

## بررسی و تحلیل علمی فیزیولوژی و متابولیسم ورزشی

(تاریخ دریافت ۱۴۰۱/۰۳/۱۵ تاریخ تصویب ۱۴۰۱/۰۹/۱۲)

شاهرخ صداقتی زاده<sup>۱</sup>

عضو هیات علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد سوادکوه

محمد گرجی

عضو هیات علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد سوادکوه

### چکیده

فیزیولوژی ورزشی یا فیزیولوژی ورزش دانشی است که به مطالعه واکنش دستگاه‌های بدن به فعالیت منظم بدنی (ورزش) می‌پردازد. در واقع فیزیولوژی ورزش به این مقوله می‌پردازد که با انجام تمرینات ورزشی چه اتفاقی در بدن افتاده و استرس ناشی از ورزش چه تغییری در کارکرد اعضا و دستگاه‌های مختلف بدن ایجاد می‌کند. این رشته در ایالات متحده آمریکا جزء مجموعه خدمات درمانی و بهداشتی قرار دارد. حدود چهل درصد وزن بدن را ماهیچه تشکیل می‌دهد این ماهیچه‌ها در خود تولید انرژی می‌کنند که این نیرو، نیروی ماهیچه نامیده می‌شود که البته قابل اندازه‌گیری نیز هست. وقتی سخن از آمادگی جسمانی به میان می‌آید مقصود از آن داشتن چنان قلب، رگ‌های خونی و شش‌ها و ماهیچه‌هایی است که بتوانند وظایف خود را به خوبی انجام دهند و با شور و نشاط تمام در فعالیت‌ها و تفریحات سالمی شرکت کنند که افراد عادی و غیرفعال از انجام آن‌ها ناتوانند. عوامل متعددی در آمادگی جسمانی مؤثر است اما چهار عامل بیش از عوامل دیگر در این میان ایفای نقش می‌کنند این عوامل عبارت‌اند از (نیروی ماهیچه، استقامت ماهیچه، انعطاف ماهیچه و استقامت قلبی ریوی) می‌باشد. با توجه به اهمیت موضوع در این پژوهش قصد داریم به دو مفهوله مهم تحت عناوین تحلیل علمی فیزیولوژی و متابولیسم ورزشی بپردازیم و ابتدا در چند بخش فیزیولوژی ورزشی را مورد تجزیه و تحلیل قرار دهیم سپس به شناخت ابعاد مهم متابولیسم ورزشی به صورت تخصصی بپردازیم. امید است پژوهش حاضر مورد توجه و مطالعه پژوهشگران و محققین محترم قرار گیرد.

**واژگان کلیدی:** فیزیولوژی ورزشی، فعالیت بدنی، عضلات بدن، مفاصل، متابولیسم ورزشی

### بخش اول: بررسی کلی و ماهیتی فیزیولوژی ورزشی

فیزیولوژی ورزشی، مطالعه پاسخ‌های بدن به فعالیت بدنی و تمرین ورزشی می‌باشد. این پاسخ‌ها شامل تغییر در متابولیسم و فیزیولوژی مناطق مختلف بدن مانند قلب، ریه‌ها، اعصاب، عضلات و کبد و تغییرات ساختاری در سلول‌های این بافت‌ها متعاقب انجام تمرینات ورزشی منظم است. همانطور که می‌دانیم همه انرژی مورد استفاده عالم حیات نهایتاً از خورشید کسب می‌شود. منبع انرژی فوری همه فعالیت‌های انسانی و نیز در اغلب دستگاه‌های حیاتی را شکسته شدن یک ترکیب مفرد شیمیایی به نام آدنوزین تری فسفات یا (ATP) حاصل می‌شود. تولید سوخت و سازی (ATP) توسط عضله و سایر یافته‌ها از آزاد شدن انرژی از طریق تجزیه غذاها و سایر ترکیب‌ها حاصل شده و متضمن هر دو دسته واکنش‌های شیمیایی بی‌هوازی (بی‌اکسیژن) و هوازی (با اکسیژن) می‌باشد. دانشمندان انرژی را به عنوان ظرفیت انجام کاری تعریف کرده‌اند که از انواع انرژی شش نوع آن را نام می‌بریم ۱- شیمیایی ۲- مکانیکی ۳- حرارتی ۴- نورانی ۵- الکتریکی ۶- هسته‌ای و هریک از این انرژی‌ها می‌تواند به دیگر تغییر شکل یابد مثلاً انرژی شیمیایی در بدن به انرژی مکانیکی تبدیل می‌شود زیرا منبع انرژی مکانیکی که حرکت بدن را باعث می‌شود خود نوع تغییر یافته‌ای از انرژی شیمیایی است که در نتیجه سوخته و تبدیل مواد غذایی در بدن ایجاد می‌گردد.

### بند اول: آدنوزین تری فسفات – ATP

انرژی آزاد شده در اثر تجزیه مواد غذایی نمی‌تواند به طور مستقیم جهت انجام کار مکانیکی مورد استفاده قرار گیرد بلکه به صورت ترکیبات شیمیایی دیگری به نام آدنوزین تری فسفات یا به طور ساده تر ATP که در تمام سلول‌های عضلانی ذخیره شده تغییر شکل و مورد استفاده قرار می‌گیرد. این انرژی تنها انرژی آزاد شده‌ای است که سلول می‌تواند برای کار اختصاصی خود از آن استفاده کند.

عامل خستگی در ورزشکاران پس از انجام تمرین ورزشی یا مسابقه ورزشی ایجاد اسید لاکتیک در خون و عضله است.

حال ما باید چکار بکنیم که این اسید لاکتیک ایجاد شده در خون و عضلات ما به سرعت خارج شود.

بهترین روش این است که پس از مسابقه یا تمرین شدید استراحت نکنیم و از تمرینات و نرمشهای سبک بازگشت به حالت اولیه استفاده کنیم تا اسید لاکتیک به سرعت از بدن خارج شود.

### **بند دوم: طرق دفع اسید لاکتیک**

در پاسخ به این سوال که بیان می دارد اسید لاکتیک از چه طریقی از بدن دفع می گردد باید گفت:

۱- ترشح در ادرار و عرق: چنین معلوم شده که اسید لاکتیک در ادرار و عرق مترشح می گردد. هر چند مقدار اسید لاکتیکی که بدین ترتیب در هنگام برگشت به حالت اولیه پس از تمرین دفع می گردد ناچیز است.

۲- تبدیل به گلوکز یا گلیکوژن: چون اسید لاکتیک محصول تجزیه شده ای از کربوهیدرات (قند و گلیکوژن) است می تواند دوباره به یکی از این ترکیبات یعنی در کبد (قند و گلیکوژن) و در عضلات (گلیکوژن) تبدیل شده و انرژی مورد نیاز ATP را فراهم کند البته تبدیل اسید لاکتیک به گلوکز (قند) و گلیکوژن تنها جزء ناچیزی از کل اسید لاکتیک دفع شده از بدن را در برمی گیرد.

۳- تبدیل به پروتئین: کربوهیدراتها شامل اسید لاکتیک از نظر شیمیایی می تواند در بدن تبدیل به پروتئین گردد هرچند که بخش ناچیزی از اسید لاکتیک پس از دوره برگشت به حالت اولیه پس از تمرین به پروتئین تبدیل می گردد.

۴- اکسیداسیون: یا تبدیل به  $CO_2$  و آب. اسید لاکتیک می تواند به عنوان ماده سوختی سوخت و سازی جهت دستگاه اکسیژن و بویژه عضلات مخطط مورد استفاده قرار گیرد.

