

به نام خداوند جان و خرد

فعالیت بدنی و فشار اکسایشی

تالیف:

دکتر محمد اسماعیل افضل پور

دانشیار دانشگاه بیرجند

حسین طاهری چادرشین

دانشجوی دکتری فیزیولوژی ورزش دانشگاه بیرجند



بامداد کتاب



بامداد کتاب

فعالیت بدنی و فشار اکسایشی

تالیف: دکتر محمد اسماعیل افضل پور - حسین طاهری

ویراستار ادبی: ناصر فتوگرافی

نوبت چاپ: اول - ۱۳۹۲

شمارگان: ۱۰۰ نسخه

قطع: رحلی - ۱۵۲ صفحه

قیمت: ۳۰۰۰۰۰ تومان

فروست: ۲۴۱

شابک: ۹۷۸-۹۶۴-۲۰۶-۰۵۹-۷

کلیه حقوق برای ناشر محفوظ است

مرکز پخش:

تهران، انقلاب، خیابان ۱۲ فروردین، ابتدای خیابان نظری شرقی، پلاک ۱۰۰

تلفن: ۵-۶۶۴۸۱۲۴۳ تلفکس: ۶۶۹۷۵۶۹۷

سامانه پیام کوتاه: ۳۰۰۰۷۱۲۴

سایت: www.bamdadketab.com پست الکترونیکی: bamdadketab@yahoo.com

فروشگاه: خیابان انقلاب، خیابان ۱۲ فروردین، پلاک ۲۸۸

سرشناسه	: افضل پور، محمد اسماعیل، ۱۳۴۴ -
عنوان و نام پدیدآور	: فعالیت بدنی و فشار اکسایشی/نویسندگان محمد اسماعیل افضل پور، حسین طاهری.
مشخصات نشر	: تهران: بامداد کتاب، ۱۳۹۲.
مشخصات ظاهری	: ۱۵۲ ص: مصور، جدول، نمودار. ۲۲ x ۲۹ س.م.
شابک	: 978-964-206-059-7
وضعیت فهرست نویسی	: فیبا
موضوع	: ورزش -- جنبه های فیزیولوژیکی
شناسه افزوده	: طاهری چادر نشین، حسین، ۱۳۶۰ -
رده بندی کنگره	: RC۱۲۳۵/الف۷۷۷ ۱۳۹۲
رده بندی دیویی	: ۶۱۲/۰۴۴
شماره کتابشناسی ملی	: ۳۲۰۶۲۱۸

فهرست مطالب

۲۲	ضد اکسایش ها	۶	مقدمه ناشر
۲۳	الف. ضد اکسایش های آنزیمی	۷	پیش گفتار
۲۳	۱. آنزیم سوپراکساید دیسموتاز	۹	فصل اول: انواع گونه های اکسیژن واکنشی
۲۴	۲. آنزیم گلوکاتایون پراکسیداز	۱۰	مقدمه
۲۴	۳. آنزیم کاتالاز	۱۰	انواع گونه های اکسیژن واکنشی
۲۵	۴. آنزیم پاراکسوناز-۱	۱۱	الف. گونه های واکنشی اولیه
۲۶	۵. آنزیم عامل فعال کننده پلاکت استیل هیدرولاز	۱۱	۱. سوپراکساید
۲۷	ب. ضد اکسایش های غیر آنزیمی	۱۱	۲. پراکسید هیدروژن
۲۷	۱. گلوکاتایون	۱۱	۳. رادیکال هیدروکسیل
۲۸	۲. آلفا - لیپونیک اسید	۱۲	۴. نیتریک اکساید (NO)
۲۹	۳. اسید اوریک	۱۲	۵. پراکسی نیتريت
۳۰	۴. بیلی روبین	۱۲	ب. گونه های واکنشی ثانویه
۳۰	۵. یوبیکینون	۱۲	منابع تولید گونه های واکنشی
۳۱	ج. ضد اکسایش های تغذیه ای	۱۲	منابع اولیه تولید گونه های واکنشی
۳۱	۱. ویتامین E	۱۴	۱. میتوکندری
۳۲	۲. کاروتنوئیدها	۱۵	۲. گزانتین اکسیداز
۳۲	۳. ویتامین C	۱۶	۳. NADPH اکسیداز
۳۳	جمع بندی	۱۶	۴. فسفولیپاز A ₂
۳۵	فصل سوم: آسیب های اکسایشی	۱۶	۵. کاتکولامین ها
۳۶	مقدمه	۱۷	۶. پراکسی زوم ها
۳۶	الف. پراکسیداسیون لیپیدی	۱۷	۷. نیتریک اکساید سنتتاز
۳۷	۱. شاخص های پراکسیداسیون لیپیدی	۱۷	ب. منابع ثانویه تولید گونه های واکنشی
۳۸	۲. مکمل دهی ضد اکسایشی و کاهش پراکسیداسیون لیپیدی	۱۷	۱. سلول های فاگوسیتی
۳۹	ب. آسیب اکسایشی پروتئین ها	۱۷	۲. تولید رادیکال های آزاد به خاطر انباشتگی کلسیم در عضله اسکلتی
۳۹	۱. شاخص های آسیب اکسایشی پروتئین ها	۱۸	۳. تولید رادیکال ناشی از یون های آهن
۴۰	۲. سیستم های ترمیمی برای اصلاح پروتئین های اکسایش یافته	۱۸	۴. رابدومیولیزیس
۴۱	۳. مکمل دهی ضد اکسایشی و کاهش آسیب اکسایشی پروتئین ها	۱۹	جمع بندی
۴۱	ج. آسیب اکسایشی ساختارهای ژنومی	۲۱	فصل دوم: سیستم های ضد اکسایشی
۴۲	۱. شاخص های ارزیابی آسیب اکسایشی ساختارهای ژنتیکی	۲۲	مقدمه
۴۳	۲. پلنک و سازگاری سیستم های ترمیمی حذف باز با ورزش		

