

پیشگفتار

سلام و درود بر خدایی که انسان را آفرید تا او را مظهر اخلاق، صلح، صفا و عدل و وفا معرفی کند. منت خدای عزوجل را سزااست که فضل بی‌منتهايش را بر بندگانش مقرر داشت و خوش اخلاقی را به آنها هدیه کرد. منزه است آن ذات کبریایی اش که با لطافت دست بر سر مخلوقاتش کشید تا زیباییهای زندگی و حیات را بر آنان بپشاند. ستایش، آن یگانه را ماند که درهای بدی را به روی بندگانش بست تا آنان به شهر خوبی پا گذارند. شهری که به قول عارف حق جو «شهر تفرقه و جهل نیست. عبادت نیست که بدنها خسته شود. آن شهر شهر جزاست. جایی که آدم خدا را می بیند، ائمه را می بیند، مؤمنین را می بیند و غیر اینها را نمی بیند که خسته و کسل شود. دیگر زشتی در عالم نمی بیند. همه اش زیبایی است، همه اش پاکیزگی است، همه اش صفا و وفاست.» اما، همه اینها در درجه اول در اصلاح یعنی صلح با خداوند است، که باز هم آن وارسته اخلاق می گوید: «برای اینکه عالم صلح کل شود و جنگها بخوابد، اول باید جنگ آدم با خدا بخوابد. جنگ از این بدتر نداریم. وقتی خود آدم با خدا بجنگد اوضاع خراب است. وقتی این جنگ خوابید صلح است.»

خواجه حافظ نیز می گوید:

شکر ایزد که میان من و او صلح افتاد قدسیان رقص کنان ساغر شکرانه زدند
در این میان، صلح با خدا، معرفه النفس را به دنبال دارد که همه آگاهی است
و وقوف بر آنچه انجام می دهد. خدایا این آگاهی بر خود را روز به روز بیشتر بر ما
ارزانی کن، آمین.

با این مقدمه به معرفی کتاب *هورمونها و فعالیت ورزشی می پردازم* که ترجمه

اثر ماندگاری است با عنوان اصلی *Exercise Endocrinology*، که به اعتقاد بنده تنها کتاب درسی جامع درباره «فیزیولوژی ورزشی غدد درون‌ریز» است. این کتاب، هم مقدمه ارزشمندی درباره غدد درون‌ریز و هم مرور جامعی است درباره وابستگی انکارناپذیر هورمونها و فعالیتهای ورزشی، و به خواننده کمک خواهد کرد تا با اصول غدد درون‌ریز و ضمناً با جدیدترین اطلاعات درباره پژوهشهای فیزیولوژی غدد درون‌ریز کاملاً آشنا شود.

آنچه کتاب هورمونها و فعالیت ورزشی را منحصر به فرد می‌کند، سازمان‌دهی آن بر اساس پاسخهای عملکردی هورمون‌هاست تا اندام یا اندام بافتی آنها. به علاوه در کتاب، فیزیولوژی اعصاب خودکار با غدد درون‌ریز تلفیق می‌شود تا مرور کاملی بر دستگاه عصبی خودکار درگیر در فعالیتهای ورزشی ارائه شود. این کتاب که از سوی برجسته‌ترین دانشمندان علوم ورزشی و پژوهشگران حوزه غدد درون‌ریز به رشته تحریر درآمده است، بسیار خوب سازمان‌دهی شده و شامل منابع، تصاویر و جدولهایی است که به شما کمک می‌کند تا:

- منابع و آثار هورمونها را مقایسه کنید؛
 - هورمونها، گیرنده‌ها، منابع اندامی و وظایف آنها را طبقه‌بندی کنید؛
 - وظایف هورمونها را بشناسید (با توجه ویژه به تنظیم مایعات، ایمنی‌شناسی، استفاده از مواد سوختی، پاسخ به استرسها، چرخه‌های بیولوژیک، و عملکرد بدنی)؛
 - آگونیستها و آنتاگونیستهای هورمونی را بشناسید؛
 - از تأثیر فعالیت ورزشی و هورمونها بر تندرستی انسان آگاه شوید.
- نویسنده کتاب خانم کاتارینا ت. بورر^۱، پروفیسور علوم حرکتی و پژوهشگر دانشگاه میشیگان است که رشته اصلی کاری‌اش، «کنترل‌های عصبی غده‌ای رشد در مدل‌های حیوانی» از سال ۱۹۷۴ تا سال ۱۹۹۴ بوده و روش رادیوایمونواسی ویژه هورمون رشد و پرولاکتین همستر^۲ را در دهه ۱۹۸۰ ابداع و معرفی کرده است. خانم بورر از سال ۱۹۹۵ به بعد، آثار شدت تمرین را بر سازگاریهای هورمونی و قلبی -

