فیزیولوژی ورزشی پایه و مبانی علم و تمرین و کاربرد آنها در ورزشهای رزمی

گردآوری و ترجمه : علی اصغر فلاحی

دانشجوی دکتری فیزیولوژی ورزشی دانشگاه تهران

بخش اول: فیزیولوژی ورزشی پایه (بیوانرژی)

مقدمه

بدن انسان هنگام فعالیت های بدنی به نوسازی انرژی نیاز دارد. نوسازی انرژی با سوختن مواد اصلی سه گانه(چربیها ،پروتئینها .و کربوهیدراتها) در چرخه های مختلف انرژی انجام می شود. تولید انرژی از منابع انرژی زا فرایند انرژی زایی زیستی نامیده می شود. با توجه به اینکه فعالیت بدنی و انقباض عضلات به انرژی نیاز دارند منابع انرژی زا به طور پیوسته باید به انرژی تبدیل شده و پاسخگوی نیازهای فزاینده فعالیت باشند. اصولا خستگی چیزی نیست جز عدم دسترسی صحیح و کافی به منابع انرژی، و از دلایل اصلی بروز خستگی هنگام فعالیت های ورزشی اختلال در مسیرهای تولید اترژی و عدم تولید میزان کافی انرژیاست. فعالیت ورزشی گوناگون با توجه به ماهیت فیزیولوژیکی، مدت زمان، شدت، تواتر و ... به طور اختصاصی سیستم های انرژی ویژه ای را به کار می گیرند از این رو اصولا ماهیت فعالیت های ورزشی به سیستم انرژی غالب در آن فعالیت ورزشی و میزان استفاده از مسیرهای انرژی وابسته است. تقویت مسیرهای انرژی زا و ذخیره بهتر و بیشتر منابع انرژی کند و تند کلید موفقیت در انواع گوناگون فعالیت ورزشی است. از این رو، امروزه طراحی تمرینات با توجه به سیستم انرژی غالب (بیوانرژی فعالیت ورزشی)، و درصد استفاده از سیستم های انرژی و ماهیت فیزیولوژیکی فعالیت ورزشی انجام می شود و بیوانرژی علم و تمرینی ویژه فعالیت های ورزشی گوناگون وجود دارد.

این بخش شامل ۳ فصل بیوانرژی در فعالیت های ورزشی، اصول کاربردی علم و تمرینیو کاربرد این دو فصل در انواع مختلف ورزش های رزمی می باشد. در فصل اول به بررسی سیستم های انرژی گوناگون و چگونگی استفاده از آنها هنگام فعالیت ورزشی و اصول و اصطلاحات کاربردی در این زمینه می پردازیم. در فصل دوم خلاصه ای از اصول علم و تمرینی کاربردی را توضیح خواهیم داد و در فصل سوم اصول استفاده از مبانی فیزیولوژی کاربردی (بیوانرژی) و علم و تمرین گفته شده در دو فصل اول و دوم را با توجه به انواع مختلف ورزش های رزمی، کارته ، تکواندو، جودو، کیک بوکسینگ ارائه می دهیم.

تبدیل انرژی زیستی

انرژی زایی زیستی، به جریان انرژی در سیستمهای موجود زنده گفته میشود . سلولها باید ازیک ساختارسازمان یافته کامل برخوردار باشند تا بتوانند با جذب انرژی از محیط، اعمال پیچیده حیاتی ر ابه خوبی انجام دهند .

واکنشهای شیمیایی سلولی

انتقال انرژی دربدن ازطریق آزاد شدن انرژی حبس شده در پیوند های شیمیایی انواع مولکولها صورت می گیرد . پیوندهای شیمیایی که داری مقدار نسبتا زیادی انرژی پتانسیل هستند اغلب پیوندهای پر انرژی نامیده میشوند . انتقال این نوع انرژی در سلول نتیجه یک رشته از فرایند های شیمیایی درون سلولی است. بسیاری از این فرایندها،قبل از اینکه انجام بگیرند،به افزودن انرژی نیاز دارند . بنابراین، به دلیل افزایش انرژی به فرایند شیمیایی محصول نهایی دارای انرژی آزاد بیشتری نسبت به مواد واکنش زای اولیه است. واکنشهایی که انرژی از دست می دهند، واکنشهای همراه با دفع انرژی نامیده میشوند .

منابع انرژی زای سه گانه بدن که در فرایندهای شیمیایی درون سلولی شرکت دارند عبارتنداز: کربوهیدرات ها به صورت گلوکز، چربی ها به صورت اسیدهای چرب آزاد و به میزان کمتر پروتئینها به صورت اسیدهای آمینه. در این بخش به طور خلاصه این منابع انرژی را مرور می کنیم.

کربوهیدراتها

کربوهیدراتها از اتمهای کربن، هیدروژن ، و اکسیژن تشکیل شده اند . از هر گرم کربوهیدرات تقریبا ٤ کیلوکالری انرژی در بدن آزاد میشود . گیاهان از ترکیب انیدرید کربنیک و آب در حضور انرژی خورشیدی طی فرایندی به نام فتوسنتز کربوهیدرات تولید می کنند. کربوهیدراتها،اصولا به سه شکل وجود دارند ۱- تک قند ها ۲- دو قندیها و چند قندیها . گلوکز و فروکتوز از نوع تک قندیهای ساده هستند . گلوکز اغلب به نام قند معروف است . این ماده در غذاها و در دستگاه گوارش در اثر تجزیه چند قندیها دیده می شود. فروکتوز در میوه جات و عسل یافت می شودو شیرین ترین کربوهیدراتهای ساده است . دو قندیها از ترکیب دو تک قندی به وجود می آیند . برای مثال قند معمولی یا شکر از دو تک قندی یعنی گلوکز و فروکتوز تشکیل شده است . مالتوز نیز ماده دو قندی است که از ترکیب دو مولکول گلوکز بوجود می آید.چند قندیها از سه تک قندی یا بیشتر تشکیل شده اند . چند قندیها ممکن است بسیار ریز و فقط از ترکیب سه تک قندی ویا بسیار درشت و از ترکیب صدها مولکول تک قندی تشکیل شده باشد . چند قندیها معمولا به دو گروه نباتی و حیوانی تقسیم می شوند. سلولز و نشاسته از متداولترین نوع چند قندی نباتی هستند. آنزیمی که سلولز را تجزیه می کنند در دستگاه گوارش بدن انسان یافت نمی شودو در نتیجه سلولز به صورت فیبر دررژیم غذایی بدون اینکه مصرف شود از طریق مدفوع دفع می شود. نشاسته پس از ورود به داخل دستگاه گوارش خیلی سریع تجزیه می شودو

به عنوان یک منبع انرژی فوری مورد استفاده سلولها قرار می گیرد ویا به صورتهای مختلف ذخیره می شود.**گلیکوژن**واژه ای است که برای چند قندی ها ذخیره در بافتهای حیوانی به کار می رود. گلیکوژن از طریق پیوستن مولکولهای گلوکز به یکدیگر در داخل سلول به وجود می آید. برای مثال سلولهای عضلانی به هنگام فعالیتهای بدنی و ورزش گلیکوژن را به مولکولهای گلوکز تجزیه می کنند. (این فرایند تجزیه گلیکوژن یا گلیکوژنولیز نامیده می شود) و انرژی آن برای انقباض عضلانی مورد استفاده قرار میگیرد. علاوه بر این، گلیکوژن ذخیره شده درکبد در موقع لازم به گلوکز تجزیه می شودو پس از آزاد شدن در خون مورد استفاده بافتهای فعال قرار می گیرد .مجموع گلیکوژن ذخیره دربدن زیاد نیست و پس ازانجام چند ساعت ورزش پیوسته مصرف می شود. بنابراین، سوخت وساز گلیکوژن درسلول یک فرایند دائمی و پویا است. رژیمهای غذایی کم کربوهیدرات روند ذخیره گلیکوژن بدن را تضعیف می کند، در حالی که رژیمهای غذایی پر کربو هیدرات آن را تقویت می کند .

حفظ ذخایر قندی خون، کبد و عضلات برای انجام فعالیت ورزشی و به تاخیر انداختن خستگی از اهمیت زیادی برخوردار است از این رو افزایش این ذخایر از جمله مباحثی است که مورد توجه فیزیولوژیست های ورزشی و مربیان تیم های ورزشی می باشد. استفاده از رژیم های غذایی با ترکیبات مختلفی از کربوهیدرات به همراه نوشابه های ورزشی قبل از فعالیت، در هنگام فعالیت و بعد از فعالیت های ورزشی (دوره بازیافت) با توجه به ماهیت ، شدت و مدت فعالیت بسیار مهم می باشد. در ورزش های رزمی با توجه به ماهیت سرعتی و مدت زمان کوتاه فعالیت و هر راند استفاده از منابع کربوهیدراتی حین فعالیت مقدور نبوده و اهمیت زیادی ندارد ولی با توجه به اینکه این مسابقات ممکن است چند راند ادامه یابند در یکروز مسابقات متعددی برگزار شود استفاده از منابع کربوهیدراتی بین راندها و مسابقات می تواند از تحلیل بیشتر منابع گلیکوژنی و توان ورزشکار جلوگیری کند.

چربیها

اگر چه عناصری که چربیها را تشکیل می دهند مشابه همان عناصری هستند که در کربوهیدراتها یافت می شوند، اما نسبت انیدرید کربنیک به اکسیژن در چربیها به مراتب بیشتراز کربوهیدراتها است . چربی ذخیره شده دربدن منبع انرژی بسیار خوبی است، زیرا هر واحد وزن آن کالری زیادی آزاد می کند . هر گرم چربی تقریبا ۹ کیلو کالری انرژی آزاد می کند که نزدیک به دو برابر انرژی است که از کربو هیدراتها و پروتئینها آزاد می شود.چربی درآب حل نمی شودودر گیاهان و بافتهای حیوانی یافت می شود. به طور کلی چربیها به دو دسته چربی های ساده و مرکب تقسیم می شوند.

چربیهای ساده یا خنثی دربدن معمولا شامل تری گلیسریدها میشوند. تری گلیسریدها از سه مولکول اسید چرب آزاد و یک مولکول گلیسرول تشکیل شده اند تری گلیسریدها بیشترین مقدار چربی ذخیره دربدن را تشکیل میدهند . بعد از تجزیه، بخش اسید چرب تری گلیسیرید ها می تواند در مسیرهای تولید انرژی هوازی انرژی تولید کند و در هنگام فعالیت های ورزشی طولانی مدت و باشدت کم تا متوسط مورد استفاده قرار گیرند.

چربیهای مرکب از چربیهای خنثی همراه با سایر مولکولهای غیرچربی تشکیل شده اند و شامل فسفولیپیدها، لیپوپروتئین ها و چربی هایمشتق می شوند. چربیهای مرکب به عنوان یک ماده انرژی زا توسط عضلات اسکلتی به هنگام ورزش مورد استفاده قرار نمی گیرند . فسفولیپیدها یک گروه از چربیهای مرکب زیستی هستند. فسفولیپیدها از ترکیب لیپیدها با اسید فسفریک تشکیل شدهاند و اصولا در سلولهای بدن ساخته می شوند. نقش زیستی فسفولیپیدها متنوع است و در ساختار غشاء سلولی و غلاف عایقی که اطراف تارهای عصبی را می پوشاند وجود دارند. لیپوپروتئین یکی دیگر از چربیهای مرکب است . لیپو پروتئین،اصولا در کبد ساخته میشود و حامل چربیها در خون است.

چربی هایمشتقآخرین گروه چربیهای مرکب هستند. این چربیها هم به عنوان یک ماده انرژی زا به هنگام ورزش مورد استفاده عضلات اسکلتی قرار نمی گیرند. مولکولهای این چربیها مشتق شده ازسایر چربیهای مرکب هستند و یا از ترکیب چربیهای ساده یا جربیهای مرکب به وجود می آیند . کلسترول متداولترین نوع چربیهای مشتق شده است .کلسترول یکی از اجزا معمولی غشاء تمام سلولها است وبه وسیله سلولها ساخته میشوند و همراه با مواد غذایی نیز مصرف می شود. علاوه بر نقش کلسترول ساخت غشاء سلولی در تشکیل هورمونهای جنسی مانند استروژن و تستوسترون نیز مورد استفاده قرار می گیرد. اگر چه کلسترول نقشهای زیستی بسیاری دارد ، اما افزایش سطح کلسترول در خون یا بروز و پیشرفت بیماری عروق قلبی ارتباط دارد .