۱. پروتئین اتصالی فسفاتیدیل اتانول آمین ۲ (PEBP2).....	۷۳	۳. مصرف ضد اکسایش ها و آسیب های ساختاری ژنومی ناشی از ورزش.....	۴۳
۲. پروتئین های متصل به DNA روی - فینگر.....	۷۳	جمع بندی.....	۴۴
۳. پروتئین متصل به GA.....	۷۵	فصل چهارم: فشار اکسایشی و تئوری هورمز.....	۴۵
کلسیم سلولی.....	۷۶	مقدمه.....	۴۷
تکثیر سلولی.....	۷۷	فشار اکسایشی.....	۴۷
نمای کلی مکانیسم پیامدهی گونه های واکنشی.....	۷۸	الف. شاخص های ارزیابی فشار اکسایشی.....	۴۷
جمع بندی.....	۷۹	ب. مشکلات عمومی تعیین فشار اکسایشی.....	۴۹
فصل ششم: رادیکال های آزاد و نیروی عضلانی.....	۷۹	تئوری هورمز.....	۵۰
مقدمه.....	۸۱	الف. تعریف تئوری هورمز.....	۵۰
رادیکال های آزاد و نیروی عضلانی.....	۸۱	ب. تئوری هورمز، اساس عمل ورزش.....	۵۰
الف. تاثیر NO روی تولید نیرو در عضله خسته نشده.....	۸۲	پ. تئوری هورمز اساس عمل گونه های واکنشی.....	۵۱
ب. تاثیر ROS بر تولید نیرو در عضله خسته نشده.....	۸۲	ت. گونه های واکنشی درگیر در تئوری هورمز.....	۵۱
ج. رادیکال هایی که در خستگی عضلانی ناشی از ورزش نقش دارند.....	۸۳	ث. مکانیزم اثر فعالیت ورزشی.....	۵۲
۱. رادیکال ها و خستگی عضلانی - مطالعات حیوانی in situ و in.....	۸۳	جمع بندی.....	۵۵
۲. رادیکال ها و خستگی عضلانی در مطالعات in vivo.....	۸۴	فصل پنجم: مبانی تنظیم ردوکسی مسیرهای انتقال پیام.....	۵۵
جایگاه های حساس به ردوکس در عضله اسکلتی.....	۸۴	مقدمه.....	۵۷
الف. جایگاه های حساس به ردوکس در عضله اسکلتی که بر تولید نیرو اثر می گذارند.....	۸۵	فسفریله شدن پروتئین.....	۵۷
ب. اثر ردوکس روی تنظیم کلسیم شبکه سارکوپلاسمی.....	۸۶	الف. پروتئین کینازها.....	۵۷
ج. ROS و NO روی پروتئین های تارچه ای تاثیر می گذارند.....	۸۷	۱. تیروزین کیناز Src.....	۵۸
د. سطوح ROS مورد نیاز برای فعال سازی هدف های حساس به ردوکس.....	۸۸	۲. کیناز یک (SOK1) فعال شونده با فشار اکسایشی.....	۵۸
جمع بندی.....	۸۸	۳. مسیر پیامدهی JAK - STAT.....	۵۹
فصل هفتم: رادیکال های آزاد و آتروفی عضلانی.....	۸۹	۴. پروتئین کیناز C.....	۵۹
مقدمه.....	۹۱	۵. پروتئین کینازهای فعال شده به وسیله میتوزن (MAPK).....	۶۰
فشار اکسایشی و آتروفی ناشی از عدم به کارگیری عضله.....	۹۱	ب. فسفاتازهای سلولی.....	۶۵
مدل های تجربی بررسی آتروفی عضلانی.....	۹۲	۱. فسفاتازهای سرین/ترونین.....	۶۵
تغییرات بیوشیمیایی عضله اسکلتی طی بی تحرکی طولانی مدت.....	۹۳	۲. فسفاتازهای فسفوتیروزین.....	۶۶
مشارکت ROS در آتروفی عضلانی.....	۹۴	واکنش پروتئین - DNA.....	۶۷
تولید ROS در عضلات اسکلتی غیر فعال.....	۹۴	الف. عامل هسته های KB.....	۶۷
مکانیسم عمل ROS در آتروفی تار عضلانی.....	۹۵	ب. پروتئین فعال ساز ۱.....	۷۱
		ج. سایر پروتئین های رونویسی حساس به ردوکس.....	۷۳

