

فیزینولوژی

جلد یکم
اسکات کی. پاورز
ادوارد تی. هالی
جان کوئیندری

نظریه و کاربرد در آمادگی و عملکرد

دکتر رضانوری

عضو هیئت علمی دانشگاه تهران

حافظ بهزادی نژاد

دانشجوی دکتری فیزیولوژی ورزشی دانشگاه تهران

محسن بهبودی

دانشجوی دکتری فیزیولوژی ورزشی دانشگاه تهران

دکتر روح الله محمدی

استادیار فیزیولوژی ورزشی دانشگاه فرهنگیان

سمیه بهزادی نژاد

دانشجوی دکتری فیزیولوژی ورزشی دانشگاه آزاد اسلامی

ویرایش علمی:

دکتر رضانوری

۱۷	بخش ۱ فیزیولوژی فعالیت ورزشی
۱۸	فصل ۰ آشنایی با فیزیولوژی فعالیت ورزشی
۴۵	فصل ۱ سنجش های رایج در فیزیولوژی ورزش
۶۴	فصل ۲ کنترل محیط درونی
۶۷	فصل ۳ انرژی زایی زیستی
۱۱۰	فصل ۴ سوخت و ساز فعالیت ورزشی
۱۳۵	فصل ۵ پیامرسانی سلولی و پاسخ هورمونی به فعالیت ورزشی
۱۷۴	فصل ۶ فعالیت ورزشی و دستگاه ایمنی
۲۹۱	فصل ۷ دستگاه عصبی: ساختار و کنترل حرکت
۲۲۰	فصل ۸ عضله اسکلتی: ساختار و عملکرد
۲۵۰	فصل ۹ پاسخ های گردش خون به فعالیت ورزشی
۲۸۸	فصل ۱۰ تنفس هنگام فعالیت ورزشی
۳۲۴	فصل ۱۱ تعادل اسید - باز هنگام فعالیت ورزشی
۳۳۹	فصل ۱۲ تنظیم دما
۳۶۸	فصل ۱۳ فیزیولوژی تمرین: اثر تمرین هوازی و بی هوازی
۳۹۹	فصل ۱۴ فیزیولوژی تمرین مقاومتی

۱. شب میلاد با سعادت فاطمه زهرا (س)، دخت نبی اکرم (ص)، همسر علی مرتضی (ع) و مادر حسن (ع) و حسین (ع) سیدان جوانان بهشتی است که من سرمست از دو خیر و نیکی - یکی میلاد و دیگری پایان ترجمه - در پوست خود نمی‌گنجم و این ثانیه‌های چون دُر را در پایکوبی می‌گذرانم و سر به عرش می‌سایم؛ به خیر اول باز می‌گردم که میلاد است و آنی برای تبریک به زنان و مادران سرزمینم. امشب فرصتی است تا جسم و جان زنان و مادران رنگی دیگر یابد؛ رنگ هویت، باور، حق جویی، مهرجویی و ظلم ستیزی. این‌ها صفات انسانی‌اند که فاطمه (س) یکجا داشت و آموخت ارزش زن بودن به برخورداری از این ویژگی‌هاست. امشب فاطمه (س) همه زنان و مادران را در درازنای زمان از دیولاخ زمین جدا می‌کند و تا انتهای تاریخ رهنمون. و چه نوری فروزان‌تر از نور کوثر که پیوند بشریت است از گذشته تا آینده و چه چراغی درخشان‌تر از طاهره که همه ارزش‌های متعالی روح پاک انسانی را نمایان سازد. فاطمه (س) وارث اعتبار و فخر همه زنان از ابتدا تا ابد است و با او هر زنی می‌تواند معتبر شود و مفتخر. فاطمه (س) الگویی برای همه اعصار و زمان‌هاست و با اوست که زن از پی تحقیر، به قلّه تکریم می‌رسد و حشمت می‌یابد و از دونی دنیا و پستی زمین بر بال فرشته‌ها به عرش برین می‌رود. فاطمه (س) نه تنها زنان را هویت بخشید که در پیکر گیتی جان دمید و روزگاری نو در زمین آفرید. او گوهر صدق و صفا و ادب، پرورده صبر و رفاه و خاتون محشر است. از نورش چهره‌ی آفتاب منور شده و مهتاب خجل از انوارش، نقاب درکشیده و زمین و زمان چون ایشانی در آب و آئینه ندیده. ملک الشعرا ی بهار جان کلام را درباره‌ی ایشان گفت و نوشت:

عصمت چرخ است و اوست اختر روشن	عفت، بحر است و اوست گوهر شهوار
کوس کمالش گذشته از همه گیتی	صیت جلالش رسیده در هم اقطار
فر و شکوه جلال و حشمت او را	گر بندانی، بین به نامه و اخبار

فاطمه (س) عطر حوض کوثر با خود دارد و بوی خلقیات پیامبر (ص) را در تاریخ آکنده کرده، دلش از یاس و اشکش چونان الماس است و زنان و مادران را اسوه‌ی کامل؛ باشد که پاکدامن زنان سرزمینم و مهربان مادران میهنم را الگو و راهنما باشد. این فراز از دیباچه را با بخشی از شعر اقبال لاهوری به پایان می‌برم که:

نور چشم رحمة العالمین	آن امام اولین و آخرین
بانوی آن تاجدار هلالی	مرتضی مشکل گشای شیر خدا
مادر آن مرکز پرگار عشق	مادر آن کاروان سالار عشق
مریم از یک نسبت عیسی عزیز	از سه نسبت، حضرت زهرا (س) عزیز

۲. اما کتاب حاضر با عنوان فیزیولوژی ورزشی «نظریه و کاربرد در آمادگی و عملکرد» برگردان ویرایش یازدهم نسخه انگلیسی کتاب *Exercise physiology; theory and application to fitness and performance* است که توسط اسکات پاورز، ادوارد هاوولی و جان کوین درای در سال ۲۰۲۱ در بیست و چهار فصل نوشته شده است. باید اشاره کنم پاورز از پیشگامان و نامداران فیزیولوژی ورزش است؛ در سال ۱۹۷۲ کارشناسی تربیت بدنی و در سال ۱۹۷۳ کارشناسی ارشد در فیزیولوژی ورزش و در سال ۱۹۸۰ دکتری تخصصی خود را از دانشگاه تنسی دریافت کرد. سپس در سال ۱۹۸۲ دوره‌ی پسا دکتری را در دانشگاه سانتا باربارا کالیفرنیا تکمیل کرد. این جوینده خوشنام دانش فیزیولوژی به این بسنده نکرد و در سال ۱۹۸۵ دکتری دیگری در فیزیولوژی از دانشگاه

