مجله دانشکده پزشکی اصفهان
سال سی‌ام/شماره ۱۸۷/هفته اول تیرماه ۱۳۹۱

مقاله مروری
تاریخ دریافت: ۹۰/۱۲/۲۵ تاریخ پذیرش: ۹۱/۲/۳۰

تأثیر دریافت رژیم‌های پر پروتئین بر عضله‌سازی و عملکرد ورزشی ورزشکاران

حسین خسروی بروجنی[۱]، دکتر رضا غیاثوند[۲]

چکیده

اهمیت پروتئین برای ورزشکاران از مدت‌ها قبل شناخته شده است و این ماده یکی از مهم‌ترین مکمل‌های غذایی می‌باشد که برای ورزشکاران و افراد فعال توصیه می‌شود. هر چند افزایش حجم و کارایی عضلات به انجام ورزش و به خصوص فعالیت‌های قدرتی بستگی دارد، رژیم غذایی به ویژه میزان پروتئین دریافتی از اهمیت خاصی برخوردار است. با این وجود در مورد کفایت و ایمنی دریافت پروتئین اختلاف نظر وجود دارد. برخی مطالعات دریافت در حد RDA (Recommended dietary allowances) را کافی می‌دانند و معتقد هستند که افزایش کارایی بدن ورزشکاران موجب کفایت پروتئین دریافتی می‌گردد، در حالی که دیگران مصرف بیشتر پروتئین را در حد ۳-۲ برابر RDA توصیه می‌کنند تا اسیدهای آمینه‌ی مورد نیاز برای ترمیم و ساخت عضله‌ی ورزشکاران تأمین گردد. در عین حال در مورد ایمنی مصرف یک رژیم پر پروتئین نیز اختلاف نظر وجود دارد؛ به طوری که عده‌ای معتقد هستند رژیم پر پروتئین موجب اختلال عملکرد کلیوی و همچنین آسیب استخوانی می‌گردد، ولی برخی مطالعات این عقیده را تأیید نمی‌کنند. این مطالعه با هدف جمع‌آوری و نتیجه‌گیری در خصوص کفایت و ایمنی دریافت پروتئین به بررسی مقالات گذشته می‌پردازد.

واژگان کلیدی: پروتئین، ورزش، عضله، رژیم غذایی

مقدمه

اهمیت پروتئین برای ورزشکاران از مدت‌ها قبل شناخته شده است. از المپیک یونان تاکنون پروتئین به عنوان یک ترکیب کلیدی در موفقیت ورزشکاران به حساب می‌آید. در بین بسیاری از ورزشکاران به خصوص ورزشکاران قدرتی و تیمی دریافت پروتئین برای کارایی آن‌ها ضروری به نظر می‌رسد (۱). پروتئین‌ها ترکیباتی حاوی نیتروژن هستند که از اسیدهای آمینه ساخته می‌شوند و به عنوان مهم‌ترین قسمت عضله و سایر بافت‌های بدن به حساب می‌آیند. به علاوه آن‌ها برای ساخت هورمون، آنزیم‌ها و هموگلوبین مورد نیاز هستند. پروتئین می‌تواند در تولید انرژی هم نقش داشته باشد، هر چند به عنوان اولین منبع انرژی به حساب نمی‌آید. پروتئین برای استفاده در بدن به اسیدهای آمینه‌ی تشکیل دهنده‌ی آن تجزیه می‌شود. ۲۰ اسید آمینه جهت متابولیسم و رشد انسان شناسایی شده‌اند که از این تعداد ۱۲ اسید امینه ضروری می‌باشند و فقدان هر یک از آن‌ها موجب اختلال در رشد، جبران و نگهداری بافت می‌شود (۲).

پروتئین یکی از مهم‌ترین مکمل‌های غذایی است که برای ورزشکاران و افراد فعال توصیه می‌شود. مکمل پروتئین در ورزشکاران حجم عضلات را افزایش می‌دهد و از کاتابولیسم پروتئین در طی ورزش‌های طولانی جلوگیری می‌نماید. همچنین باعث افزایش سنتز گلیکوژن پس از فعالیت ورزشی و جلوگیری از کم خونی ورزشی با افزایش سنتز هموگلوبین، میوگلوبین، آنزیم‌های اکسیداتیو و میتوکندری در طول ورزش‌های هوازی می‌شود (۳).

کارایی فیزیکی به عملکرد عضلانی بستگی دارد و سنتز و تخریب پروتئین‌های عضلات در تعیین قدرت و

[۱] کارشناس ارشد تغذیه، گروه تغذیه‌ی جامعه، دانشکده‌ی تغذیه و علوم غذایی، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران
[۲] استادیار، گروه تغذیه‌ی جامعه، دانشکده‌ی تغذیه و علوم غذایی، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران
نویسنده‌ی مسؤول: دکتر رضا غیاثوند
Email: ghiasvand@hlth.mui.ac.ir

عملکرد عضلات اهمیت دارد (۴). در مورد کفایت و ایمنی دریافت پروتئین بیش از میزان توصیه شده‌ی کنونی اختلاف عقیده وجود دارد. هم اکنون میزان توصیه شده‌ی RDA (Recommended dietary allowances) ۰/۸ گرم به ازای کیلوگرم وزن بدن در روز است (۵). بر اساس مطالعات موجود، کالج پزشکی ورزشی آمریکا، انجمن تغذیه‌ی آمریکا و رژیم‌شناسان کانادا معتقد هستند که میزان پروتئین مورد نیاز در افراد فعال بیشتر است. توصیه شده است که ورزشکاران قدرتی روزانه به ۱/۶ تا ۱/۷ گرم به ازای هر کیلوگرم وزن بدن پروتئین نیاز دارند، در حالی که نیاز روزانه‌ی ورزشکاران استقامتی بین ۱/۷-۱/۲ گرم به ازای کیلوگرم وزن بدن است (۶).