الف. آپوپتوزیس یا مرگ هسته تار عضلانی.....	۹۵
۱. مسیر شبکه سارکوپلاسمی.....	۹۶
۲. مسیر گیرندهای.....	۹۶
۳. مسیر میتوکندریایی.....	۹۶
۴. مسیر MAPK.....	۱۰۲
ب. تجزیه پروتئین تارهای عضله اسکلتی.....	۱۰۳
۱. پروتئازهای لیزوزومی.....	۱۰۳
۲. تجزیه پروتئین ناشی از کالپاین.....	۱۰۴
۳. تجزیه پروتئین ناشی از کاسپین.....	۱۰۵
۴. تجزیه پروتئینی سیستم پروتنوزوم - یوبیکوئیتین.....	۱۰۶
فعال سازی NF- κ B و آتروفی عضلانی.....	۱۰۸
جمع بندی.....	۱۰۹
فصل هشتم: رادیکال های آزاد و عروقی شدن بافت.....	۱۰۹
مقدمه.....	۱۱۲
عروقی شدن بافتی.....	۱۱۲
انواع عروقی شدن بافتی.....	۱۱۳
مکانیسم تشکیل عروق خونی.....	۱۱۲
عامل رشد اندوتلیال عروقی (VEGF).....	۱۱۵
۱. ویژگی ها.....	۱۱۵
۲. فعالیت های بیولوژیکی.....	۱۱۵
۳. خانواده VEGF.....	۱۱۵
۴. پیام دهی درون سلولی VEGF.....	۱۱۶
۵. ورزش و پاسخ VEGF.....	۱۱۶
NADPH اکسیداز منبع تولید گونه های اکسیژن واکنشی در سلولهای اندوتلیال.....	۱۱۷

مشارکت گونه های اکسیژن واکنشی در آنژیوژنز.....	۱۱۸
۱. تحریک اعضای خانواده VEGF توسط اکسایش ها.....	۱۱۹
۲. نقش اکسایش های تولید شده توسط توسط NADPH اکسیداز در عروقی شدن بافت های بالغ.....	۱۲۰
۳. اکسایش ها به عنوان پیامبرهای مرکزی در پیام دهی VEGF.....	۱۲۱
ضد اکسایش ها و عروقی شدن بافت.....	۱۲۲
مشارکت NO در آنژیوژنز.....	۱۲۶
مکانیسم تولید PGI ₂ و NO توسط VEGF.....	۱۲۷
۱. تولید کوتاه مدت NO.....	۱۲۷
۲. تولید طولانی مدت NO.....	۱۲۷
جمع بندی.....	۱۲۸
فصل نهم: سازگاری سیستم اکسایشی - ضد اکسایشی و ترمیمی به ورزش.....	۱۲۷
مقدمه.....	۱۳۰
پاسخ سیستم ضد اکسایشی به تمرینات ورزشی.....	۱۳۰
اکسایش ها و سازگاری های ضد اکسایشی.....	۱۳۱
۱. ROS و پیام دهی سلولی.....	۱۳۱
۲. عوامل رونویسی درگیر در تنظیم مثبت آنزیم های ضد اکسایشی.....	۱۳۲
اکسایش های ناشی از ورزش و بیان ضد اکسایش ها.....	۱۳۳
اکسایش ها و سازگاری سیستم های ترمیمی.....	۱۳۷
جمع بندی.....	۱۳۸
منابع.....	۱۳۷
واژه نامه.....	۱۴۸
Abreviation.....	۱۵۳

مقدمه ناشر

خداوندگار جهان را سپاس می‌گوییم که آفریننده همه خوبی‌هاست.