پروتئینها

پروتئینها از ترکیب اسیدهای آمینه به وجود می آیند . حداقل ۲۰ نوع اسید آمینه مختلف برای ساخت انواع بافتها،آنزیمها،پروتئینها ی خون و غیره لازم است. ۹ اسید آمینه در داخل بدن ساخته نمیشوند وباید به عنوان اسیدهای آمینه ضروری همراه با مواد غذایی مصرف شوند پروتئینها از به هم پیوستن اسید های آمینه به یکدیگر به وسیله پیوندهای شیمیایی به نام " باندهای پپتیدی " به وجود می آیند . هر گرم ازمواد پروتئینی تقریبا چهار کیلو کالری انرژی زیستی آزاد می کند. اصولا پروتئین ها در فرایندهای انرژی زا وارد نمی شوند مگر در شرایط خاص. برای اینکه پروتئینها به عنوان یک منبع انرژی مورد استفاده قرار بگیرند،ابتدا لازم است به واحد های ساختاری یعنی اسیدهای آمینه تجزیه شوند. پروتئین ممکن است به عنوان یک ماده انرژی زا در زمان های پایانی ورزش های طولانی مدت به دوصورت مصرف شوند . اول آلانین که یکی از اسیدهای آمینه است در کبد به گلیکوژن تبدیل شود . دوم، بسیاری از اسیدهای آمینه که قابل تبدیل به مواد واسطه سوخت وسازی هستند وبه طورمستقیم ممکن است در فرایندهای انرژی زایی زیستی شرکت کنند . این ترکیبات واسطه ای در عضلات اسکلتی به عنوان یک منبع انرژی استفاده می شوند.

فسفاتهای پرانرژی

ترکیبات فسفات پر انرژی منبع فوری انرژی برای انقباض عضلانی است. آدنوزین تری فسفات (ATP) مهمترین فسفات پرانرژی سلول هاست . البته ATP تنها مولکول حامل انرژی در سلول نیست ولی با توجه به اهمیت بالای آن اکثر سلولها بدون ذخیره کافی از آن فورا می میرند. از طرفی با توجه به اینکه ذخایر ATP سلول ها محدود می باشد هنگام انجام انواع مختلف فعالیت ها به صورت مداوم باید دوباره سازی شوند. ساختار هر مولکولATP از سه بخش عمده تشکیل شده است : ۱- یک بخش آدنین ۲- یک بخش ریبوز و۳- یک بخش از سه فسفات به هم پیوسته. ATP از ترکیب آدنوزین دی فسفات و فسفات غیر آلی به انرژی نسبتا زیای نیاز دارد تا به وجود آید. مقداری از این انرژی در پیوند شیمیایی میان ADP و Pi ذخیره می شود. به همین دلیل این پیوند باند پر انرژی نامیده می شود. هنگامی که آنزیم ATPase این پیوند را میشکند این انرژی آزاد می شودو برای انجام کار مورد استفاده قرا ر می گیرد .

ازفرایندهای شیمیایی که برای تولید ATPمورد استفاده قرار می گیرند عبارتنداز: ۱- ازطریق شکسته شدن کراتین فسفات (دستگاه فسفاژن) ۲- از روند گلیکولیز یا تجزیه شدن گلوکز و گلیکوژن (دستگاه گلیکولیز) و۳- از روند اکسایشی (دستگاه هوازی). تشکیل ATP ازطریق CP یا گلیکولیز نیازی به حضور اکسیژن ندارد از این رو این فرایندها را بی هوازی می نامند . تشکیل ATP ازطریق اکسایشی به حضور اکسیژن نیاز دارد که آن را فرایند هوازی می نامند. باید توجه داشت همانگونه که در ادامه خواهد آمد، در همه انواع فعالیت های ورزشی هر سه دستگاه تولید انرژی فعال می شوند ولی با توجه به ماهیت و متغیرهای فعالیت ورزشی معمولا یک دستگاه غالب تر است که در دوران آماده سازی سهم بیشتری از تمرین را به خود اختصاص خواهد داد.

تولید ATP از طریق روند بی هوازی

ساده ترین و سریعترین روش تولیدATP انتقال گروه فسفات و انرژی همراه با باند کراتین فسفات(CP) بهADP و تشکیل ATPاست. واکنش به وسیله کراتین کینازکاتالیز میشود. به مجرد شکسته شدنATP و تشکیلADP+Pi در آغاز فعالیت ورزشی، ATP ازطریق واکنش کراتین ساخته می شود. با این وجود، سلولهای عضلانی مقدار بسیار کمیCP ذخیره دارند . بنابراین مجموع ATP که از طریق واکنش CP تولید می شودناچیز است. مجموع ATPوCP ذخیره دستگاهATP-CP یا " سیستم فسفاژن " نامیده می شودو قادربه تولید انرژی برای شروع فعالیت ورزشی یا ورزشهای کوتاه مدت وشدید است. بازسازی CP به ATP نیاز دارد و این فرایند فقط در زمان برگشت به حال اولیه انجام می گیرد.

نکته: با توجه به اینکه ماهیت ورزش های رزمی کوتاه مدت، توانی و سریع می باشد سهم دستگاه فسفاژن هنگام فعالیت از اهمیت بسیار بالایی برخوردار است و همچنین بازیافت منابع فسفاژن در دوره بازیافت بین راندها و بازیافت یک مسابقه تا مسابقه بعدی بسیار مهم می باشد.

دومین فرایندی که قادر است بدون درگیری و حضور اکسیژن به سرعت ATP تولید کند گلیکولیز نامیده می شود.گلیکولیز فرایندی است که در آن گلوکز یا گلیکوژن به دو مولکول اسید پیرویک یا اسید لاکتیک تبدیل میشود.به زبان ساده ، گلیکولیزیک

مسیر بی هوازی است که برای انتقال باند انرژی از گلوکز برای به هم پیوستن ADPو Pi به کار می رود در این مسیر ۹ نوع آنزیم درگیر میشود وتمامی واکنشها در محیط سارکوپلاسم سلول عضلانی صورت می گیرد . به طور خلاصه ،از هر مولکول گلوکز درپایان فرایند گلیکولیز دو مولکول ATP و دو مولکول اسید پیرویک یا اسید لاکتیک به دست می آید .

هدف از به کار بردنATP افزودن گروههای فسفات است . باید توجه داشت که ،اگر فرایند گلیکولیز با شکسته شدن گلیکوژن به عنوان ماده اولیه شروع شود، تنها لازم است که یک مولکولATP اضافه شود . (گلیکوژن نیاز ی به فسفردار شدن با اضافه کردن ATP ندارد ، بلکه به وسیله فسفات غیر آلی فسفریله میشود)درمراحل پایانی فرایند گلیکولیز دو مولکولATP در دو مرحله از واکنشهای شیمیایی ساخته می شود، اگر گلوکز به عنوان ماه اولیه در فرایند گلیکولیز مور استفاده قرار گیرد دو مولکول ATP تولید می شود و اگر گلیکوژن ماده اولیه باشد حاصل پایانی سه مولکولATP است. یونهای هیدروژن از مواد غذایی در فرایند انرژی زایی زیستی پی در پی جدا می شوندوبه وسیله " مولکولهای حامل " منتقل میشوند. نیکوتین آدنین دی نوکلئوتید (NAD) و فلاوین دنین دی نوکلئوتید (FAD) دو مولکول حامل مهم بیولوژیکی هستند. اتمهای هیدروژن و انرژی همراه آنها بوسیله NAD,FAD به داخل میتوکندری انتقال داده می شوندتا از طریق فرایند هوازی انرژی آنها به صورتATP ذخیره و سپس مصرف شود . درطی واکنشهای شیمیایی روند گلیکولیز ، دو اتم هیدروژن از گلیسر آلدئید ۳- فسفات جدا می شود.هر مولکول NAD به یک اتم هیدروژن احیا می شودو به صورت NADH در می آید . اگر لازم باشد که فرایند گلیکولیز ادامه یابد اتمهای آزاد هیدروژن باید به وسیله مولکلهای NADحمل می شوندو این امر نیاز دارد که به قدر کافیNAD در محیط وجود داشته باشد تا اتمهای هیدروژن که از گلیسر آلدئید ۳- فسفات جدا می شودرا دریافت کنند .

چگونه NADاز NADH بازسازی می شود؟ اگر اکسیژن کافی وجود داشته باشد ، اتمهای هیدروژن از مولکولها می توانند به کمک یک فرایند شیمیایی رفت وبرگشت " شاتل"به داخل میتوکندری حمل شوند و در روند واکنشهای شیمیایی هوازی برای تولید مورد استفاده قرار گیرند . اگر اکسیژن کافی در میتوکندری برای ترکیب با هیدروژن وجود نداشت باشد،آنگاه اسید پیرویک هیدروژنها را جذب می کنند و به اسید لاکتیک تیدیل می شود.لاکتات دی هیدروژناز آنزیمی است که این واکنش شیمیایی را کاتالیز می کند. فرآورده پایانی این واکنش اسید لاکتیک و بازسازی NADH از NADاست. بنابراین دوباره سازی NAD دلیل تولید اسید لاکتیک و ادامه فرایند گلیکولیز است .

وقتی یک مولکول ، الکترونهایی از یک دهنده الکترون دریافت میدارد گفته می شود که احیا شده است ؛ وقتی مولکولی الکترون از دست می دهد می گویند فرایند اکسایش انجام گرفته است. واکنشهای اکسید واحیا ء همیشه دوتایی و جفت شده اند. به بیان دیگر، یک مولکول نمی تواند احیاءشود مگر اینکه مولکول دیگری ابتدا اکسیده شود. مولکولی که الکترونها را از دست میدهد، عامل احیاء کننده و مولکولی که الکترونها را دریافت می کند عامل اکسید کننده یا اکسنده نامیده می شود.اکسیژن یک عامل اکسنده قوی است. سلولها از این واقعیت بهره می برندواز اکسیژن به عنوان یک گیرنده الکترون در مرحله پایانی زنجیره انتقال

الکترونی استفاده می کنند. نیکوتین آدنین دی نوکلئوتید و فلاوین آدنین دی نوکلئوتید دو مولکولی هستند که نقش مهمی به عنوان عوامل اکسنده در انرژی زایی زیستی ایفا می کنند. هر یک از این دو مولکول می توانند دو الکترون دریافت کنند.به طور خلاصه، گلیکولیز فرایندی است که در آن گلوکز یا گلیکوژن به اسید پیرویک یا اسید لاکتیک تبدیل می شوند. انرژی پایانی این فرایند دویا سه مولکول ATP است که به ترتیب از تجزیه گلوکز یا گلیکوژن به دست میآیند. گلوکز یک مولکول شش کربنی و مولکولهای اسید پیرویک و اسید لاکتیک هر یک دارای سه کربن هستند بنابراین از هر مولکول گلوکز،دو مولکول اسید پیرویک یا دو مولکول اسید لاکتیک تولید می شود. اگر اکسیژن در میتوکندری حضور داشته باشد اسید پیرویک برای تولید ATP بیشتر وارد روند هوازی می شود.

تولید ATP در روند هوازی

تولید ATP از طریق هوازی در داخل میتوکندری صورت می گیرد ۱- چره کربس و۲- زنجیره انتقال الکترونی.نقش اصلی چرخه کربس تکمیل کردن فرایند اکسایشی یا پروتئینها و به کار بردنNAD به عنوان حاملهای هیدروژن است . جدا کردن هیدروژن ازاین نظر اهمیت دارد که هیدروژنها به طور بالقوه حاویانرژی هستند . این انرژی در زنجیره انتقال الکترونی برای ترکیب ADP,Piو تبدیل آنها بهATP مورد استفاده قرار می گیرد.اکسیژن آخرین گیرنده هیدروژن در پایان زنجیره انتقال الکترونی است که در نتیجه آب ساخته می شود. تولید ATP از طریق هوازی " فسفر دار شدن اکسایشی" نامیده می شود .

