

بررسی تأثیر مصرف تخم مرغ‌های غنی شده با اسیدهای چرب امگا-۳ بر روی چربی‌ها و فشار خون

حسین مختاریان دلوائی^۱، محمد قهرمانی^۲، نرگس سرشار^۳، مجتبی کیان مهر^۴، مهدی یعقوبی اول ریابی^۵،

حمید راستخی^۶

^۱ عضو هیأت علمی دامپزشکی دانشگاه آزاد اسلامی واحد گناباد

^۲ دانشیار بیماری‌های کودکان، دانشگاه علوم پزشکی گناباد

^۳ عضو هیأت علمی بیوشیمی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد گناباد

^۴ استادیار بیوفیزیک، دانشگاه علوم پزشکی گناباد

^۵ عضو هیأت علمی آمار، دانشگاه آزاد اسلامی واحد گناباد

^۶ عضو هیأت علمی تغذیه، دانشگاه علوم پزشکی گناباد

نشانی نویسنده مسؤول: گناباد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد گناباد، دکتر حسین مختاریان دلوائی
E-mail: hosseinmokhtarian@gmail.com

وصول: ۸۷/۶/۱۶، اصلاح: ۸۷/۷/۱۸، پذیرش: ۸۷/۱۲/۱۲

چکیده

زمینه و هدف: هیپرلیپیدمی، خصوصاً هیپرکلسترولمی از عوامل مؤثر در ابتلا به آترواسکلروز و بیماری شریان‌های اکلیلی قلب می‌باشد. زرده تخم‌مرغ یکی از منابع غنی از کلسترول در تغذیه انسان می‌باشد. با توجه به میزان کمتر کلسترول موجود در تخم‌مرغ‌های غنی شده با اسیدهای چرب امگا-۳، این مطالعه به منظور تعیین تأثیر مصرف این تخم‌مرغ‌ها بر روی میزان چربی‌ها و فشارخون انجام شده است.

مواد و روش‌ها: در این مطالعه نیمه تجربی، ۲۶ نفر از دانشجویان (۸ مرد و ۱۸ زن) از بین داوطلبان سالم به صورت تصادفی ساده انتخاب و به مدت ۴ هفته علاوه بر رژیم غذایی معمولی، روزانه ۲ عدد تخم‌مرغ غنی شده همراه با صبحانه مصرف کردند. سنجش‌های آنترپومتریک و متابولیک و دریافت انرژی و سایر مواد مغذی قبل و بعد از رژیم جدید توسط آزمون تی زوج با نرم افزار SPSS با هم مقایسه شدند.

یافته‌ها: مصرف روزانه ۲ عدد تخم‌مرغ غنی شده با اسیدهای چرب امگا ۳ به مدت ۴ هفته باعث کاهش معنادار تری‌گلیسرید ($p=0/0001$)، فشارخون سیستولیک ($p=0/0001$) و دیاستولیک ($p=0/0001$) به ترتیب ۹۳/۸ میلی‌گرم در دسی لیتر و ۱۱۷/۳ و ۷۸/۸۴ میلی‌متر جیوه قبل از مصرف تخم‌مرغ به ۶۷/۵ میلی‌گرم در دسی لیتر و ۹۵/۳۸ و ۶۹/۴۶ میلی‌متر جیوه بعد از مصرف تخم‌مرغ و افزایش معنادار HDL-C ($p=0/0001$) و PUFA ($p=0/003$) و کلسترول دریافتی ($p=0/0001$) به ترتیب از ۴۶/۲۶ میلی‌گرم در دسی لیتر و ۲۰/۳ و ۲۳۱/۱ گرم در روز در شروع مطالعه به ۶۰/۶۵ میلی‌گرم در دسی لیتر و ۲۵/۷ و ۵۱۰/۱ گرم در روز پایان مطالعه گردید. سایر فاکتورهای اندازه‌گیری شده تغییرات معناداری را نشان ندادند.

نتیجه‌گیری: تخم‌مرغ غنی شده با اسیدهای چرب امگا ۳ باعث افزایش مقادیر HDL-C و کاهش مقادیر تری‌گلیسرید و فشارخون می‌گردد. (مجله دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی سبزوار، دوره ۱۵/شماره ۴/صص ۲۱۹-۲۱۳).