و بر رسول آخرش درود و سلام می‌فرستیم که پرتو پرمهر دین آخر را بر جهان گسترانید.

تربیت‌بدنی رشته میان رشته‌ای است که از علوم مختلف برای تقویت و تربیت جسم و روان انسان استفاده می‌کند. این رشته از یک سو مشتمل بر یک سری رشته‌های پایه پزشکی است تا جایی که فارغ‌التحصیل آن تا حد یک پزشکوار با جسم انسان آشنا می‌شود و از سوی دیگر بخشی از دروس این رشته شامل علوم تربیتی است تا دانشجوی این رشته با تنش و واکنش انسانها آشنا شود و بتواند به عنوان یک مربی با ورزشکاران یا دانش‌آموزان به درستی برخورد کند. و بالاخره یک بعد این رشته شامل علوم ورزشی می‌شود یعنی دانشجوی علوم ورزشی را به صورت علمی و عملی آموزش می‌بیند تا بتواند در رشته‌های مختلف ورزشی مهارت داشته باشد.

کتاب حاضر با توجه به نیاز دانشجویان دوره‌های تحصیلات تکمیلی کشور به یک منبع و مرجع مناسب، انتخاب و چاپ شده است.

در حال حاضر این انتشارات به‌عنوان یکی از فعالان عرصه نشر ورزشی کشور، در امر پژوهش، برنامه‌ریزی و تولید کتاب‌های تحصیلات تکمیلی رشته تربیت بدنی نقش بس‌عمده‌ای دارد و بر اساس برنامه‌های کاری خود تلاش نموده است با رویکردی-های مختلف که عمدتاً انتشار و چاپ کتاب است، منابع علمی جدید را در اختیار خوانندگان قرار دهد.

امید است با انتشار جدیدترین کتاب‌های ورزشی و تربیت بدنی روز دنیا بتوانیم گامی موثر در راه گسترش ورزش برداشته باشیم.

تا چه در نظر آید و مقبول افتد .

مهدی صادقی

زمستان ۱۳۹۱

پیش گفتار

مبانی نظری و علمی علوم ورزشی توسعه یافته است و پژوهشگران با انجام مطالعات حیوانی و انسانی، این مبانی را هر چه بیشتر مستدل و مستند ساخته‌اند. مطالعات زیادی پیرامون جنبه‌های مختلف ورزش صورت گرفته است که یکی از مهم‌ترین آنها، بررسی تولید گونه‌های واکنشی یا رادیکال‌های آزاد در حین ورزش است. با وجود این، دامنه تحقیقات صورت گرفته در این حیطه، در کشور ما بسیار پایین است. به نظر می‌رسد که دلیل آن پیچیدگی‌های روش‌شناسی، عدم دست‌یابی کافی به متون لاتین، عدم شناخت اهمیت کار، و عدم شناخت کافی اهمیت موضوع در این حیطه باشد. لذا سعی شده است با توجه به نیاز موجود دانشکده‌ها و گروه‌های تربیت بدنی دانشگاه‌های کشور، و خلأ اساسی منابع مرتبط در این زمینه، کتابی در زمینه مشارکت گونه‌های واکنشی در ایجاد سازگاری‌های سلولی ناشی از ورزش به قلمی ساده به رشته تحریر در آورده شود. مطالعه کتاب حاضر، بسیاری از سوالات اساسی و نیاز علمی متخصصین، اساتید و دانشجویان تحصیلات تکمیلی (کارشناسی ارشد و دکتری) در حوزه‌های فیزیولوژی ورزش، پزشکی ورزشی، بیوشیمی و محققین علاقه‌مند به پژوهش در زمینه تعامل فعالیت بدنی با اکسایش‌ها و ضد اکسایش‌ها، شناخت مسیرهای پیام دهی، سازگاری‌ها و آسیب‌های سلولی، سیستم‌های ترمیمی سلول، عروقی شدن بافت‌ها، تغییر در نیروی عضلانی و آتروفی عضلانی را پاسخ خواهد داد. همچنین، این کتاب بر اساس سر فصل‌های تدوین شده برای دروس فیزیولوژی ورزشی و سازگاری‌های سلولی و بافتی به فعالیت بدنی تدوین گردیده است.