در عین حال آکادمی ملی علوم در تازه‌ترین گزارش خود در مورد دریافت غذایی مرجع (DRI یا Dietary reference intakes) برای پروتئین بیان کرده است که به دلیل نبود دلایل کافی، میزان پروتئین بیشتری برای ورزشکاران توصیه نمی‌شود (۵). به دلیل عدم ارتباط مستقیم مطالعات تعادل نیتروژن با فعالیت‌های ورزشی، میزان توصیه شده می‌تواند کمتر از حد نیاز تخمین زده شود (۷). نتایج حاصل از مطالعه‌ی Gontzea و همکاران نشان داد که افراد طبیعی که مقدار ثابتی پروتئین دریافت می‌کنند و دارای تعادل نیتروژن هستند، با افزایش فعالیت بدنی دچار بالانس منفی نیتروژن می‌شوند (۸). هر چند بعد از یک دوره‌ی ۲ هفته‌ای می‌توانند بدون افزایش دریافت پروتئین، بالانس نیتروژن را به تعادل برسانند. در حقیقت مطالعات بسیاری نشان دادند که افرادی که ورزش می‌کنند و فعالیت بدنی بالایی دارند، میزان نیاز به پروتئین بیش از میزان توصیه شده‌ی ۰/۸ گرم به ازای کیلوگرم وزن بدن در روز می‌باشد (۱۶-۹). به علاوه تصور می‌شود دریافت ناکافی پروتئین همراه با فعالیت‌های ورزشی می‌تواند موجب تعادل منفی نیتروژن گردد که افزایش کاتابولیسم و اختلالات ورزشی را در پی دارد (۱۷). عوامل گوناگونی در زمینه‌ی تعیین میزان مناسب دریافت پروتئین دخالت دارند که کیفیت پروتئین انرژی دریافتی، در کربوهیدرات‌های دریافتی، نوع و شدت ورزش و زمان دریافت پروتئین از جمله‌ی آن‌ها هستند (۷).

هر چند نتایج به دست آمده از مطالعه بر روی قابلیت پروتئین زیاد برای ورزشکاران حرفه‌ای محدود می‌باشد، نتایج حاصل از مطالعه‌ی Lemon نشان داده است که اکسیداسیون اسید آمینه در طی ورزش افزایش می‌یابد (۱۸). میزان توصیه شده‌ی کنونی (۰/۸ گرم به ازای کیلوگرم وزن بدن در روز) برای اکثریت (۹۷/۵ درصد) افراد سالم بالای ۱۹ سال کافی به نظر می‌رسد. این میزان دریافت پروتئین برای افراد غیر ورزشکار مناسب است، ولی به نظر می‌رسد برای ورزشکاران در حین ورزش که اکسیداسیون پروتئین و اسید آمینه رخ می‌دهد، ناکافی باشد (۱۹). در حقیقت میزان دریافت پروتئین توصیه شده بر اساس ارزیابی تعادل نیتروژن، میزان پروتئین دریافتی (Input) و مقدار کل نیتروژن دفعی (Output) تعیین می‌شود (۲۰). در صورت دریافت غذایی ناکافی، اسیدهای آمینه‌ی مورد نیاز جهت تولید عضلات پس از فعالیت ورزشی به طور عمده از شکستن پروتئین‌ها حاصل می‌شوند (۲۱).

در یک بررسی بر روی فوتبالیست‌ها میزان دریافت پروتئینی بین ۱/۷-۱/۴ توصیه شده است که برای سایر فعالیت‌های مشابه نیز مناسب است (۲۲). در مورد ورزش‌های استقامتی دریافت پروتئین بر اساس شدت و

www.mui.ac.ir

طول مدت فعالیت بین ۱ تا ۱/۶ گرم توصیه می‌شود (۲۳، ۱۹، ۱۵، ۱۱، ۷). تصور می‌شود که ورزش‌های قدرتی نیاز به پروتئین را بیش از ورزش‌های استقامتی افزایش می‌دهند. میزان توصیه شده‌ی پروتئین برای این گونه ورزش‌ها بین ۱/۶ تا ۲ گرم می‌باشد (۲۴، ۱۱، ۹). با این وجود، برخی مطالعات تأکید می‌کنند که میزان نیاز به پروتئین در طول تمرینات ورزشی به دلیل تطابق بیولوژیکی که حفظ پروتئین را بهبود می‌بخشد، کاهش می‌یابد (۲۵).

با وجود محبوبیت رژیم پر پروتئین مطالعات محدودی تأثیر آن را بر کارایی ورزشی بررسی کرده‌اند و نتایج به دست آمده متناقض بوده است (۲۷-۲۶). هدف از این مطالعه، مروری بر پژوهش‌های انجام شده در زمینه‌ی دریافت پروتئین و کارایی ورزشی بود.

اهمیت پروتئین

انجام ورزش‌های مقاومتی بدون افزایش دریافت اسیدهای آمینه تعادل پروتئین سازی را بهبود می‌بخشد (۲۸). ولی زمانی که ورزش‌های مقاومتی با افزایش اسیدهای آمینه‌ی در دسترس همراه باشد، پروتئین‌سازی بیش از ورزش به تنهایی تحریک می‌شود (۲۹). به علاوه این افزایش سنتز پروتئین بدون افزایش در تخریب پروتئین که اغلب در اثر ورزش‌های قدرتی ایجاد می‌شود، صورت می‌گیرد که موجب بهبود تعادل و در طول زمان افزایش حجم عضلات می‌شود (۳۰-۲۹). این اثر با مصرف اسیدهای آمینه کریستاله (۳۱-۲۹) و همچنین مصرف پروتئین کامل صورت می‌گیرد (۳۵-۳۲). برخی شواهد بیان می‌کند که دریافت سریع مواد غذایی پس از ورزش (به خصوص پروتئین) برای افزایش حجم عضلات مفید (۳۹-۳۶) و شاید ضروری است (۴۱-۴۰).

