

ویتامین و

مکمل‌های ورزشی زیر ذره بین علم

آنچه واقعاً عضله می‌سازد؟

از کراتین و وی تا بتا آلانین و HMB



BCAA

واقعیت علمی
یا تبلیغات تجاری؟



کافئین

از مغز تا عضله
در ۶۰ دقیقه



گلوتامین

بهبود ریکاوری و
تقویت سیستم ایمنی



سدیم بیکربنات

بافر پنهان خستگی
در ورزش‌های پرفشار

پروتئین وی
فراتر از یک
مکمل ورزشی

کراتین

مؤثرترین مکمل
عضله‌سازی؟

کازئین

ذخیره استراتژیک
عضله

بتا آلانین

مقابله علمی
با خستگی

HMB

محافظ خاموش
عضلات

علم، انتخاب هوشمندانه +
عضله‌سازی پایدار، سلامتی ماندگار



تحلیل علمی
مقالات روز دنیا
در حوزه مکمل‌ها



شواهد و واقعیت
جداسازی علم از
تبلیغات و ادعاها



تغذیه هوشمند
ترکیب مکمل‌ها با
رژیم غذایی و تمرین



شناسنامه

سالنامه علمی فرهنگی دانشجویی ویتامین و تیرماه ۱۴۰۵
مرکز آموزش عالی علوم پزشکی وارستگان

مدیر مسئول: امیررضا خمینه

سر دبیر: امیر گلی

طراح و صفحه آرا: خاطره طاهر اصلانی

ویراستار: هلن ریحانی

نویسندگان:

فاطمه افتاده-یلدا حسن زاده- ستاره تقی آبادی-ماهان میرزاده-الهه الوندی
راد-راضیه محمدیان-آتنا نوروزی نژاد-فاطمه عزیزاده-مانا فاضلی تبار-یگانه
موشانی-نازنین عظیم زاده-عسل اله آبادی

فهرست

- ۵..... سدیم بیکربنات؛ بافر پنهان خستگی در ورزش های پرفشار.....
۶..... کازئین؛ ذخیره استراتژیک عضله.....
۹..... پروتئین وی؛ فراتر از یک مکمل ورزشی.....
۱۰..... از مغز تا عضله در ۶۰ دقیقه : اثر ارگوژنیک کافئین.....
۱۱..... ال-کارنیتین؛ راننده پنهان کارخانه انرژی بدن
۱۲..... بتا آلانین؛ راهکاری علمی برای بهبود عملکرد و تأخیر در خستگی عضلانی.....
۱۴..... نقش مکمل گلوتامین در بهبود عملکرد ورزشی، ریکاوری و پاسخ های ایمنی در ورزشکاران.....
۱۵..... بررسی اثربخشی BCAA؛ واقعیت علمی یا تبلیغات تجاری؟.....
۱۶..... کراتین زیر ذره بین علم ؛ از افزایش عملکرد ورزشی تا حمایت از سلامت عضلات.....
۱۷..... فراتر از بشقاب : رمز گشایی از معمای گینر.....
۱۸..... HMB، محافظ خاموش عضلات از ورزشکاری تا سالمندی.....
۲۱..... Pre workout / مرزی میان افزایش عملکرد و تحریک فیزیولوژیک.....



سدیم بیکربنات؛ بافر پنهان خستگی در ورزش‌های پرفشار

می‌شود. این مقدار معمولاً ۶۰ تا ۱۸۰ دقیقه پیش از فعالیت ورزشی مصرف می‌شود. با این حال، پاسخ افراد به مکمل یکسان نیست و برخی ورزشکاران اثرات بیشتری نسبت به دیگران تجربه می‌کنند. از سوی دیگر، افزایش دوز مصرفی لزوماً منجر به افزایش عملکرد نمی‌شود و حتی ممکن است احتمال بروز عوارض را افزایش دهد. مهم‌ترین محدودیت مصرف سدیم بیکربنات، عوارض گوارشی آن است. نفخ، تهوع، دل‌درد و اسهال از شایع‌ترین مشکلات گزارش شده هستند و می‌توانند عملکرد ورزشی را تحت تأثیر قرار دهند. به همین دلیل توصیه می‌شود ورزشکاران پیش از استفاده در مسابقات، پروتکل مصرف را در جلسات تمرینی آزمایش کنند تا میزان تحمل فردی خود را ارزیابی نمایند. در مجموع، سدیم بیکربنات یکی از معدود مکمل‌های ورزشی است که پشتوانه علمی قوی برای اثرات ارگوژنیک آن وجود دارد. این مکمل با افزایش ظرفیت بافری بدن و تأخیر در بروز خستگی ناشی از اسیدوز، می‌تواند عملکرد ورزشکاران را در فعالیت‌های شدید بهبود بخشد. با وجود این، بهره‌گیری از آن باید با رعایت دوز مناسب و توجه به عوارض احتمالی انجام شود تا بیشترین سود و کمترین خطر برای ورزشکار حاصل گردد.

و فراتحلیل‌ها نیز تأیید کرده‌اند که سدیم بیکربنات می‌تواند توانایی انجام فعالیت‌های تکراری با شدت بالا و استقامت عضلانی را افزایش دهد. مقدار مصرف یکی از عوامل تعیین‌کننده اثربخشی این مکمل است. تحقیقات نشان می‌دهد دوز حدود ۰,۳ گرم به ازای هر کیلوگرم وزن بدن، مؤثرترین مقدار برای افزایش عملکرد ورزشی محسوب



عملکرد ورزشی را در فعالیت‌های شدید با مدت تقریبی ۳۰ ثانیه تا ۱۲ دقیقه بهبود بخشد. این اثرات در رشته‌هایی مانند دوچرخه‌سواری، دوهای سرعتی، شنا، قایقرانی، ورزش‌های رزمی و تمرینات استقامتی عضلانی مشاهده شده است. همچنین شواهد نشان می‌دهد که این مکمل هم در مردان و هم در زنان دارای اثرات ارگوژنیک است. مطالعات مروری

