

## اثر روزه اسلامی بر وزن بدن، فشار خون، الکترولیت‌ها، شمارش سلولی و برخی از عوامل بیوشیمیایی در مردان

دکتر محسن جانقربانی<sup>۱</sup>

و

کمیته پژوهش دانشجویی دانشگاه علوم پزشکی کرمان

### خلاصه

هدف از این مطالعه بررسی تغییرات فشارخون (سیستولی و دیاستولی)، چربی‌های سرم، گلوکز، الکترولیت‌ها، شمارش سلولی و وزن در مردان ظاهراً سالم روزه‌دار در ماه رمضان سال ۱۴۱۵ هجری قمری (۱۳۷۴ هجری شمسی) بود. برای این منظور ۸۰ نفر دانشجوی یا کارمند ظاهراً سالم در سه مرحله طی ماه رمضان پیگیری شدند. در روز اول، چهاردهم و بیست و هشتم ماه رمضان وزن، قد، فشارخون سیستولی و دیاستولی، شمارش گلبولی و غلظت تری‌گلیسرید، کلسترول تام، لیپوپروتئین کلسترول کم‌چگالی و پرچگالی، قند، اوره، کراتینین، سدیم، پتاسیم، کلسیم، آلبومین، بیلروبین مستقیم و غیرمستقیم سرم تعیین شد. در پایان ماه رمضان در مقایسه با روز اول ماه، تغییرات شمارش گلبولی، قند ناشتا، اوره، کراتینین، تری‌گلیسرید، لیپوپروتئین پرچگالی، سدیم، پتاسیم، آلبومین و بیلروبین غیرمستقیم معنی‌دار نبود. وزن، فشار سیستولی و دیاستولی، شاخص توده بدن، بطور معنی‌دار کاهش ( $P < 0/001$ ) و هموگلوبین، هماتوکریت، کلسیم و لیپوپروتئین کم‌چگالی افزایش ( $P < 0/001$ )، اسیداوریک و بیلروبین مستقیم نیز افزایش یافت ( $P < 0/05$ ). یافته‌های این مطالعه می‌تواند به درک بهتر یافته‌های متفاوت گزارش‌های مشابه پژوهش‌گران دیگر کمک نماید. روزه اسلامی می‌تواند در کاهش وزن و فشار خون مؤثر باشد، هرچند ممکن است موجب افزایش میزان چربی سرم گردد.

واژه‌های کلیدی: روزه، فشارخون، لیپیدهای سرم، کلسترول، قندخون، آلبومین، الکترولیت‌ها، شمارش گلبولی، کاهش وزن، کرمان

## مقدمه

هر سال در ماه رمضان میلیون‌ها مسلمان در سراسر جهان روزه می‌گیرند و روزه‌داری در ماه مبارک رمضان برای تمام مسلمانان از اهمیت بسزایی برخوردار است. در ایران نیز در ماه رمضان روزه‌داری اسلامی بطور گسترده و با شکوه برگزار می‌شود. در ماه رمضان روزه‌داران ساعات کمتری را به کار می‌پردازند و بیشتر استراحت می‌کنند (۳۹). الگوی محدودیت فعالیت و مصرف آب و غذا در ماه رمضان با آنچه معمولاً بصورت "گرسنگی دادن تجربی" یا محرومیت از غذا" بطور گسترده مطالعه شده متفاوت است (۱۳، ۲۴، ۳۶، ۴۸). در روزه‌داری اسلامی شدت محدودیت مصرف آب و غذا کمتر از مطالعات ذکر شده است و محدودیت مصرف آب و غذا تنها در ساعات روز می‌باشد. محدودیت غذا و آب در ماه رمضان غالباً موجب کاهش دریافت انرژی و کاهش وزن می‌شود (۲۱)، بطوری که روزه‌داری اسلامی می‌تواند فرصت مناسبی برای مطالعه تغییرات متابولیسمی فراهم نماید.

فدیل (Fedail) و همکاران پیشنهاد کرده‌اند، جهت مطالعه متابولیسم چربی‌ها از شیوه روزه‌داری اسلامی استفاده شود (۱۵). تاکنون مطالعات محدودی بر روی اثرات فیزیولوژیک تغییر برنامه‌های فعالیت و غذایی در ماه رمضان انجام شده که نتایج ضد و نقیضی ارائه کرده است (۲، ۲۰، ۲۳، ۳۲). مثلاً گوما (Gumma) و همکاران (۲۰) گزارش کرده‌اند که با افزایش روزهای روزه‌داری، در ماه رمضان غلظت اسیداوریک افزایش می‌یابد که این با افزایش بروز کولیک کلیوی یا آرتروز صدری در مسلمانان سودانی رابطه دارد. در حالی که سایرین تغییرات مواد موجود در خون را در حد طبیعی دانسته و آنرا بی‌ضرر می‌دانند (۲، ۷).

مطالعه حاضر اثر روزه‌داری را در ماه رمضان بر روی چندین متغیر آنتروپومتریک و فیزیولوژیک شامل وزن، شاخص توده بدن، فشارخون (سیستولی و دیاستولی)، چربی‌های خون (تری‌گلیسریدها و کلسترول و اجزاء آن، لیپوپروتئین کم چگالی و پرچگالی)، شمارش گلبولی و الکتروولت‌ها در ماه رمضان در مردان ظاهراً سالم مسلمان بررسی می‌کند.

## روش بررسی

زمان این بررسی، ماه رمضان سال ۱۴۱۵ هجری قمری مطابق با ۱۲ بهمن تا ۱۰ اسفند سال ۱۳۷۳ هجری شمسی بود. افراد تحت مطالعه شامل ۱۰۰ دانشجو یا کارمند مرد داوطلب بودند که قصد روزه‌داری داشتند. از این تعداد ۸۸ نفر در مرحله اول و دوم و ۸۰ نفر در هر سه مرحله شرکت کردند. از این‌رو،

این مطالعه شامل ۸۰ نفر مرد ۳۸-۱۸ ساله با میانگین و انحراف معیار  $24 \pm 3/8$  سال بود. در شروع مطالعه میانگین و انحراف معیار وزن آنها بدون کفش با لباس سبک  $64/4 \pm 18/9$  کیلوگرم، قد  $172/8 \pm 6/6$  سانتی‌متر و شاخص توده بدن (body mass index) «وزن (کیلوگرم) / <sup>مقدور قد (متر)</sup>»  $21/6 \pm 2/5$  بود. اهداف مطالعه بطور مشروح برای تمام داوطلبان شرح داده شد، و همه با شرکت در مطالعه موافقت نمودند. کسانی که به هر علتی بیش از دو روز روزه خود را شکسته بودند از تجزیه و تحلیل خارج می‌شدند. طبق اظهار داوطلبان همه آنها ظاهراً سالم بودند.