### **بخش دوم: بررسی و تحلیل اهمیت و تبادل اکسیژن در بدن ورزشکاران**

اکسیژن مصرفی تهویه و تمرینات ورزشی: ورزشکاران دارای کارآئی تهویه ای برتر از افراد غیر ورزشی می باشند. این بدان معناست که با صرف مقدار اکسیژن یکسان قادر به تهویه هوای کمتری هستند. با افزایش تهویه مقدار اکسیژن مصرفی به مقدار قابل توجهی افزایش پیدا می کند.

اکسیژن مصرفی تهویه و کشیدن سیگار: همه ما اغلب شنیده و شاید عبارت استعمال دخانیات سبب تنگی نفس می شود را بارها بکار برده ایم عبارت مذکور اگرچه ساده و خودمانی است لیکن از نظر فیزیولوژیکی صحیح می باشد. عادت به سیگار مقاومت راههای تنفسی را افزایش می دهد. بدان

معنا که عضلات تنفسی را دچار معضلاتی ساخته به نحوی که در برابر تهویه مقدار هوای معینی اکسیژن بیشتری مصرف می نمایند در تمرینات شدید ورزشی اکسیژن مورد نیاز تهویه در افراد معتاد به سیگار به طور متوسط دو برابر افراد غیر معتاد است.

از اطلاعات مذکور دو مطلب عملی به شرح ذیل استنباط می گردد:

۱- مقدار مصرف اکسیژن اضافی تهویه که در اثر اعتیاد به سیگار حاصل می شود می تواند مقادیر متناهی از اکسیژن پتانسیل ذخیره شده عضلات را اخذ نماید این پدیده می تواند به تضعیف و کاهش عملکرد مهارت های ورزشی و در تمرینات نسبتاً سبک به افزایش اسید لاکتیک و در نتیجه خستگی منتهی گردد.

۲- سهم بزرگی از این افزایش اکسیژن مصرفی تهویه در معتادان به سیگار ممکن است به سطح قابل توجهی تنزل یابد. بنابراین قهرمانانی که از ترک دائمی سیگار نا توانند می توانند با خود داری از استعمال سیگار برای مدت یک روز قبل از مسابقه به عملکرد ورزشی خود کمک نمایند.

تهویه ریوی: حرکت هوا به داخل و خارج ریه ها، به نام تهویه ریوی معروف است. تهویه از دو مرحله دم و بازدم تشکیل شده است.

تهویه دقیقه ای: مقدار هوایی است که در مدت یک دقیقه در عمل دم به داخل ریه و یا در عمل بازدم به محیط خارج فرستاده می شود.

در حال استراحت این مقدار بین ۴ و ۱۵ لیتر متغیر است در تمرینات شدید مقدار مذکور ممکن است به بیش از ۱۵۰ لیتر افزایش یابد. تهویه حبابچه ای عهده دار تأمین اکسیژن مورد نیاز بدن و خارج کردن ایندروید کربنیک از طریق مویرگ های خونی ریه می باشد.

فضای مرده تشریحی: حجم هوایی را که در راه های تنفسی باقی مانده و در مبادلات گازی نقشی ندارند فضای مرده تشریحی می نامند. تمرینات سبب بهبود عمل ریه شده و این موضوع گواه براین واقعیت است که افراد ورزشکار دارای ریه حجیم تر از افراد غیر ورزشکار چه در حالت استراحت و چه در حالت فعالیت های بدنی می باشند با انقباض عضلات دم و کم شدن فشارهای درون ریوی و درون جنبی هوا به داخل ریه ها هجوم می آورد.

هنگام بازدم این فشارها معکوس شده و هوا با شدت از ریه به محیط خارج باز می گردد.

### بند اول: انتقال اکسیژن از ریه به سایر بافت‌های بدن

اکسیژن که از جابجه‌ها به مویرگ‌های خونی ریه منتشر می‌شود. به بافت‌ها یعنی محلی که باید به مصرف برسد منتقل می‌گردد. بر همین منوال، اکسید دو کربنی که از بافت‌ها به خون مویرگ - بافتی منتشر می‌شود به جابجه‌های محلی که از آنجا به صورت بازدم خارج خواهد شد منتقل می‌گردد. انتقال این گازها وظیفه اصلی دستگاه قلب و عروق یا گردش خون است. مایع چرخش کننده این دستگاه یعنی خون همانند وسیله انتقال عروق خونی همانند بزرگ راه‌ها عمل نموده و قلب نیروی لازم را جهت چرخش دائمی خون در سرتاسر ریه‌ها و بافت‌های مختلف فراهم می‌کند.

### بند دوم: حمل اکسیژن توسط خون

اکسیژن جذب شده توسط ریه توسط پلاسما (بخش مایع خون) و هموگلوبین موجود در گلبول‌های قرمز خون حمل می‌گردد. اکسیژنی که به داخل پلاسما انتشار پیدا می‌کند. متحمل هیچ واکنش شیمیایی نشده بلکه به صورت محلول فیزیکی در پلاسما حمل می‌شود. مقداری که بدین طریق حمل می‌شود تحت شرایط طبیعی بسیار جزئی است. از طرف دیگر اکسیژنی که به داخل گلبول قرمز راه پیدا می‌کند به هموگلوبین (Hb) به صورت ترکیب شیمیایی تازه‌ای به نام اکسی هموگلوبین ( $HbO_2$ ) تغییر شکل می‌دهد. این مرحله ترکیب ظرفیت حمل اکسیژن خون را تقریباً به مقدار ۶۵ بار افزایش می‌دهد.

در نهایت و در جمع بندی کلی و پایانی این بخش از پژوهش حاضر باید گفت در حقیقت ATP منبع انرژی است که بلافاصله پس از نیاز بدن در عضله تولید می‌شود. چگونگی تهیه این ماده بسیار مهم بستگی به شدت و مدت فعالیت بدن دارد.

تولید انرژی در بدن به سه روش انجام می‌پذیرد. در دو روش برای تهیه ATP بلافاصله اکسیژن لازم نیست. به همین سبب آنها را بی‌هوازی می‌نامند. در سومین روش وجود اکسیژن ضروری است به همین سبب آن را هوازی یا با اکسیژن می‌نامند.

روشهای تولید انرژی در بدن به ترتیب:

۱- سیستم ATP-PC

۲- سیستم اسیدلاکتیک

### ۳- سیستم هوازی

ورزشهایی مثل پرتاب نیزه، پرتاب دیسک، دو ۱۰۰ متر، شیرجه و یا فعالیتهایی که زمان اجرای آنها بسیار کم در حدود ۱۰ ثانیه است و با حداکثر شدت انجام می شوند. انرژی مورد احتیاج را از این سیستم تامین می کنند ATP و PC که در عضله به صورت ذخیره وجود دارند. به هنگام این نوع فعالیتها انرژی مورد لزوم را تهیه می کنند. در این سیستم برای تامین انرژی احتیاجی به حضور اکسیژن مستقیم نیست.

### بخش سوم: اثرهای فیزیولوژیکی و پزشکی ورزش بر بدن

#### بند اول: سیستم اسیدلاکتیک

ورزشهایی که زمان اجرای آنها تقریباً بین ۱ تا ۳ دقیقه طول می کشد انرژی مورد نیازشان را از این طریقه تامین می کنند. مثل دوهای ۴۰۰ متر و ۸۰۰ متر. هنگام اجرای این فعالیتها اکسیژن به قدر کافی در عضله موجود نیست. لذا گلوکز (قند) موجود در عضله تبدیل به اسیدلاکتیک و ATP می شود. در حقیقت در این سیستم گلوکز عامل اصلی تامین کننده انرژی عضله است.