چرخه کربس

چرخه کربس به افتخار هانس کربس دانشمند بیوشیمی نامگذاری شده است . تحقیقات اولیه این دانشمند درک ما را نسبت به این فرایند نسبتا پیچیده بیشتر کرد . برای ورود به چرخه کربس لازم است که مواد اولیه به " استیل کو – آ " که یک مولکول دو کربنی است تبدیل شوند.کربوهیدراتها،چربیهاوپروتئینها قابل تبدیل به استیل کو – آ هستند. باید توجه داشت که پیروات به استیل کو – آ تیدیل می شودو سومین کربن آن به صورت CO2درمی آید . سپس،استیل کو – آ با اسید اکسالواستیک ترکیب می شودو یک مولکول اسید سیتریک به وجود می آید . در ادامه شش واکنش پیوسته صورت می گیرد تا اسید اکسالواستیک بازسازی شود و دو مولکول CO2 آزاد گردد و این چرخه پی در پی ادامه پیدا کند . از هر مولکول گلوکز که وارد فرایند گلیکولیز می شوددو مولکول اسید پیرویک به وجود می آید که در صورت حضور اکسیژن به دو مولکول استیل کو- آ تبدیل می شود. به این معنی که هر مولکول گلوکز سبب ایجاد دو چرخش درمسیر چرخه کربس می شود. نقش اصلی چرخه کربس جدا ساختن هیدروژنها و انرژی همراه آنها از مواد اولیه مختلف است که وارد چرخه کربس می شود. در هر چرخه سه مولکولNADH و مولکول FADHساخته می شود.

چربیها و پروتئینها چگونه وارد فرایند سوخت وساز هوازی می شوند؟ اسیدهای چرب طی چندین واکنش شیمیایی که بتا اکسید اسیون نامیده می شودبه استیل کو– آ تبدیل می شوندو سپس وارد چرخه کربس می شوند.همانطور که قبلا اشاره شد، پروتئین به عنوان یک منبع انرژی اصلی به هنگام ورزش به حساب نمی آید . زیرا که، کمتر از ۵ تا ۱۵٪ انرژی مصرفی در جریان یک فعالیت ورزشی طولانی مدت از تجزیه پروتئینها به دست می آید.

برای سوخت و سازپروتئینها باید به اسیدها آمینه تیدیل شوند .نوع اسید آمینه ای که تشکیل می شودشکل ومحل ورود آن را به فرایند انرژی زایی زیستی تعیین می کند . برخی از اسید های آمینه می توانند به گلوکز یا اسید پیرویک تبدیل شوند و برخی دیگر به استیل کو– آیا مواد واسطه ای در مسیر چرخه کربس تبدیل می شوند .چرخه کربس از طریق اکسایش کربوهیدراتها، چربیها یا پروتئینها الکترونها را به زنجیره انتقال الکترونی هدایت می کند تا انرژی لازم برای تشکیلآنزیمهایی که واکنشهای شیمیایی در چرخه کربس را کاتالیز می کنند مهیا شود.

زنجیره انتقال الکترونی

فسفر دار شدن اکسایشی با تولید ATP ازطریق هوازی در داخل میتوکندریها انجام می گیرد. تولیدATP از طریق هوازی زمانی میسر است که انرژی بالقوه همراه با حاملهای هیدروژن مانندFADH,NADH برای افزودن فسفر بهADP مورد استفاده قرار گیرد. حاملهای احیا شده هیدروژن نمی توانند مستقیما با اکسیژن واکنش نشان دهندبلکه،الکترونهایی که همراه با باند پر انرژی اتمهای هیدروژن هستند طی چندین مرحله از انتقال الکترون به نام سیتوکروم به طرف اکسیژن هدایت می شوند. در جریان عبور الکترونها در فرایندهای سیتوکرومی ، انرژی لازم برای اضافه شدن فسفر به ADP و تشکیل ATP آزادمی شوند.

ATPخالص از تجزیه هر مولکول گلوکز در فرایند گلیکولیز شامل دو مولکولATP است. اگر اکسیژن در میتوکندری حضور داشته باشد دو مولکولNADH که در فرایند گلیکولیز به وجود می آید می تواند از طریق مکانیسم رفت وبرگشت وارد میتوکندری شود وبه کمک انرژی همراه با آنها شش مولکولATP دیگر ساخته می شود. مقدار ATP که از تجزیه گلیکوژن در فرایند گلیکولیز به وجود می آید ۳۹ مولکول است.

سیستم های تولید انرژی هنگام ورزش های مختلف

سیستمهای اصلی انرژی	مدت زمان اجرای فعالیت بدنی	نوع فعالیت بدنی
CP , ATP	**کمتر از ۲۰ ثانیه**	**دویدنهای فوتبال – پرتاب فوتبال – دوی ۱۰۰ متر – گلف – تنیس – بسکتبال - هندبال**
PC , ATP و گلیکوژن غیر هوازی	**کمتر از ۳۰ تا ۹۰ ثانیه**	**۲۰۰ و ٤۰۰ متر، اسکیت سرعت شنای ۱۰۰ متر سرعت**
گلیکوژن و هوازی	**از ۹۰ ثانیه تا چند دقیقه**	**۸۰۰ متر، حرکات ژیمناستیک، بوکس، کشتی**
هوازی	**بیش از چند دقیقه (۵ دقیقه بیشتر)**	**فوتبال، دو صحرانوردی، اسکی استقامت**

دستگاههای تولید انرژی در بدنهنگامفعالیت ورزشی

انرژی مصرفی تمام بدن به هنگام اجرای یک فعالیت ورزشی سنگین ممکن است تا ۱۵ برابر زمان استراحت افزایش پیدا کند. انرژی مصرفی عضلات اسکلتی به هنگام اجرای یک فعالیت ورزشی سنگین ممکن است تا ۲۰۰ برابر زمان استراحت افزایش پیدا کند . بدیهی است که عضلات اسکلتی باید از توانایی زیادی برای تولید و مصرف ATP به هنگام ورزش برخوردار باشند .

واکنشهای متابولیکی نسبت به ورزش

در فعالیتهای ورزشی کوتاه مدت و شدید که کمتر از ۱۰ ثانیه به طول می انجامد فرایندهای بی هوازی برای تولید ATPبه کار می رود . فعالیتهایی شبیه دوی مارتن اصولا فرایندهای متابولیکی هوازی را برای تولید ATP از ترکیب هر دو فرایند بی هوازی و و هوازی سود میبرند .

مراحل انتقال از استراحت به ورزش

چه تغییرات متابولیکی در عضلات اسکلتی در آغاز فعالیت برای تولید انرژی مورد نیاز باید رخ دهد ؟ در هنگام انتقال از استراحت یک ورزش سبک یا متوسط اکسیژن مصرفی به سرعت افزایش پیدا می کند ودرمدت یک تا چهار دقیقه به حالت یکنواخت و پایدار می رسد . در واقع اکسیژن مصرفی به طور ناگهانی افزیش پیدا نمی کنند تا به حالت پایدار برسد و این امر به دلیل شرکت منابع انرژی بی هوازی در تولید ATPدر شروع فعالیت ورزشی است .شواهد نشان می دهد که در آغاز فعالیت سیستم ATP-CP به عنوان یک منبع انرژی زایی زیستی غالب و برتر است و پس از آن فرایند گلیکولیز و در آخر روند تولید

انرژی هوازی قرار دارند. هنگامی که اکسیژن مصرفی به یک حالت یکنواخت و پایدار رسید نیاز بدن به ATPاز طریق متابولیسم هوازی تامین میشود .

هنگام انتقال از حالت استراحت به فعالیت ورزشی به دلیل عدم تطابق اولیه سیستمهای انرژی با وضعیت متابولیکی جدید بین عرضه و تقاضای مواد مورد نیاز برای تولید انرژی عدم تطابق ایجاد می شود به طوری که تقاضا برای اکسیژن از میزان عرضه آن توسط دستگاه گردش خون پیشی می گیرد که این خود موجب کسر اکسیژن می شود.واژه کسر اکسیژن به نارسایی جذب اکسیژن لازم در آغاز فعالیت اطلاق میشود. به ویژه می توان کسر اکسیژن را تفاوت میان جذب اکسیژن در چند دقیقه اول شروع فعالیت و مقدار اکسیژنی که پس از رسیدن به حالت پایدار مصرف میشود درنظر گرفت.

زمان رسیدن به حالت پایدار در یک فرد تمرین کرده نسبت به تمرین نکرده کوتاهتر است . اختلاف زمان میان فرد تمرین کرده و تمرین نکرده در رسیدن به حالت پایدار به این دلیل است که فرد تمرین کرده دارای کسر اکسیژن کمتری در مقایسه با تمرین نکرده است .فرد تمرین کرده از یک توانایی بهتر برای تولید انرژی زیستی برخوردار است که این برتری درنتیجه سازگاری قلبی – عروقی و عضلانی است . سیستم تولید انرژی از طریق هوازی در یک فرد تمرین کرده زودتر فعالمی شودو در نتیجه تولید اسید لاکتیک در یک فرد تمرین کرده در اوایل فعالیت در مقایسه با تمرین نکرده کمتر است.

ورزش کوتاه مدت و شدید

انرژی لازم برای اجرای یک فعالیت کوتاه مدت وشدید اصولا از طریق فرایندهای بی هوازی تامین می شود. مقدار ATP تولید شده از سیستم ATP-CP یا گلیکولیز به مدت فعال بستگی دارد .

ورزش دراز مدت

انرژی لازم برای اجرای یک فعالیت ورزشی دراز مدت (بیشتر از ده دقیقه) اصولا از طریق متابولیسم هوازی فراهم می شود. در یک چنین فعالیتهای متوسط وزیر بیشینه، اکسیژن مصرفی در یک حالت پایدار و یکنواخت باقی می ماند. فعالیت ورزشی دراز مدت در یک محیط گرم ومرطوب سبب می شودکه اکسیژن مصرفی افزایش بیشتری پیدا کند.بنابراین یک حالت پایدار در این نوع از فعالیتها مشاهده نمیشود . فعالیت مستمر با شدت نسبتا زیاد سبب افزایش تدریجی اکسیژن مصرفی در مدت فعالیت می شود .

آزمون ورزش فزاینده

فعالیت ورزشی فزاینده به فعالیتی گفته می شود که شدت و میزان تلاش در طی آن افزایش می یابد تا فرد به مرحله واماندگی و خستگی مفرط برسد. این آزمون ها اصولا برای ارزیابی توانایی سیستم قلبی و عروقی و میزان حداکثر مصرف اکسیژن مودر

استفاده قرار می گیرد. بهترین شاخص برای ارزیابی توان سیستم قلبی و عروقی حداکثر اکسیژن مصرفی (VO2max) است.از نظر دانشمندان ورزشی معتبرترین شاخص آمادگی قلب وعروق،VO2 maxاست. آزمون های ورزشی فزاینده به وسیله پزشکان برای معاینه بیمارانی که احتمالا به بیماری قلبی مبتلا هستند ویا به وسیله کارشناسان ورزش برای ارزشیابی آمادگی قلبی– عروقی ورزشکاران نیز مورد استفاده قرار می گیرند. تستهای ورزشی فزاینده ،عموما با فشار کار کم برای اجرای مرحله گرم کردن شروع می شود و سپس در هریک تا سه دقیقه بر میزان فشارکار افزوده می شودتا زمانی که آزمودنی به تحمل و ادامه کار نباشد.فشار کار را می توان با ازدیاد سرعت یا شیب نوار گردان افزایش این افزایش فشار کار روی چرخ ، کار سنج که با پا یا دست رکاب زده می شود . افزایش اکسیژن مصرفی با توجه به میزان ازدیاد کار یک رابط مستقیم خطی دارد تا زمانی که به حداکثرمی رسد.هنگامی که اکسیژن مصرفی به حد اکثر می رسد ازدیاد فشار کار بر میزان جذب اکسیژن نمی افزاید .

آستانه لاکتات

اسید لاکتیک محصول جانبی سوخت گلوکز یا گلیکوژن در مسیر گلیکولیز بی هوازی است. تجمع آن از فعالیت مسیرهای بی هوازی می کاهد و به طور غیر مستقیم موجب خستگی میشود. هر چه شدت فعالیت ورزشی بیشتر باشد میزان تجمع اسید لاکتیک نیز بیشتر است.درشروع تستهای ورزشی فزاینده ، سطح اسید لاکتیک خون به صورت یک سبک نمایی بالا می رود . یک چنین نمایی برای یک فرد تمرین نکرده ،که با ۵۰ تا ٦۰٪ حداکثر اکسیژن مصرفی فعالیت می کند مشاهده میشود ، در حالی که شدت فعالیت برای یک فرد تمرین کرده باید بیشتر باشد تا چنین نمایی مشاهد شود . (یعنی با شدت ٦۵ تا ۸۵ ٪ حداکثر اکسیژن مصرفی) . پژوهشگران معتقدند که افزایش ناگهانی اسید لاکتیک مورد نیاز عضلات فعال باید از طریق متابولیسم بی هوازی تامین گردد .