واژه‌های کلیدی: تخم‌مرغ؛ امگا-۳؛ چربی خون؛ فشارخون.

مقدمه

در جهان صنعتی امروز، فرآورده‌های حیوانی بیش از ۶۰ درصد کل چربی‌ها، ۷۰ درصد چربی‌های غیر اشباع و ۱۰۰ درصد کلسترول رژیم غذایی انسان را تأمین می‌کنند و تمایل به مصرف فرآورده‌های حیوانی در دنیا رو به افزایش می‌باشد (۱). یکی از محصولات غذایی که گستردگی مصرف آن بالاست، تخم مرغ می‌باشد که در سال‌های اخیر نوع ترکیب چربی موجود در آن بخشی از نگرانی مصرف‌کنندگان را باعث شده است (۲). با توجه به رابطه مستقیم بین سطح تری گلیسریدهای خون و بیماری‌های ایسکمیک قلب (۳-۱) و نیز اهمیت کنترل هیپرتانسیون در پیشگیری از اختلالات قلبی-عروقی، بهبود کیفی اسیدهای چرب تخم مرغ از طریق تغییر رژیم غذایی طیور تخم گذار، ضروری به نظر می‌رسد (۲). ماهی، مرغ، تخم مرغ، روغن کانولا، سویا (۴) و بادام (۵) منابع اصلی اسیدهای چرب امگا ۳ بوده و تخم مرغ‌های غنی شده از اسیدهای چرب امگا ۳ با تغییراتی در رژیم غذایی مرغان تخم‌گذار و استفاده از رژیم گیاهی حاوی روغن کتان، ماهی، سویا (۶,۷,۲) و روغن پالم (۸) به دست می‌آید و مقادیر اسیدهای چرب امگا ۳ در آن‌ها ۶ برابر تخم مرغ‌های معمولی می‌باشد. اسیدهای چرب امگا ۳ در گروه چربی‌های مرکب غیر اشباع قرار می‌گیرند. اسید لینولنیک مهم‌ترین اسید چرب امگا ۳ می‌باشد که می‌تواند در بدن تبدیل به اسیدهای چرب امگا-۳ با زنجیره بلند مانند ایکوزاپنتانویک اسید (EPA) و دوکوزاهگزانوئیک اسید (DHA) شود (۲).

در چند دهه اخیر، اهمیت اسیدهای چرب غیر اشباع زنجیره بلند امگا-۳ (ω 3-LC-PUFA) شامل DHA و EPA در سلامت و رشد جنین انسان مشخص شده است. اسیدهای چرب امگا ۳- جهت رشد و تکامل مغز کودکان (۹) و سلول‌های شبکیه چشم در جنین و نوزادان ضروری می‌باشد (۱۰). مطالعات مختلف فوائد این نوع اسیدهای چرب را در کاهش خطر بیماری‌های قلبی-

عروقی (۱۴-۱۱)، تعدیل اختلالات التهابی (۱۶,۱۵)، پیشگیری از اختلالاتی هم‌چون سرطان سینه (۱۷)، اختلالات دو قطبی (۱۸)، آلزایمر (۱۹)، افسردگی پس از زایمان (۲۰)، اختلالات اتوایمن (۲۱) و اختلالات ژنتیکی در متابولیسم چربی‌ها (۲۲) نشان داده است. مطالعات جدیدتر در کودکان اهمیت این اسیدها را در جلوگیری از اختلالاتی هم‌چون بیش‌فعالی (۲۳)، فشارخون (۲۴)، ابتلا به دیابت نوع ۱ (۲۵)، مانیا (۲۶) و دیس پراکسی (۲۷) اثبات کرده است. با توجه به مقادیر کمتر کلسترول در تخم مرغ‌های غنی شده با اسیدهای چرب امگا ۳ (۲۸) و مقادیر بیشتر آن در تخم مرغ‌های معمولی (۲۹,۳۰) و اثبات افزایش میزان LDL-C و کلسترول به دنبال مصرف تخم مرغ‌های معمولی (۳۲) مطالعه حاضر به منظور تأثیر مصرف این تخم مرغ‌ها با توجه به تناقض گزارش‌های موجود، بر روی میزان چربی‌ها و فشارخون انجام گردید.