#### بند دوم: سیستم هوازی

هر موجود زنده ای برای ادامه زندگی و فعالیت احتیاج به اکسیژن دارد. بعد از چند دقیقه که اکسیژن به بدن نرسد، نه ATP در بدن ساخته می شود و نه انرژی در آن وجود دارد و در نتیجه زندگی ادامه نمی یابد. در ورزشهایی که بیش از چند دقیقه یعنی بیشتر از ۳ دقیقه طول می کشند عضلات انرژی مورد احتیاج را از تجزیه مواد غذایی در مقابل اکسیژن به دست می آورند در دوهای استقامت، ماراتن، کوهنوردی و فوتبال ATP برای فعالیت از این راه تامین می شود. پروتئینها، گلیکوژن و چربیها از جمله مواد غذایی هستند که در این سیستم بیشتر مورد استفاده قرار می گیرند.

#### بند سوم: اثر تمرین در عضله

بر اثر تمرینات ورزشی حجم تارهای عضلانی زیاد می شود. این امر باعث بزرگی عضله می شود البته باید بدانیم تمرینات ورزشی باعث هماهنگی اعصاب و عضله می شود و رابطه آنها را روانتر می کند. همچنین تمرینات ورزشی باعث می شود عضله ATP بیشتری داشته باشد در نتیجه عضله ورزشکار آماده قادر است اکسیژن بیشتری را از طریق خون به عضلات برساند. بر اثر

تمرینات ورزشی تارهای عضلانی قوی می شود و در نتیجه قدرت عضله افزایش می یابد. همچنین تمرینات ورزشی بازده قلبی شخص را بالا می برند و خون بیشتری به عضلات می رسانند و این عمل باعث استقامت بیشتر عضله می شود. دلیل دیگر ازدیاد استقامت عضله این است که تعداد مویرگهای خونی در عضلات فعال زیاد می شود.

### بند چهارم: خون

در حدود  $\frac{1}{12}$  تا  $\frac{1}{14}$  از وزن بدن را خون تشکیل می دهد. یعنی یک شخص معمولی با وزن ۷۵ کیلوگرم دارای ۵ تا ۶ لیتر خون است. قسمت اعظم خون را گلبولهای قرمز تشکیل می دهند و کمبود اکسیژن معمولاً موجب افزایش گلبولهای قرمز خون می شود به همین دلیل ورزشکاران در ارتفاعات بالای کوه مشکل پیدا می کنند چون در بالا اکسیژن کم است. تعداد طبیعی ضربان قلب در حالت استراحت در مردان ۷۰ و در زنان ۸۰ بار است تعداد ضربان قلب ورزشکاران هنگام اجرای برنامه های سنگین ورزشی گاهی به بالای ۲۰۰ بار در دقیقه می رسد. در شش های ما حدود ۶۰۰ میلیون کیسه هوایی وجود دارد که با ظرافت و کارآیی مخصوص عمل تهویه ریوی را انجام می دهند خون روشن و اکسیژن دار از بطن چپ به طرف اندامهای بدن جریان پیدا می کند.

### بند پنجم: صدمات ورزشی

کشیدگی ها (اسپرین): اسپرین یعنی کشیدگی یا پارگی لیگامنت، این پارگی ممکن است بصورت کامل، سطحی و یا جزئی باشد. پارگی شدید لیگامنت نیاز به عمل جراحی دراد خوشبختانه اکثر کشیدگی های ورزشی ناشی از پاره شدن سطحی لیگامنت است که بهبودی کامل آن در طول چند هفته میسر است. در کشیدگی جزئی فقط چند تا از رشته های لیگامنت پاره و یا کشیده می شوند. چون لیگامنتها بوسیله رگهای خونی تغذیه می شوند ممکن است پارگی لیگامنت موجب پارگی یکی از رگهای ریز خونی گردد در نتیجه خونریزی داخل مفصل ایجاد شود که می توان با استفاده از یخ کمک به انقباض عضله کرد تا خون بند بیاید.

### بند ششم: در رفتگی مفصلی

هنگامی که لیگامنت ها در اثر فشار بیش از حد کشیده شوند، این کشیدگی موجب می شود که استخوانهای تشکیل دهنده مفصل از یکدیگر جدا شوند و در نتیجه دررفتگی مفصل بوجود

می آید. در رفتگی می تواند به پارگی جزئی لیگامنت منجر شود. و جانداختن استخوانها در محل خود باید توسط پزشک متخصص انجام گیرد در رفتگی های مفصلی بایستی همانند اسپرین ها باند پیچی شوند باند اثر کردن و ماساژ دادن با یخ می تواند قبل رسیدن به پزشک کمک خوبی باشد.

### **بند هفتم: ضرب دیدگی مفاصل**

یکی دیگر از انواع آسیب های ورزشی ضرب دیدگی یا سائیدگی غضروف مفصل می باشد. در ضرب دیدگی مفصل دو انتهای استخوان در داخل مفصل در اثر بروز حادثه ای تند و ناگهان به یکدیگر فشار وارد آورده و اکثراً سبب خونریزی از داخل مفصل به خارج انتقال پیدا کرده و در زیر پوست جمع شده و بصورت یک توده آبی کبود رنگ (خونمردگی) ظاهر می شود. انگشتان دست و پا بیشتر در معرض چنین صدماتی قرار می گیرند. و بهترین درمان کمپرس با یخ و مراجعه به پزشک متخصص می باشد. با انجام تمرینات کشش می توان از بروز بسیاری از صدمات مفصلی جلوگیری کرد تمرینات کششی موجب کشیده شدن لیگامنت ها از مفصل نمی شود بلکه سبب کشیدگی تاندونها و عضلاتی می شوند که حرکت مفصلی را بوجود می آورد. بنابراین تمرینات کششی در شروع و پایان هر تمرین با ارزش است. با باندپیچی و آتل بندی می توان از مفصل ضعیف حمایت کرد.

### **بند هشتم: کشیدگی و آسیب های ناشی از فعالیت های ورزشی**

کشیدگی های عضلانی: بطور کلی کشیدگی هایی که در ورزش اتفاق می افتد به کشیدگی خفیف و متوسط و شدید تقسیم می شوند.

کشیدگی نوع خفیف: یعنی عضله ای را بیش از اندازه به کشش وادار سازیم. علت بروز این نوع کشیدگی سقوط و کشش سریع ناگهانی است گاهی مورد در ورزش عضله ای شدیداً منقبض می شود و کشیده شدن عضلات مخالف را موجب می شود. تمرینات کششی و جهشی در هوای سرد هم می تواند عامل بروز این نوع کشیدگی شود. ماساژ با یخ می تواند کمک کند.

کشیدگی نوع متوسط: یعنی پاره شدن تعدادی از رشته های عضلانی که نسبت به کشیدگی نوع خفیف از خونریزی شدیدتر و تورم بیشتر و درد عمیق تر برخوردار است در این نوع کشیدگی نیز ماساژ با یخ توصیه می گردد.

کشیدگی نوع شدید: این نوع کشیدگی که منجر به پارگی کامل و جدا شدن عضله می شود

بعضی از این پارگی ها ممکن است به عمل جراحی نیاز داشته باشد. کشیدگی عضلات پشت ران در دوهای سرعت بسیار متداول است. شاید علت آن باشد که دوندگان سرعت عضلات چهار سر ران خودشان را بیش از حد قوی می کنند. چرا که این تقویت اضافی نوعی عدم هماهنگی ایجاد می کند، که این تقویت اضافی کشیده شدن عضله پشت ران را سبب می شود، این دو عضله (چهار سر ران و پشت ران) دو عضله مخالف همدیگرند و باید در حین فعالیتهای بدن بطور متعادل و هماهنگ موازنه شوند، زیرا قوی شدن بیش از حد یکی امکان کشیدگی یا پارگی دیگری را بوجود می آورد.