1. Katarina T. Borer
2. hamster

عروقی در زنان یائسه مطالعه کرده است. او همچنین در حال حاضر عضو هیئت تحریریه *Kinesiology*، ژورنال بین‌المللی علوم ورزشی بنیادی و کاربردی است. کتاب شامل ۹ فصل جامع درباره همه عوامل وابسته به علوم ورزشی در حوزه دغدغه درون‌ریز و هورمون‌هاست که مقدمه اصلی کتاب، شرح بیشتر درباره کتاب را در این مقدمه غیرمنطقی می‌سازد و چنان‌که در سطور پیشین نقل شد، محتوای کتاب بسیار کامل و همه ابعاد علمی مربوط به هورمون‌ها و فعالیت‌های ورزشی را پوشش می‌دهد. با این حال، تذکر این نکته ضروری است که کتاب علاوه بر آنکه منبع درسی برای دانشجویان و دانشمندان و پژوهشگران حوزه علوم ورزشی به‌ویژه فیزیولوژی ورزشی است، منبع ارزشمندی برای فعالان حوزه‌های بهداشتی و تندرستی نیز است که از فعالیت ورزشی در جلوگیری و بازتوانی بیماری‌ها استفاده می‌کنند.

در ترجمه این اثر علمی ارزشمند، همچون گذشته دو تن از همکاران بسیار ورزیده دانشگاهی‌ام در حوزه فیزیولوژی ورزشی، آستین همت بالا زدند و توانایی خود را در زمینه امور علمی در کشورمان برای چندمین بار به اثبات رساندند. بی‌اغراق می‌گویم آنها علاوه بر آنکه در حوزه علمی خود توانمندند، وارستگی اخلاقی بایسته‌ای دارند که من همیشه به روح بلند و رفتارهای اخلاقی و بزرگواری‌هایشان غبطه خورده‌ام. آرزویم این است که به زودی در کار مشترکی همراهشان باشم که برایم موهبتی است؛ سرکار خانم دکتر مریم کوشکی جهرمی و جناب آقای دکتر محمدرضا حامدی‌نیا که قطعاً می‌دانم از صلحا هستند و از خوبانی که آغاز این مقدمه، وصف آنهاست.

در چند سال اخیری که برای رفع نیاز دانشجویان به اتفاق همکارانم چند اثر را ترجمه و ارائه کرده‌ایم، محتوای این اثر بسیار سنگین و ترجمه و ویرایش آن کار پرزحمتی بود که آن دو بزرگوار سختی‌هایش را به خوبی متحمل شدند؛ اجرشان با خدای بزرگ. ولی مطمئنم ترجمه کتاب خالی از اشکال و ابهام نیست که توان و بضاعت ما در ارائه آن بیش از این نبوده است. صاحب‌نظران که خیرخواهانه و با بذل محبت اشتباهات ما را در ترجمه و ویرایش علمی اثر گوشزد می‌کنند، همتشان

پایدار و اجرشان با خدای بزرگ است. ان شاء الله زحمت آنها را در چابهای احتمالی بعدی با رفع نقایص، جبران خواهیم کرد.