مواد و روش‌ها

این مطالعه یک مطالعه نیمه تجربی بوده و به روش قبل و بعد از مداخله به صورت خود شاهد، بر روی ۲۶ نفر (۸ مرد و ۱۸ زن) دانشجویان از میان داوطلبین سالم در سنین بین ۱۹ تا ۲۴ سال که به طور تصادفی ساده انتخاب شده بودند، در اردیبهشت ماه سال ۱۳۸۷ در دانشگاه آزاد اسلامی گناباد انجام گردید. حجم نمونه با در نظر گرفتن سطح اطمینان ۹۵ درصد و با توان آزمون ۸۰ درصد و استفاده از نتایج مطالعات قبلی ۲۶ نفر تعیین گردید.

دانشجویان شرکت‌کننده در این مطالعه همگی نرمولیبید و فاقد هرگونه بیماری بوده و در طول مطالعه از هیچ دارویی استفاده ننموده‌اند. ضمناً همگی از غذای سلف سرویس دانشگاه استفاده می‌کردند و دارای رژیم غذایی یکنواختی بودند. پس از اخذ رضایت نامه و رکورد غذایی ۳ روزه و توجیه دانشجویان توسط کارشناس تغذیه و درخواست عدم تغییر رژیم غذایی در طول مطالعه،

همچنین میانگین مقادیر PUFA و کلسترول دریافتی به ترتیب از ۲۰/۳ و ۲۳۱/۱ گرم در شروع مطالعه به ۲۵/۷ (p=۰/۰۳) و ۵۱۰/۱ گرم (p=۰/۰۰۱) در روز در پایان مطالعه افزایش یافت که تفاوت آماری معناداری را نشان می‌دهد. ولی میزان دریافت انرژی و سایر ترکیبات مغذی نمونه‌های مورد پژوهش در شروع و پایان مطالعه تغییرات معناداری را نشان ندادند (جدول ۲).

میانگین مقادیر کلسترول تام، HDL-C و LDL-C به ترتیب از ۱۱۴/۵، ۸۳/۰۴ و ۴۶/۲۶ میلی‌گرم در دسی لیتر قبل از مصرف تخم‌مرغ به ۱۸۳/۰۷، ۸۳/۶۵ و ۶۰/۶۵ میلی‌گرم در دسی لیتر پس از مصرف تخم‌مرغ افزایش

جدول ۱: مشخصات آنترپومتریکی و فشارخون نمونه‌های مورد پژوهش در

شروع و پایان مطالعه

متغیر	شروع مطالعه	پایان مطالعه	P
نمایه توده بدنی	۲۲/۵۵±۰/۵۱	۲۲/۵۲±۰/۴۹	N.S
نسبت دور کمر به باسن	۰/۷۵±۰/۰۱	۰/۷۵±۰/۰۱	N.S
فشارخون سیستولیک	۱۱۷/۳۰±۱/۰۴	۹۵/۳۸±۱/۳۸	۰/۰۰۰۱
فشارخون دیاستولیک	۷۸/۸۴±۱/۰۱	۶۹/۴۶±۲/۸۲	۰/۰۰۰۱

جدول ۲: میزان دریافت انرژی و سایر ترکیبات مغذی (روز بر گرم) نمونه‌های

مورد پژوهش در شروع و پایان مطالعه

متغیر	شروع مطالعه	پایان مطالعه	P
انرژی	۱۸۴۲/۳±۱۳۰/۲	۱۸۳۹/۴±۱۲۱/۳	N.S
پروتئین	۸۴/۳±۱۰/۵	۸۵/۳±۹/۱	N.S
کربوهیدرات	۲۳۷/۳±۲۵/۶	۲۴۷/۱±۲۳/۶	N.S
چربی	۶۸/۷±۹/۶	۶۵/۷±۸/۹	N.S
اسید چرب اشباع شده	۱۳/۱±۱/۷	۱۱/۴±۲/۱	N.S
اسیدهای چرب غیر اشباع یگانه	۱۷/۹±۲/۳	۱۹/۱±۳/۱	N.S
اسیدهای چرب غیر اشباع چندگانه	۲۰/۳±۱/۷	۲۵/۷±۱/۴	۰/۰۳
کلسترول	۲۳۱/۱±۱۴/۳	۵۱۰/۱±۱۶/۱	۰/۰۰۰۱