بطور کلی کوتاهی در گرم کردن بدن قبل از شروع به تمرین ورزش می توان بروز کشیدگی یا پارگی عضله پشت ران را سبب شود.

### **بخش چهارم: بررسی اهمیت تغذیه در فعالیت های بدنی و متابولیسم ورزشی**

منبع اصلی انرژی بدن انسان و همه حیوانات دیگر انرژی خورشید است. انرژی خورشید بطور مستقیم برای انسان و حیوان غیرقابل استفاده است. اما گیاهان با ماده سبزینه کلروفیل این انرژی را جذب می کنند و طی واکنشهای فتوسنتز به انرژی پتانسیل تبدیل می کنند.

در جریان واکنشهای فتوسنتز گیاهان آب و ایندريد کربنیک موجود در هوا و انرژی امواج خورشید به حالت انرژی پتانسیل شیمیایی در ساختمان گلوکز و سپس نشاسته و دیگر مواد آلی ذخیره می شود. نشاسته ماده اصلی غذایی حیوانات و انسان را تشکیل می دهد. در بدن انسان نشاسته به گلوکز تبدیل می شود. انرژی پتانسیل موجود در گلوکز به شکل انرژی مفید در می آید و در ماده ای به نام ATP ذخیره می شود که مستقیماً انرژی جنبشی تولید خواهد کرد.

ATP یا (آدنوزین تری فسفات) ترکیب شیمیایی بسیار ناپایدار است که در درون سلولها وجود دارد. آدنوزین تری فسفات (ATP) با از دست داد هر فسفات حدود ۷۰۰۰ کالری کوچک انرژی آزاد می کند و به صورت آدنوزین دی فسفات و بالاخره آدنوزین مونوفسفات در می آید.

### **بند اول: صرف انرژی در بدن**

مهم ترین موارد مصرف انرژی در بدن عبارتند از:

- ۱- فعالیتهای جسمانی: برای ورزشکاران سهم خاصی از انرژی را به خود اختصاص می دهد.
- ۲- حفظ حرارت بدن: بدن انسان قسمت بسیاری از انرژی به دست آمده راه خود اختصاص

می دهد تا دمای بدن در ۳۷/۵ درجه سانتی گراد ثابت بماند.

۳- اعمال دستگاههای داخلی بدن

۴- ساخت بافتهای بدن و تامین رشد و ترمیم قسمتهای از دست رفته

۵- ترشحات مختلف غدد

۶- انجام واکنشهای شیمیایی

۷- فعالیتهای فکری

۸- تکامل جنین در زنان باردار

### **بند دوم: عناصر شیمیای انرژی زا در مواد غذایی**

۱- آب ۲- مواد آلی (کربوهیدراتها، پروتئینها، لیپیدها) ۳- املاح کافی یا مواد معدنی

۴- ویتامینها

آب و ویتامینها و مواد معدنی فاقد کالری هستند و انرژی بدن از سوختن و اکسیداسیون مواد آلی،  
یعن همان کربوهیدراتها، پروتئینها، لیپیدها به دست می آید.

مواد غذایی حاوی انرژی در ناحیه معده و روده در اثر ترشحات دستگاه گوارش به مواد جداگانه  
ای تجزیه می شود و از ناحیه معده و روده جذب شده و به ارگانیسم می رسد.

فایده ورزش: با فعالیتهای جسمانی و ورزشی کالریهای اضافی در بدن می سوزد و صرف انرژی از  
این طریق باعث رشد عضلانی و کمبود وزن از طریق کاستن چربیهای اضافی می گردد.

تحقیقات نشان داده است که راه موثر کم کردن وزن و یا دوری از اضافه وزن ترکیبی از تمرینات  
ورزشی و پرهیز غذایی است. اینکه یک فرد در روز چقدر کالری نیاز دارد بستگی به سن، جنس،  
شغل و آب و هوای محیط زندگی آنها دارد. مثلاً نیاز کالری زنان ۱۰٪ کمتر از مردان است. مثلاً  
یک نوزاد در روز با توجه به زیادی تحرک وی و مسئله رشد او روزانه نیاز به ۱۲۰۰ کالری دارد و  
یک خیاط بطور متوسط نیاز به ۲۴۰۰ کالری دارد و یک کارگر ساختمانی آهنگر و هیزم شکن  
نیاز به ۵۰۰۰ کالری دارند.

### **بند سوم: مواد ضروری و غیرانرژی زا برای بدن**

۱- آب ۲- ویتامینها ۳- مواد معدنی

آب: آب پس از اکسیژن یکی از حیاتی ترین مواد مورد نیاز بدن است ۵۰٪ وزن زنان و ۶۰٪ وزن

مردان را آب تشکیل می دهد دلیل کم بودن مقدار آب بدن زنان زیاد بودن مقدار چربی بدن آنها است افراد چاق مقدار آب بدنشان بیشتر از افراد لاغرتر است. جالب است بدانیم ۷۷٪ وزن عضلات را آب تشکیل می دهد.

### **بند چهارم: راههای جذب و دفع آب در بدن**

در زمان احتیاج بدن به آب هیچ مایع دیگری نمی تواند جایگزین آن گردد. بدن آب مورد نیاز خود را از راههای زیر بدست می آورد:

۱- از راه مصرف مایعات آشامیدنی و غذاهای گوناگون

۲- با استفاده از آبی که طی سوختن مواد غذایی در بدن از طریق ترکیب ئیدروژن آزاد شده با اکسیژن تنفسی به وجود می آید. مقدار آب حاصله از سوختن مواد غذایی ۲۰۰ تا ۳۰۰ گرم در روز است. آب اضافی بدن از طریق ادرار، مدفوع و تعریق از بدن خارج می شود.

### **بند پنجم: اعمال مهم آب در بدن**

۱- کمک به هضم و جذب مواد غذایی ۲- حمل و نقل مواد غذایی و دفع مواد زائد ۳- تنظیم نمودن درجه حرارت بدن تبخیر آب از راه پوست (عرق کردن) تنظیم حرارت را به طور موثر ممکن می سازد. بدن انسان از راه تعریق خود را در مقابل حرارت اضافی محافظت می کند. با یک لیتر عرق کردن حدود ۶۰۰ کالری حرارت تبخیر می شود.

اثرات کمبود آب در بدن: ۱- غلظت خون بالا می رود. ۲- عمل جذب سلولها دچار اختلال می شود. ۳- مایعات خارج سلول غلیظ می شود. ۴- از دست دادن مایعات به میزان بیش از ۲٪ وزن بدن باعث تقلیل توان می گردد از دست دادن بیش از ۴٪ منجر به صدمه دیدن زیاد توان بدن می گردد. ۵- با از دست دادن آب میزان الکترولیت سلول خون عضله نیز تغییر می کند. ۶- همراه با عرق کردن مقداری نمک نیز از بدن خارج می شود عرق کردن شدید باعث از دست دادن سدیم و پتاسیم می گردد افرادی که اشتغال به کارهای سخت دراند و یا ورزشهای سنگین انجام می دهند چون آب بدن زیادی از راه پوست (تعریق) از دست می دهند باید آب و نوشیدنیهایی که حاوی مواد معدنی سدیم و پتاسیم باشد زیاد مصرف کنند.