خداوندا، دریچه رحمت و غفرانت را آن گونه بر ما بنما که در روز موعود، و هنگام مواجهه با پاکان و صالحان - شهیدان - به درکی رسیده باشیم که بتوانیم پای بوسشان باشیم. آنانی که عشق به انسان را با انتخاب شهادت خود آفریدند و به پاس رهایی ابدی همه انسانها از شکنجه‌های احتمالی عذاب گناه، انسانی‌ترین و باشکوه‌ترین و پاینده‌ترین عشقها را سرودند و ماندگار شدند. آنانی که مظهر والاترین ستایشهایند و مصداق این کلام شیخ ابوالحسن خرقانی که:

«کاشکی به دل همه خلق، من بمردمی، تا خلق را، مرگ نبایستی دید!

کاشکی، حساب همه خلق، با من بکردی، تا خلق را به قیامت حساب نبایستی

دید!

کاشکی، عقوبت همه خلق، مرا کردی، تا ایشان را، دوزخ نبایستی دید!»

که درنهایت، شهیدان، مظهر این شعر مولوی نیز هستند:

«جمله ظاهرها به پیش این ظهور باشد اندر غایت نقص و قصور»

عباسعلی گائینی

استاد دانشگاه تهران

پاییز ۱۳۸۸

مقدمه

مطالبی درباره کتاب حاضر

در این کتاب به بررسی روشهایی پرداخته می‌شود که از طریق آن، هورمون‌ها و پیکهای دستگاه عصبی خودکار، قبل، هنگام و بعد از فعالیت ورزشی بر بدن انسان تأثیر می‌گذارند. محیط داخلی بدن پیوسته با پیکهای شیمیایی تنظیم می‌شود که از جمله آنها می‌توان به پاسخهایی اشاره کرد که به فشار تمرین کوتاه‌مدت داده می‌شود؛ نیز از سازگاریهای طولانی‌مدت عملکردی و ساختاری یاد کرد که در اثر فشارهای مکانیکی و تحلیل انرژی‌زاهای زیستی ناشی از برنامه تمرینهای ورزشی به وجود می‌آیند. بحث درباره این موضوعات بیشتر با توجه به عملکرد سازمان‌دهی می‌شود نه صرفاً با تمرکز بر دستگاههای پیک. در سه فصل اول درباره مفاهیم کلی در خصوص میانجیهای شیمیایی در فعالیت ورزشی، تعامل آنها با دستگاه عصبی خودکار، و سازوکارهای عمل هورمون‌ها، و در سایر فصلها درباره عملکرد اختصاصی پیکهای شیمیایی که بر فعالیت ورزشی تأثیر می‌گذارد یا از آن تأثیر می‌پذیرد بحث می‌شود. این فرایندها عبارت‌اند از: تنظیم هورمونی دما و تعادل مایعات بدن حین فعالیت بدنی (فصل چهارم)؛ نقش هورمون‌ها در تأمین نیازهای ضروری بدن هنگام فعالیت بدنی کوتاه‌مدت (فصل پنجم)؛ تنظیم مصرف مواد سوختی از جمله تعدیل رژیم غذایی و پیکهای شیمیایی در فعالیت ورزشی (فصل ششم)؛ سهم انرژی مواد مغذی در حمایت از ساختارهای بدن یا ذخیره مواد سوختی (فصل هفتم)؛ فعالیت ورزشی و عملکرد غدد درون‌ریز تولید مثلی همراه با آثار وابسته به جنس و سن (فصل هشتم)؛ و فعالیت ورزشی، پیکهای شیمیایی، و نواخته‌های زیستی (فصل نهم).

نقش پیکهای شیمیایی در فعالیت ورزشی

فعالیت ورزشی از طریق پنج مرحله بر عملکرد زیستی تأثیر می‌گذارد: (۱) پاسخ به فشار، (۲) در دسترس بودن و استفاده از انرژی متابولیکی، (۳) حفظ هموستاز یا پایداری محیط درونی، (۴) رشد و حفظ عضله اسکلتی و قلبی و دیگر اجزاء وزن خالص بدن، (۵) تولید مثل. آثار فعالیت ورزشی در برخی از موارد زودگذر و در برخی موارد طولانی‌مدت و گسترده است. سازگاریهای کوتاه‌مدت عملکردی برای تأمین نیازهای فعالیت بدنی، تغییرات هموستاتیک حین فعالیت ورزشی و پس از آن، سازشهای ساختاری و عملکردی طولانی‌مدت، همگی تا حد زیادی با عمل هماهنگ هورمونها، پیکهای شیمیایی و دستگاه عصبی خودکار کنترل می‌شوند. این پیکهای شیمیایی پاسخهای یکایک اندامها را با توجه به پاسخهای یکپارچه کل بدن هماهنگ می‌کنند، تعادل هموستاز محیط درونی بدن را آنجا که در نتیجه فعالیت ورزشی مختل می‌شود به حالت اول برمی‌گردانند، نیز بر نوسازی و رشد اجزاء ساختاری بدن تأثیر می‌گذارند و عملکرد تولید مثلی را در پاسخ به برخی از انواع فعالیتهای ورزشی طولانی‌مدت تغییر می‌دهند.