جدول ۳: شاخص‌های متابولیک خون (دسی لیتر / میلی‌گرم) نمونه‌های

مورد پژوهش در شروع و پایان مطالعه

متغیر	شروع مطالعه	پایان مطالعه	P
کلسترول	۱۴۴/۵۰±۲۴/۷۸	۱۸۳/۰۷±۵۹/۲۶	N.S
کلسترول LDL	۸۳/۰۴±۴/۳۱	۸۳/۶۵±۴/۵	N.S
کلسترول HDL	۴۶/۲۶±۱/۶۳	۶۰/۶۵±۲/۱۱	۰/۰۰۰۱
تری‌گلیسیرید	۹۳/۸۰±۵/۱۲	۶۷/۵۰±۴/۳۸	۰/۰۰۰۱

نمونه خون وریدی در حالت ناشتا جهت سنجش‌های آزمایشگاهی اخذ شد و اندازه‌گیری‌های آنترپومتریکی و فشارخون توسط روش‌های استاندارد انجام گردید. همگی دانشجویان در خوابگاه سکونت داشته و روزانه ۲ عدد تخم‌مرغ با اندازه متوسط را به صورت آب‌پز مصرف می‌کردند. با توجه به تماس روزانه با داوطلبان و ویزیت شخصی آن‌ها، از مصرف تخم‌مرغ‌ها اطمینان حاصل شد.

در پایان مطالعه نمونه خون وریدی به منظور سنجش‌های آزمایشگاهی در حالت ناشتا اخذ و اندازه‌گیری‌های آنترپومتریکی و فشارخون تکرار گردید. اندازه‌گیری چربی‌های خون توسط دستگاه اتوآنالایزر مدل TECHNICON RA-1000، اندازه‌گیری فشارخون توسط فشارسنج جیوه‌ای ساده و اندازه‌گیری وزن توسط ترازوی دیجیتال و قد توسط استادیومتر صورت پذیرفت. جهت ارزیابی مواد غذایی دریافتی از یک پرسشنامه ۲۴ ساعت یادآمد خوراکی و ۲ یادداشت غذایی استفاده گردید. این پرسشنامه پس از توجیه و آموزش از طریق توضیح شفاهی و یک کتابچه آموزشی در دو روز، شامل یک روز عادی و یک روز تعطیل هفته توسط فرد تکمیل و در نهایت با استفاده از نرم افزار Food Processor II، میانگین انرژی، پروتئین، کربوهیدرات، چربی، اسیدهای چرب اشباع شده، اسیدهای چرب غیر اشباع یگانه و چندگانه و کلسترول دریافتی اندازه‌گیری شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم افزار آماری SPSS و آزمون تی زوج انجام گردید.

یافته‌ها

میانگین نمایه توده بدن و نسبت دور کمر به باسن در افراد مورد مطالعه، قبل و بعد از مداخله تفاوت معناداری را نشان نداد (p>۰/۰۵). میانگین فشارخون سیستولیک و دیاستولیک به ترتیب از ۱۱۷/۳ و ۷۸/۸۴ میلی‌متر جیوه قبل از مصرف تخم‌مرغ به ۹۵/۳۸ و ۶۹/۴۶ بعد از مصرف تخم‌مرغ کاهش معناداری را نشان داد (جدول ۱).

یافت که فقط افزایش مقادیر HDL-C معنا دار می باشد (p=۰/۰۰۰۱). میانگین مقادیر تری گلیسرید از ۹۳/۸ میلی گرم در دسی لیتر در ابتدای مطالعه به ۶۷/۵ میلی گرم در دسی لیتر در انتهای مطالعه افزایش یافت. مقایسه تغییرات شاخص‌های متابولیک قبل و بعد از چهار هفته مصرف تخم مرغ غنی شده، کاهش معنادار تری گلیسرید و افزایش معنادار HDL-C را نشان می دهد (p=۰/۰۰۰۱) (جدول ۳).