## بخش پنجم: بررسی و تحلیل ورزش‌های فیزیکی و عکس‌العمل‌های فیزیولوژیکی

### بدن

ورزش‌های فیزیکی نیازمند عکس‌العمل‌های فیزیولوژیکی متناسب هستند این عکس‌العمل‌ها مرتبط با کارکرد بین دو دسته از سیستم‌ها می‌باشند. یک دسته سیستم‌های مسئول در افزایش انرژی متابولیسم و فراهم‌کننده اکسیژن و اجزاء فرعی دیگر برای انقباض ماهیچه‌های اسکلتی و نقل و انتقال محصولات زائد متابولیسمی و گرما می‌باشد و دسته دیگر حفظ‌کننده حالت سیال و الکترولیت می‌باشند. برای فهم مکانیزم پتانسیل که کدام تغذیه می‌تواند روی اجزاء تمرین‌های ورزشی تأثیر بگذارد آگاهی به مسئولیت سیستم‌های ذکر شده مهم می‌باشد. توضیح این سیستم‌ها به صورت جزء به جزء خارج از هدف این بخش می‌باشد. با این حال این بخش قصد دارد برخی از جنبه‌های مهم فیزیولوژیکی و متابولیکی واکنش‌ها در ورزش را مشخص کند.

### بند اول: ماهیچه‌های اسکلتی

ماهیچه‌های اسکلتی ۴۵٪ جرم کل بدن را تشکیل می‌دهند. این ماهیچه بافت مسئول تولید نیروی مورد نیاز برای تحرک مفصل‌ها در طول ورزش می‌باشد. فاکتورهای تأثیرگذار روی توانایی ماهیچه‌ها در تولید این نیرو شامل سطح مقطع کل و نوع بافت و تعداد واحدهای حرکتی فعال بسامد پرتاب نوروئهای حرکتی، طول ماهیچه و سرعت انقباض آن می‌باشد.

زنجیره رویدادهایی که در انقباض ماهیچه موثر است به صورت زیر خلاصه شده است:

- ۱- فعالیت غشای حرکتی و برانگیختگی آلفای نوروئ حرکتی
- ۲- ورود تکانه الکتریکی در نقطه اتصال اعصاب و عضلات عصبی
- ۳- انتشار عمل بالقوه ماهیچه‌ها در طول Sarcolemma
- ۴- برانگیختگی جفت یونهای انقباض

a: انتقال برانگیختگی در لوله‌های کوچک t

b: آزاد کردن کلسیم از شبکه‌های Sarcoplasmic

c: تأثیر کلسیم روی actin myfi lament

۵- تشکیل پیوند Actin~myosin و رشد کششی

۶- جذب دوبار کلسیم توسط شبکه‌های Sarcoplasmic و آزاد شدن ماهیچه‌ها

یکی از جنبه های فیزیولوژی ماهیچه ها که در طی سالهای اهمیت بسیار زیاد پیدا کرده است، ارتباط بالقوه بین بافت تشکیل دهنده ماهیچه ها و انجام تمرینهای ورزشی می باشد. ماهیچه های اسکلتی انسان ترکیب دو نوع بافت اصلی می باشند:

۱- تیک آرام (ST)

۲- تیک سریع (FT)

FT به نوبه خود به دو دسته FTa, FTb تقسیم می شوند این تقسیم بندی بر پایه تفاوت بالقوه آنها در گلیکولیتیک و اکسید کردن می باشد انواع بافت ها در انقباض متمایز هستند. و معمولاً نحوه شیمیایی اکسیداسیون آنها برای myosin ATP ase متمایز می باشد. بافتهای ST در وهله اول به متابولیسم اکسیداسیون متکی هستند این بافتهای مویرگهای فراوانی دارند و ضد خستگی می باشند.

تعجیبی ندارد که آنها برای تمرینهای طولانی اما با شدت کم مناسب هستند. بر عکس بافت های FT گلیکولیتیک بیشتری دارند (FTb>FTa) و ظرفیت اکسید شدن پائین تر (FTb>FTa) و آنها بیشتر قابلیت کوفتگی و خستگی دارند.

این بافت ها بیشتر برای تمرینهای شدید مناسب هستند. در طول یک تمرین فزاینده بافتهای ST در قسمتی که تمرین شدت کمتری دارد شرکت دارند و به محض اینکه شدت تمرین افزایش پیدا می کند، جذب بافتهای ST و شمار بافت های FT افزایش می یابد.

الگوی عمومی جذب بافتهای ماهیچه ای در طول تمرین در انسانهایی که از گلیکوزن مشخص جهت کاهش الگوها به عنوان شاخص درگیری بافت استفاده می کنند دائمی می باشد. در طول فعالیت طولانی بافت های ST با قائل شدن حقوق امتیازی نیروی تازه می گیرند. اگر چه ممکن است بافتهای FTa نیز در مراحل بعدی درگیر شوند.

با بالا رفتن شدت فعالیت بافت های FT نیز نیرو می گیرند. بنابراین در طول فعالیت با حداکثر بازده تمام انواع بافت ها درگیر می شوند (Vollestad & Blom ۱۹۸۵) این الگوهای جذب نیرو به خاطر علاقه به ارتباط بین ترکیب بافت های ماهیچه ای و انجام فعالیت در ورزشکاران آموزش دیده ناشی می شود.

حقیقتاً ورزشکاران نخبه استقامتی دارای درصد بالای بافت های ماهیچه ای ST (۷۰-۹۰٪) می

باشند، در حالی که ورزشکاران دو سرعت و ورزشکاران قدرتی نسبتاً دارای بافت های FT بیشتر می باشند. (Costil et al ۱۹۷۵) ترکیب بافت ماهیچه ها بستگی به دو فاکتور دارد یکی فاکتور ژنتیکی و دیگری تغییرات ناشی از تمرین های ورزشی می باشد.

### **بخش ششم: نگاهی به متابولیسم تمرین ورزشکاران**

درخصوص متابولیسم ورزشی و بدن باید توجه داشت هر چقدر میزان متابولیسم و سوخت و ساز بدن بالاتر باشد، بدن بیشتر دچار کاهش وزن می شود. در واقع میزان متابولیسم، سرعت سوختن کالری دریافتی بدن را تعیین می کند. بنابراین متابولیسم بر روی سرعت کاهش و یا افزایش وزن اثر می گذارد. میزان متابولیسم با توجه به سن، جنسیت و توده عضله بدن تحت تاثیر قرار می گیرد. معمولاً ورزشکاران و بدنسازان برای حفظ تناسب اندام خود و ایجاد بافت عضلانی باید بر میزان متابولیسم بدن خود کنترل داشته باشند. متابولیسم، در واقع واکنش های شیمیایی هستند که در بدن موجودات زنده رخ می دهند. از متابولیسم تحت عنوان سوخت و ساز بدن هم یاد می شود. افزایش متابولیسم باعث کاهش وزن بدن می شود و بالعکس؛ کاهش متابولیسم باعث افزایش وزن بدن می شود. بنابراین متابولیسم بر روی تناسب اندام، اثر مستقیم دارد. هر چقدر میزان متابولیسم و سوخت و ساز بدن بالاتر باشد، بدن بیشتر دچار کاهش وزن می شود. در واقع میزان متابولیسم، سرعت سوختن کالری دریافتی بدن را تعیین می کند. بنابراین متابولیسم بر روی سرعت کاهش و یا افزایش وزن اثر می گذارد. میزان متابولیسم با توجه به سن، جنسیت و توده عضله بدن تحت تاثیر قرار می گیرد در طول یک تمرین فعال با شدت زیاد مانند: مسابقه سرعت تجزیه CP, ATP و همچنین تجزیه گلیکوژن به اسید لاکتیک منبع های اصلی انرژی می باشند. همچنین باید توجه داشت با ادامه پیدا کردن فعالیت گلیکوژن ماهیچه کاهش می یابد و گلوکز خون به عنوان یک سوخت کربوهیدراتی مستمر می شوند میزان جذب گلوکز با افزایش شدت فعالیت و همچنین زمان انجام آن افزایش می یابد. راههای فعالیت متابولیکی مسئول متابولیسم گلوکز و انتقال بهتر گلوکز ناشی از جریان خون ماهیچه های اسکلتی می باشد. افزایش میزان جذب گلوکز در ماهیچه ها همزمان با افزایش گلوکز تولیدی کبد به گونه ای است که سطح گلوکز خون معمولاً در همان سطح گلوکز به هنگام استراحت باقی می ماند یا نسبتاً مقداری زیاد می شود. گلیکوژن سازی کبد قسمت اعظم گلوکز تولیدی کبد را فراهم می کند. در طول مراحل بعدی فعالیت طولانی، زمانی

که سطح گلوکز کبد پائین می آید گلوکز سازي يك منبع مهم گلوکز می باشد. تحت چنین شرایطی گلوکز تولیدی کبد ممکن است، جذب گلوکز در ماهیچه را عقب بیندازد که این عمل منجر به hypoglycemia می شود.