ایالتی الوئیزیانا دریافت کرد. بیشتر گمشده‌ی او در دریای فیزیولوژی مطالعات عضله اسکلتی و قلبی با و بدون تمرین است. صید وی از این دریای وسیع، گشودن دروازه‌های دانش به روی من و شما در حوزه آنتی اکسیدان‌ها و آسیب‌های ناشی از کم خونی- جریان خون مجدد است. به تازگی، درّی دیگر از این دریا - دریای وسیع فیزیولوژی ورزش- برای ما به ارمغان آورده و دریچه‌های نوینی به حوزه ضعف عضلات تنفسی در بیماران مبتلا به دوره‌های طولانی تهویه مکانیکی گشوده است. از دیگر تلاش‌های وی، مشارکت در نگارش چهار کتاب فیزیولوژی ورزش - از جمله همین کتاب- است که در سرتاسر دنیا بین مدرسان و دانشجویان دست به دست می‌شود. وی به مدت دو سال معاون کالج پزشکی ورزشی آمریکا بود و در حال حاضر سردبیر مجله فیزیولوژی (Journal of physiology) است. اسکات سال‌ها اندوخته علمی و هنر معلمی خود را در این کتاب به نمایش درآورده و به زیبایی برای مدرسان و دانشجویان علوم ورزشی، مطالب دشوار فیزیولوژی ورزش را ساده کرده است. همراهانش - ادوارد هاوولی و جان کوین درای کم از او نیستند و در فیزیولوژی ورزش دستی بر آتش دارند. به علاقمندان پیشنهاد می‌کنم زندگی نامه جالب این دو دانشمند را حتماً بخوانند که خالی از لطف نیست.

۳. بازگردیم به کتاب فیزیولوژی ورزش. اگرچه کتاب‌های هم نام و با عنوان‌های مشابه در حوزه فیزیولوژی ورزش از نظر تعداد رو به فزونی گذاشته‌اند، اما این کتاب ویژگی‌هایی دارد که آن را یک سر و گردن بالاتر قرار داده است. این کتاب در سه بخش و بیست و چهار فصل به رشته‌ی تحریر در آمده است و دانشجویان را گام به گام در درس فیزیولوژی ورزش ۱ از دره فیزیولوژی به قله‌ی آن در درس فیزیولوژی ورزش ۲ می‌برد. هر فصل با هدف‌های یادگیری آغاز و با خودآزمایی به پایان می‌رسد. واژه‌های کلیدی که در ابتدای هر فصل آمده است، در متن برجسته به نمایش درآمده تا به ما بگوید این فصل حول و حوش این واژه‌های مهم می‌چرخد. عکس‌ها، نمودارهای علمی و شکل‌های فانتزی تمام رنگی برای درک بهتر متن و تایید مطالب ارائه شده، در حد کفایت چشم نوازند. هر جایی که لازم بوده کادرهایی با عناوین مروری دقیق‌تر، مطلبی علمی را بیشتر مورد توجه قرار داده و تلاش کرده با جمع بندی آنها، حجت را بر ما تمام کند. کادرهای تمرکز پژوهشی، به تجزیه و تحلیل مطالعه یا پژوهش‌های علمی مرتبط با موضوع بحث پرداخته و پنجره‌ای نو به روی ما می‌گشاید. کادرهای جذاب نگاهی به گذشته - افراد مهم در علم، غیرمستقیم به تجلیل و تکریم پیشگامان و الهام بخشان حوزه‌ی فیزیولوژی ورزش پرداخته است و با ذکر نام و شمارش کارهای بی‌نظیر یا خلاقانه ایشان، یاد و خاطره آنها را زنده نگه می‌دارد. لبه بُرنده، موضوعی داغ و پرتطرفدار را به بحث کشیده و خوبی‌ها و بدی‌های پیرامون موضوع را یکجا به ما می‌گوید. افزون بر این‌ها، زبان ساده‌ی کتاب، مطالب پیچیده و دشوار فیزیولوژی ورزش را تا حد زیادی برای ما قابل درک کرده است. از دیگر ویژگی‌های این کتاب، می‌توان به تدریس در مقاطع کارشناسی و کارشناسی ارشد نام برد که کامل با سرفصل مصوب درس فیزیولوژی ورزش توسط وزارت عتف همخوانی دارد. هر آنچه که از سنجش و اندازه گیری فیزیولوژیایی انتظار داریم تا کنترل محیط داخلی بدن، انرژی زایی، سوخت و ساز، پیام رسانی سلولی، دستگاه ایمنی، دستگاه عصبی عضلانی، دستگاه قلبی - عروقی و تنفسی، تعادل اسید و باز، تنظیم دما، فیزیولوژی انواع تمرین‌ها و بیماری و تجویز تمرین برای آمادگی و تندرستی، تغذیه و ترکیب بدن، فعالیت ورزشی در محیط و کمک‌های نیروها را در این کتاب خواهیم یافت.

بنابراین، کتاب حاضر راهنمایی گام به گام است تا با یادگیری فعال بر دانش خود در حوزه فیزیولوژی ورزش بیفزائیم و از این اقیانوس بی کران دانش به قدر نیاز، برداشت کنیم.

۴. در ترجمه کتاب حاضر چهار تن از نیکان روزگار، دانشجویان علاقمند دوره‌ی دکتری فیزیولوژی ورزش، خانم سمیه بهزادی نژاد، محسن بهبودی، حافظ بهزادی نژاد و دکتر روح الله محمدی میرزایی (عضو هیئت علمی

دانشگاه فرهنگیان) لحظه لحظه همراهم بودند و همه‌ی سجایای این کتاب به تلاش آنها باز می‌گردد و قطع و یقین نوک پیکان کاستی‌هایش به من. کتاب در مرداد ماه ۱۴۰۱ تکمیل شد اما وسواس من در گزینش واژه‌های مناسب و البته درست و نیز یکدست کردن معادل‌ها و عبارت‌ها، ویرایش متن را طولانی کرد. با وجود این، هنوز احتمال دارد جایی اشکال وارد باشد که نیک می‌دانم کار بی‌خطا، کار خالق یکتاست و انسان از اشکال بری نیست. از این رو، هر جا خطایی وجود داشت به اینجانب یا همکاران اعلام فرمایید تا برای برطرف کردنشان در نسخه‌ها و چاپ‌های بعدی گام برداریم. باید اعتراف کنم، نسخه فارسی از منظر صفحه‌آرایی، تدوین و زیبایی کم از نسخه اصلی ندارد که این به توانمندی انتشارات حتمی باز می‌گردد که سالیان است در حوزه‌ی علوم ورزشی فعالانه می‌درخشد. ناسپاسی است اگر از زحمات آقای رضا حتمی و همکاران محترمشان در انتشارات قدردانی نکم.