انواع گوناگونی از مولکولهای پیام‌رسان تعدیل‌های فیزیولوژیک بدن را هنگام فعالیت ورزشی کنترل می‌کنند. ساختار این مولکولها با توجه به ویژگیها و سلولهایی که آنها را تولید می‌کند و چگونگی ترشح آنها متفاوت است. تا همین اواخر، هورمون‌شناسی به مطالعه هورمونها محدود می‌شد، یعنی مولکولهای پیام‌رسانی که به وسیله گروهی از سلولهای موجود در غدد تخصص عمل یافته درون ریز تولید می‌شوند و از راه خون به سلولهای هدف خود می‌رسند. در سالهای اخیر، تعریف هورمون‌شناسی از حوزه محدود خود خارج شده و گسترش فراوان یافته است. به همین دلیل، عملکرد پیکهای شیمیایی که از سوی سلولهای عصبی و سلولهای پراکنده در دیگر اندامها تولید می‌شوند و به جای ورود به خون، سر از سایر قسمتهای بدن درمی‌آورند نیز در حوزه هورمون‌شناسی مطالعه می‌شود. این موضوع در فصل اول به تفصیل بحث می‌شود.

آن دسته از پیکهای شیمیایی که از سوی دستگاه سمپاتیکی فوق کلیوی ترشح می‌شوند، به دلیل نقش تغییردهندگی و هماهنگ‌کنندگی و کنترلی‌ای که بر ترشح هورمون‌ها دارند، اهمیت ویژه‌ای در فعالیت ورزشی دارند (جزئیات کامل این بحث در فصل دوم آمده است). اجزاء دستگاه مذکور عبارت‌اند از: اعصاب سمپاتیکی و سلولهای کرومافینی موجود در بخش مرکزی غدد فوق کلیوی. این اجزا به نوبه خود بخشی از دستگاه عصبی خودکار نیز به شمار می‌روند. اعصاب سمپاتیکی که عضلات صاف و غدد درون‌ریز و برون‌ریز را عصب‌دهی می‌کنند، نوراپی‌نفرین (NE) را در فضاهاى سیناپسی بافت هدف آزاد می‌کنند و باعث رهايش اپی‌نفرین (E) و نوراپی‌نفرین از بخش مرکزی غدد فوق کلیوی به درون جریان خون عمومی می‌شوند. اعصاب پاراسمپاتیکی، بخش دیگری از دستگاه عصبی خودکار است که استیل کولین (ACh) را در فضاهاى سیناپسی بافت‌های مورد نظر آزاد می‌کند. آن دسته از پیکهای شیمیایی که از پایانه‌های عصبی ترشح می‌شوند و هورمون‌هایی که به وسیله این اعصاب تحریک می‌شوند، بعد از فعالیت ورزشی کوتاه‌مدت یا تمرین طولانی‌مدت، در فرایندهای ذخیره‌سازی، بیوستری و آنابولیکی ایفای نقش می‌کنند.