۱۰ سی‌سی نمونه خون وریدی پس از حداقل ۱۰ ساعت ناشتا بودن از هر نفر در ساعت حدود ۱۴ روزهای اول، ۱۴ و ۲۸ ماه رمضان گرفته شد. تری‌گلیسرید، کلسترول تام، لیپوپروتئین پرچگالی، کلسیم و قند سرم نمونه‌های خون با روش آنزیمی با اسپکتروفتومتر (۸، ۱۰، ۲۹، ۳۷، ۴۴) (دستگاه ۱۰۰۰ RA) اندازه‌گیری شد. لیپوپروتئین کم چگالی از فرمول زیر (۱۶) محاسبه گردید.

لیپوپروتئین پرچگالی =  $\frac{\text{کلسترول تام} - \text{لیپوپروتئین کم چگالی}}{\text{تفاوت}} \times 2.2$

تا آنجا که مقدور بود، تمام نمونه‌های خون در یک زمان از داوطلبان گرفته شد. در هر مرحله وزن و فشارخون سیستولی و دیاستولی افراد نیز اندازه‌گیری شد. سدیم و پتاسیم توسط دستگاه رنگ سنج شعله‌ای (فلیم فوتومتر Corning 405 ساخت انگلستان) اندازه‌گیری گردید. بر اساس فتوای مراجع تقلید گرفتن نمونه خون در ساعات روزه‌داری باعث ابطال روزه نمی‌شود (۱).

اطلاعات با استفاده از نرم‌افزار کامپیوتری spss/pc+ version 3 برای رایانه‌های شخصی سازگار با IBM تجزیه و تحلیل شد (۳۴). نتایج بصورت میانگین (انحراف معیار) ارائه گردید. جهت مقایسه میانگین متغیرهای پیوسته و تعیین معنی‌داری آماری اختلاف بین میانگین‌های متغیرهای مرحله اول با دوم یا سوم و مرحله دوم با سوم از student's paired t-test استفاده شد. تمام آزمون‌های معنی‌داری آماری دو دامنه و در سطح  $\alpha < 0/05$  انجام شد. ۹۵٪ دامنه اطمینان با استفاده از نرم‌افزار تحلیل دامنه اطمینان برآورد گردید (۱۸).

## یافته‌ها

وزن بدن، سنجش‌های آنتروپومتریک، در روزهای نخست، ۱۴ و ۲۸ ماه رمضان در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول ۱: سنجش‌های آنتروپومتریک مردان مسلمان ظاهراً سالم روزه‌دار طی ماه رمضان سال ۱۴۱۵ هجری قمری  
(تعداد = ۸۰)

سنجش	روز نخست		روز ۱۴		روز ۲۸	
	میانگین (انحراف معیار)	%۹۵ دامنه اطمینان	میانگین (انحراف معیار)	%۹۵ دامنه اطمینان	میانگین (انحراف معیار)	%۹۵ دامنه اطمینان
وزن (کیلوگرم)	۶۶/۴ (۸/۹)	۶۲/۴ و ۶۶/۴	۶۳/۳ (۸/۹)	۶۱/۳ و ۶۵/۳	۶۲/۸ (۸/۹)	۶۰/۸ و ۶۴/۸
شاخص توده بدن	۲۱/۶ (۲/۵)	۲۱/۰ و ۲۲/۲	۲۱/۳ (۲/۵)	۲۰/۷ و ۲۱/۹	۲۱/۰ (۲/۵)	۲۰/۴ و ۲۱/۶

$P < ۰/۰۰۱$  و  $P < ۰/۰۱$  \* برای اختلاف بین میانگین در روز ۱۴ یا ۲۸ با روز نخست.

جدول ۲: کاهش وزن مردان مسلمان ظاهراً سالم روزه‌دار طی ماه رمضان سال ۱۴۱۵ هجری قمری  
(تعداد = ۸۰)

	روز ۱-۱۴		روز ۱۵-۲۸		در تمام دوره روز ۱-۲۸	
	میانگین (انحراف معیار)	%۹۵ دامنه اطمینان	میانگین (انحراف معیار)	%۹۵ دامنه اطمینان	میانگین (انحراف معیار)	%۹۵ دامنه اطمینان
کاهش وزن (کیلوگرم)	۱/۳ (۱/۳)	۰/۹۲ و ۱/۲	۱/۰ (۱/۰)	۰/۴۸ و ۰/۹۲	۱/۶ (۱/۴)	۱/۲۹ و ۱/۹
% کاهش وزن	۱/۴ (۲/۰)	۰/۹/۶ و ۱/۸۵	۱/۰ (۱/۶)	۰/۶۴ و ۱/۳۶	۲/۵ (۲/۳)	۱/۹۹ و ۳/۰

چهاردهم در مقایسه با روز نخست کاهش یافت ولی این کاهش از نظر آماری معنی‌دار نبود. از سوی دیگر، کلاسترول تام و لیپوپروتئین کم چگالی بطور معنی‌دار ( $P < ۰/۰۰۱$ ) در روز بیست و هشتم در مقایسه با روز نخست و روز چهاردهم افزایش یافت. میانگین‌های نسبت لیپوپروتئین کم چگالی به لیپوپروتئین پرچگالی و کلاسترول تام به لیپوپروتئین پرچگالی نیز در روز ۲۸ در مقایسه با روز نخست و روز ۱۴ افزایش نشان داد ( $P < ۰/۰۰۱$ ).

فشارخون. میانگین‌های فشارخون سیستولی و دیاستولی در روزه‌های نخست، ۱۴ و ۲۸ ماه رمضان در جدول ۴ مقایسه شده است. با روزه‌داری کاهش معنی‌دار ( $P < ۰/۰۰۱$ ) در میانگین فشارخون سیستولی و دیاستولی در روز ۲۸ در مقایسه با روز نخست مشاهده گردید. اگرچه این کاهش در روز ۱۴ در مقایسه با

وزن بدن و شاخص توده بدن در روز ۲۸ با روز ۱۴ تفاوت معنی‌داری نداشت ولی تفاوت آنها بین روز نخستین و روز چهاردهم معنی‌دار بود ( $P < ۰/۰۰۱$ ). میانگین (انحراف معیار) کاهش وزن در پایان ماه رمضان (۱/۶ (۱/۴) %۹۵ دامنه اطمینان ۱/۳ و ۱/۹) (۲/۵) بود (جدول ۲) و بیشترین کاهش وزن در طی مرحله اول روی داده است. کاهش وزن در نیمه دوم ماه رمضان کمتر از نیمه اول بود.

