

فیزیولوژی و تغذیه ورزشی نویسن

از زن تا اوج عملکرد

گردآوری:

مهندس مهرنوش عقیانی
(کارشناس ارشد فیزیولوژی و تغذیه ورزشی)

الهه طالبی گرکانی
(کارشناس مدیریت)

ویراستار علمی:

دکتر فرحناز امیرشقایق
(عضو هیئت علمی دانشگاه تهران)

فهرست

فصل ۱

آغاز سفر در فیزیولوژی و تغذیه ورزشی نوین؛ نگاهی به سطح مولکولی ۱۱

فصل ۲

سازگاری‌های عصبی-عضلانی؛ هماهنگی فرماندهی و اجرای حرکتی ۱۵

فصل ۳

فیزیولوژی تمرینات قدرتی؛ راهکارهایی برای افزایش قدرت، توان و حجم عضلانی ۱۹

فصل ۴

تغذیه ورزشی؛ سوخت‌رسانی بهینه برای عملکرد و ریکاوری ۲۴

فصل ۵

فیزیولوژی محیطی؛ سازگاری و پاسخ بدن به شرایط آب و هوایی چالش‌برانگیز ۳۰

فصل ۶

فیزیولوژی خواب و ریکاوری؛ پایه‌های بازسازی و بالندگی بدن ۳۸

فصل ۷

فیزیولوژی خستگی؛ علل، پیامدها و مدیریت آن..... ۴۴

فصل ۸

فیزیولوژی ورزش‌های استقامتی؛ سازگاری‌های بلندمدت در سیستم‌های بدن..... ۵۱

فصل ۹

فیزیولوژی ورزش‌های قدرتی؛ هایپرتروفی، قدرت و توان..... ۵۸

فصل ۱۰

فیزیولوژی ورزش‌های ترکیبی؛ تلفیق استقامت و قدرت..... ۶۳

فصل ۱۱

فیزیولوژی ورزش در شرایط محیطی خاص؛ ارتفاع، گرما و سرما..... ۶۸

فصل ۱۲

فیزیولوژی ورزش در سنین مختلف؛ از کودکی تا سالمندی..... ۷۴

فصل ۱۳

تأثیر تغذیه بر عملکرد ورزشی و ریکاوری..... ۸۰

فصل ۱۴

روانشناسی ورزش؛ ذهنیت، انگیزش و مدیریت استرس..... ۸۶

فصل ۱۵

اصول پیشگیری از آسیب‌های ورزشی و بازگشت به فعالیت..... ۹۰

فصل ۱۶

تمرینات اصلاحی و حرکات کاربردی برای تقویت عملکرد و پیشگیری از آسیب..... ۱۰۱

فصل ۱۷

تکنیک‌های پیشرفته بازسازی انرژی و مدیریت خستگی..... ۱۰۶

فصل ۱۸

روانشناسی عملکرد در شرایط رقابتی ۱۱۲

فصل ۱۹

تغذیه ورزشی در شرایط خاص (تکنیک‌های کلیدی بازسازی انرژی)..... ۱۲۹

فصل ۲۰

روانشناسی عملکرد ورزشی: ذهن قدرتمند، بدن آماده..... ۱۳۶

فصل ۲۱

مدیریت تغذیه در ورزش‌های استقامتی: سوخت‌رسانی به استقامت بی‌نهایت ۱۴۳

فصل ۲۲

طراحی برنامه تمرین و پیاده‌سازی راهبرد در ورزش ۱۵۰

فصل ۲۳

ریکاوری، بازتوانی و بازگشت به عملکرد در ورزش ۱۶۱

فصل ۲۴

برنامه‌ریزی بلندمدت برای آمادگی عمومی..... ۱۷۵

فصل ۲۵

طراحی تمرین برای جمعیت‌های مختلف..... ۱۸۱

فصل ۲۶

اصول پیشرفته‌تر طراحی تمرین ۱۸۸

فصل ۲۷

سامانه‌های تولید انرژی و نقش آن‌ها در طراحی تمرین..... ۱۹۳

فصل ۲۸

تحلیل حرکت و کاربرد آن در طراحی تمرین ۱۹۹

فصل ۲۹

فیزیولوژی سازگاری عضلانی با تمرین ۲۰۶

فصل ۳۰

اصول بارگذاری و پیشرفت تدریجی ۲۱۲

فصل ۳۱

ساخت الگوی تمرین هفتگی برای اهداف مختلف ۲۱۸

فصل ۳۲

فیزیولوژی ورزشی و منابع انرژی در فعالیت بدنی ۲۳۰

فصل ۳۳

اصول بارگذاری و پیشرفت تدریجی ۲۳۶

فصل ۳۴

فیزیولوژی سازگاری عضلانی با تمرین ۲۴۲

فصل ۳۵

تحلیل حرکت و کاربرد آن در طراحی تمرین ۲۴۸