آن دسته از پیکهای شیمیایی که از دستگاه عصبی خودکار یا غدد درون‌ریز رها می‌شوند، پس از پیوند با گیرنده‌هایی که در سطح سلول یا داخل آن واقع شده‌اند، تأثیر زیستی خود را اعمال می‌کنند. عوامل گوناگونی بر پیوند هورمون - گیرنده و هدایت این رخداد در سطح سلول تأثیر می‌گذارد. عملکرد زیستی به ویژگیهای ساختاری و کیفی مولکولهای پیک و ویژگیهای زمانی رهايش آنها بستگی دارد. در شرایط طبیعی، ممکن است گونه‌های مولکولهای مشابهی از یک هورمون وجود داشته باشد که در پاسخ به یک چالش محیطی مانند یک فعالیت ورزشی خاص رها شده یا بر اثر یک حادثه ژنتیکی به وجود آمده باشد. غلظت مولکولهای پیک بر تعداد جایگاههای پیوندی و میل ترکیبی آنها با گیرنده تأثیر می‌گذارد. الگوی زمانی رهايش هورمون احتمالاً بر تعداد گیرنده‌ها، میل

ترکیبی آنها و ماهیت پاسخ زیستی به پیک تأثیر می گذارد. انتقال هورمون - گیرنده شامل تغییراتی در تبادل یونی از میان غشای سلول، در فعالیت آنزیم در داخل سلول، و در رویدادهای نسخه برداری و ترجمه می شود. این مطالب در فصل سوم بحث می شوند.

درک نقش پیکهای شیمیایی در فعالیت ورزشی با توجه به شرایطی که ترشح و عمل پیک را تغییر می دهد، پیچیده است. علاوه بر موارد یاد شده که بر تعامل گیرنده - هورمون تأثیر می گذارند (فصل سوم)، فعالیت ورزشی همزمان باعث ترشح بیش از یک هورمون می شود، و اعمال آنها می تواند جنبه تکمیلی، کمکی یا مخالفتی داشته باشد. همچنین، عمل مولکولهای پیام رسان درونزا (با منشأ درونی) با تأثیر بر کمیت و کیفیت مواد غذایی مصرفی و فاصله زمانی بین صرف غذا و فعالیت ورزشی، تغییر می کند. اغلب، ورزشکاران از این دستکاریهای غذایی استفاده می کنند تا عملکرد بدنی خود را افزایش دهند. این موضوع به تفصیل در فصل پنجم بررسی می شود.

برخی مواد شیمیایی به شکل پیک و مواد مغذی - هر دو - عمل می کنند. برای مثال، ۱، ۲۵ دی هیدروکسی کوله کلسیفرول^۱ در حفظ مواد معدنی استخوان نقش بسیار مهمی دارد (فصل هفتم) و می تواند در بدن ساخته و به درون خون ریخته شود و بر گیرنده های ویتامین D_۳ در سلولهای هدف عمل کند. ویتامین D_۳ ای که بدین صورت تولید می شود، ویژگی هورمونی دارد. با وجود این، همین ماده می تواند از بافتهای حیوانی نیز به دست آید. از این منظر صحیح تر آن است که به عنوان ماده غذایی طبقه بندی شود. به علاوه، برخی مواد شیمیایی که از سوی حیوانات، گیاهان یا انسان تولید می شوند مانند پیکهای درونزا عمل می کنند. بنابراین، افدرین گیاهی و تعداد زیادی از ترکیبات مصنوعی که کاتکولامینها و سایر گیرنده ها را فعال می کنند، برای درمان بیماریهای خاص یا گسترش عملکرد بدنی مؤثرند (فصل سوم).

1. 1, 25-dihydroxycholecalciferol

پیکهای شیمیایی در فعالیت ورزشی کوتاه مدت

فعالیت ورزشی موجب تغییرات چشمگیری در برخی عملکردهای هموستازی از جمله تنظیم قند خون، دمای بدن، مایعات بدن و pH می شود. فرآورده های جانبی گلیکولیز بی هوازی عبارت است از افزایش پلاسمایی غلظت اسیدلاکتیک (آستانه لاکتات). این افزایش موجب پرتهوویه ای^۱ (آستانه تهویه ای) می شود که یک پاسخ جبرانی هموستازی تحت کنترل اعصاب خودکار است که pH خون را در دامنه طبیعی حفظ می کند. تبدیل سوخت های متابولیکی به انقباض عضلانی با تولید گرما همراه است که هنگام فعالیت ورزشی مقدار آن در داخل بدن افزایش می یابد. عرق ریزی ابزار اصلی است که از راه آن گرما دفع می شود. اختلال حاصل در هموستاز آب و مواد معدنی پلاسما باعث سازوکارهای جبرانی عصبی و هورمونی و نیز تشنگی می شود. درباره این واکنشها در فصل چهارم بحث می شود.