چربی‌های خون. میانگین‌های تری‌گلیسرید، کلاسترول تام، لیپوپروتئین پرچگالی و کم چگالی و نسبت‌های لیپوپروتئین کلاسترول کم چگالی به لیپوپروتئین پرچگالی و کلاسترول تام به لیپوپروتئین پرچگالی در روزه‌های نخست، ۱۴ و ۲۸ ماه رمضان در جدول ۳ مقایسه شده است. هرچند میانگین تری‌گلیسرید، کلاسترول تام، لیپوپروتئین کم چگالی و پرچگالی، در روز

جدول ۳: مقایسه میانگین چربی‌های سرم (میلی‌گرم در دسی‌لیتر) بین نخستین، چهاردهمین و بیست و هشتمین روز ماه رمضان سال ۱۴۱۵ هجری قمری (نعداد = ۸۰)

چربی‌های سرم (میلی‌گرم در دسی‌لیتر) (انحراف معیار)	روز نخست		روز ۱۴		روز ۲۸	
	میانگین (انحراف معیار)	%۹۵ دامنه اطمینان	میانگین (انحراف معیار)	%۹۵ دامنه اطمینان	میانگین (انحراف معیار)	%۹۵ دامنه اطمینان
تری‌گلیسرید	۱۳۶/۶ (۹۴/۲)	۱۱۶ و ۱۵۸	۱۳۱/۲ (۶۳/۲)	۱۱۷ و ۱۴۵	۱۲۲/۵ (۵۵/۵)	۱۱۰ و ۱۳۵
کلسترول تام	۱۴۶/۹ (۳۲/۰)	۱۴۰ و ۱۵۴	۱۳۵/۷ (۴۱/۶)	۱۲۶ و ۱۴۵	۱۷۱/۸ (۳۵/۸) <sup>o</sup>	۱۴۶ و ۱۸۰
لیوپروتئین پرچگالی	۴۱/۶ (۶/۴)	۴۰/۲ و ۴۳/۰	۴۱/۰ (۹/۶)	۳۸/۹ و ۴۳/۱	۴۰/۱ (۷/۰)	۳۸/۵ و ۴۱/۷
لیوپروتئین کم‌چگالی	۷۶/۲ (۲۰/۷)	۷۱/۶ و ۸۰/۸	۶۸/۵ (۴۰/۰)	۵۹/۶ و ۷۷/۴	۱۰۶/۲ (۳۰/۹) <sup>o</sup>	۹۹/۳ و ۱۱۳
لیوپروتئین کم‌چگالی لیوپروتئین پرچگالی	۱/۹ (۰/۷)	۱/۷ و ۲/۱	۱/۸ (۱/۱۳)	۱/۶ و ۲/۰	۲/۸ (۱/۰) <sup>o</sup>	۲/۶ و ۳/۰
کلسترول نام لیوپروتئین پرچگالی	۳/۵ (۰/۸)	۳/۳ و ۳/۷	۳/۴ (۱/۲۴)	۳/۲ و ۳/۸	۴/۴ (۱/۲) <sup>o</sup>	۴/۱ و ۴/۷

$P < 0.001$  \* برای اختلاف بین میانگین در روز ۱۴ تا ۲۸ با روز نخست.

جدول ۴: مقایسه میانگین فشارخون سیستولی و دیاستولی (میلی‌متر جیوه) بین نخستین، چهاردهمین و بیست و هشتمین روز ماه رمضان سال ۱۴۱۵ هجری قمری (نعداد = ۸۰)

فشارخون (میلی‌متر جیوه) (انحراف معیار)	روز نخست		روز ۱۴		روز ۲۸	
	میانگین (انحراف معیار)	%۹۵ دامنه اطمینان	میانگین (انحراف معیار)	%۹۵ دامنه اطمینان	میانگین (انحراف معیار)	%۹۵ دامنه اطمینان
فشار سیستولی	۱۱۸/۹ (۱۲/۰)	۱۱۶ و ۱۲۲	۱۱۶/۶ (۱۰/۰)	۱۱۴ و ۱۱۹	۱۱۳/۷ (۱۱/۰) <sup>o*</sup>	۱۱۱ و ۱۱۶
فشار دیاستولی	۸۰/۵ (۷/۷)	۷۸/۸ و ۸۲/۲	۷۷/۲ (۱۱/۷) <sup>o*</sup>	۷۴/۶ و ۷۹/۸	۷۵/۲ (۱۱/۴) <sup>o*</sup>	۷۲/۷ و ۷۷/۷

$P < 0.001$  \*\*،  $P < 0.05$  \* برای اختلاف بین میانگین در روز ۱۴ تا ۲۸ با روز نخست.

روزه‌داری اندکی افزایش ( $P < 0.05$ ) در میانگین اسیداوریک در روز ۱۴ و ۲۸ در مقایسه با روز نخست مشاهده شد. با ادامه روزهای روزه‌داری اوره و کراتینین تغییر معنی‌داری پیدا نکردند. آلبومین سرم در روز ۱۴ کاهش ( $P < 0.001$ ) و مجدداً در روز ۲۸ به مقدار روز نخست بازگشت.