بحث

نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد که مصرف روزانه ۲ عدد تخم مرغ غنی شده، باعث کاهش معنادار غلظت تری گلیسرید و فشارخون و افزایش معنادار HDL-C می گردد. در مطالعه فخرزاده و همکاران بر روی ۲۱ دانشجوی، مصرف روزانه ۲ عدد تخم مرغ غنی شده با اسیدهای چرب امگا-۳ به مدت ۶ هفته باعث افزایش معنادار HDL-C و کاهش معنادار تری گلیسرید گردید که با مطالعات ما همخوانی دارد (۳۱). فرییر و همکاران نیز در مطالعه بر روی ۲۸ فرد نرمولیبید که روزانه ۴ عدد تخم مرغ غنی شده مصرف می کردند، پس از دو هفته هیچ تغییر معناداری در کلسترول تام LDL-C و تری گلیسریدهای پلاسما مشاهده نکردند (۳۲). در مطالعه دیگری، مصرف ۴ عدد تخم مرغ غنی شده در روز به مدت ۲ هفته باعث کاهش معنادار تری گلیسرید و افزایش معنی دار HDL-C گردید (۳۳). همچنین در یک مطالعه دیگر، مصرف ۴ عدد تخم مرغ غنی شده در روز به مدت ۴ هفته، باعث کاهش معنادار تری گلیسرید و عدم تغییر غلظت کلسترول گردید (۳۴). همچنین در مطالعه دیگری در اسپانیا، مصرف یک عدد تخم مرغ غنی شده در روز باعث کاهش معنادار غلظت تری گلیسرید گردید (۳۵). مطالعات انجام شده در بلژیک نیز نشان داد که مصرف نصف تخم مرغ غنی شده در روز تغییرات معناداری در غلظت تری گلیسرید، کلسترول تام، LDL-C و HDL-C

ایجاد نمی کند (۳۶). در مطالعه دیگری، مصرف هفتگی ۵ عدد تخم مرغ غنی شده به مدت ۳ هفته باعث کاهش معنادار مقدار تری گلیسرید گردید (۳۴). لوئیس و همکاران نیز در مطالعه‌ای بر روی ۲۸ بیمار هیپرکلسترومیک با رژیم غذایی کم چرب که هفته‌ای ۱۲ عدد تخم مرغ غنی شده استفاده می کردند، هیچ تغییر معناداری در میزان کلسترول تام و LDL-C مشاهده نکردند ولی تری گلیسرید به میزان ۱۴ درصد کاهش یافت (۳۷).

فشارخون سیستولیک و دیاستولیک کاهش معناداری را نشان داد که با مطالعات رز و همکاران همخوانی دارد (۳۸). همچنین مطالعات نشان داده است که یک عدد تخم مرغ غنی شده از اسیدهای چرب امگا-۳، می تواند غلظت DHA و EPA پلاسما را در حد معناداری افزایش داده و باعث کاهش مقادیر امگا-۶ به امگا-۳ گردد. همچنین مقادیر اسیدهای چرب امگا-۳ و امگا-۶، ۱/۵ گرم به ازای هر ۱۰۰ گرم تخم مرغ می باشد (۳۴). مقادیر LNA، DHA و کلسترول در تخم مرغ‌های غنی شده به ترتیب ۲۵۰، ۱۰۰ و ۱۸۰ میلی گرم بوده است که به مراتب کمتر از تخم مرغ‌های معمولی می باشد. ضمناً مقادیر اسیدهای چرب غیر اشباع چندگانه در این تخم مرغ‌ها بیشتر از تخم مرغ‌های معمولی بوده (۳۹) که در مطالعه حاضر نیز افزایش معنادار مقادیر اسیدهای چرب غیر اشباع چندگانه مؤید همین نکته می باشد. به طور کلی مطالعات جدید نشان می دهد که مصرف فرآورده‌های غذایی غنی از اسیدهای چرب امگا-۳ می تواند باعث کاهش کلسترول (۴۰) و نیز LDL-C و تری گلیسرید (۴۱) گردد.