۵. سرانجام، رسیدن به جمله‌های پایانی دیباچه و گرامیداشت یاد ستارگان درخشان آسمان وارستگی و دلدادگی و آب زلال چشمه‌ی تعبد و بندگی؛ شهیدان؛ سیمرغان رسیده به قلّه شیدایی و آهوان دویده در دشت بی‌پروایی؛ عاشقان وصال محبوب که دست از مس وجود شستند تا کیمیای سعادت ازلی بیابند. خالقان حماسه عظیم که قلب‌هایشان را از ساحل آرامش به جنون موج‌های بلا سپرده‌اند. دلاورانی که بر فراز دارها پایکوبی می‌کردند و در میان هورها - بین آب و آتش - شعله‌ها را گلستان خدا. عشق‌بازانی که در حسرت دیدار معشوق در مقابل دیده فرزندگان، چون پروانگان به رقص درآمدند و بسان خس و خار خود را به دست طوفان بلا سپردند. بارالها! عطر خوششان در زمین خالی است، ما را با بوی خلوص‌شان معطر کن. آمین!

رضا نوری

عضو هیئت علمی دانشگاه تهران

بیستم جمادی‌الثانی ۱۴۴۴

بیست و سوم دیماه ۱۴۰۱

چاپ یازدهم این کتاب دستخوش اصلاحات اساسی شده است. مشابه تمام نسخه‌های قبلی، این نسخه از فیزیولوژی فعالیت ورزشی: نظریه و کاربرد در آمادگی و عملکرد برای دانشجویان علاقه‌مند به فیزیولوژی فعالیت ورزشی، پزشکی، فیزیولوژی فعالیت ورزشی بالینی، علم فعالیت ورزشی، عملکرد انسانی، فیزیوتراپی و تربیت بدنی در نظر گرفته شده است. هدف این کتاب آن است که دانشجو با درک به روز از فیزیولوژی فعالیت ورزشی آشنا شود. علاوه بر این، این کتاب شامل کاربردهای بالینی بیشماری از جمله بحث درباره‌ی بهره‌های فعالیت ورزشی ویژه‌ی بیماران مبتلا به مولتیپل اسکلروز و آخرین اطلاعات درباره‌ی آسیب‌های مغزی وابسته به ورزش است.

این کتاب برای یک نیمسال، در مقطع کارشناسی یا کارشناسی ارشد فیزیولوژی فعالیت ورزشی در نظر گرفته شده است. بدیهی است متن حاوی مطالبی بیشتر از آن چیزی است که بتوان در یک ترم ۱۵ هفته‌ای پوشش داد. این بر اساس طراحی است. این کتاب به گونه‌ای نوشته شده است که جامع باشد و به مدرسان این آزادی را بدهد که مطالبی را که از نظر آنها برای دوره خود مهم‌ترین است، انتخاب کنند. افزون بر این، در صورت تمایل، می‌توان از این کتاب برای دو نیمسال از دروس فیزیولوژی فعالیت ورزشی (مانند، فیزیولوژی ورزش ۱ و ۲) استفاده کرد، تا کل ۲۴ فصل کتاب را پوشش دهد.

ویرایش جدید در این نسخه

ویرایش یازدهم این کتاب مورد بازنگری‌های عمده‌ای قرار گرفته است تا آخرین پژوهش‌ها در زمینه فیزیولوژی فعالیت ورزشی را شامل شود. نکته مهم، دکتر جان کویندري برای پیوستن به تیم نویسندگان برای ارائه تخصصی بیشتر در چند فصل از متن به کار گرفته شده‌اند. برای بهبود کتاب، هر فصل شامل بحث‌های جدید و گسترده، کادرهای متنی جدید، شکل‌های جدید، مراجع به‌روز شده و سخنرانی‌های پیشنهادی معاصر می‌باشد.

موضوعات جدید و مطالب به روز شده

محتوای این نسخه برای ارائه اطلاعات به روز در هر سه بخش کتاب مورد بازنگری اساسی قرار گرفته است. به طور ویژه، هر فصل شامل ویژگی‌های کادر جدید و بهبودیافته، تصاویر جدید، یافته‌های پژوهشی جدید و گنجانیدن منابع به‌روز و سخنرانی‌های پیشنهادی، بازبینی و به‌روزرسانی شده است. فهرست زیر برخی از تغییرات اساسی را که برای کاملتر و به روز شدن نسخه یازدهم ایجاد شده است، شرح می‌دهد:

- فصل ۰: این فصل برای ارائه اجزای جدید بیشماری از جمله بحث درباره‌ی فرآیند پژوهش در فیزیولوژی فعالیت ورزشی، مروری بر روش علمی و خلاصه‌ای از انواع پژوهش‌های انجام شده در فیزیولوژی فعالیت ورزشی، اساسی بازنگری شد. بخش جدیدی همچنین نحوه خواندن و درک مقاله‌های نشریه‌های علمی را توضیح می‌دهد. افزون بر این، یک بخش جدید برای توضیح نحوه جستجو در ادبیات علمی اضافه شد. این فصل با یک بحث به روز درباره‌ی مشاغل فیزیولوژی فعالیت ورزشی و زمینه‌های مرتبط به پایان می‌رسد.
- فصل ۱: بخش جدیدی برای معرفی انواع اصلی کارسنج‌های مورد استفاده در آزمایشگاه‌های فیزیولوژی فعالیت ورزشی اضافه شد. شکل جدیدی برای نشان دادن تفاوت در اقتصاد دویدن بین دوندگانی که از نظر تجربه و توانایی متفاوت هستند درج شد.