فصل ۳۶

سامانه‌های تولید انرژی و نقش آن‌ها در طراحی تمرین ۲۵۴

فصل ۳۷

تغذیه ورزشی - سوخت‌رسانی به عملکرد بهینه ۲۶۱

فصل ۳۸

دوره‌های استراحت طولانی مدت و شروع مجدد تمرین ۲۶۸

فصل ۳۹

تحلیل حرکت و کاربرد آن در طراحی تمرین ۲۷۵

فصل ۴۰

کاربردهای هوش مصنوعی در ورزش و تغذیه: افق‌های نوین علمی ۲۸۲

فصل ۴۱

ماهیت اصلی فیزیولوژی: اصل هم‌ایستایی (Homeostasis) ۲۸۸

فصل ۴۲

فراتر از مرزها: آینده پژوهش در ورزش و تغذیه ۲۹۴

فصل ۴۳

انرژی هسته‌ای و علوم ورزشی: نگاهی به کاربردهای بالقوه و تخصصی ۲۹۹

فصل پایانی

از علم تا رسالت؛ فیزیولوژی در خدمت زندگی ۳۰۵

به نام پروردگار بزرگ
دوست گرامی، دانشجو و پژوهشگر ارجمند،
ورود به دنیای پیچیده و شگفت‌انگیز فیزیولوژی ورزشی، همواره برای
من سفری پر از کشف و شهود بوده است. سال‌ها تجربه در مطالعه،
پژوهش و تدریس در این حوزه، نه تنها درک مرا از سازوکارهای بدن
انسان در حال فعالیت عمیق‌تر کرده، بلکه اشتیاقم را برای به اشتراک
گذاشتن این دانش با نسل‌های آینده دوچندان نموده است. امروز، در
عصری زندگی می‌کنیم که علم ورزش بیش از هر زمان دیگری بر پایه
اصول علمی استوار است و دیگر تنها اتکا به تجربه و شهود کافی نیست؛
بلکه فهم دقیق مکانیزم‌های زیربنایی، کلید دستیابی به بهترین نتایج در
حوزه سلامت، طب پیشگیرانه و عملکرد ورزشی است.

هدف از نگارش این کتاب، فراتر از ارائه صرف اطلاعات علمی، تلاش
برای ایجاد پلی میان دانش نظری و کاربرد عملی است. من کوشیده‌ام تا
مفاهیم پیچیده فیزیولوژی ورزشی، که حاصل سال‌ها تحقیق و بررسی در
دانشگاه‌ها و آزمایشگاه‌های پیشرو در سراسر جهان است، را به زبانی ساده،
شیوا و در عین حال علمی ارائه دهم. این کتاب، حاصل تلفیقی از آخرین
دستاوردهای پژوهشی و تجربیات بالینی من در سالیان متمادی است؛
تجربیهایی که در مواجهه با ورزشکاران، دانشجویان و بیماران مختلف،
چراغ راه من بوده‌اند.

این اثر، برای شما دانشجویان عزیز، به عنوان یک نقشه راه جامع
طراحی شده است. در صفحات پیش رو، شما نه تنها با آخرین یافته‌های
علمی در زمینه چگونگی واکنش بدن به انواع تمرینات، بلکه با چرایی این

واکنش‌ها در سطوح مولکولی و سلولی آشنا خواهید شد. ما از مبانی شروع کرده و به تدریج به سراغ موضوعات پیشرفته‌ای خواهیم رفت که درک آن‌ها، توانایی شما را در تحلیل، پیش‌بینی و طراحی برنامه‌های ورزشی و تغذیه‌ای علمی به سطحی نوین ارتقا خواهد بخشید. این کتاب می‌تواند ابزاری قدرتمند در دستان شما برای موفقیت در انجام پروژه‌های تحقیقاتی برجسته و در نهایت، تبدیل شدن به یک متخصص کارآمد و مطلع در علم ورزش و تغذیه باشد.

امیدوارم این کتاب، همانند چراغی فرا راه شما در مسیر پرفراز و نشیب علم و عمل گام بردارد و دریچه‌ای نو به سوی درک عمیق‌تر بدن انسان و پتانسیل‌های نهفته در آن بگشاید.