مدارک زیادی وجود دارد که نشان می دهد لاستیک حاصل از انقباض و عدم فعالیت ماهیچه يك اکسید کننده مهم و صورت اولیه گلیکوکونیک و همچنین يك واسطه متابولیکی ارزشمند می باشد به جای اینکه صرفاً يك محصول بیهوده حاصل از گلیکوکون سازي بی هوای باشد. انقباض ماهیچه های اسکلتی همچنین باعث آزاد شدن انرژی از اکسیداسیون B (بتای FFA) می باشد.

سطح پلاسمای FFA معمولاً بعد از گذشت ۲ الی ۴ ساعت از فعالیت به حداکثر خود می رسد. در چنین زمانی پلاسمای FFA واکنش دهنده اصلی برای ماهیچه می باشد. میزان جذب و بهره وری FFA توسط ماهیچه تا اندازه ای توسط تراکم FFA شریانی و توانایی ماهیچه در اکسید کردن FFA مشخص می شود. افزایش حضور و بهره وری پلاسمای ممکن است سبب کاهش تکیه بر گلیکوکون و گلوکز خون شود و همچنین این افزایش علاقه به استراتژی هایی برای اکسیداسیون بهتر FFA را سبب می شود. (به عنوان مثال رژیم های پر چربی، بلع کافئین و لیپید و فرآورده های کارنتین) اگر چه نتیجه ها در نوشته ها مبهم باقی می ماند. باید توجه شود که عمده سازگاری متابولیکی در تمرین استقامتی افزایش ظرفیت برای اکسیداسیون لیپیدها می باشد. تری گلیسیریدهای ماهیچه هم می تواند برای انقباض ماهیچه مصرف شوند و تصور می شود که آنها در ابتدای فعالیت و همچنین در طول آن زمانی که به علت شدت فعالیت فراهم FFA از بافت چربی متوقف می شود. (Coyle ۱۹۹۵) نیز مصرف می شوند. در طول فعالیت شدید اکسیداسیون میتوکندری FFA که از بافت چربی و تری گلیسیرید ماهیچه استخراج می شود و همچنین اکسیداسیون کربوهیدراتها کاهش می یابد، اکثراً گلیکوکون در ماهیچه ها مهمترین (اصلی ترین) سوخت می باشد. همان طور که پیش تر ذکر شد آمینواسیدها و بخصوص آمینواسیدهای چندشاخه ای زنجیره ای می توانند در طول فعالیت طولانی اکسید شوند کمک حاصل از آمینواسیدها هنگامی که ذخایر کربوهیدراتها پائین می باشد، بهتر می شود. که این مسأله بخصوص برای ورزشکارانی که تمرینهای سنگین انجام می دهند و می خواهند فشار زیادی بر ذخایر کربوهیدراتی خود وارد کنند صادق می باشد. و همچنین برای ورزشکارانی که رژیم غذایی آنها

بر پایه پروتئین می باشد نیز صدق می کند.

### بخش هفتم: نگاهی به سیستم انتقال اکسیژن در بدن

افزایش متابولیسم اکسیداسیون در طول فعالیت سنگی به میزان کفایت انتقال اکسیژن به ماهیچه فعال دارد. و همچنین این افزایش به ظرفیت کاربردی عروق قلبی و دستگاه تنفسی نیز وابسته می باشد. مورد قبول ترین روش پرورش اندام در ایروبیک آن است که حداکثر میزان جذب اکسیژن را برای ما فراهم کند. در طی سالها علاقه قابل ملاحظه ای به مشخص کننده های فیزیولوژیکی ( $VO_{2max}$ ) وجود داشته است.

دستگاه عروق قلبی سه کارکرد در طول فعالیت به عهده دارد:

- ۱- افزایش اکسیژن منتقل شده برای انقباض اسکلتی و ماهیچه قلبی
  - ۲- انتقال گرما به سطح پوست برای آسان کردن از دست دادن گرما به صورت تبخیر
  - ۳- حفظ حد وسط فشار خون مربوط به شریان برای اینکه از جریان مغز مراقبت شود.
- علاوه بر این منافع نقش بالقوه ایندولیم استخراج شده از (NO) نقش واسطه گر با نتایج متضاد را برعهده دارد. علی رغم افزایش مقاومت عروقی ماهیچه های اسکلتی (MAP) حد وسط فشارشریانی حفظ می شود علت این است که بازده قلبی افزایش می یابد (افزایش در سرعت و میزان ضربان قلب) و عروق در بستر شریانهای ماهیچه های احشایی و کلیه ای و ماهیچه های غیرفعال انقباض پیدا می کند.
- جریان خون پوستی برای پراکنده کردن گرما افزایش می یابد اگر چه این افزایش هدف موافق با انقباض عروق در تمرینهای شدید می باشد.

ماهیچه فعال نیز ممکن است هدف موافق با انقباض عروق به منظور حفظ MAP به هنگام حداکثر شدن بازده قلب باشد افزایش تهویه ریوی برای حفظ اکسیژن دهی و دفع دی اکسید کربن شریانها که حاصل از اکسیداسیون متابولیسم ماهیچه در حال انقباض است، ضروری می باشد. در طول فعالیت فزاینده، هواسازی نیز متناسب با افزایش مصرف اکسیژن و تولید دی اکسید کربن افزایش می یابد. به هر جهت در فعالیت شدید به نقطه ای می رسیم که تهویه به صورت ناگهانی افزایش می یابد. این افزایش ناگهانی بیشتر اوقات به آستانه هوازی یا بی هوازی تلقی می شود و به علت انگیزش دریافت کننده های شیمیایی به وسیله افزایش دی اکسید کربن می باشد: دی اکسید

کربنی که ناشی از میانگیری بی کربنات اسید لاکتیک تولید شده توسط انقباض ماهیچه می باشد. در اینجا بحث قابل ملاحظه ای در نوشته های مربوط به مکانیزم تولید لاکتیک در طول فعالیت و ارتباط بین تهویه زیاد در انباشتگی لاکتیت خون می باشد. واکنشهای تهویه ای به فعالیت با شمار فاکتورهای عصبی و خلقی تنظیم می شود. این فاکتورها شامل جریان دی اکسید کربن در رید، کاهش فعالیت عصبی در مغز پسین، افزایش دمای بدن تغییر در جریانهای  $H^+$  و  $K^+$  و سطح آدرنالین و فیدبک دریافت کننده های شیمیایی ماهیچه می باشد. توانایی ماهیچه در مصرف اکسیژن در فرآیند متابولیسم و توانایی های آن در عروق قلبی و دستگاه تنفسی برای انتقال اکسیژن به میتوکندری ماهیچه با  $Vo_{2max}$  منعکس می شود.