- فصل ۲: این فصل به گونه ای اصلاح شد که شامل بحث گسترده‌ای درباره‌ی بهره یک نظام کنترل بیولوژیایی باشد. کادر تمرکز پژوهشی جدید برای معرفی مفهوم هورمیسس ناشی از فعالیت ورزشی ارائه شده است.
- فصل ۳: مطالب جدیدی برای توضیح حکمت بیولوژیایی پشت چربی ذخیره کربوهیدرات در عضله اسکلتی به شکل گلیکوژن گنجانده شده است. کادر تمرکز پژوهشی جدید برای بحث درباره‌ی تشکیل بنیان (رادیکال)های آزاد در تارهای عضله اسکلتی اضافه شده است. کادر جدید «از کارشناس بپرسید» با دکتر وین ویلیس، مدل هیدرولیکی ساده برای کمک به دانشجویان در درک بهتر فسفردار (فسفریله) شدن اکسایشی معرفی می‌کند.
- فصل ۴: کادر جدید «مروری دقیق‌تر» برای بحث پیرامون VO_2max و تأیید آن اضافه شده است. اطلاعات جدیدی برای بحث درباره نقش اکسیژن مصرفی اضافه پس از فعالیت ورزشی در کاهش وزن ناشی از فعالیت ورزشی ارائه شده است. شکل جدیدی برای نشان دادن چرخه کوری اضافه شده است.
- فصل ۵: این فصل اساسی بازنگری شد و شکل‌های جدید و بهبود یافته زیادی به همراه مقدمه‌ای گسترده بر مبانی فیزیولوژی غدد درون ریز و نرواندوکراین بدن اضافه شد. افزون بر این، اطلاعات به روز شده درباره‌ی پاسخ گلوکاگون و کورتیزول به فعالیت ورزشی اضافه شد. اطلاعات جدیدی درباره‌ی عضله اسکلتی به عنوان یک اندام درون ریز ارائه شد.
- فصل ۶: آخرین یافته‌های پژوهشی درباره‌ی اثر فعالیت ورزشی بر دستگاه ایمنی بدن اضافه شد. تصویر جدیدی نیز برای تسهیل یادگیری دانشجویان ارائه شد.
- فصل ۷: شکل‌های جدید زیادی برای نشان دادن مفاهیم کلیدی اضافه شد. بحث جدیدی پیرامون استثناهای اصل اندازه در کادر مروری دقیق‌تر ارائه شد. اطلاعات جدید پیرامون نظریه فرماندهی مرکزی خستگی ناشی از فعالیت ورزشی ارائه شده است. سرانجام، آخرین پژوهش‌ها درباره‌ی فعالیت ورزشی و سلامت مغز گنجانده شد.
- فصل ۸: بحث گسترده پیرامون مراحل درگیر در جفت شدن تحریک- انقباض گنجانده شد. اطلاعات جدیدی پیرامون علت‌های خستگی عضلانی ناشی از فعالیت ورزشی ارائه شده است. شکل‌های جدید زیادی برای بهبود یادگیری دانشجویان اضافه شده است. اطلاعات جدیدی برای تعریف چهار حوزه شدت فعالیت ورزشی اضافه شده است.
- فصل ۹: شکل‌های جدید و بهبود یافته در سرتاسر فصل اضافه شده است. اطلاعات به روز شده درباره‌ی محافظت قلبی ناشی از فعالیت ورزشی نیز اضافه شد. آخرین اطلاعات ارائه شده درباره‌ی کنترل خودکار تواتر قلبی و پس بار هنگام فعالیت ورزشی به روز شد. اطلاعاتی برای توصیف تغییرات ناشی از فعالیت ورزشی در جریان خون به اندام‌های بدن ارائه شد. آخرین اطلاعات پیرامون پاسخ فشار خون به فعالیت ورزشی تناوبی شدید نیز ارائه شد.
- فصل ۱۰: شکل‌های جدید زیادی به فصل اضافه شده است تا مفاهیم مربوط به عملکرد دستگاه تنفسی هنگام فعالیت ورزشی را بهتر نشان دهد. اطلاعات جدیدی برای توضیح تغییرات الگوهای تنفسی که هنگام فعالیت ورزشی اتفاق می‌افتد، ارائه شده است. آخرین پژوهش‌ها پیرامون کنترل تنفس هنگام فعالیت ورزشی ارائه شده است.
- فصل ۱۱: چند شکل جدید و بهبود یافته برای نشان دادن مفاهیم مربوط به تعادل اسید-باز هنگام فعالیت ورزشی ارائه شده است.

- فصل ۱۲: ویژگی کادر جدید برای نشان دادن تبدیل درجه فارنهایت به درجه سانتی‌گراد اضافه شده است. آخرین اطلاعات پیرامون گیرنده‌های حرارتی و نقش آنها در تنظیم دما هنگام فعالیت ورزشی ارائه شده است.
- فصل ۱۳: این فصل اساسی بازنگری شد تا منحصراً بر فیزیولوژی تمرین فعالیت ورزشی هوازی و بی‌هوازی تمرکز شود. آخرین پژوهش‌ها پیرامون اثر ژنتیک بر VO_2max و پاسخ‌های فردی به تمرین فعالیت ورزشی ارائه شده است. ویژگی کادر جدید برای بحث درباره‌ی $microRNA$ و پاسخ‌سازی به تمرین فعالیت ورزشی اضافه شده است.
- فصل ۱۴: این فصل جدیدی از ویرایش یازدهم کتاب است که کامل بر آثار فیزیولوژیایی تمرین‌های قدرتی تمرکز دارد. به طور ویژه، این فصل آخرین مطالعات پیرامون تغییرات ناشی از تمرین مقاومتی در دستگاه کنترل حرکتی و تارهای عضله اسکلتی ارائه می‌کند. افزون بر این، این فصل شامل بحث کامل درباره‌ی تغییرات ناشی از تمرین مقاومتی در بیوشیمی عضلانی همراه با اثر تمرین مقاومتی بر قدرت استخوان و رباط است. این فصل همچنین بی‌تمرینی پس از تمرین قدرتی را همراه با تأثیری که تمرین قدرتی و استقامتی همزمان بر افزایش قدرت دارد، بحث می‌کند.
- فصل ۱۵: این فصل همان فصل ۱۴ در آخرین ویرایش بود. فصل ۱۵ جدید برای تمرکز بر نقش فعالیت ورزشی در پیشگیری از بیماری‌های مزمن اساسی بازنگری شد. تغییرات مهم شامل اطلاعات به روز پیرامون سازه‌های خطر بیماری مزمن (مانند، پرفشاری خون، چربی، چاقی) و بررسی پیشرفته نشانگان (سندرم) متابولیک است. افزون بر این، بخش جدیدی درباره اثر فعالیت بدنی منظم بر دیابت و سرطان اضافه شد.
- فصل ۱۶: این فصل، در نسخه قبلی فصل ۱۵ بود. این فصل به منظور ارائه اطلاعات جدیدی که VO_2max را به پیامدهای تندرستی مرتبط می‌کند و پژوهش‌های به روز شده درباره‌ی اثر شدت‌های مختلف فعالیت ورزشی (مانند، فعالیت ورزشی شدید در مقابل فعالیت ورزشی با شدت متوسط) در دستیابی به نتایج وابسته به تندرستی، ارائه می‌کند. افزون بر این، اطلاعات جدیدی درباره‌ی آخرین توصیه‌های فعالیت بدنی به همراه یک پیوست جدید برای تعیین هزینه انرژی فعالیت ورزشی شایع ارائه شده است.
- فصل ۱۷: این فصل برای ارائه اطلاعات جدید درباره‌ی تجویزهای فعالیت ورزشی در جمعیت دیابتی، آسمی، پرفشاری خون، توانبخشی قلبی، بیماری انسدادی مزمن ریه، سالمندان و زنان باردار به روز شد. بخش جدیدی با جزئیات توصیه‌های تجویز فعالیت ورزشی و ملاحظات ویژه برای بیماران سرطانی نیز اضافه شد. در آخر، کادر جدید از کارشناس بپرسید با حضور دکتر کاترین اشمیتز برای بحث پیرامون توانبخشی فعالیت ورزشی برای بیماران سرطانی اضافه شد.
- فصل ۱۸: این فصل تحت بازنگری گسترده‌ای قرار گرفت تا مقدمه‌ای پیشرفته برای علم تغذیه ارائه کند. این، شامل یک بحث به روز درباره‌ی درشت مغذی‌ها و ریز مغذی‌ها در رژیم غذایی همراه با رهنمودها و الزامات تغذیه فعلی است. بحث درباره‌ی ترکیب بدن تحت بازنگری گسترده‌ای قرار گرفت تا درآمدی معاصر برای روش‌های اصلی مورد استفاده برای تعیین ترکیب بدن ارائه شود. فصل با بحث مفصلی پیرامون تعادل انرژی بدن، برنامه‌های غذایی محبوب و پژوهش‌های مربوط به کاهش و کنترل وزن بسته می‌شود. بیشتر اثر فعالیت ورزشی همراه با رژیم غذایی بر کاهش وزن به تفصیل بحث شده است.
- فصل ۱۹: اطلاعات به روز شده پیرامون تولید بنیان (رادیکال) و خستگی عضلانی هنگام تمرین گنجانده شد. شکل‌های جدید زیادی به همراه اطلاعات جدید پیرامون سازه‌های موثر بر عملکرد کوتاه مدت و