سدیم بیکربنات (Sodium Bicarbonate) که در زندگی روزمره بیشتر با نام جوش شیرین شناخته می‌شود، یکی از قدیمی‌ترین و در عین حال مؤثرترین مکمل‌های ارگوژنیک مورد استفاده در ورزش است. طی سال‌های اخیر، پژوهش‌های متعددی به بررسی نقش این ترکیب در بهبود عملکرد ورزشی پرداخته‌اند و نتایج نشان می‌دهد که سدیم بیکربنات می‌تواند به‌ویژه در فعالیت‌های شدید و کوتاه‌مدت، عملکرد ورزشکاران را ارتقا دهد. در طول فعالیت‌های ورزشی پرفشار، انرژی مورد نیاز عضلات عمدتاً از مسیر گلیکولیز بی‌هوازی تأمین می‌شود. این فرایند با تولید یون‌های هیدروژن همراه است که باعث کاهش pH داخل عضله و ایجاد وضعیت اسیدوز متابولیک می‌شود. تجمع این یون‌ها با اختلال در انقباض عضلانی، کاهش فعالیت آنزیم‌های تولیدکننده انرژی و در نهایت بروز خستگی همراه است. سدیم بیکربنات با افزایش غلظت بیکربنات خون، ظرفیت بافری مایعات خارج سلولی را افزایش می‌دهد و خروج یون‌های هیدروژن از عضله به خون را تسهیل می‌کند. در نتیجه، کاهش pH عضلانی به تأخیر افتاده و ورزشکار قادر است شدت فعالیت را برای مدت بیشتری حفظ کند. بر اساس بیانیه رسمی انجمن بین‌المللی تغذیه ورزشی (ISSN)، مصرف سدیم بیکربنات می‌تواند

کازئین؛ ذخیره استراتژیک عضله



کازئین (Casein) یکی از مهم ترین پروتئین های شیر و پرمصرف ترین مکمل های پروتئینی در تغذیه ورزشی است که حدود ۸۰ درصد از کل پروتئین شیر گاو را تشکیل می دهد. برخلاف پروتئین وی که به سرعت هضم و جذب می شود، کازئین به دلیل ساختار میسلی خود دارای سرعت هضم پایین تری است و همین ویژگی، مبنای اثرات فیزیولوژیک و متابولیکی منحصر به فرد آن محسوب می شود. در سال های اخیر توجه پژوهشگران از مقایسه ساده کازئین و وی فراتر رفته و به بررسی نقش کازئین در تنظیم متابولیسم پروتئین عضله و بهینه سازی ریکاوری ورزشی معطوف شده است. پس از مصرف، میسل های کازئین در محیط اسیدی معده به صورت لخته های ژل مانند درمی آیند که سرعت تخلیه معده را کاهش می دهد. این فرایند موجب آزادسازی تدریجی اسیدهای آمینه و ایجاد هایپرامینواسیدمی پایدار در خون می شود. در حالی که پروتئین وی افزایش سریع و کوتاه مدت اسیدهای آمینه پلاسما را ایجاد می کند، کازئین می تواند این افزایش را برای چندین ساعت حفظ نماید. از دیدگاه متابولیکی، این ویژگی موجب کاهش تجزیه پروتئین عضلانی و بهبود تعادل نیتروژنی بدن می شود. مکانیسم اصلی اثر کازئین به تأمین مداوم اسیدهای آمینه ضروری، به ویژه لوسین، مرتبط

است. لوسین یکی از مهم ترین محرک های مسیر پیام رسانی mTORC1 محسوب می شود. فعال شدن این مسیر سبب فسفریلاسیون پروتئین هایی نظیر p70S6K و 4E-BP1 شده و در نهایت فرایند ترجمه و سنتز پروتئین در سلول های عضلانی را افزایش می دهد. اگرچه میزان لوسین موجود در کازئین از وی کمتر است، اما آزادسازی تدریجی آن موجب می شود تحریک مسیر mTOR برای مدت طولانی تری ادامه پیدا کند. در نتیجه، کازئین به جای ایجاد یک پاسخ آنابولیک سریع، شرایط مناسبی برای حفظ سنتز پروتئین در ساعات طولانی استراحت فراهم می کند.

یکی از مهم ترین کاربردهای کازئین در تغذیه ورزشی، مصرف آن پیش از خواب است. در طول خواب شبانه، بدن برای چندین ساعت در وضعیت ناشتایی قرار می گیرد و در صورت عدم دسترسی به اسیدهای آمینه، نرخ تجزیه پروتئین عضلانی افزایش می یابد. مطالعات نشان داده اند که مصرف حدود ۳۰ تا ۴۰ گرم کازئین پیش از خواب، غلظت اسیدهای آمینه خون را در طول شب افزایش داده و سنتز پروتئین میوفیبریلی را به طور معنی داری تقویت می کند. این اثر به ویژه در ورزشکاران قدرتی و افرادی که تمرینات مقاومتی انجام می دهند، اهمیت زیادی دارد. یافته های

جدید همچنین نشان می دهند که تأثیر کازئین تنها به پروتئین های انقباضی عضله محدود نمی شود. برخی مطالعات حاکی از آن هستند که دریافت پروتئین پیش از خواب می تواند سنتز پروتئین های میتوکندریایی را نیز افزایش دهد. این موضوع از آن جهت اهمیت دارد که میتوکندری ها مسئول تولید ATP در سلول هستند و بهبود عملکرد آن ها می تواند ریکاوری و سازگاری تمرینی را تسهیل کند. از این رو، امروزه کازئین به عنوان ابزاری برای حمایت از فرایندهای بازسازی سلولی در دوره استراحت شناخته می شود. در مجموع، کازئین را می توان مکملی دانست که اثرات خود را نه از طریق افزایش فوری عملکرد، بلکه از طریق بهینه سازی محیط متابولیکی بدن اعمال می کند. آزادسازی تدریجی اسیدهای آمینه، کاهش تجزیه پروتئین عضلانی، تحریک پایدار مسیر mTOR و حمایت از سنتز پروتئین در دوره های طولانی ناشتایی، مهم ترین مکانیسم هایی هستند که جایگاه کازئین را در تغذیه ورزشی مدرن تثبیت کرده اند. به همین دلیل، بسیاری از متخصصان تغذیه ورزشی از کازئین به عنوان «ذخیره استراتژیک عضله» یاد می کنند؛ پروتئینی که در سکوت عمل می کند، اما نقش آن در حفظ و بازسازی بافت عضلانی، انکارناپذیر است.

پروتئین وی؛ قراتر از یک مکمل ورزشی

بررسی کرد، نشان داد مصرف پروتئین وی، به ویژه در کنار تمرینات مقاومتی، موجب بهبود توده عضلانی، سرعت راه رفتن و قدرت عضلانی در سالمندان مبتلا به سارکوپنیا می‌شود. علاوه بر این، تحقیقات جدید به اثرات متابولیک پروتئین وی نیز توجه کرده‌اند. نتایج یک مرور نظام‌مند و متآنالیز منتشرشده در سال ۲۰۲۵ نشان داد که مصرف پروتئین وی می‌تواند برخی شاخص‌های سلامت قلبی-متابولیک، از جمله پروفایل چربی خون و برخی عوامل خطر بیماری‌های قلبی عروقی را بهبود بخشد. این یافته‌ها نشان می‌دهد که نقش پروتئین وی فراتر از عضله سازی بوده و می‌تواند در ارتقای سلامت عمومی نیز اهمیت داشته باشد. با وجود مزایای متعدد، پروتئین وی جایگزین یک رژیم غذایی متعادل نیست و اثربخشی آن زمانی بیشتر است که همراه با فعالیت بدنی منظم و الگوی غذایی مناسب مصرف شود. در مجموع، شواهد علمی موجود پروتئین وی را به عنوان یک منبع پروتئینی ارزشمند معرفی می‌کنند که علاوه بر حمایت از عملکرد ورزشی، می‌تواند در حفظ سلامت عضلات و بهبود برخی شاخص‌های متابولیک نقش مؤثری داشته باشد.

