir: albacora, peto, sierra y baqueta.

Key words. Phosphorus. Fatty acids n-3. Protein. Marine fishes. Renal patient.

Palabras clave. Fósforo. Ácidos grasos n-3. Proteína. Pescados marinos. Pacientes renales.

INTRODUCCIÓN

En un organismo sano los riñones se encargan de eliminar los productos de desecho, de mantener el balance hidroelectrolítico y el equilibrio ácido-base constante, eliminan el exceso de agua y secretan distintas hormonas. Si por alguna razón se produce una continua inhabilitación de las nefronas con la consecuente disminución del filtrado glomerular, se trata entonces de un estado patológico, el cual se puede clasificar en cinco categorías fisiológicas diferentes: insuficiencia renal aguda (IRA); insuficiencia renal crónica (IRC), enfermedad renal hipertensiva, síndrome nefrótico y anomalías tubulares.¹

En las nefropatías se observa un deterioro de la función renal con acumulación de productos nitrogenados como la urea y la creatinina y desequilibrio del agua y de algunos electrolitos (P, Na, K, Ca). La falla renal origina un desequilibrio metabólico proporcional a la pérdida de la función renal; la disminución o pérdida de los mecanismos reguladores del riñón pueden ser transitorias como en la insuficiencia renal aguda o permanentes como en el caso de la insuficiencia renal crónica.²

La terapéutica en las enfermedades renales consiste de tratamiento médico y manejo nutricional. Este último es de suma importancia y puede hacer la diferencia en cuanto a la calidad y tiempo de vida del paciente. Debido a que las enfermedades renales son diversas, el manejo nutricional tiene que ser diferente, de acuerdo a las condiciones físicas y niveles de los indicadores clínicos en cada paciente. Sin embargo, en algunas etapas de la enfermedad renal, los tratamientos nutricionales incluyen recomendaciones dietéticas con un consumo restringido de fósforo, potasio y proteína de alto valor biológico³⁻¹⁰ (Cuadro 1). Este tipo de proteína se encuentra en los pescados; sin embargo, se sabe que la mayoría contiene elevadas cantidades de fósforo, aún desconocida en muchas de las especies de consumo cotidiano en México. Junto con la proteína de buena calidad biológica, el pescado aporta importantes cantidades de los ácidos grasos poliinsaturados n-3: ac. eicosapentaenoico (C20:5n-3) conocido por sus siglas en inglés como EPA y el ac. docosahexaenoico (C22:6 n-3), conocido como DHA (Cuadro 2).^{11,12} Se ha demostrado que en pacientes renales, la proteinuria se previene prolongándose la sobrevivencia en modelos

Cuadro 1. Comparativo de las recomendaciones nutrimentales para pacientes renales.

	Proteína (g/kg/día)	(E) (kcal/kg/día)	(P) (mg/día)	(K) (mg/día)	(Ca) (mg/día)	Ref.
Síndrome nefrótico	0.8-1.0	30-35	*	*	*	(6)
IRA de corta duración	Fase inicial: 0.3-0.6					
	Fase recuperación: 0.8-1.0	35	600-1200	2000-2500	1000-1500	(6,4)
IRC	Leve	1.0-1.2	25-40	< 800-1200	1500-2000	1000-1200
	Moderada	0.6-1.0				(4,6,7,9)
	Avanzada	0.6				
Hemodiálisis	1-1.2	30-35	800-1000	2000-2500	< 1000	(4,6,7,9,10)
Dialisis peritoneal continua ambulatoria	1.2-1.5	25-35	800-1400	2000-2500	< 1000	(4,6,7,8,9,10)
Trasplante	< 1 ^{er} mes	1.3-1.5	30-35	*	*	(6)
	> 1 ^{er} mes	1.0	*	*	*	
	< 1 ^{er} mes	1.3-1.5	30-35	1200	2000-2700	1000-1500
	> 1 ^{er} mes	1.0				(4)

* Individualizado. E: Energía. P: Fósforo. K: Potasio. Ca: Calcio. Ref.: Referencias.

autoinmunes de nefritis, después de una dieta suplementada con aceite de pescado, además de que se han observado beneficios sobre el daño vascular, la agregación plaquetaria y los lípidos plasmáticos; en otros estudios se ha demostrado que los ácidos grasos n-3 parecen disminuir la nefrotoxicidad inducida por ciclosporina, así como una disminución de las complicaciones de la hipertensión al inhibir los mecanismos inflamatorios y aterogénicos en casos de nefritis lúpica, ayudando a conservar la función renal y reduciendo la proteinuria en nefropatías por IgA.¹³⁻¹⁵

Existen pocos datos sobre el contenido de P en las especies de pescados de nuestro país, y es casi nula la información sobre la concentración de AG n-3 en la mayoría de los productos pesqueros, por lo que el objetivo del presente trabajo fue evaluar, como una opción alimenticia para pacientes renales, diferentes especies de pescados marinos de consumo cotidiano, por su contenido de proteína y fósforo en relación a sus ácidos grasos poliinsaturados n-3 (EPA y DHA).

MATERIAL Y MÉTODOS

Todas las especies estudiadas en el presente trabajo son de consumo humano directo y se comercializan en diferentes estados de la República Mexicana. La selección de las especies se realizó con base en las publicaciones previas existentes sobre el contenido de ácidos grasos n-3 en especies marinas realizadas por el mismo grupo de trabajo que escribe el presente manuscrito,^{11,12} el cual forma parte de un proyecto que contempla el estudio de cuarenta y cinco especies pesqueras.