متداولترین واژه ای که برای نمایش و تجسم مرحله افزایش منظم اسید لاکتیک خون به هنگام فعالیت به کار می رود »**آستانه بی هوازی** » است. یعنی افزایش ناگهانی سطح اسید لاکتیک فراتر از سطوح استراحتی آن (۲ تا ٤ میلی مول در لیتر) را آستانهٔ لاکتات می نامند. افزایش اسید لاکتیک به هنگام ورزشهای فزاینده به دلیل عدم استفاده از اکسیژن در عضلات اسکلتی است افزایش سطح اسید لاکتیک خون را نشانه ازدیاد متابولیسم بی هوازی در عضله فعال به دلیل کمبود اکسیژن در سلولهای عضلانی می دانند.

عضلات اسکلتی دارای دو نوع تار کند انقباض و تند انقباض می باشند و دسته جات آن ها کنار یکدیگر واحدهای حرکتی تند و کتد انقباض را می سازد. تارهای عضلانی تند انقباض به هنگام اجرای فعالیتهای ورزشی سریع و شدید بسیج می شوند و تارهای عضلانی کند انقباض اجرای فعالیتهای ورزشی دراز مدت و آرام فرا خوانده می شوند.

اصولا در آغاز فعالیتهای ورزشی فزاینده تارهای عضلانی کند انقباض زودتر فراخوانده می شوند. درگیر شدن هرچه بیشتر تارهای عضلانی تند انقباض سبب افزایش سطح تشکیل اسید لاکتیک و در نتیجه بروز مرحله آستانه لاکتات می شود.توجیه نهایی برای بروز آستانه لاکتات ممکن است به سرعت انتقال و دفع اسید لاکتیک از خون به هنگام اجرای فعالیتهای ورزشی فزاینده باشد . در هرزمان معینی از فعالیت ، برخی از بافتها (مانند کبد ، عضلات اسکلتی ، قلب و غیره) اسید لاکتیک را از خون جذب می کنند .

خروج اسید لاکتیک از خون – ورود اسید لاکتیک به خون = تراکم اسید لاکتیک

با توجه به این امر تراکم اسید لاکتیک خون را می توان به دلیل افزایش تولید اسید لاکتیک ویا کاهش دفع اسید لاکتیک از خون دانست .

کاربرد عملی آستانه لاکتات

کاربرد مهم آستانه لاکتات در برآورد شدت انجام هر ورزش و شاید هم درتدوین و تنظیم برنامه های تمرینی است. برای مثال ،آستاته لاکتات معیار مناسب و مفید برای پیش بینی موفقیت یک دونده استفامت باشد.

عوامل تعیین کننده نوع سوخت

در فعالیتهای ورزشی سنگین و شدید کربوهیدراتها منبع اصلی برای تولید انرژی هستند. علاوه بر این ، کربوهیدراتها به عنون ماده اصلی برای تولید انرژی در آغاز فعالیت آهسته به متوسط و سنگین مورد استفاده قرار می گیرند .

هنگام اجرای فعالیتهای دراز مدت یک انتقال تدریجی از میزان سوخت کربوهیدراتها به طرف متابولیسم چربیها و افزایش سهم آنها در تولید انرژی مشاهده می شود . عواملی که در تعیین منبع اصلی سوخت به هنگام اجرای فعالیتهای ورزشی نقش دارند عبارتند از : حضور کافی هر یک از منابع انرژی در سلولهای عضله فعال ، عوامل تنظیم کننده فرایند گلیکولیز ، چرخه کربس و زنجیره انتقال الکترونی .

تنظیم سوخت وساز مواد کربوهیدرات

بیشترین مقدار کربوهیدراتی که به عنوان منبع انرژی به هنگام اجرای فعالیتهای ورزشی مورد استفاده قرار می گیرد ازطریق گلیکوژن ذخیره شده در داخل عضله تامین می گردد واز طریق خون وارد عضله می شود.گلیکوژن یا گلوکز از طریق گلکولیز وارد فرایند انرژی زایی زیستی میشوند . بنابراین هر عاملی که روند گلیکولیز ر اتحریک کند بر میزان متابولیسم کربوهیدراتها می افزاید و در تنظیم سوخت وساز مواد کربو هیدرات سهم دارند . اکسیژن در سلولهای عضلانی حضور ندارد فعالیت چرخه کربس و زنجیره انتقال الکترونی متوقف می شود. بنابر این سیستمATP-CP و گلیکولیز تنها منابعی هستند که در چنین شرایطی قادر به تولیدATP هستند .

تنظیم سوخت وساز مواد چربی

وقتی انرژی زیادی جذب بدن شود و مقدار کمی از آن مصرف شود ، مازاد انرژی جذب شده به صورت چربی در داخل بدن ذخیره می شود. ذخیره ۳۵۰۰ کیلوکالری از طریق مصرف مواد غذایی سبب ذخیره حدود ٤٥٠ گرم چربی در بدن می شود. اغلب چربی ها به صورت تری گلیسیرید در داخل سلولهای چربی ذخیره میشود.عامل اصلی که نقش چربی ر ابه عنوان یک ماده اولیه انرژی زا به هنگام فعالیت ورزشی تعیین می کند حضور چربی در داخل سلولهای عضلانی است .

اگر چربی در سیستم انرژی زایی زیستی قرار بگیرد ، ابتدای تری گلیسیرید باید در طی فرایندی به نام لیپولیز به سه مولکول اسید چرب آزاد و یک مولکول گلیسرول تبدیل شود . سپس اسیدهای چرب آزاد حاصل از تجزیه گلیسیرید به استیل کوآ تبدیل می شوندودر داخل چرخه کربس قرار می گیرند . متابولیسم چربیها شبیه کربوهیدراتها به وسیله عواملی که فرایند لیپولیز را کنترل می کنند تنظیم می شود . تری گلیسرید به وسیله آنزیم های لیپاز به اسید های چرب آزاد و گلیسرول تجزیه می شوند. این آنزیمها تا زمانی که به وسیله هورمونهای اپی نفرین ، نوراپی نفرین و گلوکاگن تحریک نشوند غیر فعال هستند . فعالیتهای ورزشی شدیدتر از سطح آستانه لاکتات سبب افزایش تراکم اسید لاکتیک در خون می شودکه روند ترکیب مجدد اسیدهای چرب آزاد و گلیسرول و تشکیل تری گلیسرید در سلولهای چربی را تقویت می کند . حاصل این فرایند کاهش حضور اسیدهای چرب آزاد به عنوان مواد اولیه انرژی زا در داخل سلولهای عضلانی فعال خواهد بود . کربوهیدراتها به عنوان منابع اصلی و اولیه تولید انرژی مورد استفاده قرار می گیرند .

نکته: وقتی که کربوهیدراتها در داخل سلولهای عضلانی کم یا تخلیه شود از متابولیسم چربیها جلوگیری می شود. یشترین مقدار کربوهیدراتی که از طریق گلیکولیز به هنگام اجرای فعالیتهای ورزشی تجزیه می شودازذخیره گلیکوژنداخل عضله به حضور گلوکز و فعالیت آنزیم گلیکوژن سنتتاز بستگی دارد .

بازیافت پس از فعالیت ورزشی : واکنشهای سوخت وسازی

سوخت وساز داخل عضلات تا چند دقیقه پس از پایان فعالیت ورزشی در سطح بالاتر زمان استراحت ادامه دارد.مقدار اکسیژن مصرفی پس از پایان فعالیتهای ورزشی شدید به مراتب بیشتر از مقدار اکسیژن مصرفی پس از پایان فعالیتهای ورزشی سبک و متوسط است.واژه وام اکسیژن برای مقدرا اکسیژن مازادی که پس از پایان فعالیت نسبت به زمان استراحت مصرف می شودبه کار میرود . وام اکسیژن اکسیژن مازادی است که نسبت به زمان استراحت پس از پایان فعالیت مصرف می شودبرای جبران کسر اکسیژنی است که در ابتدای فعالیت به وجود می آید .

وام اکسیژن را می توان به دو بخش تقسیم کرد وبخش آهسته ای که پرداخت آن بیشتر از ۳۰ دقیقه پس از تمام فعالیت جبران می شود . بخش سریع وام اکسیژن شیب تند است وبخش آهسته قسمت از منحنی که دارای شیب ملایم است .بخش سریع برای

بازسازیATP-CP و جایگزینی اکسیژن ذخیره مصرف شده و بخش آهسته برای فرایند اکسایشی تبدیل اسید لاکتیک گلیکوژن در داخل کبد قرار می گیرد . شواهد اخیر نشان مید هد که تنها ۲۰٪ وام اکسیژن برای تبدیل اسید لاکتیک به گلیکوژن به مصرف می رسد. چندین امکان وجود دارد اول ، حداقل بخشی از اکسیژن مصرفی بلافاصله پس از قطع فعالیت برای بازسازیCP در عضله و اکسیژن ذخیره شده قبلی در داخل بدن به کار میرود . علاوه بر این ضربان قلب و تعداد تنفس پس از چند دقیقه از پایان فعالیت بالاتر از مقدار طبیعی با قی می ماند ، بنابراین ، هر دو سیستم قلبی و تنفسی برای این فعالیت به اکسیژن مصرفی مازاد برزمان استراحت نیاز دارند . افزایش دمای بدن به هنگام فعالیت و حضور هورمونهای خاصی است که داخل خون در گردشند. افزایش دمای بدن سبب ازدیاد میزان سوخت وساز می شود. اسید لاکتیک خیلی سریعتر با اجرای فعالیت سبک پس از قطع ورزش سنگین دفع میشو تا اینکه ورزشکار بدون حرکت باشد و استراحت کند . فعالیت ورزشی سبک و مستمتر فرایند اکسایش اسید لاکتیک را در مرحله برگشت تقویت می کند . فعالیت در مرحله برگشت به حال اولیه ۳۰ تا ٤٠ ٪ حداکثر مصرفی است .

منابع و مآخذ

۱. ران موگان، میکائیل گلیسون و پائول ال. گرین هاف(۱۹۷۷). بیوشیمی فعالیت ورزشی. ترجمۀ عباسعلی گائینی، مریم کوشکی جهرمی، محمدرضا حامدی نیا، مهرداد فتحی (۱۳۸۵). انتشارات سمت. تهران.

۲.میکائیل یی.هوستون(۲۰۰۱). بیوشیمی علوم ورزشی. ترجمهٔ عباسعلی گائینی، فهیمه اسفرجانی، محمدعلی سردار، بهمن میرزایی (۱۳۸۵). انتشارات دانشگاه پیام نور. تهران.

۳.رابرت آ.رابرگز، اسکات اُ. رابرتس (۲۰۰۰). اصول بنیادین فیزیولوژی ورزشی جلد ۱و ۲. ترجمه: عباسعلی گائینی، ولی ا... دبیدی روشن. انتشارات سمت. تهران.

٤.جک اچ. ویلمور–دیوید ال. کاستیل(.....). فیزیولوژی ورزشی و فعالیت بدنی جلد ۱و ۲. ترجمه: ضیاء معینی، فرهاد رحمانی نیا، حمید رجبی، حمید آقاعلی نژاد، فاطمه سلامی(۱۳۸۳). انتشارات مبتکران، تهران.

۵..... فیزیولوژی ورزش (۱). ترجمه حجت ا... نیکبخت(۱۳۷۵). انتشارات دانشگاه پیام نور. تهران.