با احترام و آرزوی توفیق
مهرنوش عقیبانی



فصل ۱

آغاز سفر در فیزیولوژی و تغذیه ورزشی نوین؛

نگاهی به سطح مولکولی



فیزیولوژی ورزشی، علمی است که به بررسی چگونگی تأثیر فعالیت بدنی بر ساختار و عملکرد بدن انسان می‌پردازد. اما آنچه که این حوزه را در سال‌های اخیر دگرگون ساخته، ورود به سطوح بسیار ریزتر و بنیادی‌تر یعنی مولکول‌ها و سلول‌هاست. امروزه می‌دانیم که بسیاری از تغییرات بزرگی که در توانایی‌های ورزشی مشاهده می‌کنیم، ریشه در تحولات مولکولی و سلولی دارند. این فصل، دریچه‌ای است به دنیای میکروسکوپی که در آن، فرمان‌های تمرینی به زبان ژن‌ها و پروتئین‌ها ترجمه می‌شوند.

۱.۱. پیام‌رسان‌های درون سلولی؛ کلیدهای فعال‌سازی سازگاری‌ها

هنگامی که ما ورزش می‌کنیم، بدن ما با انبوهی از استرس‌های فیزیولوژیکی مواجه می‌شود. این استرس‌ها، مانند زنگ خطری برای سلول‌ها عمل می‌کنند و باعث فعال شدن شبکه‌های پیچیده‌ای از پیام‌رسان‌های درون سلولی می‌شوند. این پیام‌رسان‌ها، وظیفه دارند تا اطلاعات مربوط به وضعیت انرژی سلول، میزان خستگی، یا تنش‌های فیزیکی را به هسته سلول منتقل کنند تا سلول بتواند خود را با شرایط جدید وفق دهد.

▪ پروتئین کیناز فعال شونده: این مولکول، یکی از مهم‌ترین تنظیم‌کننده‌های انرژی در سلول است. تصور کنید سلول در حال انجام فعالیتی سنگین است و ذخایر انرژی (ATP) آن رو به کاهش است. در این شرایط، مولکول AMP که حاصل تجزیه است، افزایش می‌یابد و AMPK را فعال می‌کند. وقتی فعال شده، به سلول دستور می‌دهد تا مصرف انرژی را کاهش دهد و در عوض، به دنبال راه‌هایی برای تولید بیشتر انرژی باشد. این مسیر، نقش کلیدی در افزایش جذب قند توسط عضله و همچنین، شروع فرایندهای ساخت نیروگاه‌های انرژی

(میتوکندری) دارد.

▪ **کینازهای وابسته به کلسیم:** فعالیت عضلانی، با افزایش یون کلسیم در سلول و همچنین، ترشح هورمون‌هایی مانند آدرنالین همراه است که منجر به افزایش مولکول CAMP می‌شود. این دو پیام‌رسان نیز، به نوبه خود، کینازهای خاصی را فعال می‌کنند که در نهایت، مسیرهای مربوط به افزایش توانایی سلول برای تولید انرژی و بهبود عملکرد آن را هدایت می‌کنند.

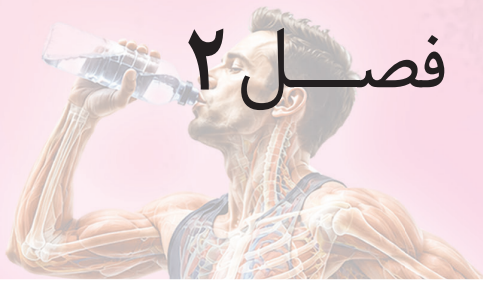
۱.۲. ساخت نیروگاه‌های جدید؛ غلبه بر خستگی با انرژی بیشتر

یکی از شگفت‌انگیزترین پاسخ‌های بدن به تمرینات استقامتی، افزایش چشمگیر تعداد و کیفیت "میتوکندری‌ها" در سلول‌های عضلانی است. میتوکندری‌ها، همان کارخانه‌های تولید انرژی در سلول هستند که با استفاده از اکسیژن و مواد غذایی، انرژی لازم برای فعالیت‌های بدن را فراهم می‌کنند. هرچه تعداد میتوکندری‌ها بیشتر باشد، توانایی عضله برای تولید انرژی به صورت هوازی (با اکسیژن) افزایش می‌یابد و در نتیجه، فرد دیرتر خسته می‌شود.

پروتئین؛ معمار میتوکندری‌ها: در قلب این فرایند، پروتئینی قرار دارد. این مولکول، نقش رهبر ارکستر را در ساخت میتوکندری‌های جدید ایفا می‌کند. ، با دریافت سیگنال از پیام‌رسان‌هایی مانند AMPK و کینازهای وابسته به کلسیم، فعال شده و به هسته سلول می‌رود تا دستور ساخت صدها پروتئین مورد نیاز برای تشکیل و عملکرد میتوکندری‌های جدید را صادر کند. نتیجه این فرایند، افزایش قابل توجه ظرفیت هوازی عضله است.