اغلب یافته‌ها نشان می‌دهد که دریافت پس از ورزش (یا حداکثر ۲ تا ۳ ساعت پس از ورزش) شرایطی را فراهم می‌کند که عضله‌سازی را افزایش می‌دهد (۴۴-۴۲). مطالعات دیگری این نظریه را تأیید کرده و نشان داده‌اند که افرادی که پس از ورزش پروتئین دریافت می‌کنند، توده‌ی عضلانی بیشتری به دست می‌آورند تا آن‌هایی که پس از ورزش هیچ چیزی دریافت نمی‌کنند و یا تنها انرژی را از کربوهیدرات‌ها دریافت می‌کنند (۴۱، ۳۷-۳۶). همچنین به نظر می‌رسد سنتز پروتئین عضلات با دوز اسید آمینه‌ی دریافتی ارتباط دارد (۴۶-۴۵، ۳۱). در مطالعه‌ای نشان داده شده است که دوز ۱۰ گرمی اسید آمینه‌ی ضروری حداکثر ساخت میوفیبریل و سارکوپلاسم عضلات را در حالت استراحت به دنبال دارد (۴۷). همچنین دریافت ۲۰ گرم پروتئین (۸/۵ گرم اسید آمینه) همراه با ورزش حداکثر پروتئین‌سازی را در پی داشته است (۴۸).

پروتئین مورد نیاز

پس از اولین مطالعات در سال ۱۹۹۱ نیاز به پروتئین در گروه‌های دیگر بررسی شد، ولی همچنان در مورد میزان نیاز به پروتئین در ورزشکاران اختلاف نظر وجود دارد (۴۹، ۲۵، ۴). مطالعات تعادل نیتروژن در ورزش‌های قدرتی نشان داده است که افزایش میزان پروتئین دریافتی موجب افزایش تعادل نیتروژن می‌شود (۱۱). مدارک دیگری نشان می‌دهد که نیاز به پروتئین در ورزش‌های منظم افزایش نمی‌یابد. در حقیقت خلاف این موضوع مطرح شده است، یعنی تمرینات ورزشی کارایی مصرف پروتئین را افزایش می‌دهد و بنابراین نیازی به افزایش مصرف پروتئین نیست. برخی مطالعات ادعا می‌کنند که در ورزش‌های استقامتی، کارایی استفاده از پروتئین افزایش یافته است

www.mui.ac.ir

و نیاز به پروتئین کاهش می‌یابد (۵۱-۵۰، ۸). این مطالعات پیشنهاد می‌کنند که در افراد فعال برای حفظ تعادل نیتروژن نیازی به افزایش دریافت پروتئین نیست. در حقیقت فعالیت‌های ورزشی ممکن است به دلیل افزایش کارایی پروتئین نیاز به پروتئین را کاهش دهند (۲۱).

به طور مشابهی در مورد ورزش‌های استقامتی بیان شده است که این گونه ورزش‌ها تعادل پروتئین را بهبود می‌بخشند. بنابراین با بهبود متابولیسم پروتئین نیاز به پروتئین افزایش نمی‌یابد (۲۱). منتقدان این نظریه معتقد هستند که شدت و میزان تمرینات در مطالعات ذکر شده با میزان فعالیت ورزشکاران حرفه‌ای برابر نیست و بنابراین نشان دهنده‌ی شرایط این‌گونه ورزشکاران نیست (۱۸).

افزایش اکسیداسیون اسیدهای آمینه در حین ورزش موجب تغییر اکسیداسیون اسید آمینه‌ی ۲۴ ساعته می‌شود و در نتیجه تعادل نیتروژن و نیاز به پروتئین را تغییر می‌دهد (۵۲). بحث اصلی در مورد افزایش نیاز به پروتئین، افزایش در اکسیداسیون اسید آمینه (اغلب لوسین مورد بررسی قرار می‌گیرد) است. مطالعات نشان داده است که در طی ورزش اکسیداسیون لوسین افزایش می‌یابد (۵۳، ۱۶، ۱۴، ۱۱). تصور می‌شود افزایش اکسیداسیون اسید آمینه به عنوان سوخت و منبع تولید انرژی می‌باشد و به همین دلیل ورزش می‌تواند نیاز به پروتئین را افزایش دهد. همچنین بر اساس مطالعات بالانس نیتروژن این امکان وجود دارد که مصرف پروتئین بالاتر از سطوح توصیه شده با افزایش انرژی یا افزایش بافت بدون چربی، موجب بهبود عملکرد ورزشی شود (۷).

به علاوه با دریافت ناکافی پروتئین به خصوص با ورزش احتمال خطر بالانس منفی نیتروژن به دلیل افزایش کاتابولیسم پروتئین افزایش می‌یابد (۱۷). از طرف دیگر، عقیده به افزایش نیاز به پروتئین در افراد فعال نسبت به افراد غیر فعال در همه جای دنیا پذیرفته شده است (۱).

دریافت پروتئین بالا: افزایش حجم عضلانی

به احتمال زیاد مهم‌ترین دلیل برای دریافت رژیم پر پروتئین، به خصوص در بین ورزشکاران قدرتی و بدن‌سازان افزایش حجم عضلات است. ورزشکاران قدرتی اغلب روزانه حدود ۲ گرم به ازای هر کیلوگرم وزن پروتئین مصرف می‌کنند. برخی حتی تا ۳ گرم نیز پروتئین دریافت می‌کنند (۵۵-۵۴).

در بین این ورزشکاران پذیرفته شده است که دریافت پروتئین بالا برای ساخت عضلات کافی، لازم است. این عقیده بر اساس پاسخ متابولیکی به دریافت پروتئین پس از ورزش می‌باشد. پروتئین‌های بدن همواره در حال ساخت و تخریب می‌باشند. تغییر در توده‌ی عضلانی نتیجه‌ی تغییر در تعادل ساخت و تخریب عضلانی است. شدت و مدت تعادل عضلانی تعیین کننده‌ی میزان افزایش حجم عضلانی است (۵۶-۵۵). دریافت انرژی و ورزش تعیین کننده‌ی مدت و شدت تعادل مثبت و یا منفی عضلانی است. یک رژیم پر پروتئین پس از فعالیت‌های ورزشی اسیدهای آمینه‌ی لازم جهت ساخت بیشتر پروتئین و افزایش حجم عضلانی را فراهم می‌کند (۵۴). اثر ورزش‌های استقامتی بر سنتز پروتئین و تعادل نیتروژن عضلانی تا ۴۸ ساعت باقی می‌ماند (۲۸).