بخش دوم: خلاصه ای از مبانی و اصول کاربردی علم و تمرین

مقدمه

استفاده کاربردی از پژوهش های انجام شده در حوزه فیزیولوژی ورزشی و دیگر علوم ورزشی حیطه نوین و کاربردی علم تمرین را به وجود آورده است. علم تمرین همانگونه که از نام آن نیز درک می شود، نظریه ها و روش شناسی های کاربردی است که در زمینه آماده سازی ورزشکاران به کمک مربیان به ویژه مربیان بدنساز تیم های ورزشی آمده است. تمرین، سازگاری، پاسخ به تمرین و همچنین مبانی فیزیولوژیکی نظیر مقادیر لاکتات و آستانه آن، بازیافت پس از تمرین، توانایی هوازی بیشینه و ... در حیطه فیزیولوژی ورزشی از اصطلاحات رایج در بین فیزیولوژیست ها و تمرین گران تیم های ورزشی اند. با توجه به این موضوع که علم و تمرین حیطهٔ بین رشته ای است و از اغلب علوم ورزشی نظیر فیزیولوژی ورزشی، روانشناسی ورزشی، بیومکانیک ورزشی، یادگیری حرکتی و ... وام گرفته است مطمئنا حیطه کاربردی آن بسیار وسیع بوده و اصولا با توجه به تحقیقات و پیشرفت های صورت گرفته در چند دهه اخیر اصولا ما امروزه شاهد انتشار کتب بسیار تخصصی در رشته های گوناگون هستیم. با توجه به نزدیک شدن سطوح رقابت ها و دستیابی اغلب کشورها به تکنولوژی و علوم ورزشی کاربدی از این پس شاهد انتشار کتب تخصصی علم و تمرین در رشته های ورزشی نظیر فوتبال، شنا، ورزش های قدرتی، ورزش های استقامتی، ورزش های رزمی و ... خواهیم بود. هر چند مبانی علم و تمرینی ویژه ای در رابطه با هر رشتهٔ ورزشی وجود دارد ولی اصول و مبانی مشترک و پایه ای نیز در همهٔ رشته های ورزشی وجود دارد که بخش اعظم این کتب را در هر صورت به خود اختصاص خواهد داد.

ورزش های رزمی از دسته ورزش هایی هستند که به تمرینات ویژه و مهارت های خاصی نیاز دارند که آنها را از دیگر ورزش ها متمایز نموده است. شاید کمتر ورزشی به اندازه ورزش های رزمی به چابکی، توان و سرعت اندام نیاز داشته باشد از این رو آماده سازی ورزشکاران از نظر بدنی و مهارتی به تمرینات و ممارست های طاقت فرسا و ویژه نیازدارد. ماهیت این ورزش ها به گونه ای است که با توجه به فشرده بودن دوره مسابقات، نه تنها زمان مسابقه بلکه زمان بازیافت بین راندها، بازیافت یک مسابقه تا مسابقه بعدی و زمان بازیافت از یک روز تا روز بعد بسیار مهم بوده و به تمهیدات ویژه نیاز دارد. مانند دیگر رشته های ورزشی مبانی پایه ای علم و تمرینی در این ورزش ها نیز بسیار مهم بوده و طراحی تمرینات مناسب به مبانی فیزیولوژیکی پایه، بیوانرژی ورزشی و مبانی علم وتمرین کاربردی نیاز دارد . در این بخش در ابتدا یک سری از مفاهیم پایه در علم و تمرین و بعد از آن مبانی کاربردی که بیشتر در این ورزش مورد نیاز است به طور خلاصه به بحث گذاشته خواهد شد. البته با توجه به کستردگی موضوعات علم و تمرینی استفاده از منابه مفید به تحریر درآمده نظیر کتاب "نظریه ها و روش های تمرینی " تئودور بومپا که توسط اساتید با تجربه ما به زبانی ساده و گیرا ترجمه شده است به فهم بیشتر مربیان این رشته کمک شایانی می کند.

مفاهیم پایه در علم و تمرین

- تعریف برنامه ریزی تمرین

برنامه ریزی عبارتست از پیش بینی عملیات برای رسیدن به هدف های از پیش تعیین شده.

- **چرا برنامه ریزی می کنیم ؟**

دلیل اصلی برنامه ریزی دستیابی به اهداف از پیش تعیین شده است.

- **فواید برنامه ریزی کدامند؟**

۱ – تعیین اهداف

۲- صرفه جویی در هزینه ها

۳- استفاده بهینه از زمان

٤- بهره وری بیشتر از منا بع (انسانی – مالی)

- **طراحی تمرین چیست؟**

طراحی تمرین فرایندی است که دارای نظام و ساختاری مشخص مبتنی بر اصول علمی برای تمرین به منظور توسعه قابلیت های مختلف (جسمانی – تکنیکی – تاکتیکی – روانی) ورزشکاران می باشد.

- **تعریف تمرین ورزشی**

تمرین ورزشی فعالیتی هدف من است که انجام آن موجب افزایش و توسعه توانایی یا قابلیت های بدنی می شود.با انجام تمرین های بدنی ، ورزشکار قوی تر، سریعتر ،توانمند تر می شود .

- **عوامل موثر در برنامه ریزی کدامند؟**

عوامل موثر در برنامه ریزی را می توان در چند دسته طبقه بندی کرد.

- سیستم یا سیستم های انرژی درگیر
- زمانبندی تمرین
- فصول تمرینی
- فاکتور های آمادگی جسمانی
- سن

اهمیت و ضرورت طراحی تمرین چیست؟

- طراحی و برنامه ریزی کلید موفقیت است.
- طراحی تمرین از پشتوانه علمی برخوردار است.
- کارآیی برنامه را بالا می برد.
- اثر شانس و تصادف را کم می کند.
- به واکنش های فیزیولوژیکی و روانی ورزشکار توجه می کند.
- به تسهیلات، تجهیزات و امکانات توجه می کند.

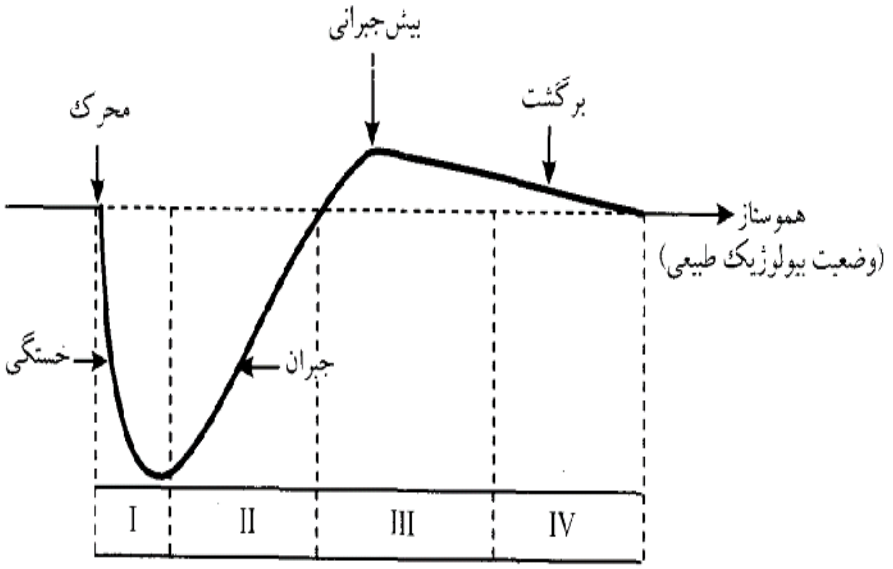
- به پیشرفت ورزشکار توجه می کند.

سازگاری تمرین

سازگاری تمرین حاصل دگرگونیهایی است که از تکرار منظم ورزش به وجود می آید. این تغییرات ساختاری و فیزیولوژیک در نتیجه فشارهای ویژه ای است که ورزشکار با فعالیت مداوم به بدن خود وارد می کند و به حجم، شدت و تکرار تمرین بستگی دارد.

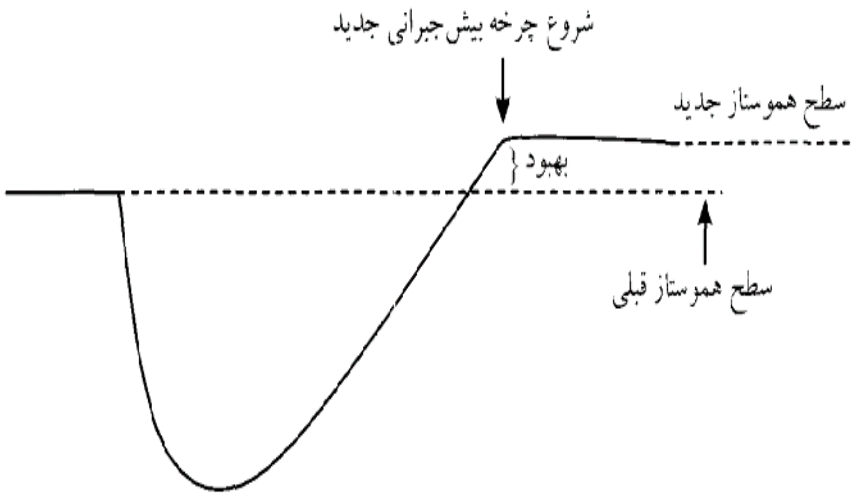
چرخهٔ بیش جبرانی

رابطهٔ بین فعالیت و بازسازی به عنوان مبانی بیولوژیک برای تحریک بدنی و روانی قبل از مسابقهٔ مهم اشاره دارد. همانگونه که در شکل زیر مشاهده می شود.چرخهٔ بیش جبرانی بدین ترتیب است که بدن بعد از اجرای فعالیت ورزشی در تمرین خستگی را تجربه می کند (مرحله I). هنگام دورهٔ استراحت (مرحلهٔ II) ذخیرهٔ بیوشیمیایی بدن تکمیل شده و فراتر از سطوح طبیعی افزایش می یابد. بدن به طور کامل ذخیره های خود را جبران می کند و به دنبال آن مرحلهٔ بازسازی یا بیش جبرانی(مرحله III) رخ می دهد. هنگامی که سازگاری بالاتری روی می دهد عملکرد و کارایی ورزشکار دو برابر می شود. اگر ورزشکار نتواند محرک دیگری را در زمان مناسب به کار بندد بازگشت روی می دهد (مرحله IV) که فایده های هنگام بیش جبرانی کاهش می یابد. در نمدار زیر چرخهٔ بیش جبرانی جلسه تمرینی ارائه شده است.



بیش جبرانی تقریبا ۲٤ ساعت است. تغییر بیش جبرانی به نوع و شدت تمرین بستگی دارد. فعالیت های ورزشی شدید مانند ورزش های رزمی ممکن است با توجه به فشار زیادی که بر CNS ایجاد می کند ممکن است برای ایجاد بیش جبرانی به ۲٤ ساعت و گاهی اوقات حدود ۳٦ تا ٤۸ ساعت نیاز داشته باشند. در حالی که، بعد از ورزش های استقامتی بیش جبرانی بعد از ٦

تا ۸ ساعت روی می دهد. در نمودار زیر پس از دوره تمرینی سطح هموستازجدیدی به وجود آمده است که دوره بیش جبرانی بعدی از آن نقطه آغاز می شود.

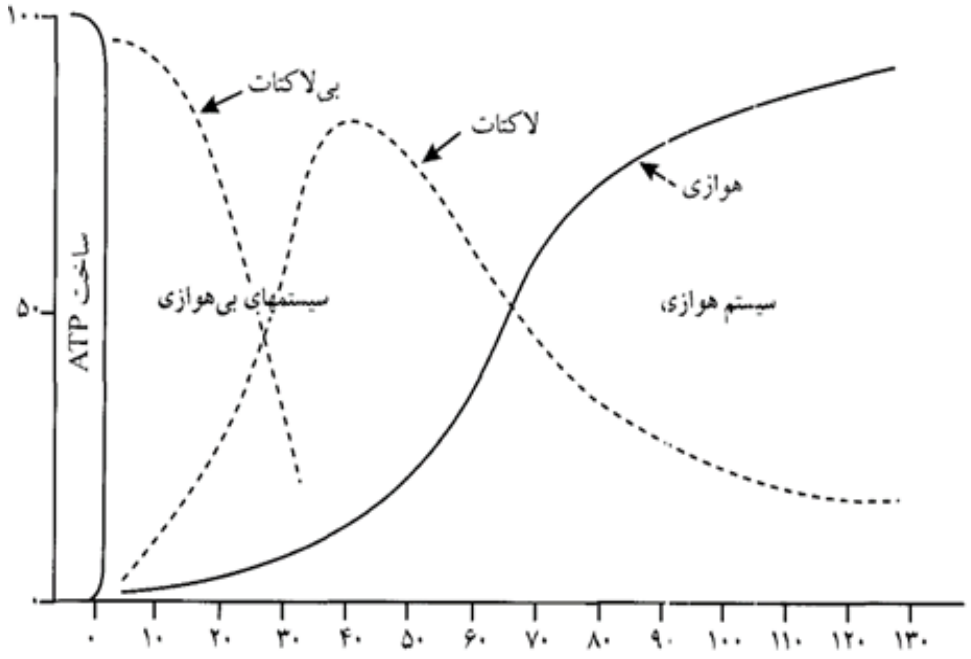


بی تمرینی

هر گاه همهٔ تغییرات فیزیولوژیک و روان شناختی مورد انتظار از تمرینات به وجود آید، سطوح به دست آمده حفظ شود یا بهبود بیشتری مشاهده شود، آنگاه به تحریک تمرینی شدیدی نیاز است. وقتی چنین محرکی قطع شود، عملکرد ورزشکار به خطر می افتد و ختی از نظر روانی دچار اختلال و نا آرامی می شود. دو دلیل اصلی برای قطع تمرین وجود دارد: یکی بیماری، تصادف یا قطع تمرین هنگام مرحلهٔ انتقال (خارج از فصل) و دیگری کناره گیری از تمرین.