پروتئین وی یکی از باکیفیت‌ترین منابع پروتئینی است که از آب پنیر به دست می‌آید و به دلیل دارا بودن تمامی اسیدهای آمینه ضروری، به ویژه لوسین، از ارزش تغذیه‌ای بالایی برخوردار است. در سال‌های اخیر، پژوهش‌های متعددی نقش این پروتئین را نه تنها در بهبود عملکرد ورزشی، بلکه در ارتقای سلامت عمومی نیز مورد بررسی قرار داده‌اند. محبوبیت پروتئین وی تا حد زیادی به قابلیت هضم و جذب سریع آن بازمی‌گردد. این ویژگی موجب افزایش غلظت اسیدهای آمینه در خون و تحریک سنتز پروتئین عضلانی می‌شود. مطالعات نشان داده‌اند که مصرف پروتئین وی پس از فعالیت بدنی، به ویژه تمرینات مقاومتی، می‌تواند فرایند بازسازی و رشد عضلات را تسهیل کرده و زمان ریکاوری را کاهش دهد. به همین دلیل، این مکمل به یکی از پرکاربردترین فرآورده‌های تغذیه ورزشی در جهان تبدیل شده است. با این حال، کاربردهای پروتئین وی به ورزشکاران محدود نمی‌شود. شواهد علمی جدید نشان می‌دهد که این پروتئین می‌تواند در پیشگیری و مدیریت سارکوپنیا (کاهش تدریجی توده و قدرت عضلانی در سالمندی) نیز مؤثر باشد. یک متآنالیز منتشرشده در سال ۲۰۲۴ که نتایج ۱۰ کارآزمایی بالینی را



از مغز تا عضله در ۶۰ دقیقه : اثر ارگوژنیک کافئین

کافئین به عنوان یکی از مؤثرترین مکمل های ارگوژنیک قانونی، جایگاه خود را در علم ورزش تثبیت کرده است. مکانیسم اصلی اثر آن نه از طریق تأثیر مستقیم بر عضلات، بلکه از راه سیستم عصبی مرکزی اعمال می شود. کافئین با آنتاگونیست کردن گیرنده های آدنوزین (A₁ و A_{2A})، اثر مهارى این نوروترانسمیتر را خنثی کرده و در نتیجه آزادسازی دوپامین و نوراپی نفرین افزایش می یابد. این فرآیند منجر به کاهش درک خستگی و درد، بهبود زمان واکنش و افزایش سطح هوشیاری می شود. به استناد بیانیه انجمن بین المللی تغذیه ورزشی (ISSN، به روز ۲۰۲۱)، همچنین کافئین در سطح سلولی با افزایش آزادسازی کلسیم از شبکه سارکوپلاسمی، مستقیماً نیروی انقباض عضلانی را بهبود می بخشد. از نظر دوز مؤثر، مطالعات نشان داده اند که محدوده ۳ تا ۶ میلی گرم کافئین به ازای هر کیلوگرم وزن بدن، بیشترین تأثیر را بدون عوارض جانبی قابل توجه دارد. برای یک ورزشکار ۷۰ کیلوگرمی، این مقدار معادل ۲۱۰ تا ۴۲۰ میلی گرم است. زمان مصرف بهینه حدود ۶۰ دقیقه قبل از فعالیت است، هرچند اشکال جدیدتر مانند آدامس یا دهان شوی کافئین دار، اثر سریع تری دارند. یک متاآنالیز جامع در سال ۲۰۲۴ شامل ۲۳۰ شرکت کننده نشان داد که کافئین به طور معنی داری استقامت هوازی (با حفظ گلیکوژن و افزایش اکسیداسیون چربی) و همچنین قدرت و توان بی هوازی را افزایش می دهد. اندازه اثر استاندارد شده (SMD) برای سرعت حرکت در تمرینات مقاومتی ۰.۴۲ و برای ارتفاع پرش در بازیکنان فوتبال ۰.۳۷ گزارش شده است. نکته حائز اهمیت، تفاوت های فردی ناشی از پلی مورفیسم ژن CYP1A2 است. ورزشکارانی که ژنوتیپ AA دارند (متابولیزور سریع)، بیشترین بهبود عملکرد را تجربه می کنند، در حالی که افراد با آلل C ممکن است سود کمتری ببرند یا حتی با دوزهای بالا دچار اضطراب و بی خوابی شوند. دوزهای بالای ۹ میلی گرم بر کیلوگرم نه تنها تأثیر بیشتری ندارند، بلکه خطر عوارضی نظیر تاکی کاردی و لرزش را افزایش می دهند. در مجموع، کافئین یک مکمل ایمن و اثربخش است، اما توصیه می شود ورزشکاران ابتدا پاسخ فردی خود را با دوزهای پایین (۳ میلی گرم بر کیلوگرم) آزمایش کرده و حداکثر تا ۶ میلی گرم بر کیلوگرم پیش ببرند.



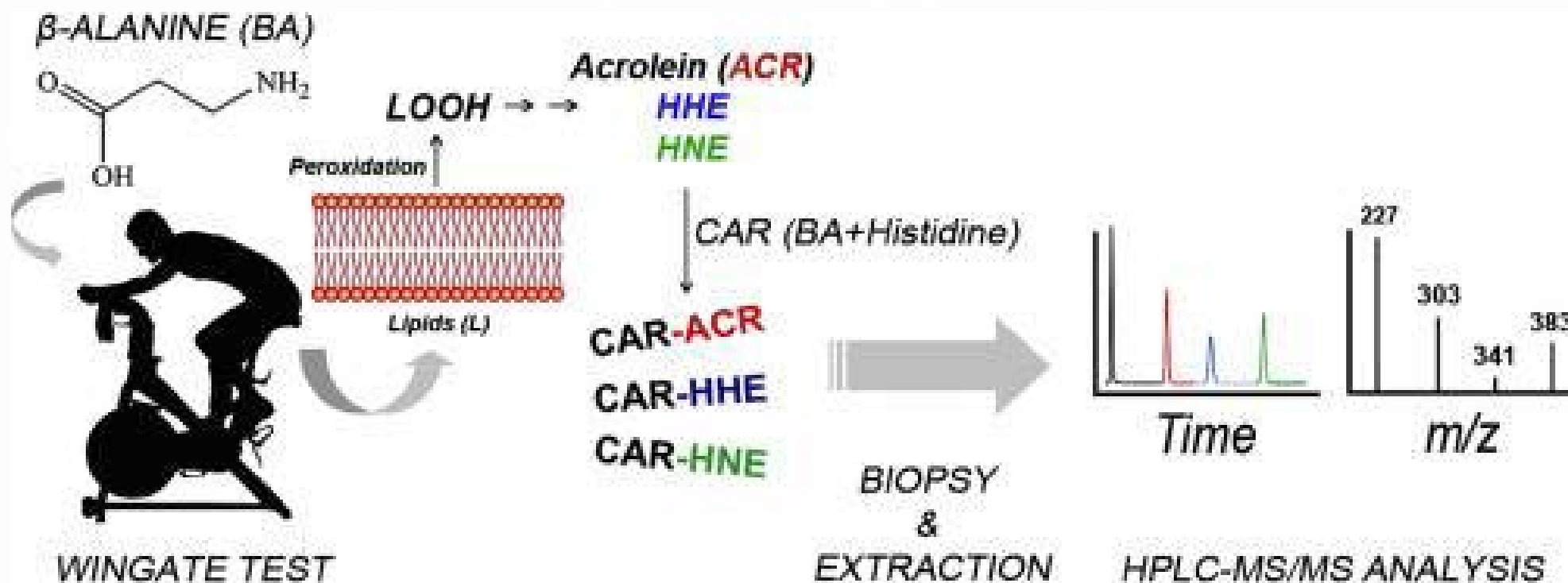
ال-کارنیتین؛ راننده پنهان کارخانه انرژی بدن