مقدار  $Vo_{2max}$  از ۳۰ تا ۴۰ ml/kg/min در ورزشکار استقامتی آموزش دیده افزایش می یابد. این چنین مقدار زیادی منعکس کننده ترکیبی استعداد ژنتیکی و تمرین فیزیکی شدید می باشد. اندازه گیری  $Vo_{2max}$  در ارزیابی ورزشکار استقامتی مفید می باشد و اندازه گیری  $Vo_{2max}$  تا آستانه تهویه یک پیش بینی کننده قوی در اجرای فعالیت استقامتی می باشد. در فاکتورهای فیزیولوژیکی در  $Vo_{2max}$  با توافق عمومی معقول محدود می کند منافع بیشتری وجود دارد که فراهم اکسیژن برای ماهیچه مهمترین فاکتور محدود کننده را به وجود می آورد. احتمال دارد که تمام اجزاء دستگاه انتقال اکسیژن در مشخص کردن  $Vo_{2max}$  نقش داشته باشند. استراتژی هایی مانند بر آمیختن خون برای افزایش توده سلولهای قرمز خون و هموگلوبین شریانها طراحی شده اند به همین دلیل ظرفیت حمل اکسیژن از جانب ورزشکاران استقامتی مورد توجه زیادی واقع شده است. علاوه بر این چون آهن از اجزای مهم هموگلوبین و میوگلوبین و یاخته ها می باشد. وضعیت آهن در ورزشکاران استقامتی اهمیت زیادی دارد.

### بخش هشتم: تنظیم حرارت و تعادل سیال

حرارت حاصل از سوخت و ساز که در طول فعالیت تولید می شود. باید برای اجتناب از گر گرفتگی پراکنده در طول فعالیت در هوای آزاد ۷۵٪ از دست دادن این گرما با تبخیر حاصل می شود. حدوداً ۵۸۰ کیلوکالری با تبخیر هر لیتر عرق تلف می شود. سرعت عرق کردن می تواند ۱ تا ۲ لیتر در ساعت حین فعالیت طولانی باشد و حتی در شرایط سخت با دوره های کوتاه مدت ممکن است به ۲ الی ۳ لیتر در ساعت برسد. انتقال گرما به سطح پوست توسط اتساع عروق پوستی

بدست می‌آید گفته می‌شود، کاهش در حجم خون مرکزی نتیجه کاهش در ضربان قلب به همراه افزایش در سرعت قلب در طول فعالیت طولانی و فعالیت در گرما می‌باشد. علاوه بر این، این امکان وجود دارد که جریان خون به ماهیچه فعال به علت تعارض مربوط به گردش خون کاهش یابد. این تعارض با هیپوولیمیا (hyporlimia) که نتیجه از دست دادن جریان در اثر عرق کردن می‌باشد: تشدید می‌شود.

دمای مرکزی در سطح بالاتری تثبیت می‌شود که به شدت فعالیت بستگی دارد به هر جهت اگر سرعت تولید گرما حفظ شود و یا در از دست دادن گرما به علت شرایط دشوار محیطی اخلاص ایجاد شود گرم‌زدگی می‌تواند ایجاد شود.

گرم‌زدگی فقط انجام فعالیت را مختل نمی‌کند بلکه می‌تواند به صورت بالقوه حیات را هم تهدید کند. فعالیت در گرما همچنین با تسریع گلیکوکژن سازی ماهیچه و کبد و تراکم لاکتیت خون ارتباط دارد. اگر چه کاهش (CHO) به عنوان فاکتور موثر در خستگی زودرس به هنگام گرما گمان نمی‌شود.

میزان بیشتر استفاده از کریویدراتها در طول فعالیت در گرما برای ورزشکاری که به طور منظم در گرما تمرین داشته است به طور ضمیم تأثیر تغذیه ای دارد.

به منظور کمتر کردن ریسک گرم‌زدگی، ورزشکاران به عادت کردن به آب و هوای گرم و آشامیدن مایعات در طول فعالیت تشویق می‌شوند.

سازش با محیط در یک قسمت می‌تواند توسط قرار گرفتن در معرض گرما در طول فعالیت تأمین می‌شود به هر جهت حداکثر بهره از فعالیت در گرما بدست می‌آید.

فیزیولوژی سازش با آب و هوا به این صورت می‌باشد که: حجم پلاسما افزایش پیدا می‌کند، سرعت قلب و دمای بدن طول فعالیت کاهش پیدا می‌کند. حجم عرق رقیق در آغاز عرق کردن افزایش می‌یابد و گلوکوکژن سازی کاهش می‌یابد. (Febbraio et al ۱۹۹۴)

از پیش خنک سازی در دمای پائین تری ناشی می‌شود و تحمل بهتری در طول فعالیت در گرما به وجود می‌آورد. آشامیدن مایعات در طول فعالیت افزایش میزان گرما و دمای بدن را ه در طول فعالیت طولانی مشاهده می‌شود، کاهش می‌دهد. (Hamilton et al ۱۹۹۱) به نظر می‌رسد که این نتیجه از حجم بالای خون و اسمز پائین پلاسما در طول فعالیت بدست می‌آید.

حجم بالای خون و اسمز پائین پلاسما به وسیله تسهیل کردن جریان خون پوست و پراکنده شدن گرما این نتیجه را حاصل می کنند. در مورد حجم و نسبت بهینه آبیوشی دوباره در طول فعالیت بحث و منازعه وجود دارد. (Hargreaves ۱۹۹۴) تا زمانی که عرق تشکیل می شود. جایگزینی آن توسط مایعات الزامی است، به هر جهت در حین فعالیت طولانی استفاده از کربوهیدرات و مقدار کمی الکترولیت پیشنهاد می شود. تأثیر آشامیدن مایعات به نسبت حجم آنها ظاهر می شود. (Coyle & Montain) بنابراین ورزشکاران باید به آشامیدن مایعات به مقداری که ریسک کم شدن وزن آنها را پائین بیاورد، تشویق شوند. به هر جهت این کار بیشتر اوقات دشوار می باشد زیرا اولاً: مایعات به آسانی قابل دسترس نمی باشند. ثانیاً: آشامیدن حجم زیادی مایع در معده و روده را به وجود می آورد. اگر چه بدن مکانیزمی دارد که سطح آب را در طول تمرین حذف می کند، اما آشامیدن مایعات در طول دوران بهبود برای آسان کردن آبیوشی پیشنهاد می شود.

### بخش نهم: خستگی بدن و ضعف جسمانی

خستگی به عنوان کاهش نیرو و یا کاهش ظرفیت تولید نیروی ماهیچه مشخص می شود. محل استقرار خستگی سیستم عصبی مرکزی می باشد همچنین در قسمتهای جانبی مانند سارکولوما، لوله های t شکل و بافت مشبک سارکز پلاسمیک (SR) و myofilaments نیز ظاهر می شود. زمانی که خستگی مرکزی رخ می دهد. تمام توجه به مکانیزم قسمت های جانبی خستگی متمرکز می شود. از دست دادن پتاسیم حاصل از انقباض ماهیچه در طول خستگی کاهش می یابد. جریان پتاسین به خارج بیشتر در طول فعالیت کوتاه و شدید معلوم می شود. این جریان به خاطر کاهش تحریک پذیری غشاء اسیدوز داخل سلولی حاصل می شود. فعالیت شدید نیز با تراکم  $H^+$ ، ADP و فسفات غیر آلی ارتباط دارد. اسیدوز از طریق شماری از مکانیزم ها با خستگی ارتباط دارد. این مکانیزم ها شامل تنزل نیروی حداکثر کلسیم فعال و حساسیت کلسیم و کاهش actin-myosin و سرعت کوتاه شدن بافت ماهیچه و بازداري از تولید ADP می باشند. بلع ترکیبات قلبایی خوراکی مانند بی کربنات برای حداقل کردن تأثیر اسیدوز به کار گرفته می شود. و همچنین با افزایش شدت فعالیت نیز ارتباط دارد. افزایش فسفات غیر آلی و ADP نیز ماهیچه ها را از تولید نیرو باز می دارد. همچنین ممکن در حین خستگی نارسایی انگیزش انقباضی نیز به وجود آید.