منابع انرژی

انرژی، ظرفیت ورزشکار برای اجرای کار است. کار عبارت است از: کاربرد نیرو و انقباض عضله برای به کارگیری نیرو در برابر یک مقاومت. انرژی پیش نیاز لازم برای اجرای فعالیت بدنی هنگام تمرین و مسابقه به شمار می رود. همانگونه که در بخش فیزیولوژی کاربردی و بیوانرژی گفته شد ما انرژی را از تبدیل مواد غذایی در سطح سلول عضله به ترکیب پرانرژی بهنام آدنوزین تری فسفات (ATP) به دست می آوریم که در سلول عضلانی ذخیره می شود. منابع مورد نیاز اصلی انرژی هنگام فعالیت ورزشی در شکل زیر نشان داده شده است. در شکل زیر سیستم های انرژی ، میزان مشارکت آنها در تولید انرژی و زمان بندی تولید انرژی توسط این سیستم ها را نشان می دهد.



با توجه به این نمودار و زمان مورد نظر برای فعالیت های ورزشی در ورزشی های رزمی هر سه سیستم انرژی بی هوازی بی اسید لاکتیک، بی هوازی با اسید لاکتیک و هوازی در فرایند تولید انرژی مشارکت دارند. در زیر جدولی است که به ما درصد مشارکت سیستم های انرژی درگیر در ورزش های گوناگون را شنان می دهد.

جدول ۲-۱ سیستمهای تحویل انرژی (تولید انرژی به درصد) برای ورزشها

ورزش یا رویداد	ATP-CP	LA	O_2	منبع
تیراندازی با کمان	۰	۰	۱۰۰/۰۰	ماتیوس و فاکس، ۱۹۷۶
دو و میدانی ۱۰۰ متر	۴۹/۵۰	۴۹/۵۰	۱/۰۰	مدر، ۱۹۸۵
۲۰۰ متر	۳۸/۲۷	۵۶/۶۸	۵/۰۵	مدر، ۱۹۸۵
۴۰۰ متر	۲۶/۷۰	۵۵/۳۰	۱۸/۰۰	مدر، ۱۹۸۵
۸۰۰ متر	۱۸/۰۰	۳۱/۴۰	۵۰/۶۰	مدر، ۱۹۸۵
۱۵۰۰ متر	۲۰	۵۵	۲۵	ماتیوس و فاکس، ۱۹۷۶
۳۰۰۰ متر	۲۰	۴۰	۴۰	ماتیوس و فاکس، ۱۹۷۶
۵۰۰۰ متر	۱۰	۲۰	۷۰	ماتیوس و فاکس، ۱۹۷۶
۱۰۰۰۰ متر	۵	۱۵	۸۰	ماتیوس و فاکس، ۱۹۷۶

ماراتن	۰	۵	۹۵	ماتیوس و فاکس، ۱۹۷۶
پرشها	۱۰۰	۰	۰	ماتیوس و فاکس، ۱۹۷۶
پرتابها	۱۰۰	۰	۰	ماتیوس و فاکس، ۱۹۷۶
بیسبال	۹۵	۵	۰	ماتیوس و فاکس، ۱۹۸۶
بسکتبال	۸۰	۲۰	۰	دال مونته، ۱۹۸۳
ورزش دوگانه	۰	۵	۹۵	دال مونته، ۱۹۸۳
قایقرانی کانو ۱۰۰۰ متر یک نفره	۲۵	۳۵	۴۰	دال مونته، ۱۹۸۳
۱۰۰۰ متر دو نفره	۲۰	۵۵	۲۵	دال مونته، ۱۹۸۳
۱۰۰۰۰ متر یک و دو نفره	۵	۱۰	۸۵	دال مونته، ۱۹۸۳
دوچرخه‌سواری ۲۰۰ متر پیست	۹۸	۲	۰	دال مونته، ۱۹۸۳
۴۰۰۰ متر تعقیبی	۲۰	۵۰	۳۰	دال مونته، ۱۹۸۳
مسابقه جاده‌ای	۰	۵	۹۵	دال مونته، ۱۹۸۳
شبرجه	۱۰۰	۰	۰	دال مونته، ۱۹۸۳
رانندگی (ورزشهای حرکتی، (سورتمه و غیره)	۰	۱۵_۰	۱۰۰_۸۵	دال مونته، ۱۹۸۳
اسب‌سواری	۳۰_۲۰	۵۰_۲۰	۵۰_۲۰	دال مونته، ۱۹۸۳
شمشیربازی	۹۰	۱۰	۰	دال مونته، ۱۹۸۳
پانتیناژ	۸۰_۶۰	۳۰_۱۰	۲۰	دال مونته، ۱۹۸۳
ژیمناستیک (به جز حرکتهای زمینی)	۹۰	۱۰	۰	دال مونته، ۱۹۸۳
هندبال	۸۰	۱۰	۱۰	دال مونته، ۱۹۸۳
هاکی روی یخ	۹۰_۸۰	۲۰_۱۰	۰	دال مونته، ۱۹۸۳
جودو	۹۰	۱۰	۰	دال مونته، ۱۹۸۳

اصول تمرین

تئوری و روش شناسی تمرین، واحد متمایزی از تربیت بدنی و ورزش است که بر مبنای علوم بیلوژیک، روان شناختی و تربیتی اصول ویژه ای دارد. راهبردها و مقرراتی که به طور منظم برای هدایت تمرین به کار می روند، اصول تمرین شناخته می شوند. اصول اصلی تمرین در چند بخش خلاصه می شوند که در زیر به هر کدام اشاره مختصری می شود.

۱–اصل مشارکت فعال

در این زمینه مربی باید با خلاقیت و روش های مربی گری مناسب سعی کند انگیزش و مشارکت ورزشکار را در تمرین بالا ببرد تا از انجام تمرینات نتایج مورد نظر به دست آید.

۲–پیشرفت همه جانبه

این اصل به موضوع انجام تمرینان و ورزش ها به صورت عمومی تر در سنین کودکی، تمرینات اختصاصی در سنین نوجوانی و به دست آمدن عملکرد عالی در هنگام بلوغ اشاره دارد. اختصاصی شدن زودهنگام مشکلاتی را در پی دارد که در جدول زیر نشان داده شده است.

فلسفهٔ تمرین	
اختصاصی‌سازی زودهنگام	برنامهٔ همه‌جانبه
پیشرفت سریع در عملکرد	پیشرفت آهستهٔ عملکرد
بهترین عملکرد در سن ۱۵ـ۱۶ سالگی به دلیل سازگاری سریع به دست آمد.	بهترین عملکرد در ۱۸ سالگی یا بالاتر، در سن بلوغ جسمی و روان‌شناختی به دست آمد.
عملکرد بی‌ثبات و ناهماهنگ در مسابقه‌ها	عملکرد باثبات و هماهنگ در مسابقه‌ها
در ۱۸ سالگی ورزشکار از پا افتاد و ورزش را ترک کرد.	دورهٔ ورزشی طولانی‌تر
به‌دلیل شدت سازگاریها مستعد آسیب‌دیدگی می‌شود.	آسیبهای کم

۳-اختصاصی سازی

هدف از انجام برنامه های ورزشی افزایش توانایی ورزشکار برای رقابت در مسابقات ورزشی است از این رو روش تمرین باید برگرفته از ورزش اختصاصی و تمرین هایی برای توسعهٔ قابلیت های زیست حرکتی باشد.

٤-ویژگی فردی

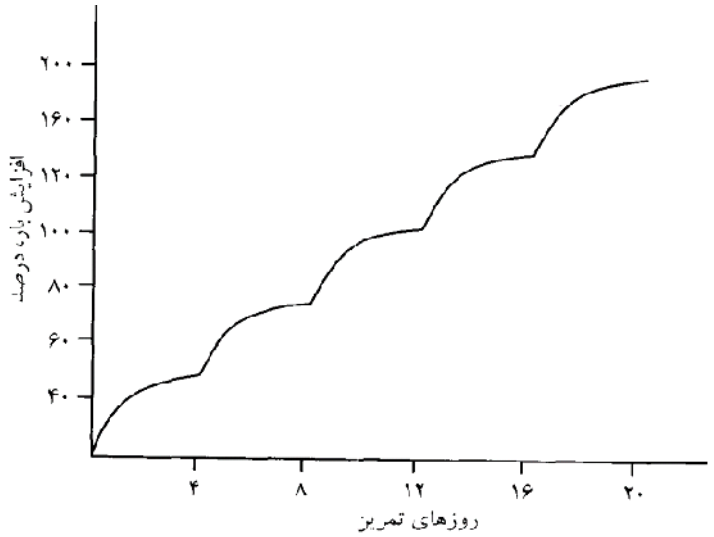
این اصل بر این ایده استوار است که مربیان بدون توجه به سطح عملکرد، باید با هر ورزشکار به طور انفرادی با توجه به قابلیت ها، ظرفیت، ویژگی های یادگیری وی و ویژگی های آن ورزش رفتار کنند. برنامه ریزی فردی باید بر اساس سطح تحمل به فعالیت ورزشی باشد به فرد، جنسیت، ظرفیت تحمل فرد، بازگشت به حالت اولیهٔ ورزشکار، ساختار بدنی و و ضعیت تمرین و تندرستی ورزشکار طراحی شود.

٥-تنوع

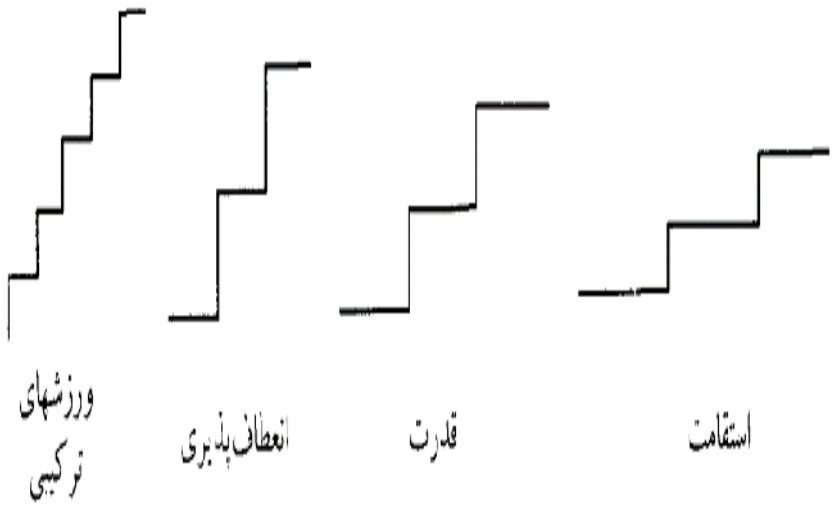
یک مربی خلاق و با توانایی بالا برای حفظ مشارکت فعال ورزشکاران خود همواره باید شیوه های ورزشی گوناگونی را طراحی کند و از خستگی و دلزدگی ورزشکاران بکاهد.