بنابراین دریافت پروتئین در این دوره‌ی زمانی موجب اثر متقابل سنتز پروتئین عضلانی و تعادل نیتروژن می‌شود (۵۷). از این رو تصور می‌شود دریافت

www.mui.ac.ir

مقدار بیشتری پروتئین در این دوره مواد مورد نیاز جهت سنتز پروتئین را به میزان بیشتری تامین می‌کند و موجب افزایش حجم عضلات پس از ورزش می‌شود. افزایش تخریب عضلات در پی ورزش‌های قدرتی (۲۸، ۲۱) حداقل تا حدی موجب افزایش نیاز به بازسازی این آسیب می‌شود. هر چند اسیدهای آمینه‌ی حاصل از تخریب بافت‌های عضلانی می‌توانند در ترمیم بافت‌ها به کار آیند، انتقال اسیدهای آمینه از خون به داخل بافت عضلانی هم افزایش می‌یابد (۲۹، ۲۱).

بنابراین یک منبع خارجی اسید آمینه می‌تواند توانایی بازسازی عضلات را افزایش دهد. تصور می‌شود افزایش دریافت پروتئین، نه تنها جهت ساختن پروتئین جدید بلکه برای ترمیم بافت آسیب دیده ضروری است (۵۹-۵۸). هر چند تناقضاتی در اهمیت دریافت مقدار بسیار زیاد پروتئین غذایی وجود دارد (۶۰، ۵۴، ۲۵). پروتئین مورد نیاز جهت ورزش‌های قدرتی بین ۱/۵ تا ۲ گرم در نظر گرفته شده است (۶۳-۶۱، ۵۴) که از مطالعات تعادل نیتروژن به دست آمده است (۱۱-۱۰). این میزان حدود ۲ برابر میزان توصیه شده‌ی RDA جهت افراد معمولی است. البته اگر ورزشکاران تنها تعادل نیتروژن را حفظ کنند، افزایش حجم عضلانی حاصل نمی‌شود. در حقیقت مطالعات تعادل نیتروژن صورت گرفته بر روی ورزشکاران، توصیه می‌کند که هر چه پروتئین مصرفی بیشتر باشد تعادل نیتروژن مثبت‌تر خواهد بود (۵۴).

در عین حال نتایج حاصل از یک متاآنالیز نشان می‌دهد که افزایش دریافت پروتئین موجب افزایش حجم عضلات نمی‌شود (۶۴). علاوه بر این مدارکی موجود است که افزایش دریافت پروتئین موجب افزایش سنتز پروتئین عضلات می‌گردد (۶۵).

تفاوت در کیفیت پروتئین در عضله سازی

دریافت شیر، کازئین، whey و سویا به صورت جداگانه یا فرم مایع همراه با ورزش‌های قدرتی پروتئین‌سازی را تحریک می‌کند (۳۴-۳۲). گروهی از مطالعات نشان داده‌اند که هضم و جذب تمام پروتئین‌های با کیفیت بالا یکسان نیست (۶۸-۶۶). در عوض با وجود کیفیت بالای پروتئین، ضریب هضم پروتئین در سنتز و انتقال پروتئین در بافت‌های مرکزی و محیطی اثر دارد (۷۱-۶۹). به عنوان مثال دریافت شیر پر چرب پس از ورزش موجب دریافت بیشتر اسید آمینه در عضلات نسبت به شیر کم چرب می‌شود (۳۳). این اثر می‌تواند به دلیل تفاوت در میزان انرژی و یا شرایط جذب شیر پر چرب نسبت به شیر کم چرب باشد. ورزش‌های استقامتی همراه با تغذیه موجب تحریک بیشتر پروتئین‌سازی عضلات و در حالت گرسنگی باعث کاهش عضله‌ی اسکلتی می‌شوند (۵۴).

تغییرات در تعادل پروتئین عضلات پس از مصرف شیر یا پروتئین سویا (۳۵) موجب افزایش توده‌ی عضلانی در دراز مدت می‌شود. شایان ذکر است که کنترل رژیم غذایی در طی ۲ ساعت قبل و بعد از ورزش که مهم‌ترین زمان برای جذب پروتئین است مکانیسم پروتئین‌سازی را فعال می‌کند (۷۲، ۴۳-۴۲). تفاوت در پروتئین‌سازی پس از ورزش با یک پروتئین به نسبت کامل و یا پروتئین با کیفیت بالا مثل whey و سویا مقایسه شده است. نتایج نشان دهنده‌ی برتری پروتئین شیر نسبت به سویا است و هر دو نسبت به کربوهیدرات‌ها برتری دارند (۷۴-۷۳). همچنین پروتئین whey نسبت به کازئین و یا شیر کارایی بیشتری داشته است. یک فاکتور مهم در سنتز پروتئین در زمان دریافت، اسید آمینه‌ی لوسین است که می‌تواند نشان

www.mui.ac.ir

دهنده‌ی افزایش بیشتری در پروتئین‌سازی همراه یا بدون ورزش شود. این مسأله پیشنهاد می‌کند که سنتز پروتئین تا زمانی که لوسین به حد مورد نظر نرسیده است، آغاز نمی‌شود (۴۸).

ایمنی دریافت بالای پروتئین

اغلب به اشتباه توسط منابع غیر علمی گفته می‌شود که دریافت مستمر رژیم پر پروتئین مضر است و می‌تواند موجب افزایش فشار بر روی کلیه شود و اختلال عملکرد کلیوی را به دنبال داشته باشد. به علاوه گفته می‌شود که رژیم پر پروتئین موجب افزایش دفع کلسیم از استخوان‌ها می‌گردد و احتمال خطر استئوپروز را افزایش می‌دهد. هر دو ادعا بی‌اساس می‌باشد و مدارکی وجود ندارد که مصرف پروتئین در حد توصیه شده برای ورزشکاران (تا ۲ گرم به ازای هر کیلوگرم وزن بدن) می‌تواند موجب اثرات نامطلوب در افراد سالم شود (۶۲).