۱.۳. سوخت‌رسانی بهینه؛ استفاده هوشمندانه از چربی‌ها

- بدن انسان، توانایی فوق‌العاده‌ای در استفاده از ذخایر چربی به عنوان منبع انرژی دارد، به ویژه در طول فعالیت‌های استقامتی. تمرینات منظم، توانایی بدن را برای دسترسی و مصرف چربی‌ها بهبود می‌بخشد. این امر نه تنها باعث صرفه‌جویی در ذخایر کربوهیدرات (گلیکوژن) می‌شود، بلکه به طور کلی، کارایی متابولیکی بدن را افزایش می‌دهد.
- **بهبود دسترسی به چربی:** تمرینات استقامتی، با افزایش تعداد پروتئین‌های خاصی در غشای سلول عضلانی، دسترسی چربی‌ها را از خون به درون سلول و سپس به درون میتوکندری‌ها تسهیل می‌کند. این پروتئین‌ها مانند درهای ورودی عمل می‌کنند که عبور چربی‌ها را ممکن می‌سازند.
- **افزایش توانایی سوزاندن چربی:** با افزایش تعداد میتوکندری‌ها و فعالیت آنزیم‌های مرتبط، عضله قادر می‌شود تا چربی‌ها را با سرعت و کارایی بیشتری تجزیه کرده و از آن‌ها انرژی تولید کند. این موضوع، به ویژه در حفظ سطح انرژی در طول فعالیت‌های طولانی‌مدت، اهمیت حیاتی دارد.



فصل ۲

سازگاری‌های عصبی-عضلانی؛ هماهنگی فرماندهی و
اجرای حرکتی



در کنار تغییرات شگرفی که در سطح سلولی و مولکولی رخ می‌دهد، سیستم عصبی نیز نقشی حیاتی در بهبود عملکرد ورزشی ایفا می‌کند. سازگاری‌های عصبی-عضلانی به ما امکان می‌دهند تا با کارایی و قدرت بیشتری حرکت کنیم، تعادل خود را حفظ نماییم و حرکات پیچیده را با دقت بالا اجرا کنیم. این سازگاری‌ها، نتیجه هماهنگی بی‌نظیر میان مغز، نخاع، اعصاب محیطی و عضلات است.

۲.۱. بهبود ارتباط میان مغز و عضله: افزایش "فرماندهی"

برای اینکه یک عضله بتواند منقبض شود و حرکتی را انجام دهد، مغز باید فرمانی را از طریق نخاع و اعصاب حرکتی به آن ارسال کند. در طول زمان، با انجام تمرینات منظم، این مسیر ارتباطی تقویت می‌شود.

▪ **افزایش نرخ آزادسازی انتقال‌دهنده‌های عصبی:** اعصاب حرکتی برای تحریک عضلات، از مواد شیمیایی به نام انتقال‌دهنده‌های عصبی (مانند استیل‌کولین) استفاده می‌کنند. تمرینات منظم می‌تواند باعث افزایش حساسیت محل اتصال عصب و عضله و همچنین، افزایش مقدار این انتقال‌دهنده‌ها شود. این بدان معناست که با هر پیام عصبی، عضله با شدت بیشتری تحریک می‌شود.

▪ **بهبود هماهنگی درون عضلانی:** در هر عضله، هزاران تار (فیبر) عضلانی وجود دارد. برای انجام یک حرکت قوی، لازم است تعداد زیادی از این تارها به صورت همزمان و هماهنگ منقبض شوند. تمرینات قدرتی، به سیستم عصبی کمک می‌کند تا الگوهای فعال‌سازی تارها را بهبود بخشد، به طوری که تعداد بیشتری از تارها به صورت همزمان فعال شده و تارها با فرکانس بالاتری تحریک شوند. این پدیده،

منجر به افزایش قابل توجه در قدرت عضلانی می‌شود، حتی اگر حجم عضله (هیپرتروفی) تغییر چندانی نکرده باشد.

۲.۲. یادگیری حرکتی و مهارت؛ اجرای بهینه حرکات

ورزش، تنها مربوط به قدرت و استقامت نیست؛ بلکه بخش بزرگی از آن به یادگیری و اجرای صحیح حرکات مربوط می‌شود. سیستم عصبی مرکزی، نقشی کلیدی در بهبود مهارت‌های حرکتی دارد.