از دیگر نتایج مهم مطالعه حاضر، افزایش معنادار HDL-C و کاهش معنادار تری گلیسرید بود که با توجه به اثبات تأثیر مثبت مقادیر بالای HDL-C در کاهش اختلالات قلبی-عروقی (۴۲)، اهمیت جایگزینی این فرآورده را به جای تخم مرغ‌های معمولی بارزتر می نماید.

گردید. بنابراین مصرف این تخم مرغ‌ها جهت بهبود لیپید پروفایل سرم مفید است.

تشکر و قدردانی

این تحقیق با حمایت مالی معاونت پژوهشی دانشگاه آزاد اسلامی واحد گناباد در قالب یک طرح تحقیقاتی انجام شده است که بدین وسیله از آنان تشکر و قدردانی می‌گردد. همچنین از مدیریت محترم آزمایشگاه جهاد دانشگاهی شعبه گناباد جناب آقای نورزاد و همکاران محترم ایشان و نیز از کلیه دانشجویان عزیزی که در انجام این طرح همکاری کردند، صمیمانه سپاسگزاریم.

از دیگر مزایای مصرف این تخم مرغ‌ها کمک به برقراری تعادل غلظت امگا-۶ به امگا-۳ در بدن می‌باشد. لازم به ذکر است که نسبت توصیه شده اسیدهای چرب امگا-۶ به امگا-۳ در رژیم های غذایی ۱ به ۴ می‌باشد و این نسبت در تخم مرغ‌های غنی شده ۱ به ۱ و در تخم مرغ‌های معمولی ۱ به ۲۰ می‌باشد (۲). در مطالعه حاضر میزان کلسترول دریافتی با مصرف تخم مرغ افزایش پیدا کرده بود ولی به دلیل مقادیر بالای اسیدهای چرب امگا-۳ در این تخم مرغ‌ها، میزان کلسترول سرم در انتهای مطالعه، تغییر معناداری نشان نداد. افزودن دو عدد تخم مرغ غنی شده با اسیدهای چرب امگا ۳ باعث افزایش مقادیر HDL-C و کاهش مقادیر تری گلیسرید و فشار خون

References

- Hodic A, Hamamdic M, Gagic A, Mihaljevic M, Krnic J, Vegara M, et al. Yolk lip1d modifications by fat supplemented diets of laying hens. *Acta veterinaria*. 2005; 55(1): 41-51.
- Yannakopoulos A, Tserveni-Gousi A, Christaki E. Enhanced egg production in practice: the case of Bio-omega-3 egg. *International Journal of Poultry Science*. 2005; 4(8): 531-5.
- Lee A, Griffin B. Dietary cholesterol, eggs and coronary heart disease risk in perspective. *British Nutrition Foundation Nutrition Bulletin* 2006; 31(1): 21-27.
- Gao YC, Charter EA. Nutritionally important fatty acids in hen egg yolks from different sources. *Poult Sci*. 2000; 79(6): 921-4.
- Iwamoto M, Imaizumi K, Sato M, Hirooka Y, Sakai K, Takeshita A, et al. Serum lipid profiles in Japanese women and men during consumption of walnuts. *Eur J clin Nutr* 2002; 56(7): 629-37.
- Ansari R, Azarbayejani A, Ansari S, Asgari S, Gheisari A. Production of egg enriched with omega-3 fatty acids in laying hens. *ARYA Journal* 2006; 1(4): 242-46.
- Raes K, Huyghebeart G, Smet SD, Sven Arhouts LN, Demeyer D. The deposition of conjugated linoleic acids in eggs of laying hens fed diets varying in fat level and fatty acid profile. *J Nutr* 2002; 132(2): 182-9.
- Hodzic A, Hamamdzc M, Gagic A, Mihaljevice M, Vegara M, Krnic J, et al. The influence of dietary palm olein, fish oil and lard on the egg yolk and plasma lipid composition, and performances of laying hens. *Pol J Vet Sci*. 2008; 11(1): 1-7.
- McCann JC, Ames BN. Is docosahexaenoic acid, an n-3 long- chain polununsaturated fatty acid, required for development of normal brain function? An overview of evidence from cognitive and behavioral tests in humans and animals. *Am J Clin Nutr* 2005; 82(2): 281-95.
- Kidd PM. Omega-3 DHA and EPA for cognition, behavior, and mood: clinical findings and structural-functional synergies with cell membrane phospholipids. *Altern Med Rev* 2007; 12(3): 207-227.
- Wang C, Harris WS, Chung M, Lichtenstein AH, Balk EM, Kupelnick B, et al. n-3 Fatty acids from fish or fish-oil supplements, but not alpha-linolenic acid, benefit cardiovascular disease outcomes in primary- and secondary-prevention studies: a systematic review. *Am J Clin Nutr* 2006; 84(1): 5-17.
- Holub BJ. Clinical nutrition: 4 Omega-3 fatty acids in cardiovascular care. *CMAJ*. 2002; 166(5): 608-615.