یکی از نکات اصلی مورد بحث در مورد مصرف پروتئین و عملکرد کلیه، اعتقاد به این باور است که مصرف پروتئین بیش از میزان توصیه شده‌ی RDA می‌تواند با افزایش فشار و فیلتراسیون گلومرولی موجب بیماری‌های مزمن کلیوی شود (۷۶-۷۵). حجم عمده‌ای از مدارک ذکر شده از مطالعات حیوانی و بیماران دارای اختلالات کلیوی به دست آمده است. بنابراین تعمیم دادن این نتایج به افراد سالم با عملکرد کلیه‌ی مناسب، قابل قبول نیست (۷۷-۷۶). در یک مطالعه‌ی آینده‌نگر کنترل شده بیان شده است که افزایش دریافت پروتئین در زنان با وضعیت کلیوی مناسب، ارتباطی با کاهش عملکرد کلیه ندارد (۷۸). حتی با مصرف ۲/۸ گرم به ازای هر کیلوگرم وزن بدن توسط ورزشکاران تأثیر نامطلوبی بر عملکرد کلیوی مشاهده نشده است (۷۹). همچنین گزارش شده است که هیچ ارتباط معنی‌داری بین وزن و عملکرد کلیه با مصرف پروتئین وجود ندارد (۸۱-۸۰).

مطالعات اولیه نشان داده است که رژیم پر پروتئین تأثیرات مثبتی بر عوامل خطر بیماری‌های کلیوی نظیر فشار خون، دیابت، چاقی و سندرم متابولیک دارد (۸۳-۸۲)؛ هر چند افراد خاص مانند افراد مبتلا به دیابت ملتیوس، افراد مستعد بیماری‌های کلیوی و افراد دارای کلیه‌ی سنگ‌ساز باید میزان مصرف پروتئین خود را کنترل نمایند (۱۶).

یکی دیگر از مسایل مورد بحث، ارتباط بین رژیم پر پروتئین و متابولیسم استخوان می‌باشد. ادعا می‌شود که پروتئین با تخلیه‌ی کلسیم از استخوان می‌تواند موجب استئوپروز گردد. هر چند این گزارش‌ها از مطالعاتی با حجم محدود و خطای متودولوژیکی و استفاده از رژیم‌های بسیار غنی و پروتئین‌های خالص به دست آمده است (۸۴)، امروزه می‌دانیم که فسفات موجود در غذاهای پروتئینی از این عمل جلوگیری می‌کنند. در حقیقت برخی یافته‌ها پیشنهاد می‌کنند که برای افراد مسن که بیشتر در معرض خطر پوکی استخوان قرار دارند، برای حفظ توده‌ی استخوانی پروتئین بیشتر از توصیه‌ی کنونی لازم است (۸۵). به علاوه نتایج حاصل از مطالعه با ایزوتوپ کلسیم نشان می‌دهد منشأ کلسیم مازاد در ادرار از کلسیم غذایی است و نه از استخوان (۸۶).

نتیجه‌گیری

ورزشکاران به دلایل مختلف رژیم پر پروتئین مصرف می‌کنند. احتمال دارد که یکی از مهم‌ترین این دلایل افزایش قدرت و حجم عضلات باشد. قدرت و توده‌ی

www.mui.ac.ir

عضلانی می‌تواند با دامنه‌ی متفاوتی از پروتئین غذایی در حد RDA و یا بسیار بالاتر از آن به دست آید. دلایل کمی در حمایت از یک رژیم پر پروتئین (بیش از ۲ گرم به ازای هر کیلوگرم وزن بدن) برای افزایش حجم عضلانی با یک رژیم دارای انرژی کافی وجود دارد. شواهد اولیه‌ای وجود دارد که به نظر می‌رسد افزایش دریافت پروتئین موجب افزایش مقاومت در حین تمرینات می‌شود. بنابراین در برخی شرایط رژیم پر پروتئین مفید به نظر می‌رسد. در عین حال خطر ناشی از مصرف رژیم پر پروتئین در افراد سالم بسیار ناچیز است. با این وجود مصرف رژیم پر پروتئین با مصرف افراطی پروتئین متفاوت است. امروزه دریافت پروتئین در جوامع غربی ۱۵ تا ۱۶ درصد انرژی دریافتی است (۸۷). هر چند در گذشته انسان شکارچی، پروتئین بسیار بالاتری و حدود ۳۰ درصد مصرف می‌کرده است (۸۸). این مطالعه قصد ترویج رژیم پر پروتئین را ندارد، اگر چه در برخی شرایط ورزشکاران می‌توانند از مصرف رژیم پر پروتئین سود ببرند، با این حال میزان مصرف هر فرد، تمرینات، اهداف و سلامتی ورزشکاران باید با دقت کنترل شود.

References

1. Tipton K, Wolfe R. Protein and amino acids for athletes. Journal of Sports Sciences 2004; 22(1): 65-79.
2. Hoffman JR, Falvo MJ. Protein - which is best? J Sports Sci Med 2004; 3(3): 118-30.
3. William M. Dietary Supplements and Sports Performance: Amino Acids. J Int Soc Sports Nutr 2005; 2(2): 63-7.
4. Wolfe RR. Protein supplements and exercise. Am J Clin Nutr 2000; 72(2 Suppl): 551S-7S.
5. Trumbo P, Schlicker S, Yates AA, Poos M. Dietary reference intakes for energy, carbohydrate, fiber, fat, fatty acids, cholesterol, protein and amino acids. J Am Diet Assoc 2002; 102(11): 1621-30.
6. Rodriguez NR, DiMarco NM, Langley S. Position of the American Dietetic Association, Dietitians of Canada, and the American College of Sports Medicine: Nutrition and athletic performance. J Am Diet Assoc 2009; 109(3): 509-27.
7. Lemon PW. Beyond the zone: protein needs of active individuals. J Am Coll Nutr 2000; 19(5 Suppl): 513S-21S.
8. Gontzea I, Sutzescu P, Dumitrache S. The influence of adaptation to physical effort on nitrogen balance in man. Nutr Rep Int 1975; 11: 231-6.
9. Lemon PW. Protein and amino acid needs of the strength athlete. Int J Sport Nutr 1991; 1(2): 127-45.
10. Lemon PW, Tarnopolsky MA, MacDougall JD, Atkinson SA. Protein requirements and muscle mass/strength changes during intensive training in novice bodybuilders. J Appl Physiol 1992; 73(2): 767-75.
11. Tarnopolsky MA, Atkinson SA, MacDougall JD, Chesley A, Phillips S, Schwarcz HP. Evaluation of protein requirements for trained strength athletes. J Appl Physiol 1992; 73(5): 1986-95.
12. Friedman JE, Lemon PW. Effect of chronic endurance exercise on retention of dietary protein. Int J Sports Med 1989; 10(2): 118-23.
13. Lamont LS, Patel DG, Kalhan SC. Leucine kinetics in endurance-trained humans. J Appl Physiol 1990; 69(1): 1-6.
14. Phillips SM, Atkinson SA, Tarnopolsky MA, MacDougall JD. Gender differences in leucine kinetics and nitrogen balance in endurance athletes. J Appl Physiol 1993; 75(5): 2134-41.
15. Meredith CN, Zackin MJ, Frontera WR, Evans WJ. Dietary protein requirements and body protein metabolism in endurance-trained men. J Appl Physiol 1989; 66(6): 2850-6.
16. Forslund AH, El-Khoury AE, Olsson RM, Sjodin AM, Hambraeus L, Young VR. Effect of protein intake and physical activity on 24-h pattern and rate of macronutrient utilization. Am J Physiol 1999; 276(5 Pt 1): E964-E976.
17. Kreider RB, Wilborn CD, Taylor L, Campbell B, Almada AL, Collins R, et al. ISSN exercise & sport nutrition review: research & recommendations. J Int Soc Sports Nutr 2010; 7: 7.
18. Lemon PW. Effect of exercise on protein requirements. J Sports Sci 1991; 9(Spec No): 53-70.
19. Tarnopolsky M. Protein requirements for endurance athletes. Nutrition 2004; 20(7-8): 662-8.
20. Rand WM, Pellett PL, Young VR. Meta-analysis of nitrogen balance studies for estimating protein requirements in healthy adults. Am J Clin Nutr 2003; 77(1): 109-27.