در فصل اول کتاب انواع مختلف گونه‌های اولیه و ثانویه واکنشی و غیر واکنشی و انواع منابع تولید کننده گونه‌های واکنشی، یعنی زنجیره انتقال الکترون میتوکندری، سیستم گزانتین اکسیداز¹، NADPH اکسیداز، اکسایش کاتکولامین‌ها، انفجار نوتروفیل‌های تنفسی، تخریب پروتئین‌های حاوی آهن و پدیده رابدومیولیز² (تجزیه رشته‌های عضلات مخطط همراه با ترشح میوگلوبین در ادرار) که در طی فعالیت و تمرینات ورزشی فعال می‌شوند؛ مورد بررسی قرار گرفته است. در فصل دوم، به معرفی انواع آنزیم‌های ضد اکسایشی (سوپراکساید دیسموتاز، گلوتاتیون پراکسیداز، پاراکسوناز و کاتالاز) و غیر آنزیمی (گلوتاتیون، اسید لیپوئیک، اسید اوریک، بیلی روبین، یوبیکینون و ویتامین E، کاروتنوئیدها و ویتامین C) که با هم دیگر برای برداشت و کاهش اثرات اکسایش‌های تولید شده ناشی از فعالیت و تمرین ورزشی کار می‌کنند، پرداخته خواهد شد. در فصل سوم، آسیب اکسایشی لیپیدهای غشایی یعنی پراکسیداسیون لیپیدی، آسیب اکسایشی پروتئین‌های بدن و همچنین آسیب اکسایشی ساختارهای ژنومی سلول ناشی از فعالیت و تمرین ورزشی؛ و سیستم‌های ترمیمی ویژه برای به حداقل رساندن این آسیب‌ها، بررسی شده است. در فصل چهارم، به تعریف فشار اکسایشی به عنوان عدم تعادل در وضعیت اکسایشی و ضد اکسایشی، شاخص‌های اندازه‌گیری مستقیم رادیکال آزاد در بدن، شاخص‌های ظرفیت ضد اکسایشی و شاخص‌های آسیب اکسایشی، و تئوری‌های بیان شده (مانند تئوری هورمز³) در این زمینه؛ پرداخته شده است. در فصل پنجم، مبانی عمل گونه‌های واکنشی در تنظیم پیام‌های درون سلولی بررسی شده‌اند. گونه‌های واکنشی که از طریق فسفریله کردن پروتئین‌های درون سلولی و فعال سازی عوامل رونویسی حساس به

1. Xanthine oxidase
2. Rhabdomyolysis
3. Hormesis theory

ردوکس، نقش پیامبر را در آبخار پیام‌دهی سلولی ایفا می‌کنند. در فصل ششم، چگونگی عمل گونه‌های واکنشی در تنظیم نیرو و انقباض (بیشینه و زیر بیشینه) عضلانی مورد بحث قرار می‌گیرد. در فصل هفتم، اثر گونه‌های واکنشی در تجزیه پروتئینی تار عضلانی و آپوپتوزیس هسته تار عضلانی در حال آتروفی که از طریق افزایش فعال سازی مسیرهای پروتئولیتیک به انجام می‌رسد، مورد بحث قرار گرفته است. در فصل هشتم، مشارکت گونه‌های واکنشی در عروقی شدن بافتی مورد بررسی قرار خواهد گرفت. در این فصل بیان می‌شود که گونه‌های واکنشی در دو سطح خارج و داخل سلولی بر عروقی شدن بافتی تأثیر می‌گذارند؛ به طوری که گونه‌های واکنشی موجب افزایش بیان عوامل در گیر در عروقی شدن بافتی می‌شوند، اما مصرف ضد اکسایش‌ها از عروقی شدن بافت، جلوگیری می‌کند. در فصل نهم، پاسخ سیستم‌های ضد اکسایشی و ترمیمی سلول، در مقابل تولید تداومی ولی پایین رادیکال آزاد، بررسی شده است. حضور تداومی ولی پایین گونه‌های اکسیژن واکنشی، موجب القای بیان آنزیم‌های ضد اکسایشی و مکانیسم‌های دفاعی دیگر، مانند سیستم‌های ترمیمی، می‌شود.

هیچ لذتی بالاتر از مشاهده رضایت خاطر در دیدگان کسانی نیست که روزگاری کتابی از مولف یا مترجم را خوانده‌اند و امروز به نیکی از آموخته‌های آنان یاد می‌کنند. در پایان از همه اساتید، متخصصین و صاحب نظران درخواست می‌شود با اعلام نظرها، پیشنهادها و انتقادهای سازنده خود، مولفین کتاب را در جهت غنا بخشیدن به مطالب و رفع اشکال‌های احتمالی کتاب حاضر، یاری نمایند. بدین منظور، آدرس پست الکترونیکی مولفین^۱ در باورقی آورده شده است.

و من الله التوفیق

بهار ۱۳۹۲ هجری شمسی

www.ketabon.com