وقتی صحبت از چربی سوزی و تولید انرژی می شود، نام ال-کارنیتین معمولاً به عنوان یکی از محبوب ترین مکمل ها مطرح می شود؛ اما واقعاً ال-کارنیتین چیست و چه نقشی در بدن دارد؟ ال-کارنیتین (L-Carnitine) ترکیبی شبه آمینواسیدی است که از اسیدهای آمینه لیزین و متیونین ساخته می شود و نقش اصلی آن انتقال اسیدهای چرب بلندزنجیر به داخل میتوکندری است؛ جایی که این اسیدهای چرب برای تولید انرژی اکسید می شوند. به همین دلیل، ال-کارنیتین یکی از اجزای کلیدی متابولیسم انرژی محسوب می شود. بخش عمده ذخایر ال-کارنیتین بدن در عضلات اسکلتی قرار دارد زیرا این بافت ها نیاز انرژی بالایی دارند. منابع غذایی ال-کارنیتین شامل گوشت قرمز، مرغ و فرآورده های لبنی هستند. اگرچه دریافت غذایی اهمیت دارد، بدن نیز قادر است بخشی از نیاز خود را از طریق سنتز درون زاد تأمین کند. همچنین کلیه ها با بازجذب مؤثر کارنیتین نقش مهمی در حفظ سطح طبیعی آن دارند. در سال های اخیر، مکمل ال-کارنیتین به دلیل ادعاهای مربوط به کاهش وزن و افزایش عملکرد ورزشی محبوبیت زیادی پیدا کرده است. با این حال، شواهد علمی نشان می دهند که اثر آن بر کاهش وزن معمولاً محدود و متوسط است. مرور نظام مند و متاآنالیز کارآزمایی های بالینی نشان داده اند که مصرف ال-کارنیتین میتواند کاهش خفیفی در وزن بدن، BMI و توده چربی ایجاد کند، اما این اثرات معمولاً چشمگیر نیستند و اغلب در کنار رژیم غذایی و فعالیت بدنی مشاهده می شوند. علاوه بر این، پژوهش ها نشان داده اند که ال-کارنیتین ممکن است در برخی شاخص های متابولیک مانند قند خون ناشتا، مقاومت انسولینی و HbA_{1c} اثرات مثبتی داشته باشد؛ هرچند شدت این اثرات در جمعیت های مختلف متفاوت است و هنوز نمی توان آن را به عنوان یک درمان مستقل در نظر گرفت. با وجود محبوبیت زیاد، باید توجه داشت که ال-کارنیتین یک «چربی سوز معجزه آسا» نیست. نقش اصلی آن در فیزیولوژی بدن، مشارکت در انتقال اسیدهای چرب و متابولیسم انرژی است و استفاده از مکمل آن بدون اصلاح سبک زندگی، نتایج قابل توجهی ایجاد نخواهد کرد. بنابراین، شناخت علمی عملکرد این ترکیب می تواند از نگاه اغراق آمیز به آن جلوگیری کند و استفاده منطقی تری از آن را ممکن سازد.

بتا آلانین؛ راهکاری علمی برای بهبود عملکرد و تأخیر در خستگی عضلانی

مدت تقریبی ۳۰ ثانیه تا ۱۰ دقیقه بهبود بخشد و بیشترین شواهد از اثربخشی آن مربوط به فعالیت های ۱ تا ۴ دقیقه ای است. به همین دلیل، این مکمل در رشته هایی مانند دوهای سرعت، شنا، قایقرانی، دوچرخه سواری، تمرینات تناوبی با شدت بالا (HIIT) و برخی ورزش های تیمی و ورزش های رزمی مورد توجه قرار گرفته است. برخلاف مکمل هایی مانند کافئین که اثرات آنها بلافاصله پس از مصرف ظاهر می شود، تأثیر بتا آلانین وابسته به افزایش تدریجی ذخایر کارنوزین عضلانی است؛ بنابراین برای دست یابی به نتایج مطلوب، مصرف منظم آن ضروری است. مرورهای نظام مند و متاآنالیزها نیز نشان داده اند که مکمل یاری با بتا آلانین می تواند در برخی شرایط موجب بهبود عملکرد در فعالیت های پرفشار، افزایش ظرفیت انجام تمرینات شدید و کاهش برخی شاخص های خستگی عصبی - عضلانی شود، اگرچه میزان این اثر به نوع فعالیت ورزشی، مدت تمرین و ویژگی های فردی ورزشکار بستگی دارد. از نظر ایمنی، مطالعات نشان می دهند که مصرف بتا آلانین در افراد سالم و در دوزهای توصیه شده عموماً ایمن است. شایع ترین عارضه جانبی آن پaresthesia) یا احساس گزگز و مورمور شدن پوست است که معمولاً موقتی، وابسته به دوز و بدون پیامد بالینی جدی است. تقسیم دوز مصرفی در طول روز یا استفاده از فرآورده های آهسته رهش میتواند احتمال بروز این عارضه را کاهش دهد. در مجموع، بتا آلانین یکی از مکمل های ورزشی با پشتوانه علمی مناسب است که با افزایش غلظت کارنوزین عضلات و بهبود ظرفیت بافری داخل سلولی، میتواند به تأخیر خستگی عضلانی و بهبود عملکرد در فعالیتهای پرفشار کمک کند. با این حال، مصرف آن باید در کنار تمرین اصولی و تغذیه متعادل انجام شود.