٦-پیشرفت تریجی بار

از مهمترین اصولی که در طراحی برنامهٔ تمرینی در همهٔ ورزش ها باید رعایت شود اصل اعمال تدریجی بار و پیشرفت تدریجی بار می باشد. اهمیت زیاد این اصل به این دلیل است که اعمال بار زیاد بدون ایجاد سازگاری در سیستم های فیزیولوژیک و سوخت و سازی ورزشکار موجب خستگی، پیش رسی و بیش تمرینی می شود و ممکن است به ورزشکار آسیب های شدید جسمانی و روحی وارد کند. برای اعمال بار می توان از الگوهای گوناگونی استفاده کرد که در شکل های زیر آورده شده است. البته هر کدام از این الگوها برای پیشرفت سیستم های خاصی از بدن کاربرد مطلوب تری دارند از این رو استفاده از هر یک از آنها به هدف تمرین وابسته است. در نمودار زیر پیشرفت بار تمرینی در طی روزهای تمرین نشان داده شده است.



نسبت بین افزایش بار و سازگاری در بین فاکتورهای آمادگی جسمانی مختلف در تصویر زیر نشان داده شده است.



متغیرهای تمرین

هر فعالیت بدنی موجب تغییرات آناتومیک، فیزیولوژیک، زیست شیمیایی و روان شناختی می شود. کارایی هر فعالیت بدنی حاصل مدت زمان، مسافت و تکرار (حجم)، بار و سرعت(شدت)، وتعداد آن عملکرد است. هنگام طراحی تمرینات باید به متغیرهای تمرینی توجه داشت و اصولا تمرینات باید بر اساس متغیرهای تمرینی حجم، شدت، تواتر و پیچیدگی نوع فعالیت طراحی شود.

حجم

حجم بخش اصلی تمرین ، پیش نیاز کمی دستاوردهای جسمانی، تکنیکی و تاکتیکی به شمار می رود. حجم تمرینات شامل زمان یا دورهٔ تمرین، مسافت پیموده شده یا مقدار وزنهٔ جابه جا شده در واحد زمان و تکرار هر تمرین یا عامل تکنیکی که فرد در زمان

معینی اجرا می کند می شود. در واقع حجم کار مجموع کارهایی است که یک فرد در طول یک جلسهٔ تمرین یا یک مرحلهٔ تمرینی اجرا می شود.

شدت

بخش کیفی فعالیت ورزشی ورزشکار در یک زمان معین است و یکی از اجزای مهم تمرین است. هر قدر، مفدار کاری که ورزشکار در واحد زمان اجرا می کند بیشتر باشد، شدت تمرین بیشتر است. جدول زیر معیار شدت را برای تمرینات سرعتی و قدرتی نشان می دهد.

شماره شدت	درصد حداکثر عملکرد	شدت
۱	۵۰_۳۰	پایین
۲	۷۰_۵۰	زیر متوسط
۳	۸۰_۷۰	متوسط
۴	۹۰_۸۰	زیر بیشینه
۵	۱۰۰_۹۰	بیشینه
۶	۱۰۵_۱۰۰	فوق بیشینه

تغییرات شدت بر اساس واکنش ضربان قلب در ٤ سطح در جدول زیر نشان داده شده است.

ناحیه شدت	نوع شدت	ضربان قلب در دقیقه
۱	پایین	۱۵۰_۱۲۰
۲	متوسط	۱۷۰_۱۵۰
۳	بالا	۱۸۵_۱۷۰
۴	بیشینه	بالاتر از ۱۸۵

بین شدت فعالیت و حجم آن ارتباط وجود دارد بدینصورت که هر چه شدت فعالیت افزایش یابد از حجم برنامه کاسته می شود.

تواتر (فراوانی)

تعداد دفعاتی که ورزشکار محرکها را در واحد زمان دریافت می کند تواتر تمرین می گویند. تواتر ارتباط بین مرحلهٔ کار و استراحت را در تمرین بیان می کند و با واحد زمان تعریف می شود. برای مثال برای توسعهٔ استقامت نسبت تواتر ۲ به ۱ یا ۱ به ۱ استفاده می شود.

پیچیدگی

پیچیدگی به درجهٔ دشواری تمرین اشاره می کند. پیچیدگی مهارت به هماهنگی نیاز دارد که باعث افزایش شدت تمرین می شود.

فصل چهارم: استراحت و بازگشت به حالت اولیه

بیشتر ورزشکاران به ویژه ورزشکاران زبده، در یک روز دو بار یا بیشتر در تمرینات سخت شرکت می کنند. همچنین برخی از رشته های ورزشی مانند ورزش های رزمی در یک روز ممکن است چندین رقابت را انجام دهند که فواصل بین رقابت ها برای آنها بسیار مهم و با ارزش است. در این شرایط ممکن است بر ورزشکار فشار فیزیولوژیک و روانشناختی زیادی وارد شود. علاوه براین، ورزشکار ممکن است از جوانب دیگر مانند اجتماع و حریفان نیز تحت فشار باشد. برای مقابله با این استرس ها ورزشکاران باید تعادل مناسبی بین تمرین، زندگی اجتماعی و بازگشت به حالت اولیه یا بازیافت برقرار کنند.

یکی از مهمترین روش هایی که به ورزشکاران کمک می کند بر محدودیت های تمرینی غلبه کنند و عملکرد خود را افزایش دهند روش های بازگشت به حالت اولیه است.

بازگشت به حالت اولیه بخش مهمی از تمرین است.

مبانی بازیافت بعد از برنامه ها و تمرینات ورزشی

بازیافت

رقابت های ورزشی شدید، استرس های جسمانی و روانی زیادی به ورزش کار وارد می سازد که در صورت عدم بازیافت مشکلات حادی را برای ورزشکار در پی خوا داشت. بعد از انجام یک وهله فعالیت ورزشی شدید ذخایر انرژی بدن تحلیل رفته، متابولیت های نامطلوب نظیر لاکتات، اوره و ... درون خون افزایش یافته ، آسیب های مولکولی و سلولی در بدن رخ می دهد و به طور کلی سطوح هموستاز یا شرایط پایدار بدن به هم می ریزد. در صورتی که تمهیدات ویژه ای برای بازگردان ذخایر انرژی از دست رفته در حین ورزش، ترمیم آسیب های کوچک و بزرگ و استراحت روحی و روانی و دفع مواد زاید بدن صورت نگیرد شرایط بدن ورزشکارا برای انجام مسابقه یا برنامه ورزشی بعد محیا نبوده گاهی اوقات منجر به آسیب، دلزدگی و بیش تمرینی می شود. از این رو بازیافت رکن اصلی برنامه های آماده سازی و مسابقات در ورزش ها و به ویژه ورزش هایی است که رقابت های فشرده و یک روزه داند. از طرفی بازیافت فرایند چند بعدی است که به عوامل درونی و بیرونی وابسته است.

عوامل موثر بر بازیافت

۱.سن: ورزشکاران بالاتر از سن ۲۵ سال در مقایسه با ورزشکاران جوان تر به زمان بیشتری برای بازیافت نیاز دارند.

۲.جنسیت

۳.کاربرد نوع تار عضلانی در تمرین

ورزشکاری که به جای تمرین سرعتی از استقامتی استفاده می کند بازگشت به وضعیت اولیهٔ کوتاهتری دارد. تارهای تند انقباض زودتر خسته می شوند.

٤.عوامل روانی

۵. دستیابی و جایگزینی ریزمغذی ها

٦. انتقال موثر انرژی و دفع فراورده های زائد

منحنی بازیافت

بازگشت به حالت اولیه را می توان در قالب منحنی در نظر گرفت. این منحنی به ۳ بخش تقسیم می می شود که در هر بخش درصدی از بازگشت به حالت اولیه انجام می شود. اینکه زمان بازیافت کامل چقدر طول بکشد (از چند دقیقه تا چند ماه) به سیستم انرژی به کار رفته و منابع تغذیه ای و روش های بازیافت و عدم ابتلا به خستگی و واماندگی کوتاه مدت یا بیش تمرینی بستگی دارد.

۱/۳ اول ۷۰٪ این بخش مربوط به بازسازی سوخت و ساز عضله است.(حدود ٦ دقیقه تا ٦ ساعت طول می کشد)

۱/۳ دوم ۲۰٪ بازسازی سوخت کل ارگانیسم (حدود ٦ تا ٢٤ ساعت طول می کشد)

۱/۳ سوم ۱۰٪ نشان دهنده بازیافت سیستم عصبی مرکزی است. (حدود ٢٤ ساعت طول می کشد)

روش های طبیعی بازیافت(طبیعی و به روش فیزیوتراپی)

روش های طبیعی به هیچ گونه دستگاه ویژه ای نیاز ندارند. برخی از متداول ترین روش های به کار رفته عبارتنداز: حرکت درمانی یا استراحت فعال، و استراحت کامل یا استراحت غیرفعال

حرکت درمانی یا استراحت فعال

حرکت درمانی یا استراحت فعال به دفع فراورده های زاید هنگام فعالیت متوسط اشاره دارد. در این هنگام نباید شدت فعالیت از ٦۰ درصد ضربان قلب بیشینهٔ ورزشکار بیشتر باشد. حدود ٦٢ درصد اسیدلاکتیک در ده دقیقه اول و ٢٦ درصد دیگر بین ۱۰ تا ۲۰ دقیقه دفع می شود.

استراحت کامل یا استراحت غیر فعال

۸ تا ۹ ساعت خواب شبانه در استراحت و بازیافت غیر فعالبسیار مهم است.

روش های فیزیوتراپی بازیافت

روش های فیزیوتراپی شیوه های درمانی خاصی دارند که عبارتنداز: ماساژ، گرمادرمانی، سرمادرمانی،حمام آب گرم و سرد، اکسیژن درمانی، هوا درمانی، ارتفاع درمانی، بازتاب درمانی(طب سوزنی یا طب فشاری)، شیمی درمانی

روش های روانشناختی بازیافت

جایگاه خستگی در سیستم عصبی مرکزی قرار دارد چون بازسازی یک سلول عصبی هفت برابر آهسته تر از یک سلول عضلانی است باید به بازگست به حالت اولیه عصبی- روانی توجه شود. در زیر چند روش روانشناختی بازیافت

۱.روش های آرام سازی

روش های آرام سازی کمک می کنند تا تون اعصاب سمپاتیک کاهش یابد، ضربان قلب پایین بیاید، کشیدگی و تنش عضله کاهش یابد، اکسیژن مصرفی و سوخت و ساز سلولی کاهش یابد و کنترل روانی بهتر شود.

روش های ارام سازی عبارتنداز: واکنش آرام سازی، آرام بخشی تدریجی عضله، تمرین تلقیح استرس، بازخورد زیستی، مدیتیشن فوق طبیعی، مشاوره با روان شناس ورزشی، یوگا، آرام سازی عمیق عضله با خود هیپنوتیزمی، تصویرپردازی بصری، کنترل تنفس

بازگشت به حالت اولیه ویژه ورزش

هنگام تمرین و مسابقه، اگر بدن به سرعت به حالت اولیه باز نگردد، ممکن است که ورزشکار نتواند به انداز کافی تمرین کند و عملکرد مورد نظر زا به دست آورد. از این رو باید مربیان اقدامات اساسی به کار ببندند.

چند تن از محققین پیشنهاد کردند که ورزشکاران در حوزه های مختلف باید از شیوه های مختلف بازگشت به حالت اولیه استفاده کنند.

- برای حوزۀ عصبی روانی: شیوه های آرام سازی روانی – تنی، یوگا، طب سوزنی، اکسیژن درمانی، ماساژ با آب گرم و سرد و ... را در نظر بگیرند.
- برای سیستم عصبی-عضلانی، از شیوۀ ماساژ با آب گرم و سرد، ماساژ، آرام سازی روان- تنی، یوگا
- در حوزۀغدد درون ریز و سوخت و سازی: شیوۀ اکسیژن درمانی، تمرین روان تنی، ماساژ، طب فشاری، شیمی درمانی
- برای سیستم قلبی و تنفسی به شیوه های اکسیژن درمانی، ماساژ با آب گرم و سرد ، ماساژ، آرام سازی روان تنی، طب فشاری و رژیم غذایی سرشار از مواد قلیایی

با توجه به اینکه ورزشی مانند کیک بوکسینگ ورزشی پرشدت است سیستم عصبی روانی، عصبی عضلانی و قلبی و تنفسی در آن نیاز به بازیافت دارد.