Muestreo

Las muestras se obtuvieron de las diferentes bodegas del centro de acopio más grande de Latinoamérica conocido como Mercado de Pescados y Mariscos "La Nueva Viga", obteniendo de cada una diversos ejemplares y teniendo como mínimo 15 pescados por especie, los cuales se filetearon y se tomaron 5 kg de muestra, la cual se sometió a un cuarteo

Cuadro 2. Contenido de ácidos grasos poliinsaturados n-3 (ALA, EPA, DHA) en 24 especies marinas (mg/100g de filete).^{11,12}

Nombre en español	Nombre en inglés	Nombre científico	ALA ¹	EPA ²	DHA ³	AG n-3 Totales
Abadejo	Scamp	<i>Mycteroperca phenax</i>	1.13	8.30	105.52	114.95
Albacora	Albacore	<i>Thunnus alalunga</i>	28.60	339.15	962.50	1330.25
Bagre	Chihui sea catfish	<i>Bagre panamensis</i>	3.66	3.82	35.67	43.15
Baqueta	Rooster hind	<i>Epinephelus acanthistius</i>	1.74	13.56	326.27	341.56
Bobo	Blue bobo	<i>Polydactylus approximans</i>	3.09	0.56	1.39	5.04
Cabrilla	Broomtail grouper	<i>Mycteroperca xenarha</i>	1.29	13.90	85.14	100.33
Cintilla	Slender frostfish	<i>Benthodesmus tenuis</i>	3.18	16.62	210.30	230.10
Conejo	Big head tilefish	<i>Caulolatilus affinis</i>	0.58	15.66	28.75	44.99
Extraviado	Yellowedge grouper	<i>Epinephelus flavolimbatus</i>	4.38	1.95	20.58	26.94
Huachinango	Pacific red snapper	<i>Lutjanus peru</i>	1.22	6.07	85.76	93.05
Jurel	Crevalle jack	<i>Caranx hippos</i>	2.17	4.01	117.67	123.85
Lebrancha	White mullet	<i>Mugil curema</i>	7.24	77.92	84.82	169.98
Lenguado	Southern flounder	<i>Paralichthys lethostigma</i>	1.78	3.17	78.45	81.62
Lisa	Black mullet	<i>Mugil cephalus</i>	4.20	27.64	74.39	106.26
Loro	Parrot sand bass	<i>Paralabrax loro</i>	2.73	5.44	8.09	16.26
Merluza	Pacific hake	<i>Merluccius productus</i>	1.78	22.54	102.08	126.40
Mero	Red grouper	<i>Epinephelus morio</i>	1.64	9.87	63.38	74.86
Pámpano	Pompano	<i>Trachinotus carolinus</i>	14.17	34.60	231.80	280.57
Peto	King mackerel	<i>Scomberomorus cavalla</i>	12.14	106.10	521.74	639.98
Picuda	Pacific barracuda	<i>Sphyraena ensis</i>	2.56	55.54	35.79	93.89
Pierna	Ocean whitefish	<i>Caulolatilus princeps</i>	1.37	4.30	92.23	97.71
Rubia	Yellowtail snapper	<i>Ocyurus chrysurus</i>	1.94	1.49	237.90	241.36
Sargo	Sheepshead sea bream	<i>Archosargus probatocephalus</i>	ND	55.67	85.00	140.67
Sierra	Spanish mackerel	<i>Scomberomorus maculatus</i>	8.05	77.47	525.54	611.06

¹ALA: C18:3 n-3. ²EPA: C20:5 n-3. ³DHA: C22:6 n-3. ⁴AG n-3: Ácidos grasos poliinsaturados n-3. ND: No se detectó.

para obtener una submuestra de 2 kg, de la que se tomaron al azar 100 g de filete para la realización de los análisis ($n = 3$), previa molienda y homogeneización.¹¹

Análisis químicos

La proteína cruda (Pr) (Nx6.25) se realizó de acuerdo con los métodos de prueba de la Norma Mexicana,¹⁶ los minerales se analizaron de acuerdo a las técnicas descritas de la Association of Official Analytical Chemist (A.O.A.C.);¹⁷ el equipo utilizado para (P) fue un espectrofotómetro marca Beckman, modelo Du70 y para (K y Ca) un Espectrofotómetro de Absorción Atómica Perkin Elmer, modelo Analyst 800. Se presenta la media y desviación estándar de tres repeticiones ($n = 3$).

RESULTADOS

En el cuadro 3 se presentan los resultados del contenido de proteína (Pr) y fósforo (P) en 24 especies de pescados marinos de consumo cotidiano en México.^{18,19} La proteína encontrada en las especies estudiadas (Cuadro 3) varió desde 15.0 g/100 g de filete (pámpano) hasta 28.21 g/100g de filete (conejo). Los pescados con mayor contenido de (P) (> 250 mg/100 g de filete) fueron: conejo pámpano, peto, picuda y sierra, mientras que la cabrilla presentó el valor más bajo (103 mg/100 g de filete) (Cuadro 3). En las tablas de la composición nutrimental,^{20,21} se encontraron valores de proteína, fósforo y calcio para nueve de las 24 especies analizadas, la proteína cruda encontrada en el presente estudio fue menor en siete de las nueve especies reportadas en las tablas, hasta en 25%. El (P) en tablas fue mayor en tres especies, menor en otras tres e igual en las restantes: mg/100 g: bagre (194), cabrilla (183), huachinango (184), lenguado (303), lisa (153-173), mero (192-200), pámpano (137) y sierra (168-238); las especies restantes no se encuentran en las tablas consultadas. Esta variación se presenta en la composición química y se debe a factores bióticos y abióticos existentes en los recursos pesqueros tales como la especie, el estado fisiológico, zona, profundidad y época de captura, localización anatómica, tipo de músculo: graso (contenido de grasa > 5%), semigraso (contenido de grasa entre 2 y 5%) y magro (< 2% de grasa), estación del año y procesos a los que se someta antes de su comercialización y consumo.^{11,22,23} La proporción entre el contenido de (P) y la concentración de ácidos grasos poliinsaturados n-3 EPA y DHA se presenta en el cuadro 3. Donde se

observa que el bobo es el pescado con un elevado contenido de (P) y la menor concentración de AG n-3 (5.04 mg/100g) en comparación con los otros pescados (Cuadro 2). La albacora presentó la mayor cantidad de AG n-3 (1330.25 mg/100 g) y aunque su contenido de fósforo es alto, la proporción entre ambos es la más baja. Tomando en cuenta la relación riesgo:beneficio (P:AG n-3) del consumo de las especies estudiadas, por los pacientes renales, se sugiere tomar en cuenta aquellos pescados con valores menores a 1: albacora, baqueta, cintilla, peto, rubia y sierra. Se debe considerar que estas proporciones pueden variar a lo largo del año en algunas especies; sin embargo, es posible que disminuyan en alguna época del año, pues como ya se mencionó, los valores de (P) encontrados en tablas de la composición nutrimental fueron menores.