روز نخست برای فشار دیاستولی نیز معنی‌دار بود ( $P < 0.05$ ) ولی برای فشار سیستولی معنی‌دار نبود. آزمون‌های کار کلیه، مقادیر میانگین و انحراف معیار اسیداوریک، اوره، کراتینین و آلبومین سرم در روزهای نخست، ۱۴ و ۲۸ ماه رمضان در جدول ۵ مقایسه گردیده است. با

جدول ۵: مقایسه میانگین اسید اوریک، اوره، کراتینین (میلی گرم در دسی لیتر) و آلومین سرم (گرم در دسی لیتر) بین روزهای نخست، ۱۴ و ۲۸ ماه رمضان سال ۱۴۱۵ هجری قمری (تعداد = ۸۰)

سنجش	روز نخست		روز ۱۴		روز ۲۸	
	میانگین (انحراف معیار)		میانگین (انحراف معیار)		میانگین (انحراف معیار)	
	دامنه اطمینان	%۹۵	دامنه اطمینان	%۹۵	دامنه اطمینان	%۹۵
اسید اوریک	۴/۲ (۰/۹۵)	۴/۰ ز ۴/۴	۴/۳ (۰/۹۳)۰	۴/۰۹ ز ۴/۵۱	۴/۳ (۰/۸۶)۰	۴/۱۱ ز ۴/۴۹
اوره	۲۸/۴ (۹/۱)	۲۶/۴ ز ۳۰/۴	۲۹/۶ (۷/۰)	۲۸/۰ ز ۳۱/۲	۲۶/۷ (۸/۲)	۲۴/۹ ز ۲۸/۵
کراتینین	۱/۱ (۰/۱۳)	۱/۰۷ ز ۱/۱۳	۱/۱۳ (۰/۱۵)۰۰	۱/۱۰ ز ۱/۱۶	۱/۱۱ (۰/۱۲)	۱/۰۸ ز ۱/۱۴
آلومین	۵/۲ (۰/۶)	۵/۰۷ ز ۵/۳۳	۴/۶ (۰/۲۲)۰۰	۴/۵۵ ز ۴/۶۵	۵/۱ (۰/۳۲)	۵/۰۳ ز ۵/۱۷

۰/۰۱ < P < ۰/۰۵، \* P < ۰/۰۵ برای اختلاف بین میانگین در روز ۱۴ یا ۲۸ با روز نخست.

جدول ۶: مقایسه میانگین سدیم، پتاسیم، کلسیم (میلی اکی والان در لیتر)، شمارش گلبولی، فندسرم (میلی گرم در دسی لیتر)، بیلیروبین مستقیم و غیرمستقیم (میلی گرم در دسی لیتر)، هموگلوبین (گرم در دسی لیتر)، هماتوکریت (%). در روزهای نخست، ۱۴، ۲۸ ماه رمضان سال ۱۴۱۵ هجری قمری (n=۸۰)

سنجش	روز نخست		روز ۱۴		روز ۲۸	
	میانگین (انحراف معیار)		میانگین (انحراف معیار)		میانگین (انحراف معیار)	
	دامنه اطمینان	%۹۵	دامنه اطمینان	%۹۵	دامنه اطمینان	%۹۵
سدیم	۱۴۴/۷ (۱/۵)	۱۴۴ ز ۱۴۵	۱۴۴/۵ (۱/۵)	۱۴۴ ز ۱۴۵	۱۴۴/۵ (۱/۸)	۱۴۴ ز ۱۴۵
پتاسیم	۴/۲ (۰/۳)	۴/۱ ز ۴/۳	۴/۲ (۰/۳)	۴/۱ ز ۴/۳	۴/۲ (۰/۳)	۴/۱ ز ۴/۳
کلسیم	۴/۴۵ (۰/۲۷)	۴/۴ ز ۴/۵	۴/۵۷ (۰/۲۵)***	۴/۵ ز ۴/۶	۴/۵۶ (۰/۲۲)**	۴/۵۱ ز ۴/۶۱
بیلیروبین مستقیم	۰/۰۹۹ (۰/۰۹۱)	۰/۰۸ ز ۰/۱۲	۰/۰۸ (۰/۱)	۰/۰۸ ز ۰/۱۲	۰/۱۳ (۰/۰۹)**	۰/۱۱ ز ۰/۱۵
بیلیروبین غیرمستقیم	۰/۲۳ (۰/۱۱)	۰/۲۱ ز ۰/۲۵	۰/۲۸ (۰/۱۴)	۰/۱۹ ز ۰/۳۷	۰/۲۲ (۰/۲۴)	۰/۱۷ ز ۰/۲۷
هموگلوبین	۱۶/۱ (۰/۹)	۱۵/۹ ز ۱۶/۳	۱۵/۳ (۰/۸۸)***	۱۵/۱ ز ۱۵/۵	۱۶/۸ (۰/۹)***	۱۶/۶ ز ۱۷/۰
هماتوکریت	۴۶/۸ (۲/۳)	۴۶/۳ ز ۴۷/۴	۴۵/۷ (۲/۲۰)***	۴۵/۲ ز ۴۶/۲	۴۷/۸ (۲/۴)***	۴۷/۳ ز ۴۸/۳
گلبول سفید	۶۷۵۹ (۱۴۱۵)	۶۴۴۴ ز ۷۰۷۴	۶۱۸۲ (۱۳۱۳)	۵۸۷۹ ز ۶۴۸۵	۶۵۲۰ (۱۴۸۵)	۶۱۹۰ ز ۶۸۵۰
گلبول قرمز	۵/۴۰۱۰ (۴/۳۰۱۰)	۵۴۴۵۳۷۱ ز ۵۴۶۴۷۵۶	۵/۴۰۱۰ (۴/۳۰۱۰)	۵۳۸۳۵۸۲ ز ۵۶۱۱۹۱۸	۵/۴۰۱۰ (۴/۹۰۱۰)	۵۳۴۸۴۸۰ ز ۵۶۳۷۰۹۱
پلاکت ها	۲۲۶۴۱۸ (۵۵۴۸۸)	۲۳۸۷۶۶ ز ۲۱۴۰۷۰	۲۰۷۹۳۷ (۴۳۰۲۳)***	۱۹۸۳۶۳ ز ۲۱۷۵۱۱	۲۱۹۸۶۱ (۴۹۰۷۷)	۲۰۸۹۳۹ ز ۲۳۰۷۸۳
فندسرم	۸۸/۸ (۹/۶)	۸۶/۷ ز ۹۰/۹	۹۲/۸ (۹/۹)**	۹۰/۶ ز ۹۵/۰	۸۸/۲ (۹/۳)	۸۶/۱ ز ۹۰/۳

۰/۰۰۱ < P < ۰/۰۰۱، \*\* P < ۰/۰۰۱، \* P < ۰/۰۰۵ برای اختلاف بین میانگین در روز ۱۴ یا ۲۸ با روز نخست.

(۲,۳,۴,۳۰) اختلاف معنی داری در کاهش وزن در ماه رمضان مشاهده نکردند.