www.mui.ac.ir

21. Biolo G, Maggi SP, Williams BD, Tipton KD, Wolfe RR. Increased rates of muscle protein turnover and amino acid transport after resistance exercise in humans. Am J Physiol 1995; 268(3 Pt 1): E514-E520.
22. Lemon PW. Protein requirements of soccer. J Sports Sci 1994; 12(Spec No): S17-S22.
23. Gaine PC, Pikosky MA, Martin WF, Bolster DR, Maresh CM, Rodriguez NR. Level of dietary protein impacts whole body protein turnover in trained males at rest. Metabolism 2006; 55(4): 501-7.
24. Antonio J, Kalman D, Stout JR, Greenwood M, Willoughby DS, Haff GG. Essentials of Sports Nutrition and Supplements. New York, NY: Humana Press; 2008.
25. Rennie MJ, Tipton KD. Protein and amino acid metabolism during and after exercise and the effects of nutrition. Annu Rev Nutr 2000; 20: 457-83.
26. Macdermid PW, Stannard SR. A whey-supplemented, high-protein diet versus a high-carbohydrate diet: effects on endurance cycling performance. Int J Sport Nutr Exerc Metab 2006; 16(1): 65-77.
27. Tesch PA, Ploutz-Snyder LL, Yström L, Castro MJ, Dudley GA. Skeletal Muscle Glycogen Loss Evoked by Resistance Exercise. Journal of Strength & Conditioning Research 1998; 12(2): 67-73.
28. Phillips SM, Tipton KD, Aarsland A, Wolf SE, Wolfe RR. Mixed muscle protein synthesis and breakdown after resistance exercise in humans. Am J Physiol 1997; 273(1 Pt 1): E99-107.
29. Biolo G, Tipton KD, Klein S, Wolfe RR. An abundant supply of amino acids enhances the metabolic effect of exercise on muscle protein. Am J Physiol 1997; 273(1 Pt 1): E122-E129.
30. Tipton KD, Ferrando AA, Phillips SM, Doyle D, Jr., Wolfe RR. Postexercise net protein synthesis in human muscle from orally administered amino acids. Am J Physiol 1999; 276(4 Pt 1): E628-E634.
31. Borsheim E, Tipton KD, Wolf SE, Wolfe RR. Essential amino acids and muscle protein recovery from resistance exercise. Am J Physiol Endocrinol Metab 2002; 283(4): E648-E657.
32. Tipton KD, Elliott TA, Cree MG, Aarsland AA, Sanford AP, Wolfe RR. Stimulation of net muscle protein synthesis by whey protein ingestion before and after exercise. Am J Physiol Endocrinol Metab 2007; 292(1): E71-E76.
33. Elliot TA, Cree MG, Sanford AP, Wolfe RR, Tipton KD. Milk ingestion stimulates net muscle protein synthesis following resistance exercise. Med Sci Sports Exerc 2006; 38(4): 667-74.
34. Tipton KD, Elliott TA, Cree MG, Wolf SE, Sanford AP, Wolfe RR. Ingestion of casein and whey proteins result in muscle anabolism after resistance exercise. Med Sci Sports Exerc 2004; 36(12): 2073-81.
35. Wilkinson SB, Tarnopolsky MA, Macdonald MJ, Macdonald JR, Armstrong D, Phillips SM. Consumption of fluid skim milk promotes greater muscle protein accretion after resistance exercise than does consumption of an isonitrogenous and isoenergetic soy-protein beverage. Am J Clin Nutr 2007; 85(4): 1031-40.
36. Hartman JW, Tang JE, Wilkinson SB, Tarnopolsky MA, Lawrence RL, Fullerton AV, et al. Consumption of fat-free fluid milk after resistance exercise promotes greater lean mass accretion than does consumption of soy or carbohydrate in young, novice, male weightlifters. Am J Clin Nutr 2007; 86(2): 373-81.
37. Hulmi JJ, Kovanen V, Selanne H, Kraemer WJ, Hakkinen K, Mero AA. Acute and long-term effects of resistance exercise with or without protein ingestion on muscle hypertrophy and gene expression. Amino Acids 2009; 37(2): 297-308.
38. Cribb PJ, Hayes A. Effects of supplement timing and resistance exercise on skeletal muscle hypertrophy. Med Sci Sports Exerc 2006; 38(11): 1918-25.
39. Holm L, Esmarck B, Mizuno M, Hansen H, Suetta C, Holmich P, et al. The effect of protein and carbohydrate supplementation on strength training outcome of rehabilitation in ACL patients. J Orthop Res 2006; 24(11): 2114-23.
40. Esmarck B, Andersen JL, Olsen S, Richter EA, Mizuno M, Kjaer M. Timing of postexercise protein intake is important for muscle hypertrophy with resistance training in elderly humans. J Physiol 2001; 535(Pt 1): 301-11.
41. Andersen LL, Tufekovic G, Zebis MK, Crameri RM, Verlaan G, Kjaer M, et al. The effect of resistance training combined with timed ingestion of protein on muscle fiber size and muscle strength. Metabolism 2005; 54(2): 151-6.
42. Dreyer HC, Fujita S, Cadenas JG, Chinkes DL, Volpi E, Rasmussen BB. Resistance exercise increases AMPK activity and reduces 4E-BP1 phosphorylation and protein synthesis in human skeletal muscle. J Physiol 2006; 576(Pt 2): 613-24.
43. Karlsson HK, Nilsson PA, Nilsson J, Chibalin AV, Zierath JR, Blomstrand E. Branched-chain amino acids increase p70S6k phosphorylation in human skeletal muscle after resistance exercise. Am J Physiol Endocrinol Metab 2004; 287(1): E1-E7.
44. Eliasson J, Elfegoun T, Nilsson J, Kohnke R, Ekblom B, Blomstrand E. Maximal lengthening contractions increase p70 S6 kinase phosphorylation in human skeletal muscle in the absence of nutritional supply. Am J Physiol Endocrinol Metab 2006; 291(6): E1197-E1205.