En el cuadro 3 se observa el contenido de potasio (K). En general, los pescados tuvieron valores más altos de (K) que de (P), desde 148 mg/100 g (bagre) hasta 390 mg/100g (pámpano) y 383 mg/100 g (sargo). Todos los pescados analizados presentaron valores variables pero muy bajos de (Ca), desde 39 mg/100 g (pierna) hasta 43 mg/100 g (abadejo).

En este mismo cuadro se observa la relación K:AG n-3. El bobo fue el pescado con la mayor cantidad de potasio y menor concentración de AG n-3, aunado a su elevado contenido de (P), se podría pensar en descartarlo como una opción para pacientes renales. Mientras que la albacora fue el pescado con la menor relación K:AG n-3 (0.23), una baja relación P:AG n-3 (0.17), así como el más alto valor de AG n-3/g de proteína (71.20) (Cuadro 3).

En el cuadro 3 se presenta el aporte de (P) por gramo de proteína. Se detectaron seis especies con bajo aporte de (P)/g de proteína: bagre, cabrilla, conejo, lenguado, loro y rubia (5.85-9.85). Estas especies serían las recomendadas en una dieta renal, si únicamente se buscan pescados con una elevada concentración de proteína y un bajo contenido de (P), independientemente de la cantidad de AG n-3.

Los valores más altos de (P)/g de proteína estuvieron presentes para el pámpano, la baqueta, picuda y el abadejo (15.55-19.13). En el cuadro 3 se presenta la concentración de AG n-3 (EPA y DHA) por gramo de proteína que aporta cada pescado. Los valores más elevados fueron para la albacora, el peto y sierra, coincidiendo estas tres especies nuevamente como las de mayor relación P:AG n-3. Dependerá de la situación particular en que se encuentre cada paciente el riesgo:beneficio del consumo de estas tres especies.

En el cuadro 3 también se presenta el aporte de (K) por gramo de proteína. En todos los pescados

Cuadro 3. Contenido de proteína (Pr), fósforo (P), potasio (K), relación P: AG n-3, K: AG n-3 y aporte de ácidos grasos n-3 (AG n-3), fósforo y potasio por gramo de proteína en 24 especies de pescados marinos.

Pescado		Pr (g/100 g)	AG n-3 (mg/g Pr)	(P) (mg/100 g)	(P)(mg/g Pr)	P: AG n-3	(K) (mg/100 g)	(K)(mg/g Pr)	K: AG n-3
Abadejo	M	15.63	7.35	247	15.80	2.15	334	21.37	2.91
Albacora	S	18.68	71.20	231	12.37	0.17	303	16.22	0.23
Bagre	S	20.15	2.14	144	7.15	3.74	148	7.34	3.43
Baqueta	S	15.72	21.76	249	15.84	0.73	306	19.47	0.89
Bobo	S	17	0.29	226	13.29	45.20	278	16.35	55.60
Cabrilla	M	17.62	5.68	103	5.85	1.03	321	18.22	3.21
Cintilla	S	16.56	13.89	209	12.62	0.09	303	18.30	1.32
Conejo	M	28.21	1.59	255	9.04	5.68	335	11.88	7.46
Extraviado	S	20	1.35	216	10.80	8.00	323	16.15	11.96
Huachinango	S	15.40	6.04	182	11.82	1.96	221	14.35	2.38
Jurel	S	21.30	5.77	244	11.46	1.97	316	14.84	2.55
Lebrancha	G	17.06	9.70	213	12.49	1.29	312	18.29	1.89
Lenguado	M	21.43	3.83	179	8.35	2.18	229	10.69	2.79
Lisa	M	17.10	6.20	220	12.87	2.08	323	18.89	3.05
Loro	M	25	0.64	177	7.08	11.06	265	10.60	16.56
Merluza	M	15.75	8.03	167	10.60	1.34	241	15.30	1.93
Mero	S	15.10	4.97	196	12.98	2.61	318	21.06	4.25
Pámpano	G	15	18.67	287	19.13	1.03	390	26.00	1.39
Peto	S	17.80	35.96	257	14.44	0.40	355	19.94	0.55
Picuda	S	16.21	5.79	252	15.55	2.68	318	19.62	3.39
Pierna	M	15.14	6.41	213	14.07	2.20	294	19.42	3.03
Rubia	M	17.86	13.38	176	9.85	0.74	240	13.44	1.00
Sargo	G	18.47	7.62	233	12.62	1.65	383	20.74	2.72
Sierra	S	18.80	32.50	274	14.57	0.45	309	16.44	0.51

M: Magro. S: Semigraso. G: Graso.