13. Harper CR, Edwards MJ, Defilipis AP, Jacobson TA. Flaxseed oil increases the plasma concentrations of cardioprotective (n-3) fatty acids in humans. *J Nutr* 2006; 136(1): 83-7.
14. Sachs FM, Campos H. Polyunsaturated fatty acids, inflammation, and cardiovascular disease: time to widen our view of the mechanisms. *J Clin Endocrinol Metab.* 2006; 91(2): 398-400.
15. Farooqui AA, Horrocks LA, Farooqui T. Modulation of inflammation in brain: a matter of fat. *J Neurochem* 2007; 101(3): 577-99.
16. Deutsch L. Evaluation of the effect of Neptune Krill oil on chronic inflammation and arthritic symptoms. *J Am Coll Nutr* 2007; 26(1): 39-48.
17. Frangou S, Lewis M, Mc Crone P. Efficacy of ethyl-eicosapentaenoic acid in bipolar depression: randomized double-blind placebo controlled study. *Br J Psychiatry* 2006; 188: 46-50.
18. Chiu LC, Wong EY, Ooi VE. Docosahexaenoic acid from a cultured microalga inhibits cell growth and induces apoptosis by upregulating Bax/Bcl-2 ratio in human breast carcinoma MCF-7 cells. *Ann N Y Acad Sci.* 2004; 1030: 361-8.
19. Bourre JM. Roles of unsaturated fatty acids (especially omega-3 fatty acids) in the brain at various ages and during ageing. *J Nutr Health Aging* 2004; 8(3): 163-74.
20. Freeman MR. Omega-3 fatty acids and perinatal depression: a review of the literature and recommendations for future research. *Prostaglandins Leukot Essent Fatty Acids.* 2006; 75(4-5): 291-7.
21. Babcock TA, Dekoj T, Espat NJ. Experimental studies defining omega-3 fatty acid anti-inflammatory mechanisms tumor-related syndromes. *Nutr Clin Pract.* 2005; 20(1): 62-74.
22. Shahidi F, Miraliakbari H. Omega-3 fatty acids in health and disease: part 2—health effects of omega-3 fatty autoimmune diseases, mental health, and gene expression. *J Med Food* 2005; 8(2): 133-48.
23. Richardson AJ. Omega-3 fatty acids in ADHD and related neurodevelopmental disorders. *Int Rev Psychiatry* 2006; 18(2): 155-72.
24. Norris JM, Yin X, Lamb MM, Barriga K, Seifert J, Hoffman M, et al. Omega-3 polyunsaturated fatty acid intake and islet autoimmunity in children at increased risk for type 1 diabetes. *JAMA.* 2007; 298(12): 1420-8.
25. Forsyth JS, Willatts P, Agostoni C, Bissenden J, Casaer P, Boehm G. Long chain polyunsaturated fatty acid supplementation in infant formula and blood pressure in later childhood: follow up of a randomized controlled trial. *BMJ* 2003; 326(7396): 953-955.
26. Wozniak J, Biederman J, Mick E, Waxmonsky J, Hantsoo L, Best C, et al. Omega-3 fatty acid monotherapy for pediatric bipolar disorder: a prospective open-label trial. *Eur Neuropsychopharmacol.* 2007; 17(6-7): 440-7.
27. Harding KL, Judah RD, Gant C. Outcome- based comparison of Ritalin versus food-supplement treated children with AD/HD. *Altern Med Rev* 2003; 8: 319-330.
28. Constant J. The role of eggs, margarines and fish oils in the nutritional management of coronary artery disease and strokes. *Keio J Med.* 2004; 53(3): 131-6.
29. Clark RM, Herron KL, Waters D, Fernandez ML. Hypo- and hyperresponse to egg cholesterol predicts plasma lutein and beta-carotene concentrations in men and women. *J Nutr* 2006; 136: 601-607.
30. Weggemans RM, Zock PL, Katan MB. Dietary cholesterol from eggs increases the ratio of total cholesterol to high-density lipoprotein cholesterol in humans: a meta-analysis. *Am J Clin Nutr.* 2001; 73(5): 885-891.
31. Fakhrzadeh H, Pourebrahim R, Taheri E. The effects of omega -3 rich eggs (Columbus) on serum lipid profiles, high sensitivity CRP and fasting insulin levels in healthy volunteers. Proceedings of the second International Congress on the Columbus Concept, Athens, Greece, Sept. 25-27, 2003, to be published.
32. Ferrier LK, Caston LJ, Leeson S, Squires J, Weaver BJ, Holub BJ. alpha-Linolenic acid- and docosahexaenoic acid-enriched eggs from hens fed flaxseed: influence on blood lipids and platelet phospholipid fatty acids in humans. *Am J Clin Nutr* 1995; 62(1): 81-6.