www.mui.ac.ir

45. Bohe J, Low A, Wolfe RR, Rennie MJ. Human muscle protein synthesis is modulated by extracellular, not intramuscular amino acid availability: a dose-response study. J Physiol 2003; 552(Pt 1): 315-24.
46. Miller SL, Tipton KD, Chinkes DL, Wolf SE, Wolfe RR. Independent and combined effects of amino acids and glucose after resistance exercise. Med Sci Sports Exerc 2003; 35(3): 449-55.
47. Cuthbertson D, Smith K, Babraj J, Leese G, Waddell T, Atherton P, et al. Anabolic signaling deficits underlie amino acid resistance of wasting, aging muscle. FASEB J 2005; 19(3): 422-4.
48. Tang JE, Phillips SM. Maximizing muscle protein anabolism: the role of protein quality. Curr Opin Clin Nutr Metab Care 2009; 12(1): 66-71.
49. Tarnopolsky MA. Protein and physical performance. Curr Opin Clin Nutr Metab Care 1999; 2(6): 533-7.
50. Butterfield GE, Calloway DH. Physical activity improves protein utilization in young men. Br J Nutr 1984; 51(2): 171-84.
51. Todd KS, Butterfield GE, Calloway DH. Nitrogen balance in men with adequate and deficient energy intake at three levels of work. J Nutr 1984; 114(11): 2107-18.
52. El-Khoury AE, Forslund A, Olsson R, Branth S, Sjodin A, Andersson A, et al. Moderate exercise at energy balance does not affect 24-h leucine oxidation or nitrogen retention in healthy men. Am J Physiol 1997; 273(2 Pt 1): E394-E407.
53. Bowtell JL, Leese GP, Smith K, Watt PW, Nevill A, Rooyackers O, et al. Effect of oral glucose on leucine turnover in human subjects at rest and during exercise at two levels of dietary protein. J Physiol 2000; 525(Pt 1): 271-81.
54. Phillips SM. Protein requirements and supplementation in strength sports. Nutrition 2004; 20(7-8): 689-95.
55. Phillips SM. Dietary protein for athletes: from requirements to metabolic advantage. Appl Physiol Nutr Metab 2006; 31(6): 647-54.
56. Burd NA, Tang JE, Moore DR, Phillips SM. Exercise training and protein metabolism: influences of contraction, protein intake, and sex-based differences. J Appl Physiol 2009; 106(5): 1692-701.
57. Burd NA, West DW, Staples AW, Atherton PJ, Baker JM, Moore DR, et al. Low-load high volume resistance exercise stimulates muscle protein synthesis more than high-load low volume resistance exercise in young men. PLoS One 2010; 5(8): e12033.
58. Hather BM, Tesch PA, Buchanan P, Dudley GA. Influence of eccentric actions on skeletal muscle adaptations to resistance training. Acta Physiol Scand 1991; 143(2): 177-85.
59. Roig M, O'Brien K, Kirk G, Murray R, McKinnon P, Shadgan B, et al. The effects of eccentric versus concentric resistance training on muscle strength and mass in healthy adults: a systematic review with meta-analysis. Br J Sports Med 2009; 43(8): 556-68.
60. Tipton KD, Witard OC. Protein requirements and recommendations for athletes: relevance of ivory tower arguments for practical recommendations. Clin Sports Med 2007; 26(1): 17-36.
61. Rennie MJ, Selby A, Atherton P, Smith K, Kumar V, Glover EL, et al. Facts, noise and wishful thinking: muscle protein turnover in aging and human disuse atrophy. Scand J Med Sci Sports 2010; 20(1): 5-9.
62. Campbell B, Kreider RB, Ziegenfuss T, La BP, Roberts M, Burke D, et al. International Society of Sports Nutrition position stand: protein and exercise. J Int Soc Sports Nutr 2007; 4: 8.
63. Rodriguez NR, Di Marco NM, Langley S. American College of Sports Medicine position stand. Nutrition and athletic performance. Med Sci Sports Exerc 2009; 41(3): 709-31.
64. Nissen SL, Sharp RL. Effect of dietary supplements on lean mass and strength gains with resistance exercise: a meta-analysis. J Appl Physiol 2003; 94(2): 651-9.
65. Harber MP, Schenk S, Barkan AL, Horowitz JF. Effects of dietary carbohydrate restriction with high protein intake on protein metabolism and the somatotropic axis. J Clin Endocrinol Metab 2005; 90(9): 5175-81.
66. Boirie Y, Dangin M, Gachon P, Vasson MP, Maubois JL, Beaufrere B. Slow and fast dietary proteins differently modulate postprandial protein accretion. Proc Natl Acad Sci U S A 1997; 94(26): 14930-5.
67. Dangin M, Boirie Y, Garcia-Rodenas C, Gachon P, Fauquant J, Callier P, et al. The digestion rate of protein is an independent regulating factor of postprandial protein retention. Am J Physiol Endocrinol Metab 2001; 280(2): E340-E348.
68. Dangin M, Boirie Y, Guillet C, Beaufrere B. Influence of the protein digestion rate on protein turnover in young and elderly subjects. J Nutr 2002; 132(10): 3228S-33S.
69. Bos C, Mahe S, Gaudichon C, Benamouzig R, Gausseres N, Luengo C, et al. Assessment of net postprandial protein utilization of 15N-labelled milk nitrogen in human subjects. Br J Nutr 1999; 81(3): 221-6.
70. Bos C, Metges CC, Gaudichon C, Petzke KJ, Pueyo ME, Morens C, et al. Postprandial kinetics of dietary amino acids are the main determinant of their metabolism after soy or milk protein ingestion in humans. J Nutr 2003; 133(5): 1308-15.
71. Fouillet H, Mariotti F, Gaudichon C, Bos C,