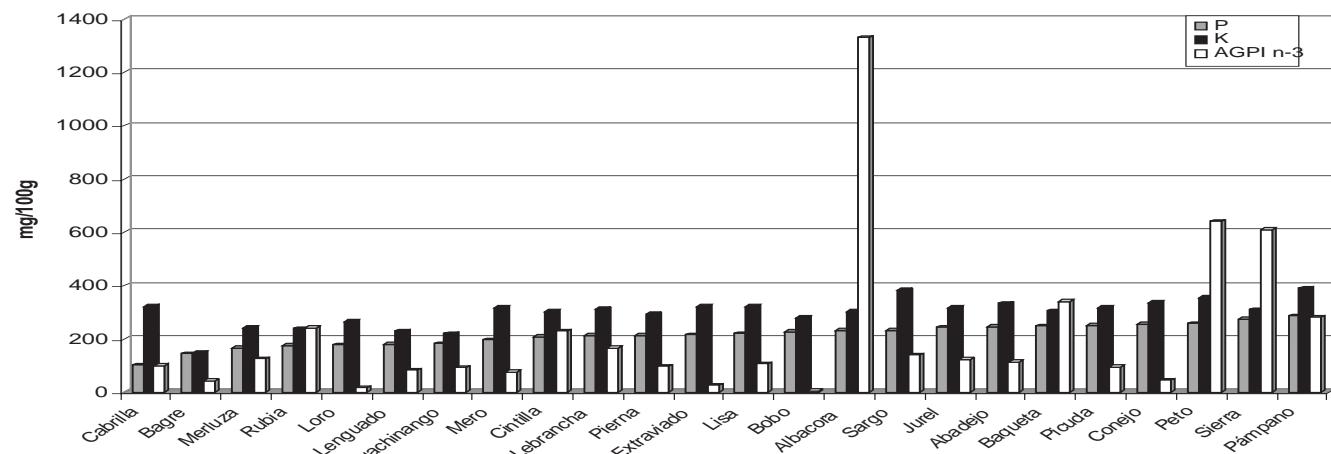


Figura 1. Contenido de fósforo, potasio y ácidos grasos poliinsaturados n-3 en 24 especies de pescados marinos.

esta relación se presentó en un intervalo de 7.34 (bagre) a 26.0 (pámpano).

En la figura 1 se presenta gráficamente el contenido de P, K y AG n-3. Los pescados con un buen aporte de ácidos grasos fueron la albacora, sierra, el peto y baqueta. En esta gráfica se observa que 16 de las especies estudiadas tienen una mayor cantidad

de (P) que de AG n-3, y que las siguientes especies no son una buena opción en la dieta especial para pacientes renales: bagre, bobo, conejo, extraviado y loro por la mínima cantidad de EPA y DHA que presentan.

La variación en la concentración de fósforo, dependiendo del contenido de grasa en el músculo de los

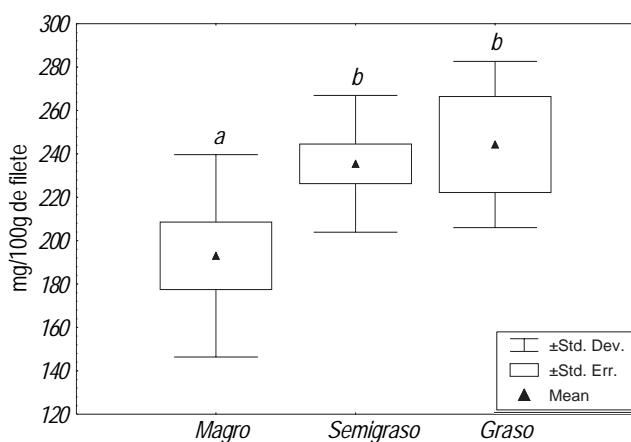


Figura 2. Contenido de fósforo en pescados marinos clasificados por su contenido graso en músculo. a, b literales distintas indican diferencia significativa entre grupos ($P < 0.05$).

pescados estudiados se presenta en la figura 2. Se observa diferencia significativa entre grupos ($p < 0.05$), mostrando una tendencia al aumento en la concentración de (P) conforme aumenta el contenido de grasa. Se identificaron nueve especies magras, doce semigrasas y tres grasas,^{11, 12} con los siguientes valores de media y D.S.: 193.0 ± 46.6 , 235.4 ± 31.5 y 244.3 ± 38.3 mg (P)/100 g de músculo, respectivamente.

DISCUSIÓN

El contenido de minerales en los pescados y mariscos es muy variable entre especies. La mayor parte de los elementos minerales se encuentran en los animales acuáticos en concentraciones que permiten responder a los requerimientos nutricionales cotidianos, con excepción del hierro, que es muy poco en los pescados, en comparación con las carnes rojas. A diferencia de los pescados frescos, en los pescados procesados se puede encontrar una elevada cantidad de calcio, fósforo, sodio, potasio, hierro y cobre; mientras que el contenido de sodio en la carne de pescado fresco es relativamente bajo, lo cual hace apropiado su consumo en regímenes alimenticios especiales, por esta razón se recomienda su consumo.²⁴⁻²⁶

El fósforo se observa como un nutriente restringido en pacientes con insuficiencia renal, ya que su metabolismo se va alterando a una hiperfosfatemia.²⁷ La enfermedad renal crónica a menudo se acompaña de enfermedad cardiovascular, lo cual origina un incremento mayor en la frecuencia de obesidad, hipertensión y diabetes.^{28,29} Por un lado, la mortalidad de origen cardiovascular es la más fre-

cuente en pacientes en tratamiento dialítico crónico y en etapa terminal de la enfermedad renal; los pacientes con insuficiencia renal crónica padecen de un deterioro importante de sus arterias, tanto de tipo estructural como fisiológico; siendo generalmente la localización del daño en arterias de mediano calibre. Lo que implica que cuando el paciente progresá en su insuficiencia renal crónica, antes de estar urémico, ya tiene lesiones vasculares importantes y calcificaciones relacionadas con su enfermedad base; muchos de estos factores operan promovidos por el estrés oxidativo y la disfunción endotelial. Una característica entre la enfermedad cardiovascular y el paciente urémico es la asociación cercana entre el estrés oxidativo y la inflamación. A esta patología existente se le agregan las calcificaciones dependientes del estado urémico y de las alteraciones del metabolismo fósforo-calcio.³⁰⁻³²

Considerando las recomendaciones de fósforo y proteína para pacientes renales (Cuadro 1), por ejemplo, en el caso de pacientes con (IRC) en los cuales se permite un consumo mínimo de 600 mg/d de (P), el consumo de un filete de 100g de albacaña aportará 231 mg de (P) y 1330.25 mg de AG n-3, mientras que el bobo contribuirá con 226 mg (P) y 5.04 mg de AG n-3. Será necesario hacer el cálculo para cada una de las especies y ajustar la cantidad de pescado en relación a las recomendaciones de (P) y proteína en la dieta de cada paciente.