در این بررسی غلظت تری گلیسرید سرم در پایان رمضان اندکی کاهش یافت، هر چند این کاهش از نظر آماری معنی دار نبود. لطیف و همکاران (۲۸) نیز کاهش تری گلیسرید را در روزه داران ماه رمضان مشاهده نمودند. کاهش تری گلیسرید سرم در پایان ماه رمضان می تواند ناشی از نوع رژیم غذایی خاص ماه رمضان و روزه داری باشد. در مقابل گوما (Gumma) و همکاران (۲۰) افزایش تری گلیسرید را در اثر روزه داری رمضان در افرادی که از رژیم غذایی پرکربوهیدرات استفاده می کردند، مشاهده نمودند. شکری (Shoukry) (۴۲) نیز افزایش معنی دار تری گلیسرید را در روزه داران مشاهده نمود. رژیم غذایی روزه داران در ماه رمضان با سایر ماه های سال فرق دارد. در ماه رمضان روزه داران میل زیادی به مصرف مواد قندی دارند (۱۵,۱۷,۲۰,۳۹,۴۲). افزایش یا کاهش غلظت تری گلیسریدها که غالباً در ماه رمضان دیده می شود می تواند ناشی از مصرف رژیم غذایی پرکربوهیدرات یا کم کربوهیدرات باشد که بررسی های بیشتری را می طلبد.

اگرچه در این بررسی غلظت کلسترول تام در پایان رمضان در مقایسه با روز نخست به طور معنی دار افزایش یافت، غلظت آن در روز ۱۴ کاهش نشان داد، ولی این کاهش از نظر آماری معنی دار نبود. دلیل عمده افزایش کلسترول در پایان رمضان می تواند ناشی از مصرف رژیم غذایی حاوی چربی های اشباع شده در طول رمضان باشد. چربی گوشت های گوسفند و گاو و شیر نه تنها اسیدهای چرب اشباع شده دارند بلکه کلسترول فراوان نیز دارند. بنابراین، رژیم غذایی پرچربی هم اسید چرب اشباع شده و هم کلسترول فراوان دارد. فدیل (Fedail) (۱۵) نیز افزایش غلظت کلسترول را در روز آخر ماه رمضان در مقایسه با نخستین روز ماه رمضان مشاهده کرد. اولریخ (Ullrich) و همکاران (۴۵) گزارش کردند هرگاه از چربی های گیاهی اشباع نشده که بدون کلسترول هستند استفاده شود، کلسترول سرم پایین می آید. گروندی (Grundy) (۱۹) گزارش کرد که هرگاه وزن بدن ثابت نگه داشته شود، رژیم غذایی حاوی اسیدهای چرب اشباع نشده که یک اتصال دوگانه دارند، در پایین آوردن کلسترول سرم مؤثرند. در مطالعه ای که نومانی (Nomani) و همکاران (۳۳) بر روی موش انجام دادند مشاهده کردند، که در دریافت محدود انرژی (حدود ۷۰٪ انرژی لازم) کلسترول سرم به طور منفی با انرژی ناشی از چربی رابطه دارد، حتی اگر این انرژی از طریق اسید چرب اشباع

الکترولیت ها و سایر متغیرها. میانگین های سدیم، پتاسیم، کلسیم، هموگلوبین، هماتوکریت، بیلروبین مستقیم و غیر مستقیم، شمارش گلبولی و قند سرم در روزهای نخست، ۱۴ و ۲۸ ماه رمضان در جدول ۶ مقایسه شده است. پس از روزه داری تغییری در سدیم، پتاسیم و بیلروبین غیر مستقیم و شمارش گلبول های قرمز و سفید مشاهده نشد. هموگلوبین و هماتوکریت در روز ۱۴ در مقایسه با روز نخست کاهش ( $P < 0/001$ ) و در روز ۲۸ افزایش ( $P < 0/001$ ) نشان دادند. بیلروبین مستقیم نیز در روز ۲۸ در مقایسه با روز نخست اندکی افزایش نشان داد ( $P < 0/05$ ). کلسیم سرم در روزهای ۱۴ و ۲۸ در مقایسه با روز نخست افزایش نشان داد ( $P < 0/01$ ). قند سرم در روز ۱۴ در مقایسه با روز نخست افزایش ( $P < 0/001$ ) و مجدداً در روز ۲۸ به مقدار روز نخست بازگشت. شمارش پلاکت ها در روز ۱۴ در مقایسه با روز نخست کاهش ( $P < 0/01$ ) و مجدداً در روز ۲۸ به حدود مقدار روز نخست بازگشت.

#### بحث

در ماه رمضان مسلمانان از طلوع تا غروب (حدود ۱۵ ساعت کمتر یا بیشتر بر حسب ماه و محل) از خوردن و آشامیدن خودداری می کنند (۳۹) و این فرصت مناسبی را برای ارزیابی اثرات محدودیت مصرف آب و غذا بر پارامترهای آنتروپومتریک و فیزیولوژیک فراهم می نماید. این مطالعه نشان داد که تغییر برنامه غذایی و احتمالاً فعالیت در ماه رمضان موجب تغییرات آنتروپومتریک و فیزیولوژیک چندمی می گردد. کاهش معنی دار وزن بدن و شاخص توده بدن (body mass index) با روزه داری توسط سایر پژوهشگران (۴۳, ۴۲, ۲۱, ۲۲, ۲۳, ۲۴, ۱۵, ۹, ۵, ۴) نیز گزارش شده است. کاهش وزن بدن به میزان های متفاوت ۳/۶۳, ۴/۴۵, ۷/۲۴, ۱/۷ (۵), ۱/۸ (۳۸), ۲ (۴۳) و ۲/۴ (۲۱) کیلوگرم مشاهده شده است. هالاک و نومانی (Hallak & Nomani) (۲۱) کاهش شاخص توده بدن به میزان ۰/۸ را گزارش کردند. در این مطالعه نیز به طور متوسط ۱/۶ کیلوگرم کاهش وزن و ۰/۶ کاهش شاخص توده بدن در پایان ماه رمضان در مقایسه با روز اول مشاهده گردید. این یافته که کاهش وزن بدن در نیمه دوم رمضان کندتر از نیمه اول بود، همانگونه که سایر پژوهشگران (۴۷, ۴۶, ۴۰, ۲۳) نیز گزارش کرده اند، می تواند ناشی از تطابق متابولیکی بدن باشد. به علاوه، در ماه رمضان روزه داران فعالیت فیزیکی خود را کم می کنند که می تواند در کندتر شدن فرایند کاهش وزن در نیمه دوم مؤثر باشد. شایان ذکر است، که این یافته عمومیت نداشته و برخی از پژوهشگران