استفاده از مکمل های ورزشی با هدف افزایش عملکرد بدنی و ارتقای کیفیت تمرینات در سالهای اخیر گسترش چشمگیری یافته است. با این حال، تنها تعداد محدودی از این مکمل ها از پشتوانه علمی قوی برخوردار هستند. بتا آلانین (Beta-Alanine) یکی از مکمل هایی است که اثربخشی آن در مطالعات متعدد و بیانیه های علمی معتبر تأیید شده و امروزه به عنوان یک مکمل ارگوژنیک (Ergogenic Aid) در ورزشهای پرفشار شناخته می شود. بتا آلانین یک اسید آمینه غیرضروری و غیرپروتئینی است که به طور طبیعی در بدن تولید می شود و در مواد غذایی حیوانی مانند گوشت، مرغ و ماهی نیز یافت می شود. این ترکیب مستقیماً در سنتز پروتئین ها نقش ندارد، بلکه مهم ترین عملکرد آن مشارکت در تولید کارنوزین (Carnosine) در عضلات اسکلتی است. کارنوزین از اتصال بتا آلانین و هیستیدین تشکیل می شود و به عنوان یک بافر داخل سلولی، در حفظ تعادل اسیدی - بازی عضله نقش مهمی ایفا می کند. در حین فعالیتهای ورزشی شدید، افزایش سرعت گلیکولیز با تجمع یون های هیدروژن همراه است که می تواند موجب کاهش pH داخل سلولی و اختلال در عملکرد انقباضی عضله شود. افزایش غلظت کارنوزین از طریق مصرف بتا آلانین، ظرفیت بافری عضله را افزایش داده و به تأخیر در اسیدی شدن محیط داخل سلولی کمک می کند؛ در نتیجه، توانایی حفظ فعالیت با شدت بالا برای مدت طولانی تری فراهم می شود. بر اساس بیانیه رسمی انجمن بین المللی تغذیه ورزشی (ISSN)، مصرف روزانه ۴ تا ۶ گرم بتا آلانین به مدت حداقل ۲ تا ۴ هفته موجب افزایش معنی دار غلظت کارنوزین عضلات اسکلتی می شود. شواهد موجود نشان میدهد که مکمل یاری با بتا آلانین می تواند عملکرد را در برخی فعالیت های ورزشی پرفشار با



نقش مکمل گلوتامین در بهبود عملکرد ورزشی، ریکاوری و پاسخ های ایمنی در ورزشکاران

گلوتامین فراوان ترین اسید آمینه آزاد در بدن انسان است که نقش مهمی در متابولیسم سلولی، حفظ تعادل نیتروژن و حمایت از عملکرد سیستم ایمنی ایفا می کند. در شرایط فیزیولوژیک عادی، بدن قادر به سنتز مقدار کافی گلوتامین است؛ اما در شرایط استرس زا مانند تمرینات ورزشی شدید و طولانی مدت، نیاز بدن به این اسید آمینه افزایش یافته و ممکن است به یک اسید آمینه «نیمه ضروری» تبدیل شود. کاهش سطح گلوتامین پلاسما پس از تمرینات سنگین با خستگی بیشتر، افزایش التهاب، کاهش عملکرد ایمنی و تأخیر در ریکاوری عضلانی مرتبط دانسته شده است. از نظر فیزیولوژیک، گلوتامین در فرآیندهایی مانند تولید گلوتاتیون (به عنوان یکی از مهم ترین آنتی اکسیدان های بدن)، حفظ یکپارچگی سلول های روده، تنظیم تعادل اسید و باز، و حمایت از سلول های ایمنی مانند لنفوسیت ها نقش دارد. این عملکردها می توانند در شرایط تمرینی سنگین به کاهش آسیب عضلانی و تسریع بازسازی بافت ها کمک کنند. به همین دلیل، گلوتامین به عنوان یکی از مکمل های پرکاربرد در میان ورزشکاران حرفه ای و استقامتی مورد توجه قرار گرفته است. با این حال، شواهد علمی حاصل از مطالعات انسانی درباره اثر مستقیم مکمل گلوتامین

بر بهبود عملکرد ورزشی (مانند افزایش قدرت، سرعت یا استقامت) یکسان و قطعی نیست. بسیاری از تحقیقات نشان داده اند که مصرف گلوتامین تأثیر قابل توجهی بر عملکرد مستقیم ورزشی ندارد، اما ممکن است در شرایط تمرینات شدید یا دوره های تمرینی فشرده، در کاهش درد عضلانی تأخیری (DOMS)، بهبود ریکاوری و کاهش خطر عفونت های ناشی از تمرینات سنگین نقش حمایتی داشته باشد. همچنین برخی مطالعات به نقش احتمالی گلوتامین در بهبود سلامت دستگاه گوارش و کاهش افزایش نفوذپذیری روده در شرایط استرس فیزیکی اشاره کرده اند. این موضوع می تواند برای ورزشکاران رشته های استقامتی که تحت فشارهای طولانی مدت قرار دارند اهمیت بیشتری داشته باشد. با وجود این مزایا، هنوز اجماع علمی قوی برای توصیه قطعی گلوتامین به عنوان مکمل افزایش عملکرد ورزشی وجود ندارد و اثرات آن بیشتر در حوزه ریکاوری و حمایت متابولیک مطرح است. در مجموع، گلوتامین مکملی با نقش های فیزیولوژیک مهم در بدن است که می تواند در شرایط استرس ورزشی به بهبود برخی شاخص های ریکاوری و عملکرد ایمنی کمک کند، اما برای تأثیر مستقیم آن بر بهبود عملکرد ورزشی نیاز به تحقیقات بیشتر با طراحی های دقیق تر و جمعیت های بزرگ تر وجود دارد.

بررسی اثربخشی BCAA؛ واقعیت علمی یا تبلیغات تجاری؟

اسیدهای آمینه شاخه دار (BCAA) شامل لوسین، ایزولوسین و والین، اسیدهای آمینه ضروری هستند که در بدن ساخته نمی شوند و باید از طریق رژیم غذایی دریافت شوند. این ترکیبات برخلاف سایر اسیدهای آمینه، در کبد متابولیزه نشده و مستقیماً در عضلات اسکلتی اکسید می شوند. در این میان، لوسین به عنوان یک محرک کلیدی در مسیر سیگنال دهی mTOR، نقش بسیار مهمی در فعال سازی اولیه سنتز پروتئین عضلانی (MPS) ایفا می کند. مکمل های BCAA یکی از محبوب ترین محصولات تجاری ورزشی هستند که با این ادعا به بازار عرضه می شوند که می توانند سازگاری های عضلانی را به شدت بهبود بخشند. تبلیغات شرکت های سازنده معمولاً بر این پیش فرض استوار است که مصرف این اسیدهای آمینه به تنهایی باعث افزایش قدرت، تسریع روند ریکاوری، کاهش خستگی و جلوگیری از ریزش عضلانی می شود. اما از دیدگاه فیزیولوژی تغذیه، داستان کمی متفاوت است. برای ساخت پروتئین عضلانی جدید، حضور مقادیر کافی از تمام ۹ اسید آمینه ضروری (EAAs) الزامی است. مصرف BCAA به تنهایی (تنها ۳ اسید آمینه) نمی تواند به طور بهینه سنتز پروتئین را تداوم بخشد. مطالعات بالینی نشان می دهند که تحریک سنتز پروتئین با مصرف BCAA در مقایسه با مصرف پروتئین های کاملی مانند «پروتئین وی» بسیار کمتر و ناپایدارتر است. جالب تر اینکه در حالت ناشتا، مصرف BCAA به تنهایی حتی ممکن است باعث کاهش نرخ سنتز پروتئین