En el caso de las calcificaciones arteriales, se sabe que son mucho más comunes y severas en pacientes en hemodiálisis que en ausencia de insuficiencia renal. Es por este motivo que la prevención de las calcificaciones arteriales, se realiza tratando la hiperfosfatemia y la hipercalcermia;^{27,33} por su contenido de calcio, las especies estudiadas no presentan riesgo para su consumo por parte de los pacientes renales, ya que el pescado con mayor contenido de calcio en músculo (abadejo, 43 mg/100 g) tuvo 2.6% del calcio permitido por día. Por otro lado, el hiperparatiroidismo secundario se inicia tempranamente en el curso de la insuficiencia renal crónica. Los factores implicados en la patogénesis del hiperparatiroidismo secundario incluyen las alteraciones del metabolismo del fósforo (hiperfosfatemia) y calcio (hipocalcemia), la deficiencia de calcitriol, anomalías de la glándula paratiroides y resistencia esquelética a la acción calcémica de la hormona paratiroides. Los elevados niveles circulantes de la hormona paratiroides originan osteodistrofia renal que junto con la toxicidad sistémica incremen-

tan los intervalos de morbilidad y mortalidad en pacientes renales.^{31,34}

La hiperfosfatemia es un hallazgo inusual en pacientes con insuficiencia renal crónica y generalmente no se manifiesta hasta tanto la tasa de filtración glomerular disminuye a menos de 20% de lo normal. El papel del fósforo en la patogénesis del hiperparatiroidismo secundario ha sido demostrado de acuerdo a la siguiente hipótesis: a medida que disminuye la tasa de filtración glomerular, el fósforo sérico tiende a aumentar debido a la disminución de la excreción por el riñón. La retención de fósforo lleva luego a la producción de hipocalcemia, la cual a su vez estimula la secreción de hormona paratiroidea. Finalmente, el hiperparatiroidismo resultante restituiría los niveles de fósforo y calcio sérico hacia lo normal. Esta hipótesis conocida como "the trade-off hypothesis" ha sido apoyada al demostrarse que el hiperparatiroidismo secundario puede prevenirse mediante una restricción de fósforo en la dieta,^{33,35} de aquí la importancia de conocer el contenido de este mineral en pescados marinos de consumo humano, ya que, además de la proteína de alto valor biológico que contienen, aportan importantes cantidades de ácidos grasos n-3.

Algunos estudios han demostrado que el consumo temprano y prolongado de aceite de pescado disminuye la progresión de la enfermedad renal en pacientes con nefropatía IgA y proteinuria,³⁶⁻³⁸ aunque dosis altas (EPA 3.76 g y DHA 2.94 g) o dosis bajas (EPA 1.88 g y DHA 1.47 g) de un concentrado (Omacor), funcionaron de modo similar en este tipo de pacientes.³⁹ Otro estudio llevado a cabo en un tiempo corto de entre tres y seis meses concluyó que pacientes con nefropatía por IgA idiopática con proteinuria y filtrado glomerular medianamente reducido, no se beneficiaron al consumir 4 g/d de AG n-3, pero se observó mejoría en la disfunción tubular, el perfil lipídico y el estrés oxidativo.⁴⁰ El aporte de AG n-3 en pacientes con enfermedad glomerular se asoció a un incremento en la tasa de filtración glomerular y del flujo plasmático y una reducción de proteinuria.⁴¹ La IRC produce alteraciones lipídicas que contribuyen a la progresión del daño renal y a una ateromatosis acelerada, pero el consumo de AG n-3 podría tener un efecto favorable en el perfil lipoproteico de la IRC.⁴² Se ha demostrado que los AG n-3 pueden mejorar la evolución de las enfermedades cardiovasculares, por lo que estos efectos benéficos se pudieran extrapolar a pacientes urémicos.⁴³

Para obtener el beneficio que aportan los ácidos grasos n-3 EPA y DHA se sugiere, el consumo cotidiano de aquellas especies con una concentración

mayor a 200 mg/100 g: albacora, peto, sierra, pámpano, rubia y cintilla, siempre y cuando se considere la cantidad de (P) permitido para cada caso en particular. Se debe tomar en cuenta que la dieta tendrá diferentes características dependiendo de la presencia o no de diabetes y de enfermedad cardiovascular en el paciente, ya que esto modifica los requerimientos nutrimentales de manera individualizada.^{44,45} Por ejemplo, un paciente renal no diabético ni con enfermedad cardiovascular y de menos de 60 años, deberá cuidar sólo el consumo de 35 cal/kg/día, lo que le permitirá incluir en su dieta: fuentes de proteína como pescado, pollo, pavo, res, cordero; granos y cereales (tortilla, arroz, panes no, galletas, pastas), frutas (manzanas, moras, uvas, mandarina, piña, zapotes, pera, papaya, cítricos), leguminosas (alubias, alverjón o chícharos, germenados de alubia y/o de chícharo, habas), verduras (espárragos, berenjena, lechuga, cebolla, pepino, brócoli, coliflor, calabacitas, rábanos, pimentones), lácteos –son fuentes de proteína pero con alto contenido de fósforo– (leche, yogurt, queso fresco y panela) y grasas (aceites canola, cártamo, girasol, maíz, aguacates, coco, crema, mantequilla, tocino, nueces) e inclusive algunas fuentes de calorías-libres de proteína como jugos, ponches, dulces, helados, mayonesa, endulzantes, especias, vinagre; mientras que un paciente renal, diabético y con enfermedad cardiovascular tendrá que consumir como principal fuente de calorías proteína de alto valor biológico (pescado (de aquí la importancia de la buena selección del tipo de pescado) y huevo), verduras (las ya mencionadas), lácteos descremados, grasas de origen vegetales, sustitutos de azúcar, y nada de fuentes de calorías-libres de proteína. Y en todos los casos en los que haya presencia de enfermedad renal, los alimentos que se deberán de evitar son: embutidos, enlatados, ahumados, carnes deshidratadas, frutos secos, aceitunas, quesos secos, semisecos, curados, untados, frijol, germinados, soya, aderezos y salsas comerciales, bebidas carbonatadas, frituras.⁴⁵⁻⁴⁸