مکانیزم‌های ممکن شامل کاهش کلسیم آزاد شده از SR و کاهش حساسیت کلسیم می‌باشند. کاهش کلسیم آزاد شده از SR می‌تواند به علت کاهش حضور ATP در ناحیه آزاد شدن کلسیم باشد. علاوه بر این کاهش جذب کلسیم و فعالیت کلسیم ATP ase در طول فعالیت شدید و فعالیت طولانی به وجود می‌آید. تغییر در فراهم کردن انرژی می‌تواند یک فاکتور مهم خستگی در طول فعالیت باشد. سطح ATP ماهیچه‌ها معمولاً ۳۰ تا ۵۰ درصد در فعالیت شدید و فعالیت طولانی به وجود می‌آید. تغییر در فراهم کردن انرژی می‌تواند یک فاکتور مهم خستگی در طول فعالیت باشد. سطح ATP ماهیچه‌ها معمولاً ۳۰ تا ۵۰ درصد در فعالیت شدید کاهش می‌یابد در صورتی که سطح CP می‌تواند با شدت گرفتن فعالیت به طور کامل کاهش یابد. و این می‌تواند به عنوان عاملی در کاهش بازده به هنگام خستگی به حساب آید.

رژیم غذایی سرشار از کراتین اقامتی بالقوه برای افزایش حضور CP در ماهیچه اسکلتی و اجرای فعالیت شدید می‌باشد. در حین فعالیت طولانی گلیکوژن ماهیچه کاهش می‌یابد و این کاهش معمولاً با خستگی ارتباط دارد. دیگر فاکتورهای دخیل در خستگی حاصل از فعالیت طولانی و فعالیت شدید شامل آب زدایی و گرما زدگی و کاهش SR و عمل میتوکندری (شاید به عنوان پیامد اکسیداسیون نادرست به علت افزایش رادیکال آزاد حاصل شده است) می‌باشد. اگر چه در سالهای اخیر توجه زیادی به رابطه بالقوه اجرای فعالیت استقامتی و آنتی اکسیدانهایی مانند ویتامین E, C متمرکز شده است. با این صورت فایده‌های اروژنیک آنها باز هم مورد نیاز است.

## منابع و مآخذ

### الف) منابع فارسی

- احمدی و همکاران، دوره سه جلدی تربیت بدنی عمومی و تخصصی (فیزیولوژی ورزشی)، تهران، نشر رشد، چاپ دوم، ویراست دوم، ۱۳۹۹.
- براهنی و همکاران، فیزیولوژی ورزشی جلد اول، اتکینسون-ترجمه براهنی و همکاران-تهران نشر رشد، چاپ سوم، ۱۳۹۵.
- جعفری، حسین، متابولیسم ورزشی به زبان ساده و تاریخچه آن، نشر نی، چاپ دوم ۱۳۹۲ سال اول
- گنجی، مهدی، بررسی و شناخت متابولیسم ورزشی (بایدها و نبایدها)، نشر فرزندگان دانشگاه، چاپ دوم ۱۳۹۹
- منوچهری، جاسم. "بررسی ارتباط بین گرایش ورزشی با نگرش و رفتار دوپینگ در ورزشکاران نخبه رزمی" پایان نامه کارشناسی ارشد، ۱۳۹۲
- ابطحی، حسین، مدیریت سوخت و ساز بدن به صورت حرفه ای، انتشارات فرواک، چاپ سوم ۱۳۹۸
- اصلانخانی، محمد، بررسی و مقایسه برخی از ویژگیهای جسمانی دانشجویان پسر و دختر ورزشکار با دانشجویان دختر و پسر غیر ورزشکار دانشگاه تهران، ۱۳۸۹
- اسوا هولا و هتفیلد براد روانشناسی ورزش با رویکرد روانی اجتماعی مترجمان رضا فلاحی محسن حاجیلو، انتشارات تربیت بدنی کرمانشاه، ناشر همکار انتشارات بیستون، ۱۳۹۶
- خلجی حسن، بررسی صفات جسمانی و فیزیولوژی ورزشی ورزشکاران، پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه شهید بهشتی تهران، ۱۳۸۶
- سارا فینر ادوارد روانشناسی سلامت مترجم، نشر قاموس، ۱۳۹۶
- پروفیسور دون مک لارن، دکتر جیمز مورتون، بیوشیمی و متابولیسم فعالیت ورزشی، ترجمه: دکتر فرهاد دریانوش، دکتر ابراهیم افتخار، مریم امیرعضدی، مریم مهبودی، ویراستار علمی: دکتر فرهاد دریانوش، دکتر ابراهیم افتخار، ناشر: انتشارات حتمیرال

چاپ سوم ۱۳۹۷

- فتوستنز دوان، نظریه‌های مربوط به جسم و توانایی‌های جسمی ورزشکاران، مترجمان یوسف کریمی فرهاد جمهری سیامک نقشبندی بهزاد گودزی هادی بحیرایی محمد رضا علوی، نشر آوا، ۱۳۹۶
- شفیع ابادی عبدل. غلامرضا ناصری، نظریه‌های مشاوره جسمانی و روان درمانی مرکز نشر دانشگاه تهران، نشر فرهیختگان، ۱۳۹۰
- صادقی، رحمت ...، پایان‌نامه کارشناسی ارشد بررسی ارتباط بین میزان مشارکت در فعالیتهای بدنی و ورزشی با سطح سلامت عمومی در بین معلمان شهرستان دهگلان دانشگاه شهید بهشتی تهران، ۱۳۹۲
- معین، محمد، فرهنگ فارسی جلد دوم چاپ هشتم انتشارات امیر کبیر، ۱۳۹۲

#### ب) منابع لاتین

- Anshel, M. H., & Russell, K. G. (۲۰۲۰). Examining athletes' attitudes toward using anabolic steroids and their knowledge of the possible effects. *Journal of Drug Education*, ۲۷, ۱۲۱e۱۴۵.
- Biddle, J. H., & Mutrie, N. (۲۰۱۸). *Psychology of physical activity: Determinants, well-being and interventions*. London and New York: Routledge.
- Carfi G, Thompson JK, Ricciardelli L et al. Pursuit of muscular ideal: physical and psychological consequences and putative risk factors. *Clin Psychol Rev* ۲۰۲۱; ۲۵: ۲۱۵-۳۹.
- Conner M, Norman P. Body weight and shape control: examining component behaviours. *Appetite*. ۱۹۹۶;۲۷:۱۳۵-۱۵۰.
- Crown J, Heatherington L (۲۰۱۷), The cost of winning? The role of gender in moral reasoning and judgements about competitive athletic encounters. *J Sport Exerc Psychol*, ۱۱:۲۸۱-۹.
- Diacin, M , parks,J, & Allison , P, (۲۰۱۶). Volces of male athletes on drug use, drug testing , and the existing order in intercollegiate athletics. *journal of sport behavior*, ۲۶ (۱), ۱-۱۶.