شود، زیرا سایر اسیدهای آمینه مورد نیاز برای ساخت عضله، باید از طریق تجزیه پروتئین های خود عضله تامین شوند. مرورهای سیستماتیک متعدد تایید می کنند که در صورت دریافت روزانه پروتئین کافی (حدود ۱.۶ گرم به ازای هر کیلوگرم وزن بدن)، مصرف مکمل BCAA هیچ مزیت افزوده ای برای افزایش حجم، قدرت و یا بهبود عملکرد فیزیکی ندارد. با وجود عدم اثربخشی در عضله سازی مستقیم، این مکمل کاملاً بی فایده نیست. شواهد علمی نشان می دهند که BCAA می تواند نشانگرهای آسیب عضلانی مانند کراتین کیناز (CK) را کاهش داده و دردهای عضلانی تأخیری (DOMS) را پس از تمرینات سنگین به طور قابل توجهی تسکین دهد. پاسخ به این مکمل با توجه به جنسیت نیز متفاوت است؛ زنان معمولاً کاهش بیشتری در درد عضلانی و خستگی تجربه می کنند، در حالی که مردان ممکن است از نظر حفظ قدرت بیشتر بهره مند شوند. همچنین، افراد مسن یا کسانی که به دلیل رژیم های محدود کننده، پروتئین باکیفیت کافی دریافت نمی کنند، می توانند برای رسیدن به آستانه آنابولیک از این مکمل استفاده کنند. در نهایت، ادعاهای تجاری مبنی بر تأثیر معجزه آسای BCAA بر عضله سازی، با واقعیات متون علمی همخوانی ندارد. برای ورزشکارانی که رژیم غذایی اصولی و غنی از پروتئین های کامل دارند، خرید این مکمل توجیه علمی و اقتصادی ندارد. با این وجود، مصرف BCAA می تواند به عنوان یک استراتژی موثر و هدفمند برای کاهش دردهای عضلانی و تسریع ریکاوری در دوره های تمرینی پرفشار و طاقت فرسا در نظر گرفته شود.

کراتین زیر ذره بین علم ؛ از افزایش عملکرد ورزشی تا حمایت از سلامت عضلات؛

فراتر از پشقاب : رمز گشایی از معمای گینر

کراتین یکی از شناخته شده ترین ترکیبات ارگوتنیک در علوم ورزشی است که به طور طبیعی از اسیدهای آمینه گلیسین ، آرژنین و متیونین در کبد، کلیه و پانکراس سنتز می شود. حدود ۹۵ درصد ذخایر کراتین بدن در عضلات اسکلتی قرار دارد و بخش عمده آن به صورت فسفوکراتین ذخیره می شود. نقش اصلی فسفوکراتین، تأمین سریع انرژی از طریق بازسازی آدنوزین تری فسفات (ATP) در فعالیت های کوتاه مدت، شدید و انفجاری است. به همین دلیل، کراتین به عنوان یکی از مؤثرترین مکمل های تغذیه ورزشی برای بهبود عملکرد در فعالیت های قدرتی و بی هوازی شناخته می شود. مطالعات متعدد نشان داده اند که مصرف مکمل کراتین مونوهیدرات موجب افزایش ذخایر فسفوکراتین عضلات، بهبود توان تولید نیرو، افزایش قدرت عضلانی و ارتقای عملکرد در تمرینات مقاومتی می شود. نتایج فراتحلیل ها حاکی از آن است که مصرف کراتین همراه با تمرینات قدرتی می تواند افزایش بیشتری در توده بدون چربی بدن و قدرت عضلانی نسبت به تمرین به تنهایی ایجاد کند. علاوه بر این، برخی پژوهش ها نشان داده اند که کراتین ممکن است از طریق افزایش حجم سلولی، تحریک سنتز پروتئین های عضلانی و بهبود ریکواری پس از تمرین ، در فرایند سازگاری عضلات با تمرین نقش

داشته باشد. در سال های اخیر، دامنه تحقیقات درباره کراتین فراتر از عملکرد ورزشی گسترش یافته است . شواهد اولیه نشان می دهند که این ترکیب ممکن است در حفظ توده عضلانی در سالمندان، بهبود عملکرد فیزیکی در شرایط تحلیل عضلانی و حتی برخی جنبه های عملکرد شناختی نقش داشته باشد. اگرچه نتایج این مطالعات امیدوار کننده هستند، اما برای تأیید قطعی اثرات درمانی کراتین در حوزه های غیروزشی، انجام پژوهش های بیشتر ضروری است. از منظر ایمنی، کراتین مونوهیدرات یکی از ایمن ترین مکمل های غذایی محسوب می شود. موضع رومن انجمن بین المللی تغذیه ورزشی (ISSN) بیان می کند که مصرف طولانی مدت کراتین در افراد سالم، در دوزهای توصیه شده، با عوارض جانبی جدی همراه نیست. همچنین شواهد علمی موجود ادعاهای مربوط به آسیب کلیوی، کم آبی بدن یا افزایش خطر گرفتگی عضلات را در افراد سالم تأیید نمی کنند. بر اساس دستورالعمل های رایج، مصرف روزانه ۳ تا ۵ گرم کراتین مونوهیدرات برای حفظ ذخایر عضلانی کافی بوده و می تواند به عنوان یک راهکار تغذیه ای مؤثر برای بهبود عملکرد ورزشی و حمایت از سلامت عضلات مورد استفاده قرار گیرد . ورزشکاران بهتر است پیش از شروع مکمل یاری با متخصص تغذیه مشورت کنند.