CONCLUSIONES

El contenido de proteína en los pescados analizados varió considerablemente. El 64% de las especies estudiadas presentó un contenido mayor a 200 mg/100g de (P) y un contenido mayor a 300 mg/100g de (K). Los pescados con la mayor concentración de (P) fueron: conejo, pámpano, peto, picuda y sierra.

Se observaron diferencias para el contenido de (P) en relación a la cantidad de grasa en el músculo, por lo que se sugiere prestar mayor atención en el em-

pleo de especies grasas, ya que no siempre el contenido de grasa está en relación directa con la cantidad de AG n-3,^{11,12} al contrario de lo que se observó para el (P). El calcio se presentó en todas las especies estudiadas en cantidades bajas, en comparación con otros alimentos de buena calidad proteínica como los lácteos.

De todos los pescados estudiados, los menos recomendados en la dieta de los pacientes renales son: el bobo, loro y extraviado, por su bajo aporte de AG n-3/g de Proteína. En sentido opuesto, por su bajo contenido de (P)/g de Proteína se sugiere: el bagre, cabrilla, rubia, lenguado, loro y conejo.

Se recomienda incluir la albacora, peto, sierra y baqueta en la dieta de los pacientes renales por los beneficios que éstos pudieran aportar dado su contenido de proteínas de alto valor biológico, por la relación (P):AG n-3, por su bajo contenido de calcio y potasio. No se debe olvidar que la composición química varía dependiendo de algunos factores, y que los valores aquí presentados no son estáticos, como no lo es ningún modelo biológico.

La cantidad de pescado que se incluya en la dieta dependerá de los requerimientos en relación a la patología (Cuadro 1). A continuación se ofrece un ejemplo de menú para un determinado paciente con nefropatía diabética incluyendo al pescado llamado peto, correspondiente al grupo de pescados con un alto valor económico:

1. Desayuno de 400 kcal, 325 mg de (K), 437 mg (Na) y 220 mg(P); Fruta, ejotes con huevo, té o café. Lo que se cubre con las siguientes cantidades:
 - a) 1 equivalente (eq.) de fruta (10 uvas).
 - b) 1 eq. de verduras (1/4 taza de ejotes cocidos).
 - c) 2 eq. de cereales (2 tortillas de maíz).
 - d) 1 eq. de proteína (1 huevo) y 2 eq. de grasa (2 cditas. de aceite).
2. Comida de 860 kcal, 1,005 mg (K), 649 mg (Na) y 435 mg (P); Sopa de espinaca, pescado a la parrilla con brócoli y manzana. Lo que se cubre con las siguientes cantidades:
 - a) 1 eq. fruta (1 durazno).
 - b) 2 eq. verdura (1/2 taza espinaca y 3/4 taza de brócoli).
 - c) 2 eq. cereales (dos tortillas de maíz).
 - d) 3 eq. proteína (90 g de filete de pescado (peto, por ejemplo)
 - e) 3 eq. grasa (3 cditas. de aceite de oliva). Pimienta y eneldo para sazonar.⁴⁹

En relación con los costos y tomando como referencia la página de la Secretaría de Economía,⁵⁰ se encontró un precio máximo de \$60.00 kg para el filete de peto, con lo cual se generaría un gasto de \$5.50 por 90 g de filete de este pescado; el cual estaría aportando: 576 mg de ácidos grasos n-3 (EPA y DHA), 16 g de proteína de alto valor biológico, 6.4 mg de fósforo y 318 mg de potasio.

Además de considerar la disponibilidad y costos de las diferentes especies, se sugiere que el pescado sea preparado al vapor, en microondas, horneado, a la parrilla o hervido, para no modificar significativamente el contenido lipídico, ya que la fritura altera la cantidad de ácidos grasos n-3 y proteína.⁵¹⁻⁵⁴

El presente manuscrito se espera que sea de utilidad para la comunidad médica y profesionales de la nutrición, principalmente del área de nefrología.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por el apoyo otorgado para la elaboración del proyecto al cual pertenece el presente trabajo. Apoyo CONACYT Clave 52811-Q. También agradecen a la Dra. Ángeles Espinosa Cuevas de la Unidad Metabólica del INCMNSZ por su valiosa orientación.