Tome D. Peripheral and splanchnic metabolism of dietary nitrogen are differently affected by the protein source in humans as assessed by compartmental modeling. J Nutr 2002; 132(1): 125-33.
72. Blomstrand E, Eliasson J, Karlsson HK, Kohnke R. Branched-chain amino acids activate key enzymes in protein synthesis after physical exercise. J Nutr 2006; 136(1 Suppl): 269S-73S.
73. Rankin JW, Goldman LP, Puglisi MJ, Nickols-Richardson SM, Earthman CP, Gwazdauskas FC. Effect of post-exercise supplement consumption on adaptations to resistance training. J Am Coll Nutr 2004; 23(4): 322-30.
74. Cribb PJ, Williams AD, Carey MF, Hayes A. The effect of whey isolate and resistance training on strength, body composition, and plasma glutamine. Int J Sport Nutr Exerc Metab 2006; 16(5): 494-509.
75. Metges CC, Barth CA. Metabolic consequences of a high dietary-protein intake in adulthood: assessment of the available evidence. J Nutr 2000; 130(4): 886-9.
76. Brenner BM, Meyer TW, Hostetter TH. Dietary protein intake and the progressive nature of kidney disease: the role of hemodynamically mediated glomerular injury in the pathogenesis of progressive glomerular sclerosis in aging, renal ablation, and intrinsic renal disease. N Engl J Med 1982; 307(11): 652-9.
77. Martin WF, Armstrong LE, Rodriguez NR. Dietary protein intake and renal function. Nutr Metab (Lond) 2005; 2: 25.
78. Knight EL, Stampfer MJ, Hankinson SE, Spiegelman D, Curhan GC. The impact of protein intake on renal function decline in women with normal renal function or mild renal insufficiency. Ann Intern Med 2003; 138(6): 460-7.
79. Rennie MJ, Bohe J, Smith K, Wackerhage H, Greenhaff P. Branched-chain amino acids as fuels and anabolic signals in human muscle. J Nutr 2006; 136(1 Suppl): 264S-8S.
80. Bedford JL, Barr SI. Diets and selected lifestyle practices of self-defined adult vegetarians from a population-based sample suggest they are more 'health conscious'. Int J Behav Nutr Phys Act 2005; 2(1): 4.
81. Blum M, Averbuch M, Wolman Y, Aviram A. Protein intake and kidney function in humans: its effect on 'normal aging'. Arch Intern Med 1989; 149(1): 211-2.
82. Pecoits-Filho R. Dietary protein intake and kidney disease in Western diet. Contrib Nephrol 2007; 155: 102-12.
83. Lentine K, Wrone EM. New insights into protein intake and progression of renal disease. Curr Opin Nephrol Hypertens 2004; 13(3): 333-6.
84. Ginty F. Dietary protein and bone health. Proc Nutr Soc 2003; 62(4): 867-76.
85. Dawson-Hughes B, Harris SS, Rasmussen H, Song L, Dallal GE. Effect of dietary protein supplements on calcium excretion in healthy older men and women. J Clin Endocrinol Metab 2004; 89(3): 1169-73.
86. Kerstetter JE, O'Brien KO, Caseria DM, Wall DE, Insogna KL. The impact of dietary protein on calcium absorption and kinetic measures of bone turnover in women. J Clin Endocrinol Metab 2005; 90(1): 26-31.
87. Tipton KD. Efficacy and consequences of very-high-protein diets for athletes and exercisers. Proc Nutr Soc 2011; 70(2): 205-14.
88. Eaton SB. The ancestral human diet: what was it and should it be a paradigm for contemporary nutrition? Proc Nutr Soc 2006; 65(1): 1-6.

www.mui.ac.ir

Journal of Isfahan Medical School Review Article

Vol 30, No 187, 1st week, July 2012 Received: 15.3.2012 Accepted: 19.5.2012

Influence of High Protein Diets on Muscle Hypertrophy and Exercise Performance

Hossein Khosravi Broujeni MSc[1], Reza Ghiasvand PhD[2]

Abstract

The importance of protein for athletes has been known for years. In fact, protein is one of the most important dietary supplementations prescribed for athletes and active people. Although physical performance mostly depends on physical activity and exercise, dietary intake and especially protein content is also very important. However, there are inconsistencies in protein adequacy and safety. Some investigations have suggested the recommended dietary allowance (RDA) for protein to be sufficient while others have recommended using 2-3 times more than RDA level to prepare adequate amino acids. Furthermore, there is discrepancy in safety of a high protein diet as some believed a high protein diet can lead to kidney dysfunction and bone defect but other studies did not support this idea. This study thus reviewed the literature to evaluate the adequacy and safety of protein intake in athletes.

Keywords: Protein, Physical activity, Muscle, Diet

[1] Department of Community Nutrition, School of Nutrition and Food Sciences, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran
[2] Assistant Professor, Department of Community Nutrition, School of Nutrition and Food Sciences, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran
Corresponding Author: Reza Ghiasvand PhD, Email: ghiasvand@hlth.mui.ac.ir