علاوه بر این در فصل پنجم تأکید می شود که در شرایط خاصی مانند فعالیت بدنی شدید، ما مجبور به انجام واکنشهای قوی، سریع و همه جانبه هستیم. نیازمندیهای فعالیت ورزشی شدید باعث تغییرات فوری در هوشیاری ذهنی، درک درد، فراخوان سازوکارهای دفاع داخلی، تحویل اکسیژن و مواد سوختی متابولیکی به عضلات و دفع مواد زاید متابولیکی می شود. از آنجا که فعالیتهای بدنی گروههای مختلف عضلانی را برای مدتی معین در شدتهای گوناگون درگیر فعالیت می کنند، در عملکردهای خونی و فرایندهای سوخت ساز از جمله مقصد و تحویل اکسیژن و مواد سوختی متابولیکی تغییراتی به وجود می آید. برای تأمین اکسیژن مورد نیاز عضله، برون ده قلبی می تواند در هر دقیقه تا ۵ برابر افزایش یابد و از تقریباً ۵ تا ۶ لیتر خون در دقیقه به حدود ۲۵ تا ۳۰ لیتر در دقیقه هنگام فعالیت ورزشی سنگین برسد. هنگام فعالیت ورزشی، توزیع خون به بیش از ۲۰ برابر تغییر می کند. هنگام استراحت، ۲۰ درصد برون ده قلبی یا تقریباً ۱ لیتر خون در دقیقه به عضلات تزریق می شود. هنگام کار بیشینه، این مقدار به بیش از ۹۰ درصد برون ده قلبی یا تقریباً ۲۲

1. hyperventilation

تا ۲۷ لیتر خون در دقیقه افزایش می‌یابد. دستگاه عصبی خودکار کمک می‌کند تا افزایش عملکرد قلبی-تنفسی با افزایش مواد سوختی و اکسیژن مورد نیاز هماهنگ شود. در مسیر تأمین افزایش نیازمندیهای تنفسی و قلبی عروقی، تون سمپاتیکی افزایش می‌یابد و باعث افزایش انتظاری (از قبل) این عملکردها می‌شود (فصل دوم). هنگام فعالیت ورزشی کوتاه‌مدت، اعصاب سمپاتیکی و هورمونهای بخش مرکزی غدد فوق کلیوی، علاوه بر تأثیری که بر عملکرد قلبی تنفسی دارند، میزان فراخوان و مصرف مواد سوختی را در بخشی از راه آثار مستقیمی که بر کبد، بافت چربی و عضله و در بخشی از راه تأثیری که بر ترشح هورمونهای متابولیسم می‌گذارند، کنترل می‌کنند (فصل ششم). با افزایش شدت فعالیت ورزشی، متابولیسم مواد سوختی از اکسیداسیون هوازی همه مواد سوختی در دسترس (کربوهیدراتها، چربیها و اسیدهای آمینه) به تولید بی‌هوازی انرژی آزاد از گلیکوکژن عضله یا گلوکز موجود در خون، تغییر مسیر می‌دهد. تغییر در نوع ماده سوختی مورد استفاده را به آسانی می‌توان با پایش نسبت دی‌اکسید کربن تولیدی به اکسیژن مصرفی (تبادل تنفسی یا RQ) شناسایی کرد که دامنه آن از ۰/۷ هنگام اکسیداسیون چربیها تا ۱ هنگام متابولیسم بی‌هوازی (گلیکولیز) کربوهیدراتها متفاوت است.