▪ **بهبود نقشه‌برداری حرکتی در مغز:** هر حرکتی که ما یاد می‌گیریم، توسط سیستم عصبی به صورت یک "نقشه" در مغز ذخیره می‌شود. با تکرار و تمرین، این نقشه‌ها دقیق‌تر و کارآمدتر می‌شوند. این به معنای آن است که مغز می‌تواند با دقت بیشتری دستورات لازم برای اجرای حرکت را صادر کند و از حرکات اضافی و بیهوده جلوگیری نماید.

▪ **افزایش نقش سنسورهای عمقی:** در مفاصل، تاندون‌ها و عضلات ما، سنسورهای ویژه‌ای به نام سنسورهای عمقی وجود دارند که اطلاعات مربوط به وضعیت بدن، موقعیت مفاصل و میزان کشش عضلات را به مغز ارسال می‌کنند. تمرینات، به ویژه تمرینات تعادلی و پلائیومتریک، باعث افزایش حساسیت و کارایی این سنسورها می‌شوند. این بهبود در دریافت اطلاعات، به سیستم عصبی کمک می‌کند تا کنترل دقیق‌تری بر حرکات داشته باشد، تعادل را بهتر حفظ کند و از آسیب‌دیدگی جلوگیری نماید.

۲.۳. تأثیر تمرینات بر ساختار مغز

فراتر از بهبود عملکرد در لحظه، تحقیقات نشان داده‌اند که فعالیت بدنی منظم می‌تواند تغییرات مثبتی در ساختار و عملکرد خود مغز ایجاد کند.

▪ **افزایش حجم نواحی خاص مغز:** مطالعات تصویربرداری عصبی نشان داده‌اند که افرادی که به طور منظم ورزش می‌کنند، اغلب حجم بیشتری در نواحی خاصی از مغز مانند هیپوکامپ (که در یادگیری و حافظه نقش دارد) و قشر پیش‌پیشانی (که مسئول برنامه‌ریزی و تصمیم‌گیری است) دارند.

▪ **تقویت ارتباطات عصبی:** ورزش همچنین می‌تواند باعث افزایش "نوروژنز" (تولید سلول‌های عصبی جدید) و تقویت اتصالات میان نورون‌ها شود. این موارد، همگی به بهبود عملکرد شناختی، از جمله تمرکز، حافظه و توانایی حل مسئله کمک می‌کنند.



فصل ۳

فیزیولوژی تمرینات قدرتی؛ راهکارهایی برای افزایش

قدرت، توان و حجم عضلانی



تمرینات قدرتی، که اغلب با استفاده از وزنه‌ها، دستگاه‌ها یا وزن بدن انجام می‌شوند، هدف اصلی‌شان افزایش توانایی عضلات برای تولید نیرو است. این افزایش نیرو می‌تواند در قالب‌های مختلفی ظاهر شود: قدرت (حداکثر نیروی تولیدی)، توان (سرعت تولید نیرو) و حجم عضلانی (رشد اندازه عضلات). سازگاری‌های فیزیولوژیکی که در پاسخ به این نوع تمرینات رخ می‌دهند، پیچیده و چندوجهی هستند.

۳.۱. هیپرتروفی عضلانی؛ رشد اندازه عضله

یکی از مشهودترین نتایج تمرینات قدرتی، افزایش اندازه تارهای عضلانی است که به آن هیپرتروفی گفته می‌شود. این پدیده، نتیجه تعادل مثبت در سنتز پروتئین‌های عضلانی است؛ یعنی سرعت ساخته شدن پروتئین‌های جدید در عضله، بیشتر از سرعت تجزیه آن‌ها می‌شود.

مکانیسم‌های اصلی هیپرتروفی:

- **آسیب‌دیدگی ریز عضلانی:** تمرینات قدرتی، به ویژه آن‌هایی که شامل کشش عضلات در حالت منقبض هستند (مانند بخش منفی حرکت)، باعث ایجاد پارگی‌های بسیار ریز در ساختار تار عضلانی می‌شوند. این آسیب‌ها، پاسخ التهابی را فعال کرده و بدن را وادار به ترمیم و بازسازی این نواحی می‌کنند. در فرایند ترمیم، سلول‌های بدن، پروتئین‌های جدیدی را سنتز کرده و باعث ضخیم‌تر شدن تارهای عضلانی می‌شوند.

- **تنش مکانیکی:** اعمال نیروی زیاد بر عضله، خود یک سیگنال قوی برای رشد است. زمانی که تار عضلانی تحت کشش شدید قرار