REFERENCIAS

1. Espinosa CMA, Miranda AP. Evaluación del estado de nutrición en el paciente nefrópata. *Nut Clin* 2003; 6(3): 237-51.
2. Bustamante AA, Navarro A. Nefroesclerosis arteriolar y fracaso renal agudo por fármacos. En: Terapéutica en enfermedades renales. Manual de Residentes. Sociedad Española de Farmacia Hospitalaria 2008; 447-63p. Internet: http://www.sefh.es/01Manual_residentes.php#2. (acceso 4 abril 2008).
3. Cisneros GA. Factores de riesgo para la progresión del daño renal. *Nut Clin* 2003; 6(3): 317-19.
4. Vélez-Salazar I, González-Michaca L, Correa-Rotter R. Alteraciones renales y nutrición. En: Nutriología Médica". Casanueva E, et al. (eds.). 2a. Ed. México: Editorial Médica Panamericana; 2001, p. 390-409.
5. Espinosa-Cuevas MA. ¿Por qué es tan importante la intervención dietética durante la enfermedad renal? *Nut Clin* 2003; 6(3): 207-8.
6. Pender, F. Renal function and disorders. In: Encyclopedia of Human Nutrition. Vol. 3. Sadler MJ Ed.) UK, Academic Press; 1999, p. 1701-7.
7. National Renal Diet Professional Guide. 2nd. Ed. Am Diet Assoc 2002.
8. Vázquez VJ, Espinosa CMA. Preparación y seguimiento nutricional del paciente susceptible de recibir trasplante renal y su donador. *Nut Clin* 2003; 6(3): 262-9.
9. European Society of Parenteral and Enteral Nutrition (ESPEN). Guidelines on Enteral Nutrition: Adult Renal Failure. Expert Working Group report on nutrition in adult patients

- with renal insufficiency (part 1 of 2), and European Guidelines for the Nutritional Care of Adult Renal Patients; Europa. Internet: <http://www.kdoqi.org> (acceso 8 abril 2008).
10. Panel de expertos FEDESALUD. Guía para el manejo de la enfermedad crónica. Colombia. Internet: <http://www.kdoqi.org> (acceso 2 agosto 2008).
 11. Castro-González MI, Ojeda VA, Silencio BJ, Cassis NL, Ledesma CH. Perfil lipídico de 25 pescados marinos mexicanos con especial énfasis en sus ácidos grasos n-3 como componentes nutracéuticos. *Arch Lat Nutr* 2004; 54(3): 328-36.
 12. Castro-González MI, Ojeda VA, Montaño BS. Ácidos grasos n-3 de 18 especies de pescados marinos mexicanos como base para su empleo como alimentos funcionales. *Arch Lat Nutr* 2007; 57(1): 85-93.
 13. Donadio JV. Omega-3 polyunsaturated fatty acids: a potential new treatment of immune renal disease. *Mayo Clinic Proceedings* 1991; 66:1010-28.
 14. De Caterina R. n-3 fatty acids and renal diseases. *Am J Kidney Dis* 1994; 24(3): 397-415.
 15. Donadio JV, Grande JP. The role of fish oil/omega-3 fatty acids in the treatment of IgA nephropathy. *Semin Nephrol* 2004; 24(3): 225-43.
 16. NMX-608-NORMEX-2002. Alimentos. Determinación de proteínas en alimentos. Método de Prueba, México: 2002.
 17. A.O.A.C. Métodos N 968.08(b), 965.17, tabla 965.09, N 968.090(b), 935.13A(a), 987.03, 987.02, 965.09(D).17 th. Edition. USA: Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists; 2003.
 18. NMX-FF-005-CS-1982. De nomenclatura para las especies de pescados comestibles, marinos y de agua dulce, con demanda comercial en México. Normas mexicanas. Dirección general de normas. Disponible en: <http://www.colpos.mx/bancodenormas/.../NMX-FF-005-CS-1982.PDF>
 19. Conapesca. 2009. Sistema informativo de mercados y mariscos boletín semanal de precios frecuentes al menudeo en diversos puntos de cotización. Disponible en: <http://www.conapesca.sagarpa.gob.mx>.
 20. Muñoz CM, Chávez VA, Pérez-Gil RF, Castro-González MI, Ávila CA. Los alimentos y sus nutrientes. Tablas de valor nutritivo de alimentos. 2a. Ed. México: McGraw-Hill Interamericana; 2002, p. 203.
 21. United States Department of Agriculture. Agricultural Research Service. Version current 16 May 2008. Internet: <http://www.ars.usda.gov/nutrientdata>
 22. Romero PN, Robert CP, Masson SL, Pineda LR. Composición de ácidos grasos y proximal de siete especies de pescado de Isla de Pascua. *Arch. Lat. Nutr.* 2000; 50(3): 304-8.
 23. Huss HH. El pescado fresco: su calidad y cambios de su calidad. FAO. Documentos técnicos de Pesca 1999; T348: 202.
 24. Rice R. Fish. Nutritional Value. Vol. 3. In: Encyclopedia of Human Nutrition. Sadler MJ. editor. UK, Academic Press; 1999, 793-803.
 25. Castro-González MI, Pérez-Gil RF, Montaño BS, Silencio BJL. Vitaminas y minerales de sardina en salsa de tomate, colectada en las zonas pesqueras del Pacífico mexicano. *Arch Lat Nutr* 1999; 49(4): 379-83.
 26. Castro-González MI, Pérez-Gil RF. Vitaminas y minerales del atún aleta amarilla (*Thunnus albacares*) del Pacífico mexicano enlatado en aceite. *Arch Lat Nutr* 1998; 48(3): 265-8.
 27. Mitch WE, Klahr S. Handbook of Nutrition and the Kidney. 4a. Ed. Philadelphia, USA: Lippincott Williams & Wilkins; 2002, p. 356.
 28. Packard DP, Milton JE, Shuler LA, Short RA, Tuttle KR. Implications of chronic kidney disease for dietary treatment in cardiovascular disease. *J Ren Nutr* 2006; 16(3): 259-68.
 29. Svensson M, Schmidt E, Jorgensen K, Christensen J. The effect of n-3 fatty acids on heart rate variability in patients treated with chronic hemodialysis. *J Ren Nutr* 2007; 17(4): 243-9.
 30. Bowden R, Jitomir J, Wilson R, Gentile M. Effects of omega-3 fatty acid supplementation on lipido levels in endstage renal disease patients. *J Ren Nutr* 2009; 19(4): 259-66.
 31. Argote G, González E. Hiperparatiroidismo secundario. *Nefr Lat* 2004; 11(2):13-22.
 32. Zanetti M, Barazzoni R, Bosutti A, Stocca A, Grassi G, Guarneri G. Vascular sources of oxidative stress: implications for uremia-related cardiovascular disease. *J Ren Nutr* 2007; 17(1): 53-56.
 33. Galli CN, Risk MR, Camus JM, Cabrera FE. Calcificación arterial y su evaluación funcional en la enfermedad renal crónica. *Rev Nefr Dial y Transpl* 2004; 24(4): 165-70.
 34. Dusso SA, Arcidiacono VM, Sato T, Alvarez Hernández D, Yang J, González-Suárez I, et al. Molecular basis of parathyroid hyperplasia. *J Ren Nutr* 2007; 17(1): 45-7.
 35. Goto S, Komaba H, Fukagawa M. Pathophysiology of parathyroid hyperplasia in chronic kidney disease: preclinical and clinical basis for parathyroid intervention. *Neph Dial Transp* 2008; (Suppl. 3): iii2-iii8.
 36. Donadio JV, Grande J, Bergstrahl E, et al. The Long-Term outcome of patients with IgA nephropathy treated with fish oil in a controlled trial. *J Am Soc Nephrol* 1999; 10: 1772-7.
 37. Jia Q, Zhou H, Bennink M, Pestka J. Docosahexaenoic acid attenuates mycotoxin-induced immunoglobulin A nephropathy, Interleukin-6 transcription, and mitogen-activated protein kinase phosphorylation in mice. *J Nutr* 2004; 134: 3343-9.
 38. Li H, Ruan X, Powis S, Fernando R, Mon W, Wheeler D, et al. Varghese Z. EPA and DHA reduce LPS-induced inflammation responses in HK-2 cells: Evidence for a PPAR-g-dependent mechanism. *Kidney International* 2005; 67: 867-74.
 39. Donadio JV, Larson TS, Bergstrahl EJ, Grande JP. A randomized trial of high-dose compared with low-dose omega-3 fatty acids in severe IgA nephropathy. *J Am Soc Nephrol* 2001; 12(4): 791-9.
 40. Parinyasiri U, Ong-Ajyooth L, Parichatikanond P, Ong-Ajyooth S, Liammongkolkul S, Kanyog S. Effect of fish oil in oxidative stress, lipid profile and renal function in IgA nephropathy. *J Med Assoc Thai* 2004; 87(2): 143-9 ("abstr").
 41. De Caterina R, Caprioli R, Giannessi D, et al. n-3 fatty acids reduce proteinuria in patients with chronic glomerular disease. *Kidney Int* 1993; 44: 843-50.
 42. Svensson E, Schmidt K, Jørgensen K, Christensen J. The effect of n-3 fatty acids on lipids and lipoproteins in patients treated with chronic haemodialysis: a randomized placebo-controlled intervention study. *Am J Kidney Dis* 2004; 44: 77-83.
 43. Levin A, Foley RN. Cardiovascular disease in chronic renal insufficiency. *Am J Kidney Dis* 2000; 36(Suppl. 3): S24-S30.
 44. Tracy TC. Food lists for patients with kidney disease. *J Ren Nutr* 2004; 14(2):109-13.
 45. http://connectiondev.Iww.com/PRODUCTS/dudek/documents/PDF's/2724/20_pp_601-629.pdf. Nutrition for patients with renal disorders. Nutrition in Clinical Practice.
 46. Pérez LA, Palacios GB. Sistema de alimentos equivalentes para pacientes renales. México: Fondo de Nutrición y Salud, A.C.; 2009, p. 84.
 47. Colman S, Gordon D. Cooking for David: a culinary dialysis cookbook. Morris Press USA: 2000, 272. Consultado en: www.culinarykidneycook.com
 48. Castells PM, Carrascal SE. ¿Qué puedo comer ahora que estoy en el programa de hemodiálisis?... y tengo diabetes? 3a. Ed. España: HG Hospital General de Vic; 2005, p. 18.