بی غذایی و از دست دادن معنی دار وزن مشاهده نمودند. پس از ۱۰ روز تغذیه مجدد، اسیداوریک سرم افراد کاهش یافت و وزن بدن تا حدودی جبران گردید. گوما و همکاران (۲۰) پیشنهاد کرده اند که تجزیه بیش از حد اسیدهای نوکلئیک بافت ها در طی روزه داری ممکن است دلیل افزایش غلظت اسیداوریک باشد. همچنین پیشنهاد شده است که افزایش اسیداوریک هنگام روزه داری احتمالاً به علت کاهش میزان تصفیه گلوامرولی، کاهش کلیراتس اسیداوریک و تغییراتی است که در انتقال اسیداوریک توسط کلیه رخ می دهد (۳۱). در مقابل برخی پژوهشگران (۱۳،۲۶،۴۸) کاهش اسیداوریک را با کاهش وزن در افراد چاق مشاهده نموده اند.

در این مطالعه گلوکز سرم در نیمه ماه بطور معنی دار افزایش ولی در پایان ماه به مقدار روز اول روزه داری بازگشت. این یافته با نتایج دکتر عزیزی و همکاران (۷) در تهران همخوانی دارد. یافته های سایر بررسی ها متناقض است. برخی افزایش گلوکز (۴۱) و برخی متغیر بودن (۲۷) آنرا گزارش کرده اند. همچنین در بیماران دیابتی نیز تغییرات قندخون متفاوت گزارش شده است (۱۲).

در این بررسی هرچند فشارخون سیستولی و دیاستولی بطور معنی دار در پایان ماه رمضان در مقایسه با نخستین روز ماه رمضان کاهش یافت ولی این کاهش اندک و در حدود مقادیر طبیعی بود.

غلظت کلسیم سرم در روز ۱۴ و ۲۸ در مقایسه با روز نخست اندکی افزایش یافت. یافته های سایر بررسی ها متناقض است. الهظمی (۱۴) در عربستان افزایش کلسیم سرم و عزیزی و همکاران (۷) در تهران کاهش آنرا گزارش کرده اند.

این مطالعه مثل مطالعه الهظمی (۱۴) نشان داد که روزه داری در غلظت سدیم و پتاسیم سرم تغییر محسوسی ایجاد نمی کند. اندکی افزایش در غلظت هموگلوبین و هماتوکریت در روزهای ۱۴ و ۲۸ در مقایسه با روز نخست مشاهده گردید. اگرچه این تغییرات معنی دار بود، بسیار جزئی و در حدود طبیعی می باشند. شمارش گلبول های سفید، قرمز و پلاکت ها تغییرات عمده ای نشان ندادند که با سایر مطالعات مطابقت دارد (۷، ۱۴).

به طور خلاصه، روزه داری در ماه رمضان نه تنها یک فریضه دینی است، بلکه تحت تأثیر این باور است که سلامت روحی و جسمی را نیز ارتقاء می دهد. یافته های این بررسی نشان داد که روزه داری اسلامی می تواند در کاهش وزن و فشار خون مؤثر باشد. هرچند ممکن است موجب افزایش چربی ها گردد. آنچه مسلم است در زمینه ارتباط روزه با سلامتی و بیماری های

شده فراهم شود. انجل (Angel) و شوارتز (Schwartz) (۴) تغییر معنی داری در غلظت کلسترول سرم روزه داران در طی یا پس از ماه رمضان مشاهده نکردند. بهرحال، برخی از مطالعات در ماه رمضان افزایش (۱۵، ۴۲)، و برخی کاهش (۲۰، ۲۸) سطح کلسترول را نشان داده اند. این اختلاف نظرها می تواند ناشی از تفاوت در رژیم های غذایی ماه رمضان در بین مسلمانان کشورهای مختلف باشد.

به نظر می رسد افزایش معنی دار لیپوپروتئین کم چگالی و عدم تغییر لیپوپروتئین پرچگالی ناشی از مقدار کل انرژی دریافتی و نوع چربی رژیم غذایی باشد که غالباً سرشار از کلسترول و چربی های اشباع شده است. گروندی (Grundy) (۱۹) نیز در مطالعه ای نشان داد، هرگاه مقدار اسیدهای چرب اشباع شده در رژیم غذایی زیاد باشد، لیپوپروتئین کم چگالی افزایش می یابد. تغییرات در نسبت لیپوپروتئین کم چگالی به لیپوپروتئین پرچگالی و نسبت کلسترول تام به لیپوپروتئین پرچگالی نیز از الگوی لیپوپروتئین کم چگالی پیروی می کنند. نسبت کلسترول تام به لیپوپروتئین پرچگالی در روز ۲۸ رمضان افزایش یافت ولی این افزایش کمتر از نسبتی (نسبت ۴/۵) بود که بالای آن احتمال مسائل عروق کرونر افزایش می یابد (۲۲، ۳۵). با وجود این، لطیف و همکاران (۲۸) در مطالعه ای در اردن کاهش لیپوپروتئین های پرچگالی را در روزه داران دیابتی مشاهده نمودند.

یافته های این مطالعه نشان داد که محدود شدن مقدار انرژی دریافتی تغییراتی در الکترولیت ها و کارکلیه ها ایجاد نمی کند که این مطلب یافته های مشابه سایر پژوهشگران (۱۱، ۲۰، ۲۸، ۳۲، ۳۶، ۴۸) را تأیید می کند. این یافته ناشی از این واقعیت است که چون آب و غذا در طول شب در اختیار است، عموماً فقدان آنرا در خلال روز جبران می کند. بهرحال، تغییر رژیم غذایی و احتمالاً فعالیت در ماه رمضان ظاهراً اثر سویی بر روی کار کلیه ها ندارند. کراتینین و اوره که در روز نخست، ۱۴ و ۲۸ ماه رمضان اندازه گیری شد افزایش معنی داری نشان نداد. این یافته توسط عزیزی و همکاران (۶) در تهران و الهظمی و همکاران (۱۴) در عربستان سعودی نیز تأیید شده است.