Mass Gainerها مکمل های غذایی هستند که برای افزایش وزن و حجم عضلانی طراحی شده اند. این محصولات معمولاً حاوی مقادیر بالایی کالری کربوهیدرات (بخش عمده ای از Mass Gainer ها را کربوهیدرات ها تشکیل می دهند، معمولاً ۷۰-۵۰ درصد یا بیشتر) و پروتئین ها (مس گینر ها معمولاً حاوی ترکیبی از پروتئین های سریع الجذب مانند وی و کند الجذب مانند کازئین هستند) و گاهی اوقات چربی (چربی های سالم مانند MCT (تری گلیسیریدهای زنجیره متوسط) یا روغن کتان) هستند و به جذب برخی ویتامین ها کمک میکنند و مواد مغذی دیگر نیز به آنها اضافه می شود. هدف اصلی مصرف Mass Gainer ها تأمین کالری اضافی مورد نیاز بدن برای افزایش وزن به ویژه در افرادی است که متابولیسم بالایی دارند (به سختی وزن اضافه میکنند) یا نیاز به افزایش وزن سریع برای اهداف ورزشی دارند.

انواع Mass Gainer:

مس گینرهای پرکربوهیدرات، مس گینرهای افزایش توده عضلانی خالص (Lean Mass Gainers) ، مس گینرهای با تمرکز بر پروتئین ، مس گینرهای گیاهی، مس گینرهای عملکردی حاوی کراتین و سایر ترکیبات ارگوتنیک (بهبود دهنده عملکرد)

چه کسانی باید از Mass Gainer استفاده کنند؟

ورزشکارانی که به دنبال افزایش حجم و وزن عضلانی هستند. افراد لاغر اندام (Ectomorphs) که به سختی وزن اضافه می کنند. افرادی که دوره نقاهت پس از بیماری یا جراحی را طی می کنند و تحت نظر پزشک به دریافت کالری بالا نیاز دارند.

چه کسانی نباید از Mass Gainer استفاده کنند؟

افرادی که هدفشان کاهش وزن یا حفظ وزن فعلی است. افرادی که سابقه مشکلات کلیوی یا کبدی دارند به دلیل حجم بالای پروتئین و کالری و افرادی که به لاکتوز یا سایر ترکیبات موجود در محصول حساسیت دارند.

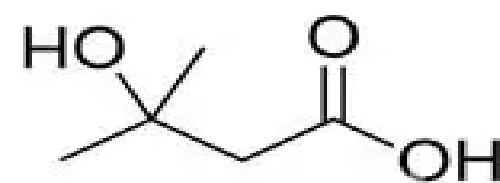
Mass Gainer ها میتوانند برای افرادی که به دنبال افزایش وزن و حجم عضلانی هستند یک ابزار مفید باشند؛ به ویژه زمانی که دریافت کالری کافی از طریق غذا دشوار است. با این حال انتخاب مناسب محصول توجه به کیفیت ترکیبات و در نظر گرفتن نیازهای فردی اهمیت زیادی دارد. مصرف این مکمل ها باید در چارچوب یک برنامه غذایی متعادل و تمرین منظم انجام شود تا بیشترین اثر بخشی و کمترین عوارض را داشته باشد.

HMB، محافظ خاموش عضلات از ورزشکاری تا سالمندی:

در دنیای تغذیه ورزشی مکمل های متعددی با ادعای افزایش عملکرد و بهبود ترکیب بدنی معرفی می شوند ، اما تنها تعداد محدودی از آنها از پشتوانه علمی قابل توجهی برخوردارند. یکی از این مکمل ها بتا هیدروکسی بتا متیل بوتیرات یا HMB است؛ ترکیبی که به عنوان متابولیت اسید آمینه ضروری لوسین شناخته میشود و طی دو دهه گذشته توجه پژوهشگران حوزه تغذیه ورزش و سالمندی را به خود جلب کرده است. HMB به طور طبیعی در بدن از متابولیسم لوسین تولید می شود، اما میزان تولید آن محدود است و تنها بخش کوچکی از لوسین دریافتی به این ترکیب تبدیل می شود. به همین دلیل دست یابی به مقادیر مؤثر HMB از طریق رژیم غذایی روزمره دشوار بوده و استفاده از مکمل آن مورد توجه قرار گرفته است . مطالعات نشان میدهند که HMB میتواند از طریق دو مکانیسم اصلی بر سلامت عضلات اثر بگذارد، نخست کاهش تجزیه پروتئین های عضلانی و دوم حمایت از فرایند سنتز پروتئین. به عبارت دیگر این ترکیب به حفظ تعادل پروتئینی عضله کمک کرده و در شرایطی که بدن در معرض استرسهای متابولیک تمرینات شدید یا افزایش سن قرار دارد ، میتواند از تحلیل عضلانی جلوگیری کند. علاوه بر این برخی پژوهشها نشان داده اند که HMB در حفظ یکپارچگی غشای

سلولهای عضلانی و کاهش آسیب ناشی از فعالیتهای ورزشی شدید نیز نقش دارد . انجمن بین المللی تغذیه ورزشی (ISSN) در بیانیه رسمی خود اعلام کرده است که مصرف روزانه حدود ۳ گرم HMB میتواند در کاهش آسیب عضلانی ناشی از ورزش تسریع فرایند ریکاوری و بهبود برخی سازگاری های ناشی از تمرینات مقاومتی مؤثر باشد . با این حال پژوهشگران تأکید میکنند که اثر بخشی HMB به عواملی مانند وضعیت تمرینی فرد ، شدت فعالیت بدنی ، کیفیت رژیم غذایی و شرایط فیزیولوژیک بستگی دارد. یکی از مهمترین زمینه های پژوهشی HMB، بررسی اثرات آن در سالمندان است. کاهش تدریجی

توده و عملکرد عضلات اسکلتی که با عنوان «سارکوپنیا» شناخته می شود از چالش های مهم دوران سالمندی به شمار می رود . نتایج مرورهای نظام مند و متاآنالیزها نشان داده اند که مصرف HMB میتواند به حفظ توده عضلانی در سالمندان کمک کرده و روند تحلیل عضلات را کندتر سازد. این موضوع از آن جهت اهمیت دارد که حفظ توده عضلانی با کاهش خطر زمین خوردگی ، حفظ استقلال فردی و ارتقای کیفیت زندگی در سنین بالا ارتباط مستقیم دارد. با وجود نتایج امیدوار کننده تمامی مطالعات اثرات یکسانی را گزارش نکرده اند. شواهد موجود نشان میدهد که مزایای HMB در



HMB
 β -Hydroxy β -methylbutyric acid



سالمندان ، افراد کم تحرک ، بیماران در معرض تحلیل عضلانی و افرادی که به تازگی تمرینات مقاومتی را آغاز کرده اند بیشتر و پایدارتر مشاهده شده است؛ در حالی که نتایج پژوهش ها در ورزشکاران حرفه ای و بسیار تمرین دیده همچنان متناقض است و به تحقیقات بیشتری نیاز دارد . از منظر ایمنی نیز HMB یکی از مکمل های نسبتاً ایمن محسوب می شود. مطالعات انسانی تاکنون عوارض جانبی قابل توجهی را در دوزهای توصیه شده گزارش نکرده اند و مصرف آن برای افراد سالم بی خطر ارزیابی شده است. با این حال همانند سایر مکمل ها HMB نباید جایگزین رژیم غذایی متعادل ، دریافت کافی پروتئین و فعالیت بدنی منظم شود. در مجموع HMB را می توان یکی از مکمل های دارای پشتوانه علمی مناسب در حوزه حفظ سلامت عضلات دانست. اگرچه این ترکیب معجزه گر نیست اما شواهد موجود نشان می دهد که در شرایط خاص به ویژه در سالمندی ، دوره های بی تحرکی یا تمرینات شدید می تواند به عنوان ابزاری کمکی برای حفظ توده عضلانی و بهبود فرایند ریکاوری مورد استفاده قرار گیرد. آینده پژوهش های این حوزه احتمالاً بر شناسایی دقیق تر افرادی متمرکز خواهد بود که بیشترین سود را از مصرف این مکمل دریافت می کنند.