جایگاه‌های احتمالی خستگی مرکزی و محیطی اضافه شد.

- فصل ۲۰: (فصل ۲۱ در ویرایش دهم) توجه داشته باشید که اطلاعات کلیدی از فصل ۲۰ (ویرایش دهم) به روز شد و در این فصل اصلاحاتی اضافه شد. برای مثال، اطلاعات و ارقام جدیدی درباره‌ی آزمون‌های آزمایشگاهی برای تعیین ظرفیت فعالیت ورزشی استقامتی ارائه شد. همچنین، اطلاعات تازه‌ای پیرامون اندازه‌گیری اوج سرعت دویدن به عنوان پیش‌بینی‌کننده عملکرد گنجانده شد. افزون بر این، چند شکل جدید برای نشان دادن بیش‌تر تمرینی، پاسخ‌های فردی به تمرین و سوخت و ساز فعالیت ورزشی هنگام مسابقه اضافه شد. اطلاعات پیرامون اثر تمرین تناوبی شدید بر سازگاری فیزیولوژیایی به روز شد.
- فصل ۲۱: (فصل ۲۲ در ویرایش دهم) شکل‌های جدید به همراه بخش جدیدی اضافه شده است که درباره اثر دوره‌ی قاعدگی بر عملکرد و تمرین بحث می‌کند. آخرین اطلاعات درباره‌ی ناهنجاری‌های تغذیه‌ای در ورزشکاران زن ارائه شده است.
- فصل ۲۲: (فصل ۲۳ در ویرایش دهم) بحث جدیدی پیرامون نقش مکمل ویتامین آنتی‌اکسیدانی در کاهش سازگاری تمرینی در عضلات اسکلتی اضافه شد.
- فصل ۲۳: (فصل ۲۴ در ویرایش دهم) یک شکل جدید به همراه اطلاعات جدید پیرامون فعالیت ورزشی در ارتفاع، اریتروپوئیتین و تولید گلبول قرمز گنجانده شد.
- فصل ۲۴: (فصل ۲۵ در ویرایش دهم) اطلاعات به روز شده در سرتاسر فصل اضافه شده است. بخش جدیدی برای بحث درباره گذرنامه بیولوژیایی ورزشکار به عنوان روشی برای نظارت بر عملکرد افزایش مصرف مواد در مسابقه‌های دو و میدانی ارائه شده است.
- نسخه یازدهم فیزیولوژی فعالیت ورزشی: نظریه و کاربرد در آمادگی و عملکرد هم اکنون بر خط با پلتفرم تکالیف و ارزیابی یکپارچه آموزش مک گراو-هیل، کانکت، در دسترس است. کانکت همچنین SmartBook® را ۲,۰ را برای نسخه جدید ارائه می‌کند که نخستین تجربه خواندن تطبیقی است که ثابت شده است برای بهبود نمره‌ها و کمک به دانشجویان در مطالعه موثرتر است. همه‌ی وبگاه و محتوای جانبی عنوان نیز از طریق کانکت در دسترس است، از جمله:
- آزمون‌ها برای هر فصل.
- یک بانک آزمون کامل از پرسش‌های چند گزینه‌ای که دانشجویان را درباره‌ی مفاهیم و ایده‌های اصلی در هر فصل ارزیابی می‌کند. همچنین، طبقه‌بندی دشواری پرسش‌های آزمون با استفاده از طبقه‌بندی بلوم، در این نسخه جدید است.
- اسلایدهای سخنرانی برای استفاده مدرس در کلاس.
- کتابچه راهنمای مدرس شامل فهرست مطالب سخنرانی، تجربه‌های پیشنهادی آزمایشگاهی، فعالیت‌های حل مسئله گروهی برای استفاده در کلاس و تکالیف درسی برای دانشجویان است. انتخاب تکالیف (مرتبط با فصل‌های کتاب درسی) برای استفاده مدرس. تکالیف خانه برای افزایش درک دانشجویان از فیزیولوژی فعالیت ورزشی و ارتقای مهارت‌های حل مسئله طراحی شده‌اند.

شما در صندلی راننده هستید.

آیا می خواهید دوره آموزشی خود را بسازید؟ مشکلی نیست ترجیح می دهید از دوره از پیش ساخته شده کلید در دست ما استفاده نمایید؟ آسان. آیا م خواهید در طول ترم تغییراتی ایجاد نمایید؟ مطمئن. و با درجه بندی خودکار کانکت نیز در زمان صرفه جویی خواهید نمود.

آنها از شما برای آن تشکر خواهند نمود

به دانشجویان شما کمک می نماید، تا در زمان کمتری آمادگی SmartBook® 2.0 منابع مطالعه سازگاری مانند بهتری داشته باشند. شما می توانید زمان کلاس خود را از تعاریف کسل کننده به بحث های پویا تبدیل نمایید. www.mheducation.com/highered/connect/smartbook در SmartBook 2.0 درباره تجربه یادگیری شخصی قدرتمند موجود در اطلاعات بیشتری کسب نمایید.

آن را ساده کنید، آن را مقرون به صرفه نمایید



کانکت با یکپارچه سازی با استفاده از هر یک از سیستم های مدیریت یادگیری اصلی - Blackboard®, Canvas، و D2L، در میان دیگران - به شما امکان می دهد دوره خود را در یک مکان مناسب سازماندهی کنید. با برنامه دسترسی فراگیر ما به دانشجویان خود با تخفیف به ابزار دیجیتال دسترسی پیدا کنید. برای اطلاعات بیشتر از نماینده مک گروه - هیل کمک بگیرید.