دستگاههای خودکار و غدد درون‌ریز به طور مشترک متابولیسم مواد سوختی را هنگام فعالیت ورزشی کنترل می‌کنند. هنگام فعالیت ورزشی، اعصاب خودکار، ترشح انسولین را مهار می‌کند تا تولید و رهایش گلوکز از کبد و اسیدهای چرب از بافت چربی میسر شود. این دستگاهها همچنین رهایش E از بخش مرکزی غدد فوق کلیوی و رهایش گلوکاکاگون از لوزالمعده را تحریک می‌کنند؛ نیز در ترشح هورمون رشد از هیپوفیز دخالت دارند. همه این هورمونها، فراخوان و استفاده از مواد سوختی متابولیسمی را تسهیل می‌کنند. فعالیت ورزشی می‌تواند استفاده از انرژی را به میزان زیادی افزایش دهد. هزینه انرژی یک دوندۀ سرعت در اوج کارش معادل تقریباً ۳۰۰۰ وات است که ۳۰ برابر بیشتر از هزینه انرژی وی در حالت استراحتی یا خوابیده است. آدنوزین تری‌فسفات (ATP) عضله - فراورده انرژی آزاد متابولیسم - و

متابولیت تأمین کننده آن یعنی کراتین فسفات (CP)، ماده سوختی فعالیت‌هایی به شمار می‌روند که به توان بالایی نیاز دارند.

هنگام فعالیت ورزشی کوتاه‌مدت، دستگاه‌های عصبی و هورمونی با یکدیگر مرتبط‌اند و به طور هماهنگ عمل می‌کنند. هنگام فعالیت ورزشی، دستگاه سمپاتیکی فوق کلیوی، ترشح برخی از هورمون‌ها را کنترل می‌کند و خود نیز تحت تأثیر برخی از هورمون‌ها قرار می‌گیرد. اعمال دستگاه سمپاتیکی فوق کلیوی با محور هیپوتالاموسی - هیپوفیزی - فوق کلیوی هماهنگ است و کمک می‌کند تا پاسخ دقیقی از سوی غدد درون‌ریز داده شود که نیازمندی‌های فعالیت ورزشی را تأمین می‌کند. (این موضوع در فصل پنجم به تفصیل بررسی می‌شود). CRF، هورمون (یا عامل) هیپوتالاموسی آزادکننده کورتیکوتروپین^۱ در پاسخ به فشار فعالیت بدنی آزاد می‌شود که خود محرک فعالیت عصب سمپاتیکی است. CRF، ترشح هورمون‌های استرسی ACTH (هورمون آدرنو کورتیکوتروپیک یا کورتیکوتروپین)، بتا- اندروفین، انکفالینها و کورتیزول را تحریک می‌کند. کورتیزول به نوبه خود ترشح E از غدد فوق کلیوی را تحریک می‌کند و جریان عصبی سمپاتیکی را کاهش می‌دهد. بنابراین، ترشح و عملکرد هماهنگ و پیوسته دستگاه سمپاتیکی، فوق کلیوی و غدد درون‌ریز این اطمینان را به وجود می‌آورد که اکسیژن و مواد سوختی متابولیکی کافی را از راه عمل اپی نفرین، نوراپی نفرین و کورتیزول، میسر کند و در ضمن دیگر اعمال جانبی دردزدایی تخدیری^۲ و اعمال دفاعی - ایمنی کورتیزول را نیز ممکن سازد.

هنگام فعالیت ورزشی، متابولیسم عضلانی علاوه بر آنکه تحت تأثیر پیکهای شیمیایی قرار می‌گیرد، با سازوکارهای درون‌زا نیز کنترل می‌شود. در نبود تحریک هورمونی، مواد سوختی موجود در خون و فراخوان و استفاده از مواد سوختی ذخیره‌شده در عضله می‌تواند از یکدیگر متمایز شوند. متابولیسم عضلانی که بر اثر انقباض عضله تحریک می‌شود باعث می‌شود عضلات همچنان به‌عنوان

1. hypothalamic corticotropin-releasing hormone
2. opiates

استفاده کننده اصلی مواد سوختی موجود در خون باقی بمانند و حساسیت به انسولین حفظ شود و بیماریهای متابولیکی وابسته به چاقی و زندگی غیرفعال معکوس شود.