در این بررسی اسیداوریک در نیمه و پایان ماه رمضان در مقایسه با نخستین روز اندکی افزایش نشان داد که از یافته های فدیل و همکاران (۱۵) و گوما (Gumma) و همکاران (۲۰) حمایت می کند. شایان ذکر است که این افزایش مختصر و در حدود غلظت های طبیعی می باشد. جیوانادام (Jeevanadam) و همکاران (۲۵) نیز افزایش اسیداوریک را پس از ۱۰ روز

بهاء‌الدینی، علیرضا دهستانی، محمد سام‌زاده، شروان شعاعی، افشین صرافی‌نژاد، کورش نقابی، محمد مشیری و خانم‌ها لاله خلیل‌آذر، مهسا رستاخیز و مهدیه شادکام. اعضای محترم کمیته پژوهش دانشجویی دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی کرمان و کارکنان آزمایشگاه بیمارستان شماره یک دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی کرمان که در اجرای این مطالعه صمیمانه همکاری کردند سپاسگزارم. از معاونت پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی کرمان که حمایت مالی کردند سپاسگزارم. از آقای دکتر علی صادقی حسن‌آبادی برای انتقادات و پیشنهادهای ارزنده ممنونم.

مختلف انجام پژوهش‌های بیشتری ضرورت دارد تا پزشک‌انی که در جوامع اسلامی کار می‌کنند، بتوانند راجع به روزه، بیماران خود را بهتر راهنمایی کنند. روزه‌داری در ماه رمضان، رژیم‌ی است که منافع پزشکی آن هنوز کاملاً درک نشده و فرصت بسیار مغتنمی را برای مطالعات تغییرات آنترپومتریکی، فیزیولوژیک و متابولیکی فراهم می‌نماید.

## سپاسگزاری

از روزه‌داران شرکت‌کننده در این مطالعه و از آقایان بهزاد بنی‌سلام، کامبیز

## Summary

Effect of Islamic Fasting on Body Weight, Blood Pressure, Electrolytes, Blood Cell Count and Certain Serum Biochemical Variables in Males

M. Janghorbani, PhD<sup>1</sup> and Research Committee Students

1. Associate Professor of Epidemiology, Kerman University of Medical Sciences and Health Services, Kerman, Iran

*The objectives of this study were to investigate the changes in blood pressure (systolic and diastolic), serum lipids, glucose, electrolytes, blood cell count and weight during Ramadan fasting in apparently healthy muslim men. Eighty male college students or staffs were followed in 3 stages during the month of Ramadan. Blood pressure, weight and height were measured on day one (baseline), also fasting blood samples were analysed on day 1, 14 and 28 for triglycerides, cholesterol, glucose and electrolytes. By the end of Ramadan, blood cell count, blood glucose, urea, creatinine, triglycerides, high density lipoprotein (HDL), Na, K, albumin and indirect bilirubin did not change comparing today one; however body weight, body mass index, systolic and diastolic blood pressure decreased significantly ( $p < 0.001$ ), and hemoglobin, hematocrit, uric acid, Ca, direct bilirubin and low density lipoprotein cholesterol increased as compared with baseline values. These findings contribute to a better understanding of the contradicting results reported by various investigators. Ramadan fasting can result in reducing weight and blood pressure, although it may increase serum lipids levels.*

*Journal of Kerman University of Medical Sciences 1995; 2(4): 183-192*

**Key Words:** Fasting, Blood pressure, Serum lipids, Glucose, Albumin, Electrolytes, Cholesterol, Blood cell count, Weight loss, Kerman

## References

۱. خمینی (ره)، روح‌ا...: رساله توضیح‌المسائل. چاپ اول، سال ۱۳۷۲، انتشارات ایران، ص ۲۶۶.
۲. عزیزی، فریدون: روزه و سلامتی طب و تزکیه، شماره ۱۰ و ۱۱، ۱۳۷۲ و ۱۳۷۳، ص ۳۵-۴۴.
3. Ahmed AF Saleen Y and Abuaisha H: Ramadan fasting and insulin dependent diabetes mellitus: effect on clinical and biochemical control. *International diabetes digest* 1993; 88-89.
4. Angel JF and Schwartz NE: Metabolic changes resulting from decreased meal frequency in adult male muslims during



- the Ramadan fast. *Nutr Rept Int* 1975; 11: 29-38.
5. Azizi F: Effect of dietary composition on fasting induced changes in serum thyroid hormones and thyrotropin. *Metabolism* 1978; 27(8): 935-942.
  6. Azizi F and Rassouli AH: Evaluation of certain hormones and blood constituents during Islamic fasting month. *J Med Assoc Thailand* 1986; 69(Suppl): 57A.
  7. Azizi F and Rasouli HA. Serum glucose, bilirubin, calcium, phosphorus, protein and albumin concentration during Ramadan. *Med J IRI* 1987; 1: 38-41.
  8. Bergmeyer HA: Methods of enzymatic analysis. 2nd English ed. New York, Academic Press, 1974.
  9. Born M: Influence of Ramadan fasting on metabolic parameters. Giessen, FRG: Institute Fur Emahrungswissen Schaft der Justus Liebig - unnebitat Giessen. 1981; (in German).
  10. Burstein M, Scholnick HR and Morfin R. Rapid method for the isolation of lipoproteins for human serum by precipitation with polyanions. *J Lipid Res* 1970; 11(6): 583-595.
  11. Cheah SH, Ch'ng SI, Hussain R and Duncan MT: Effects of fasting during Ramadan on urinary excretion in Malaysian muslims. *Br J Nutr* 1990; 63(2): 329-337.
  12. Davidson JC. Muslims Ramadan and diabetes mellitus. *Br Med J* 1979; 8(2): 1511-1512.
  13. Drenick EJ: The effects of acute and prolonged fasting and refeeding on water, electrolyte, and acid-base metabolism. In: MH Maxwell and CR Kleeman (Eds) Clinical disorders of fluid and electrolyte metabolism. 1980; 3rd ed. New York, McGraw-Hill pp 1481-1501.
  14. El-Hazmi MAF, Al-Faleh FZ and Al-Mofleh IB: Effect of Ramadan fasting on the values of hematological and biochemical parameters. *Saudi Med J* 1987; 8: 171-176.
  15. Fedail SS, Murphy D, Salih SY, Bolton CH and Harvey RF: Changes in certain blood constituents during Ramadan. *Am J Clin Nutr* 1982; 36: 350-353.
  16. Friedewald WT, Levy RI and Fredrickson DS: Estimation of the concentration of low-density lipoprotein cholesterol in plasma, without use of the preparative ultracentrifuge. *Clin Chem* 1972; 18:(6) 499-502.
  17. Frost G and Pirani S: Meal frequency and nutritional intake during Ramadan: a pilot study. *Hum Nutr Appl Nutr* 1987; 41A: 47-50.
  18. Gardner MH and Altman DG: Statistics with confidence. London, British Medical Association, 1989.
  19. Grundy SM: Composition of monounsaturated fatty acids and carbohydrate for lowering plasma cholesterol. *N Engl J Med* 1986; 314: 745-748.
  20. Gumma KA, Mustafa KY, Mahmood NA and Cadet AM: The effect of fasting in Ramadan: 1-Serum uric acid and lipid concentration. *Br J Nutr* 1978; 40: 573-581.
  21. Hallak MH and Nomani MZA. Body weight loss and changes in blood lipid levels in normal men on hypocaloric diets during Ramadan fasting. *Am J Clin Nutr* 1988; 48: 1197-1210.
  22. Heiss G, Johnson NJ, Reiland S, Davis CE and Tyroler HA. The epidemiology of plasma high-density lipoprotein cholesterol levels. The Lipid Research Clinics Program Prevalence Study. *Circulation* 1982; 92 (Suppl IV): 116-136.
  23. Husain R, Duncan MT, Cheah SH, Ch'ng SL. Effects of fasting in Ramadan on Tropical Asiatic Moslems. *Br J Nutr* 1987; 58: 41-48.
  24. Hussein MA. A dietary study of NDSU Muslim students during fasting, in the month of Ramadhan. In: Hussein MM, Sakr AH (Eds). Islamic dietary laws and practice. 2nd ed. Chicago: Islamic Food and Nutrition Council of America 1984; 38-40 (abstr).
  25. Jeevanandam M, Shoemaker JD, Horowitz GD, Lowry SF and Brennan MF. Oratic acid excretion during starvation and refeeding in normal men. *Metabolism* 1985; 34(4): 325-329.
  26. Johnson HL, Consolazio CF, Krzywicki HJ, Isaac GJ and Witt NF. Metabolic aspects of caloric restriction nutrient