راه حل هایی برای چالش های شما



یک محصول راه حل نیست، راه حل های واقعی مقرون به صرفه، قابل اعتماد هستند و با آموزش و پشتیبانی مداوم در زمانی که به آن نیاز دارید و هر طور که می خواهید ارائه می شوند. گروه تجربه مشتری ما همچنین می تواند به شما در عیب یابی مشکلات فنی کمک کند - اگر چه ۹۹ درصد زمان در دسترس کانکت به این معنا است که ممکن است نیازی به تماس با آنها نباشد. خودتان در status.mheducation.com مطالعه کنید.

مطالعه موثر و کارآمد

کانکت به شما کمک می‌کند با استفاده از ابزارهایی مانند SmartBook 2.0 که مفاهیم کلیدی را برجسته می‌سازد، و برنامه مطالعه شخصی فراهم می‌کند، در زمان مطالعه خود بهره‌وری بیشتری داشته باشید و نمره‌های بهتری کسب کنید. کانکت شما را برای موفقیت آماده می‌کند، بنابراین با اعتماد به نفس وارد کلاس می‌شوید و با نمره‌های بهتر از کلاس خارج می‌شوید.

در هر زمان و هر مکان مطالعه کنید.

من واقعاً این برنامه را دوست داشتم - - وقتی کتاب درسی خود را در اختیار ندارید، مطالعه را آسان می‌کند.

- جردن کانینگهام،
دانشگاه واشنگتن شرقی

برنامه رایگان ReadAnywhere را دانلود کنید، و به تکالیف بر خط کتاب الکترونیکی یا SmartBook 2.0 خود در زمان مناسب دسترسی یابید، حتی اگر آفلاین هستید. از آنجایی که برنامه خودکار با تکالیف کتاب الکترونیکی و SmartBook 2.0 شما در کانکت همگام می‌شود، هر بار که آن را باز می‌کنید همه کارهای شما در دسترس است. در www.mheducation.com/readanywhere اطلاعات بیشتری به دست می‌آورید.

بدون غافلگیری

ابزارهای Connect Calendar و Reports شما را در مسیر کاری که باید انجام دهید، قرار می‌دهند و امتیازهای تکالیف شما را حفظ می‌کنند. زندگی شلوغ می‌شود؛ ابزارهای کانکت به شما کمک می‌کنند تا با همه چیز به یادگیری ادامه دهید.



یادگیری برای همه

مک‌گرو- هیل مستقیم با بخش‌های خدمات دسترسی و اساتید کار می‌کند، تا نیازهای یادگیری همه دانشجویان را برآورده کند. لطفاً با دفتر خدمات دسترسی خود تماس بگیرید و از آنها بخواهید به accessibility@mheducation.com ایمیل بزنند یا برای اطلاعات بیشتر به www.mheducation.com/about/accessibility مراجعه کنید.



کتاب فیزیولوژی فعالیت ورزشی: نظریه و کاربرد در آمادگی جسمانی و عملکرد تنها تلاش سه نویسنده نیست، بلکه نشان دهنده مشارکت صدها دانشمند از سرتاسر جهان است. اگرچه نمی‌توان از همه مشارکت‌کنندگان در این کار قدردانی کرد، اما مایلیم دانشمندان زیر را که تأثیر زیادی بر تفکر، شغل و زندگی ما داشته‌اند به‌طور کلی بشناسیم: دکترها. برونو بالکه، رونالد برد، جروم دمپسی، استفن داد، اچ. وی. فورستر، بی دی فرانک، استیون هوروات، هنری موتویه، فرانسیس ناگل و هیو جی. ولش.

افزون بر این، مایلیم از لوک آلفورد، متیو بومکمپ، کاترین کریستیسون، شی گورنی، آلفیل آ. فیلیپ، زوها عرفان، دانیل خوشار، یاسین لاهلو، راوینکومار ماششکومار، سیف آ. ممون، نیکیل ان. پاتل، فرانچسکا راتووویچ، نیکلاس ج. سوارتز، برایان سی تران، و کاسی ویلیامسون-ریسدورف برای کمک آنها در ارائه پیشنهادهایی برای تجدید نظر در این کتاب قدردانی کنیم. در اصل، این افراد به بهبود ویرایش یازدهم این کتاب خیلی کمک کردند. در آخر، مایلیم از داوران زیر که نظرهای ارزشمندی درباره‌ی ویرایش‌های پیشین فیزیولوژی فعالیت ورزشی: نظریه و کاربرد در آمادگی و عملکرد ارائه نمودند قدردانی کنم:

- برت برویننکس
دانشگاه سنت توماس
- دن کارل
دانشگاه سینسیناتی
- فنگ او
دانشگاه ایالتی کالیفرنیا، چیکو
- کاترین رزی لئفر
دانشگاه کنتاکی
- بریتانی لاکارد
دانشگاه اینکارتنت ورد
- آیانا لایلز
دانشگاه کالیفرنیا پنسیلوانیا
- ریچ موریس
کالج رولینز

ارایه جذاب مفاهیم کلیدی پشتیبانی شده توسط آخرین پژوهش‌ها

تمرکز پژوهشی

صرف نظر از جهت گیری شغلی آنها، دانشجویان باید یاد بگیرند چگونه آخرین پژوهش‌ها را بخوانند و درباره‌ی آنها فکر کنند. تمرکز پژوهشی، پژوهش‌های جدیدی ارائه می‌کند و دلیل مرتبط بودن آن را توضیح می‌دهد.

مروری دقیق‌تر

مروری دقیق‌تر، دید عمیقی از موضوعاتی که برای دانشجویان مورد توجه است، ارائه می‌کند. این ویژگی دانشجویان را تشویق می‌کند تا عمیق‌تر در مفاهیم کلیدی کاوش کنند.

از متخصص بپرسید

این ویژگی پرسش و پاسخ به شما این امکان را می‌دهد تا دریابید دانشمندان برجسته پیرامون موضوعاتی مانند اثر پرواز فضایی بر عضلات اسکلتی و اثر فعالیت ورزشی بر سلامت استخوان‌ها چه می‌گویند.

کاربردهای عملی فیزیولوژی فعالیت ورزشی

کاربردهای بالینی

نحوه استفاده از فیزیولوژی فعالیت ورزشی در محیط بالینی را بیاموزید.

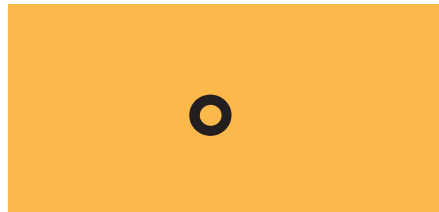
لبه برنده

چگونه ورزشکاران «لبه برنده» را پیدا می‌کنند، که می‌تواند بین پیروزی و شکست تفاوت ایجاد کند؟ این ویژگی‌ها، علم پشت اجرای برنده را توضیح می‌دهد.