ویتامین

مجله علم تغذیه، ورزش و سلامت

Pre workout / مدزی میان افزایش عملکرد و تحریک

مکمل‌های Pre-Workout به ترکیباتی اطلاق می‌شوند که با هدف بهبود عملکرد ورزشی، افزایش ظرفیت تمرینی، ارتقای تمرکز ذهنی و کاهش احساس خستگی، پیش از فعالیت بدنی مصرف می‌گردند. این مکمل‌ها معمولاً شامل مجموعه‌ای از مواد فعال زیستی نظیر کافئین، بتا‌آلانین، کراتین، آمینواسیدها و پیش‌سازهای نیتریک‌اکسید هستند. با وجود رواج گسترده مصرف آن‌ها در ورزش‌های قدرتی و استقامتی، اثرگذاری واقعی این ترکیبات وابسته به دوز، زمان‌بندی مصرف و ویژگی‌های فردی مصرف‌کننده است. ترکیبات اصلی و مکانیسم‌های فیزیولوژیک: کافئین (Caffeine): کافئین به‌عنوان محرک سیستم عصبی مرکزی با مهار گیرنده‌های آدنوزین، موجب کاهش احساس خستگی، افزایش هوشیاری و بهبود عملکرد شناختی و عضلانی می‌شود. دوز مؤثر آن در مطالعات علمی معمولاً بین ۳ تا ۶ میلی‌گرم به ازای هر کیلوگرم وزن بدن گزارش شده است. اثرات ارگوژنیک کافئین عمدتاً در بهبود توان خروجی و استقامت مشاهده می‌شود. بتا‌آلانین (Beta-Alanine): بتا‌آلانین پیش‌ساز کارنوزین عضلانی است و با افزایش ظرفیت بافبری عضله، تجمع یون‌های هیدروژن را در فعالیت‌های شدید به تأخیر می‌اندازد. این فرآیند موجب کاهش اسیدوز عضلانی و بهبود عملکرد در تمرینات با شدت بالا و مدت ۱ تا ۴ دقیقه می‌گردد. کراتین مونوهیدرات (Creatine Monohydrate): کراتین با افزایش ذخایر فسفوکراتین در عضله، بازسازی سریع‌تر آدنوزین تری‌فسفات (ATP) را تسهیل کرده و عملکرد در فعالیت‌های کوتاه‌مدت، پرشدت و انفجاری را ارتقا می‌دهد. برخلاف برخی تصورات، اثر کراتین وابسته به مصرف مداوم و اشباع ذخایر عضلانی است، نه صرفاً مصرف پیش از تمرین. پیش‌سازهای نیتریک‌اکسید (NO Precursors): ترکیباتی مانند ال-آرژنین و ال-سیترویلین با افزایش تولید نیتریک‌اکسید، موجب اتساع عروقی، افزایش جریان خون عضلانی و بهبود انتقال اکسیژن و مواد مغذی به بافت فعال می‌شوند. این اثر اغلب به‌صورت افزایش "پمپ عضلانی" گزارش می‌شود. بر اساس شواهد علمی، مصرف کنترل‌شده و استاندارد مکمل‌های Pre-Workout می‌تواند منجر به بهبود معنادار در شاخص‌های عملکردی زیر گردد: ۱- افزایش توان و قدرت عضلانی ۲- ارتقای استقامت بی‌هوای و هوای ۳- کاهش درک ذهنی از شدت تمرین (RPE) ۴- بهبود تمرکز و واکنش عصبی-عضلانی با این حال، میزان پاسخ‌دهی به این مکمل‌ها به عواملی همچون وضعیت تغذیه‌ای، سطح آمادگی جسمانی، ژنتیک و نوع پروتکل تمرینی وابسته است. با وجود مزایای بالقوه، مصرف بی‌رویه یا غیرمنطقی این مکمل‌ها می‌تواند با عوارضی همراه باشد. شایع‌ترین عوارض شامل بی‌خوابی، اضطراب، افزایش ضربان قلب، افزایش فشار خون و گزگز پوستی (پارستری ناشی از بتا‌آلانین) است. همچنین در افراد حساس یا دارای بیماری‌های قلبی-عروقی، مصرف این ترکیبات باید با احتیاط و تحت نظر متخصص انجام شود. مصرف هم‌زمان چند محرک نیز می‌تواند خطر بروز عوارض را افزایش دهد. مکمل‌های Pre-Workout در صورت انتخاب صحیح، مصرف علمی و رعایت دوزهای استاندارد می‌توانند به بهبود عملکرد ورزشی کمک کنند. با این وجود، این ترکیبات جایگزین اصول بنیادین آمادگی جسمانی شامل تغذیه متعادل، خواب کافی و برنامه تمرینی ساختاریافته نیستند.

استفاده آگاهانه و مبتنی بر شواهد، شرط اصلی بهره‌مندی ایمن و مؤثر از این مکمل‌ها محسوب می‌شود.





ویتامین و

مجله علم تغذیه، ورزش و سلامت

علم پشت هر تکرار، تغذیه پشت هر پیشرفت

جدیدترین شواهد علمی درباره مکمل‌های ورزشی پرکاربرد
تا انتخابی آگاهانه‌تر برای نتایج واقعی‌تر در مسیر سلامت و عملکرد خود داشته باشید.



تحلیل علمی
مطالعات روز دنیا



شواهد و واقعیت
جداسازی علم
از تبلیغات و ادعاها



تغذیه هوشمند
ترکیب مکمل‌ها با
رژیم غذایی و تمرین

آنچه در این شماره می‌خوانید



پروتئین وی
فراتر از یک مکمل ورزشی

۴



کراتین
مؤثرترین مکمل عضله‌سازی؟

2



کافئین
از مغز تا عضله در ۶۰ دقیقه

7



کازئین
ذخیره استراتژیک عضله

5



BCAA
واقعیت علمی یا تبلیغات تجاری؟

10



بتاآلانین و سدیم بیکربنات
مقابله علمی با خستگی

4



HMB
محافظ خاموش عضلات

12