- balances with 500-kilo calorie intakes. *Am J Clin Nutr* 1971; 24(8): 913-923.
27. Khogheer Y, Sulaiman MI and Al-Fayez SF. Ramadan fasting state of controls. *Ann Saudi Med* 1987; (Suppl): 50.
  28. Latif AH, Gharieba MY, Al-Qassab HK and Sartawi OM. Changes in serum lipids and electrolytes in type II diabetes mellitus during Ramadan. *Saudi Med J* 1993; 14: 532-535.
  29. Lopes-Virella MF, Stone P, Ellis S and Colwell JA. Cholesterol determination in high density lipoproteins separated by three different methods. *Clin Chem* 1977; 23(5): 882-884.
  30. Muazzam MG and Kaleque KA. Effect of fasting in Ramadhan. *J Trop Med Hyg* 1959; 62: 292-294.
  31. Murphy R and Shipman Kh. Hyperuremia during total fasts. *Arch Intern Med* 1963; 12: 659.
  32. Mustafa KY, Mahmoud NA, Gumaa KA and Gader AM. The effects of fasting in Ramadan. 2. fluid and electrolyte balance. *Br J Nutr* 1978; 40(3): 583-589.
  33. Normani MZ, Hussain SS, Lim JK, Albrink MJ, Gunnells CK and Davis GK. Fecal bulk, energy intake, and serum cholesterol: regression response of serum cholesterol to apparent digestibility of dry matter and suboptimal energy intake in rats on fiber-fat diet. *Am J Clin Nutr* 1981; 34(10): 2074-2087.
  34. Norusis MA. Advance Statistics SPSS/PC<sup>+</sup>. Chicago: SPSS Inc 1986; p1.
  35. Philippi T, Barrett-Connor E. Fasting plasma glucose, uric acid, and triglycerides as predictors of the ratio of total cholesterol to HDL-C. *Am J Clin Pathol* 1984; 82(3): 329-332.
  36. Rapoport A, From GIA and Husdan H. Metabolic studies in prolonged fasting I. Inorganic metabolic and kidney functions. *Metabolism* 1965; 14: 31-46.
  37. Richmond W. Preparation and properties of a cholesterol oxidase from *Nocardia SP* and its application to the enzymatic assay of total cholesterol in serum. *Clin Chem* 1973; 19(12): 1350-1356.
  38. Sajid KM, Aktar M, Malia GQ. Ramadan fasting and thyroid hormone profile. *JPMA* 1991; 41: 213-216.
  39. Sakr AH. Fasting in Islam. *J Am Diet Assoc* 1975; 67(1): 17-21.
  40. Scheen AJ, Luyckx AS, Scheen-Lavigne MC and Lefebvre PJ. Hormonal and metabolic adaptation to protein-supplemented fasting in obese subjects. *Int J Obes* 1982; 6(2): 165-174.
  41. Scott TG. The effect of muslim fast of Ramadan on routine laboratory investigation. *King Abdulaziz Med J* 1981; 1: 23.
  42. Shoukry MI. Effect of fasting in Ramadan on plasma lipoproteins and apoproteins. *Saudi Med J* 1986; 6: 561-565.
  43. Takruri HR. Effect of fasting in Ramadan on body weight. *Saudi Med J* 1989; 10: 491-494.
  44. Tiffany TO, Morton JM, Hall EM, Garrett AS Jr. Clinical evaluation of kinetic enzymatic fixed-time and integral analysis of serum triglycerides. *Clin Chem* 1974; 20(4): 476-481.
  45. Ullrich IH, Peters PJ, Albrink MJ. Effect of low carbohydrate diets high in either fat or protein of thyroid function, plasma insulin, glucose and triglycerides in healthy young adults. *J Am Coll Nutr* 1985; 4(4): 451-459.
  46. Wannemacher RW Jr, Cooper WK. Relationship between protein metabolism in muscle tissue and the concept of "protein reserve". In: Bianchi CP, Hief R (Eds). Protein metabolism and biological function. New Brunswick, NJ: Rutgers University Press, 1970.
  47. Waterlow JC. Metabolic adaptation to low intakes of energy and protein. *Ann Rev Nutr* 1986; 6: 495-526.
  48. Weinsier RL. Fasting: a review with emphasis on electrolyte. *Am J Nutr* 1971; 50: 233-239.