بخش ۱

فیزیولوژی فعالیت ورزشی





آشنایی با فیزیولوژی فعالیت ورزشی

■ هدفها

- با مطالعه این فصل، باید بتوانید موارد زیر را انجام دهید:
۱. فیزیولوژی و فیزیولوژی فعالیت ورزشی را تعریف کنید.
 ۲. نقاط عطف کلیدی در تکامل فیزیولوژی فعالیت ورزشی از ۱۹۰۰ تا به امروز را مشخص کنید.
 ۳. مراحل مربوط به روش علمی را بگویید.
 ۴. دو دسته اصلی طرح‌های پژوهشی را شرح دهید.
 ۵. دو مکان اصلی که در آن فیزیولوژی فعالیت ورزشی انجام می‌شود، معرفی کنید.
 ۶. پژوهش‌های بنیادی و کاربردی را تعریف کنید.
 ۷. عمل مبتنی بر شواهد را در پزشکی و علم فعالیت ورزشی توضیح دهید.
 ۸. فرایند استفاده از یک موتور جستجو برای بررسی پیشینه و بازیابی مطالعات پژوهشی مورد بررسی در موضوعات مربوط به فیزیولوژی فعالیت ورزشی را ترسیم کنید.
 ۹. هدف بخش‌های جداگانه‌ای که شامل گزارش پژوهش علمی است را معرفی و بحث کنید.
 ۱۰. پنج مرحله کلیدی را که می‌توان برای ارزیابی کیفیت یک مطالعه پژوهشی به کار برد، شرح دهید.
 ۱۱. شش سازمان حرفه‌ای مهم وابسته به فیزیولوژی فعالیت ورزشی و علوم ورزشی را معرفی کنید.
 ۱۲. بهره‌های وابسته به کسب گواهینامه‌های آمادگی جسمانی/بالینی ارائه شده توسط سازمان‌های حرفه‌ای را توضیح دهید.
 ۱۳. پنج فرصت شغلی ویژه‌ی دانشجویانی که مدرک کارشناسی در فیزیولوژی فعالیت ورزشی و حرکت شناسی دارند، فهرست کنید.

■ واژگان کلیدی

experimental research	پژوهش‌های تجربی	applied research	پژوهش‌های کاربردی
independent variable	متغیر مستقل	basic research	پژوهش‌های بنیادی
nonexperimental research	پژوهش‌های غیرتجربی	case study	مطالعه موردی
placebo	دارونما	dependent variable	متغیر وابسته
translational research	پژوهش‌های ترجمه‌ای	evidence-based practice	تمرین مبتنی بر شواهد

فیزیولوژی، مطالعه موجودات زنده است. فیزیولوژی شناسان پرسش‌های مربوط به چگونگی عملکرد سلول‌ها، بافت‌ها و دستگاه‌های اندامی در انسان و حیوانات دیگر را مطالعه می‌کنند. فیزیولوژی فعالیت ورزشی شاخه‌ای از فیزیولوژی است که بررسی می‌کند، چگونه یک دوره فعالیت ورزشی (فعالیت ورزشی کوتاه مدت) و دوره‌های تکراری فعالیت ورزشی (یعنی برنامه‌های تمرینی) بر سلول‌ها، بافت‌ها و دستگاه‌های اندام بدن تأثیر می‌گذارند. افزون بر این، فیزیولوژی فعالیت ورزشی، پاسخ‌های فعالیت ورزشی کوتاه مدت و تمرین فعالیت ورزشی را در شرایط محیطی (برای مثال، ارتفاع زیاد یا دمای محیطی زیاد) بررسی می‌کند تا اثر آن‌ها بر توانایی ما برای اجرا و سازگاری با تمرین فعالیت ورزشی را تعیین کند. مطالعات فیزیولوژی فعالیت ورزشی روی افراد جوان و سالمند انجام می‌شود، خواه سالم باشند یا بیمار. این بررسی‌های مهم به درک نقش فعالیت ورزشی منظم در پیشگیری از بیماری یا بازتوانی از بیماری‌های مزمن کمک می‌کند. سرانجام، فیزیولوژی فعالیت ورزشی همچنین بسیاری از پرسش‌های وابسته به عملکرد ورزشی را بررسی می‌کند؛ مانند «آیا برای تبدیل شدن به یک دونده برجسته استقامت به استعداد ژنتیکی نیاز است، یا آیا با تمرین‌های کافی می‌توان به یک ورزشکار استقامتی استثنایی تبدیل شد؟» وقتی در تمرین‌های مقاومتی منظم شرکت می‌کنید، چه سازگاری‌هایی در عضلات اسکلتی شما ایجاد می‌شود؟ «چه تغییراتی در دستگاه قلبی عروقی و عضلات اسکلتی شما در نتیجه یک برنامه تمرین استقامتی ایجاد می‌شود؟» پاسخ این پرسش‌ها و بسیاری دیگر از پرسش‌های وابسته به عملکرد انسان، تغذیه و بهره‌های فعالیت ورزشی وابسته به تندرستی، در سرتاسر این کتاب ارائه شده است.

دانش ما درباره فیزیولوژی فعالیت ورزشی در طول سال‌ها به دلیل کمیت و کیفیت پژوهش‌های این حوزه گسترش یافته است. این فصل، شامل مقدمه‌ای درباره پژوهش‌های فیزیولوژی تمرین، سازمان‌های حرفه‌ای و مشاغل ویژه‌ی افراد با آموزش فیزیولوژی فعالیت ورزشی و حرکت شناسی است. به طور ویژه، با تاریخچه کوتاهی از پیشرفت‌های پژوهشی فیزیولوژی فعالیت ورزشی شروع می‌کنیم و سپس روند پژوهش‌ها را شرح می‌دهیم. همچنین درباره چگونگی خواندن و درک مطالعات پژوهشی منتشر شده در نشریه‌های علمی بحث خواهیم کرد. این فصل با مروری بر سازمان‌های حرفه‌ای فیزیولوژی فعالیت ورزشی، گواهی‌نامه‌های فعالیت ورزشی/ آمادگی جسمانی و مشاغل فیزیولوژی فعالیت ورزشی و زمینه‌های وابسته به پایان می‌رسد.