سازگاریهای درازمدت با فعالیت ورزشی عاداتی

هنگام فعالیت ورزشی شدید طولانی مدت، گلیکوژن عضله و کبد تخلیه می شود، چربیها از عضله و بافت چربی فراخوان می شوند و برخی پروتئینهای عضلانی تجزیه می شوند. این فرایند باعث رهايش هورمونهای آنابولیکی و پاسخهای جبرانی کوتاه مدت و نیز کند شدن پاسخهای هیپرتروفی می شود. فعالیت ورزشی انرژی مواد غذایی را به خوبی بین ذخایر انرژی بدن و ساختار بدن توزیع می کند و بر میزان ذخایر انرژی، شکل و چگالی استخوان، ترکیب بدن و فرایندهای رشدی تأثیر می گذارد (فصل هفتم). تمرینهای ورزشی، این تغییرات را تقویت و گسترش می دهد و باعث تغییرات ساختاری در عضلات، استخوانها و دیگر بافتهای خالص می شود و نیز تغییراتی را در ذخایر مواد سوختی به وجود می آورد و بدین ترتیب به ارگانیزم کمک می کند تا چالشهای فعالیت ورزشی را بهتر تأمین کند. از سوی دیگر، روش زندگی غیرفعال یا بی تمرینی باعث تغییرات ساختاری و عملکردی عکس تغییراتی می شود که در پاسخ به فعالیت بدنی به وجود می آید. میزان آمادگی بر میزان الگوی رهايش پیکهای شیمیایی، تعداد گیرندهها و اثربخشی عملکرد پیک تأثیر می گذارد. بسیاری از تغییرات وابسته به سن در ترشح و اعمال غدد درون ریز، پیامد کاهش آمادگی هستند که دلیل آن یک روش زندگی غیرفعال است که می تواند با تمرینهای بدنی اصلاح شود.

نهایتاً اینکه، برخی فعالیتها و ورزشی عاداتی (روزانه) با تأثیر بر ترشح هورمونهای هیپوفیزی، فوق کلیوی و غدد جنسی بر عملکرد باروری و تولید مثل زنان تأثیر می گذارند (فصل هشتم). گسترش رشد بدنی و تمایز جنسی موجب تفاوتی در ساختار، عملکرد و عملکرد بدنی می شود. بنابراین، جنسیت، سن، و مرحله تکامل موجب آثار تعدیلی بارزی بر نوع، میزان و شدت فعالیت ورزشی ای

می شود که فرد می تواند انجام دهد. این عوامل همچنین بر ترشح و عمل پیک شیمیایی نیز تأثیر تعیین کننده ای دارند.

ترشح و عمل پیکهای شیمیایی، ساختاری موقتی دارند که می تواند بر عملکرد بدنی و ظرفیت فعالیت ورزشی - هر دو - تأثیر گذارد تا ترشح هورمون را ممکن سازد. عملکرد بدن در مسافرت های هوایی در عرض نصف النهار، به دلیل آنکه در زمان بندی ترشح و عمل پیکهای شیمیایی و زمان بندی برخی دیگر از عملکردهای دوره ای (نواختی) اختلال به وجود می آید، مختل می شود و دوره کاری آن نیز تا حد زیادی تغییر می کند. اختلال در نواخت های زیستی درونزا با بیماری های گوناگونی همراه است که فعالیت ورزشی با توانایی تأثیر گذاری منحصر به فردش بر زمان بندی ترشح هورمونها می تواند این بیماریها را بهتر یا بدتر کند. این مباحث در فصل نهم بررسی می شود.

فرض بر این است که خواننده این کتاب با حوزه های فیزیولوژی ورزشی، فیزیولوژی و غدد درون ریز تا حدودی آشناست. در صورت نیاز به اطلاعات دقیق تر می توان به منابع زیر مراجعه کرد: فیزیولوژی ورزشی (McArdle, Katch, & Katch 2001; Powers & Howley 2001); فیزیولوژی (Guyton 1991; Vander et al. 2001); شناسایی غدد درون ریز (Baulieu & Kelly 1990; Norman & Litwack 1997); فیزیولوژی غدد درون ریز (Griffin & Ojeda 1996) و دیگر کتابها درباره هورمونها و فعالیت ورزشی (Fotherby & Pal 1985; Galbo 1983); (Laron & Rogol 1989; Viru 1985; Warren & Constantini 2000).