33. Farrell DJ. Enrichment of hen eggs with n-3 long-chain fatty acids and evaluation of enriched eggs in humans. *Am J Clin Nutr* 1998; 68(3): 538-44.
34. Jiang Z, Sim J: Consumption of n-3 polyunsaturated fatty acid-enriched eggs and changes in plasma lipids of human subjects. *Nutrition* 1993; 9(6): 513-8.
35. Prado Martinez C, Carmenate Moreno M, Holts Nielsen Andersen A, Martinez R. Effect of substituting standard eggs for Columbus eggs in the diet of Spanish postmenopausal female volunteers. *Proceedings of the 1st International Congress on the Columbus Concept, Washington D.C, Sept. 21-25, 2002; pp: 127-138.*
36. Watrin I, Brasseur D, Carpentier YA. Effect of the consumption of ω -3 fatty acid – enriched eggs on the lipid profiles of adolescents with hypercholesterolemia. *Proceedings of the 1st International Congress on the Columbus Concept, Washington DC, Sep. 21-25, 2002; pp: 179-186.*
37. Lewis NM, Widga AC, Buck JS, Frederick AM. Survey of omega-3 fatty acids in diets of Midwest low-income pregnant women. *Journal of Agromedicine*. 1995;2:49-58.
38. Oh SY, Ryue J, Hsieh CH, Bell DE. Eggs enriched in omega-3 fatty acids and alterations in lipid concentrations in plasma and lipoproteins and in blood pressure.
39. *Am J Clin Nutr* 1991; 54: 689-95. • Lewis NM, Seburg S, Flanagan NL. Enriched eggs as a source of n-3 polyunsaturated fatty acids for humans. *Poult Sci*. 2000; 79(7): 971-4.
40. Lewis NM, Seburg S, Flanagan NL. Enriched eggs as a source of n-3 polyunsaturated fatty acids for humans. *Poult Sci*. 2000; 79(7): 971-4.
40. Andrade PMM, Riberio BG, Tavares MG. Omega 3 fatty acids-supplementation to competition athletes: impact on the biochemical indicators related to the lipid metabolism. *Ref Bras Med Esporte* 2006; 12(6): 303-7.
41. Yeo YK, Kim JS, Lee JR, Lee JY, Chung SW, Kim HJ, et al. Plasma phospholipids, including plasmalogens, after consumption of diets enriched in long-chain n-3 fatty acids. *Journal of Biochemistry and Molecular Biology*. 2000;33(6):499-505.
42. Edijala JK, Asagba SO, Eriyamremu GE, Atomatofa U. Comparative effect of garden egg fruit, oat and apple on serum lipid profile in rats fed a high cholesterol diet. *Pakistan Journal of Nutrition* 2005; 4(4): 245-9.