نقاط عطف در تحول فیزیولوژی فعالیت ورزشی

مرور اجمالی برخی از مراحل مهم در رشد فیزیولوژی فعالیت ورزشی به درک اینکه فیزیولوژی فعالیت ورزشی کجا بوده و آینده آن کجاست، کمک می‌کند. توجه داشته باشید در سرتاسر این کتاب، دانشمندان برجسته فیزیولوژی فعالیت ورزشی در فصل‌های مختلف، در حوزه فیزیولوژی معرفی شده‌اند. امیدواریم با پیوند دادن یک دانشمند خاص به یک موفقیت بزرگ در فیزیولوژی فعالیت ورزشی، تاریخ فیزیولوژی فعالیت ورزشی زنده شود و شما را به آموختن بیشتر این رشته هیجان‌انگیز ترغیب کند.

این بخش، تاریخچه‌ای مختصر از تحول مطالعات فیزیولوژی فعالیت ورزشی ارائه می‌کند. از آنجا که تاریخچه کامل فیزیولوژی فعالیت ورزشی از حوصله این بخش خارج است، ما بحث خود را به نکته‌های برجسته این رشته در ۱۲۰ سال گذشته محدود می‌کنیم. افزون بر این، اگرچه سازمان‌های متعدد و صدها دانشمند در پیشرفت فیزیولوژی فعالیت ورزشی مشارکت داشته‌اند، اما محدودیت‌های فضایی امکان بحث درباره‌ی چند رویداد مهم در سرتاسر تکامل این رشته را فراهم می‌کند.

نقاط عطف در فیزیولوژی فعالیت ورزشی - سال‌های اولیه (۱۹۵۰ - ۱۹۰۰)

شکل ۱-۰ جدول زمانی گرافیکی برای نقاط عطف انتخاب شده در پژوهش‌های فیزیولوژی فعالیت ورزشی در نیمه اول قرن بیستم ارائه می‌کند. در این دوره ابتدایی فیزیولوژی فعالیت ورزشی، تقریباً همه‌ی پژوهش‌ها توصیفی بودند. به این معنا که بیش‌تر گزارش‌های منتشر شده در این بازه زمانی فقط پاسخ‌های فیزیولوژیایی (یعنی تواتر قلبی، فشار خون و غیره) را هنگام انجام تمرین‌های کوتاه مدت توصیف می‌کردند. با این وجود، کارهای انجام شده توسط دانشمندان دانمارکی آگوست کروگ و یوهانس لینهارد از این امر مستثنا بود. این پژوهشگران بیشتر در پژوهشی همکاری می‌کردند که در آن چگونگی تنظیم دستگاه اصلی اندام‌ها هنگام فعالیت ورزشی توسط بدن بررسی می‌شد. برای مثال، یکی از مطالعات مهم آنها بررسی کنترل دستگاه تنفسی و جریان خون هنگام فعالیت ورزشی بود (۱۱). جایزه نوبل فیزیولوژی یا پزشکی سالانه برای دست آوردهای برجسته در حوزه‌های علوم زیستی یا پزشکی که به سود بشر است، اهدا می‌شود. این جایزه یکی از پنج جایزه نوبل است که در سال ۱۸۹۵ توسط شیمی دان سوئدی آلفرد نوبل، مخترع دینامیت دریافت شد. در تاریخ طولانی جایزه نوبل فیزیولوژی یا پزشکی، تنها سه پژوهشگر به دلیل تمرکز مطالعاتشان روی عضلات اسکلتی یا فیزیولوژی فعالیت ورزشی، با این جایزه تجلیل شده‌اند. نخستین نفر از این برندگان نوبل، آگوست کروگ بود. کروگ در سال ۱۹۲۰ جایزه نوبل فیزیولوژی و پزشکی را به دلیل کار روی سازوکارهای تنظیم جریان خون مویرگی در عضلات اسکلتی دریافت کرد. افزون بر این، دانشمند انگلیسی آرچی بالد هیل و دانشمند آلمانی اتو مایرهورف در سال ۱۹۲۲ برای مطالعات خود در دو زمینه جداگانه فیزیولوژی فعالیت ورزشی، جایزه نوبل فیزیولوژی و پزشکی دریافت کردند. هیل به واسطه‌ی کشف خود مبنی بر اینکه عضلات اسکلتی هنگام فعالیت ورزشی گرما تولید می‌کند، معروف شد، در حالی که تشخیص مایرهورف ناشی از مشارکت وی در درک ما از رابطه شدت فعالیت ورزشی، مصرف اکسیژن و سوخت و ساز لاکتات بود.

جایزه نوبل برای تنظیم جریان خون مویرگی در عضلات اسکلتی کروگ (دانمارک) (۱۹۲۰)^۱

آزمایشگاه خستگی دیل در هاروارد (ایالات متحده) (۱۹۲۷-۱۹۴۸)^۲

آزمایشگاه بهداشت فیزیولوژیایی دانشگاه مینه سوتا (ایالات متحده) (۱۹۳۸ تا کنون)^۳

فعالیت ورزشی مقاومتی فزاینده دلورم (ایالات متحده آمریکا) (۱۹۴۵-۱۹۵۰)^۴

مطالعات کنترل قلبی تنفسی کروگ و لیندهارد (دانمارک) (۱۹۱۳)^۵

جایزه نوبل برای پژوهش‌های وابسته به فیزیولوژی فعالیت ورزشی (انگلستان) و مایرهورف (آلمان) (۱۹۲۲)^۶

آسموسن و کریستنسن، نیلسون (دانمارک/سوئد) (۱۹۳۰-۱۹۷۰)^۷

پژوهش‌های آمادگی جسمانی کورتون (ایالات متحده آمریکا) (۱۹۴۱-۱۹۷۰)^۸

تأسیس آزمایشگاه خستگی هاروارد در سال ۱۹۲۷ رویدادی مهم در پژوهش‌های فیزیولوژی فعالیت ورزشی در ایالات متحده بود. جالب این است که این آزمایشگاه پژوهشی فیزیولوژی فعالیت ورزشی توسط مدرسه کسب و کار هاروارد تأسیس شده است. در حالی که یک مدرسه کسب و کار به عنوان مکانی برای پژوهش‌های فیزیولوژی انسان، به دور از ذهن به نظر می‌رسد، این آزمایشگاه در برهه‌ای از تاریخ تأسیس شد که خستگی انسان

1. Harvard Fatigue Laboratory Dill (USA) (1927-1948)

2. Laboratory of Physiological Hygiene University of Minnesota Keys (USA) (1938-Present)

3. Progressive Resistance Exercise Delorme (USA) (1945-1950)

4. Studies on Cardiorespiratory Control Krogh and Lindhard (Denmark) (1913)

5. Nobel Prize for Regulation of Capillary Blood Flow in Skeletal Muscles Krogh (Denmark) (1920)

6. Nobel Prize for Exercise Physiology-Related Research Hill (England) and Meyerhof (Germany) (1922)

7. Asmussen, and Christensen, Nielson (Denmark/Sweden) (1930-1970)

8. Physical Fitness Research Cureton (USA) (1941-1970)