49. Alvárez RM. Elaboración de Menús. Cuaderno de trabajo para pacientes renales. Curso de Posgrado. Enfermedades Renales y Nutrición. Consultado en: www.nutrinfo.com.ar
50. Sistema Nacional de Información e Integración de Mercados (SNIIM). Mercados Nacionales; Precios de Mercado: Mercados Pesqueros. Secretaría de Economía. Consultado en: <http://www.secofi-sniim.gob.mx/nuevo/>. 2009.
51. Izquierdo P, Torres FG, González E, Barbosa Y, Márquez SE, Allara M. Efecto de dos tipos de cocción sobre la composición química y perfil de ácidos grasos de filetes de corvina (*Cynoscion maracaiboensis*). *Rev Cient* 1999; 9(5): 367-71.
52. Moradi Y, Bakar J, Syed Muhamad SH, Chen Man Y. Effects of different final cooking methods on physico-chemical properties of breaded fish fillets. *Am J of Food Techn* 2009; 4(4): 136-45.
53. Gall LK, Otwell SW, Koburgier AJ, Appledorf H. Effects of four cooking methods on the proximate , mineral and fatty acid composition of fish fillets. *J Food Scien* 1983; 48(4): 1068-704.
54. Unusan N. Change in proximate, amino acid and fatty contents in muscle tissue of rainbow trout (*Oncorhynchus my-*
kiss) after cooking. *Int J Food Scien and Techn* 2007; 42(9): 1087-93.

Reimpresos:

Dra. María Isabel Castro-González.

Departamento de Nutrición Animal.

Dirección de Nutrición.

Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición

Salvador Zubirán

Vasco de Quiroga No. 15,

Col. Sección XVI, Tlalpan,

14080, México, D.F.

Tel.: +52 (55) 5487-0900, ext.: 2820 y 2824

Fax: +52 (55) 5655-1076

Correo electrónico: isacastro55@yahoo.com.mx

Recibido el 24 de abril de 2009.

Aceptado el 16 de diciembre de 2009.