بازیافت از تمرین و مسابقه

مربیان و ورزشکاران باید از مدت زمان لازم برای بازیافت سیستم های انرژی آگاهی داشته باشند. عوامل مداخله گر مانند بیماری، کم ابی و عدم تغذیه صحیح می تواند بازیافت آنها را به تاخیر اندازد. جدول زیر توصیه های لازم در مورد بازیافت سیستم ها را دارد. در جدول زیر توصیه هایی جهت زمان لازم برای بازیافت پس از فعالیت ورزشی شدید ارائه شده است.

فرایندهای بازگشت به حالت اولیه	حداقل	حداکثر
بازسازی فسفاژن عضله (ATP و CP)	۲ دقیقه	۵ دقیقه
بازپرداخت بخش بی اسید لاکتیک وام اکسیژن	۳ دقیقه	۵ دقیقه
بازسازی اکسیژن میوگلوبین	۱ دقیقه	۲ دقیقه
بازپرداخت بخش با اسید لاکتیک وام اکسیژن	۳۰ دقیقه	۱ ساعت
الف) پس از فعالیت متناوب	۲ ساعت برای بازسازی ۴۰ درصد	
	۵ ساعت برای بازسازی ۵۵ درصد	
	۲۴ ساعت برای بازسازی ۱۰۰ درصد	
ب) پس از فعالیت مداوم طولانی	۱۰ ساعت برای بازسازی ۶۰ درصد	
	۴۸ ساعت برای بازسازی ۱۰۰ درصد	
دفع اسید لاکتیک از عضلات و خون	۱۰ دقیقه برای دفع ۲۵ درصد	
	۲۰ تا ۲۵ دقیقه برای دفع ۵۰ درصد	

بازیافت قبل از مسابقه

یک تا دو روز قبل از مسابقه از تکنیک های آرام سازی عصبی عضلانی و روانی باید استفاده شود. خوردن مقدار کمی غذا قبل از مسابقه به دیافراگم کمک می کند بهتر بالا بیاید. کیفیت رژیم غذایی باید شامل ۶۰٪ کربوهیدرات(با شاخص قندی پایین)، ۲۰ درصد لیپید و ۲۰ درصد پروتئین معادل شود.

بازیافت هنگام مسابقه

بین مسابقه ها و هنگام توقف می توانید برای آرام کردن حوزه های عصبی روانی و عملکردهای متفاوت روانی از روش های بازیافت استفاده کنید. مصرف نوشیدنی های آماده(آب میوه) با مقداری گلوکز (۲۰ گرم) و نمک اضافه بین نیمه های مسابقه. ماساژ بین دو نیمه نیز برلابرخی از ورزش ها خوب است. بین مسابقات ورزشکار باید بدون هیجان و کاملا ساکت استراحت کند با استفاده از روش های عصبی و عضلانی و روانی.

بازیافت پس از مسابقه

بلافاصله پس از اتمام مسابقه باید روشهای بازیافت استفاده شود که عبارتنداز فعالیت سبک برای دفع مواد زاید و پرداخت وام اکسیژن، تغذیه مناسب برای بازیافت منابع انرژی. ماساژ و اب درمانی و ... برای دفع سموم و رادیکال های آزاد.

خستگی و بیش تمرینی

بیش تمرینی یا سندرم بیش تمرینی از پیامدهای بازیافت نامناسب و افزایش شدت، حجم و میزان برنامه بدون نوجه به بازیافت کافی منابع انرژی از دست رفته است و معمولا با کاهش سطح اجرا مشخص می شود. نشانه های بیش تمرینی درجدول زیر آمده است.

روان‌شناختی	حرکتی و جسمانی	عملکردی
افزایش تحریک‌پذیری	هماهنگی	بی‌خوابی
کاهش تمرکز	افزایش تنش عضله	بی‌اشتهایی
تحریک	بازگشت مجدد به اشتباهی که قبلاً تصحیح شده است	ناهنجاریهای گوارشی
حساس شدن به انتقاد.	ناهماهنگی در اجرای حرکتهای موزون	زود عرق کردن
تمایل به تنهایی، به دور از مربی و هم‌تیمیها	کاهش تشخیص درستی و نادرستی اشتباههای تکنیکی	کاهش ظرفیت حیاتی
نداشتن ابتکار عمل	آمادگی جسمانی	بازگشت ضربان قلب به حالت اولیه طولانی‌تر از وضعیت طبیعی
افسردگی	کاهش قدرت، سرعت و استقامت	مستعد عفونتهای بافتی و پوستی
نداشتن اعتماد به نفس	میزان بازگشت آهسته به حالت اولیه	
نیروی اراده	کاهش زمان واکنش	
نداشتن روحیهٔ رقابت‌جویی	آمادهٔ پیشامد و آسیب‌دیدگی	
ترس از مسابقه		
تمایل به سرپیچی از برنامه‌های تاکتیکی یا تمایل به درگیری در مسابقه		

فعالیت هایی که ممکن است باعث بیش تمرینی شوند در جدول زیر خلاصه شده اند.

اشتباههای تمرینی	نوع زندگی ورزشکار	محیط اجتماعی	سلامتی
بی‌توجهی به بازگشت به حالت اولیه	ساعتهای خواب ناکافی	مسئولیتهای شدید خانوادگی	بیماری، بی‌قراری زیاد
فشار بیشتر از ظرفیت	برنامهٔ روزانهٔ نامنظم	شکست (خانوادگی، همسالان)	تهوع
افزایش ناگهانی بار تمرین پس از وقفهٔ طولانی (استراحت، بیماری و غیره)	سیگار کشیدن، الکل، قهوه	نارضایتی شغلی	
حجم بالایی از محرک خیلی شدید	تسهیلات ناکافی زندگی (محیط)	فعالیت شغلی استرس‌زا	
	درگیری با دیگران	فعالیت ذهنی زیاد (تلویزیون، موزیک و غیره)	
	رژیم غذایی ضعیف	درگیری خانوادگی یا ورزشی	
	هیجان بیش از اندازه و زندگی با اضطراب		

نشانه های بیش تمرینی با توجه به شیوع آنها در تحقیقات در جدول زیر خلاصه شده است.

فیزیولوژیک/عملکرد	روان‌شناختی/برداشن اطلاعات
کاهش عملکرد	احساس افسردگی
ناتوانی در اجرای عملکردهای استانداردی که قبلا بدست آمده بود	دلسردی دایمی
طولانی‌شدن بازگشت به حالت اولیه	کاهش اعتمادبه‌نفس/ داشتن احساس بد نسبت به خود
کاهش تحمل فشار	تزلزل عاطفی
کاهش قدرت عضلانی	مشکل تمرکز هنگام فعالیت و تمرین
کاهش ظرفیت فعالیت بیشینه	حساسیت به فشار روانی و محیطی
موج T غیرطبیعی در ECG	کاهش انعطاف‌پذیری
ناراحتی قلبی هنگام فعالیت سبک	**ایمونولوژیکی**
تغییر فشار خون	افزایش حساسیت و شدت بیماری، سرما و آلرژی
تغییر ضربان قلب استراحت، فعالیت و بازگشت به حالت اولیه	بیماریهای شبه آنفلوانزا
افزایش تعداد تنفس	بی‌قراری مدام غده‌ای
تنفس بیش از اندازه	بروز تدریجی خراشهای کوچک در پاشنهٔ پا
کاهش چربی بدن	ورم کردن غدد لنفی
از دست دادن هماهنگی	ترس از مسابقه
کاهش کارایی/کاهش دامنهٔ حرکت	تغییر شخصیت
بازگشت به اشتباهایی که قبلاً تصحیح شده بودند	کاهش توانایی در تمرکز دقیق
کاهش تشخیص درستی یا نادرستی اشتباههای تکنیکی	افزایش حواس‌پرتی با عاملهای خارجی و داخلی
افزایش تفاوت ضربان قلب هنگام دراز کشیدن و ایستادن	کاهش ظرفیت هنگام مواجه شدن با اطلاعات زیاد
تخریب بافت عضلانی	افزایش غلظت اوره
	افزایش سطوح کورتیزول
	بالارفتن کتواسیدها در ادرار
	کم شدن تستوسترون آزاد
	افزایش هورمونهای سرم متصل به گلوبولین
	کاهش نسبت تستوسترون آزاد به کورتیزول بیش از ۳۰ درصد
	افزایش تولید اسید اوریک

کنترل، درمان و پیشگیری از بیش تمرینی در جدول زیر شیو ه هایی برای درمان بیش تمرینی آورده شده است.

برای غلبه بر فرایندهای تحریک‌پذیری (بیش‌تمرینی سمپاتیکی)	برای غلبه بر فرایندهای بازدارندگی (بیش‌تمرینی پاراسمپاتیکی)
رژیم غذایی ویژه	رژیم غذایی ویژه
تحریک تغذیه با غذاهای قلیایی (شیر، میوه‌ها، سبزیجات تازه)	خوردن غذاهای اسیدی (پنیر، گوشت، کیک و تخم‌مرغ)
از مواد محرک (قهوه) اجتناب کنید، مقدار کمی الکل مجاز است	ویتامینها (گروه B و C)
افزایش مقدار ویتامینها (گروه B)	
فیزیوتراپی	فیزیوتراپی
شناکردن در هوای آزاد	استفاده از دوشهای سرد و گرم
حمام کردن ۱۵ تا ۲۰ دقیقه در ۳۵ تا ۳۷ درجه (اما نه سونا)	سونا با درجه حرارت متوسط، با فاصلهٔ کوتاه، دوش سرد
دوش سرد هنگام صبح و ماساژ با حوله	ماساژ شدید
ورزش منظم و سبک	حرکتهای فعال
ارتفاع‌درمانی	ارتفاع‌درمانی
اشعه‌درمانی متوسط یا فرابنفش، اما از اشعهٔ شدید آفتاب اجتناب کنید	دریا و ارتفاع از سطح دریا
تغییر محیط، اگر ممکن است ناحیه‌های ارتفاع متفاوت را به‌طور متناوب تغییر دهید	ترجیحاً محیطهای آب‌وهوایی که باعث نشاط شوند

شیوه های تمرینی برای بهبود قدرت، توان، چابکی، سرعت و استقامت عضلانی و قلبی و عروقی

با توجه به مبانی فیزیولوژیکی ویژه هر کدم از عوامل آمادگی جسمانی، طبیعتا روش های تمرینی هر یک از این عوامل نیز با هم متفاوت بوده و روش شناسی خاص خود را می طلبد. تمرین قدرت، توان، چابکی و سرعت با توجه به همسانی بیشتر سیستم های انرژی شیوه های تمرینی مشابهی دارند و اغلب کوتاه مدت و پر شدت هستند در صورتی که افزایش استقامت قلبی و عروقی با توجه به مبنای انرژی متفاوت شیوه های تمرینی طولانی مدت و کم شدت را در بر می گیرد.

شیوه های تمرینی برای بهبود قدرت، توان، چابکی، سرعت

همانگونه که گفته شد تمرینات برای افزایش و بهبود قدرت توان، چابکی و سرعت اغلب کوتاه مدت و پر شدت اند. سیستم انرژی غالب در این نوع تمرینات بیشتر فسفاژن و گلیکولیتیک بوده در صورتی که زمان تمرن افزایش یابد یا زمان بازیافت بین ست ها یا تکرار ها کم شود سیستم انرژی هوازی نیز درگیر می شود.

قدرت و توان

قدرت توانایی به کار بردن نیروست. اگر کسی سعی دارد عملکرد ورزشی خود را بهبود ببخشد بیش از هر چیز باید به افزایش قدرت خود بپردازد. این موضوع در ورزش هایی که به توان نیازمندند اهمیت بیشتری دارد. استفاده از روش های افزایش دهنده قدرت در مقایسه با مهارت های تخصصی رشته ۸ تا ۱۲ برابر پیشرفت را سریع تر می کند.

ورزشکاران می توانند با غلبه بر مقاومت های خارجی یا داخلی قدرت را بهبود بخشند. منابع مهم مقاومت خارجی را می توان اینطور نام برد : وزن بدن فرد، توپ مدیسین بال، باندها و طناب های قابل ارتجاع، دمبل، هالتر، مقاومت ثابت. با این حال اغلب برنامه های تمرین قدرتی با وزنه های آزاد اجرا می شوند.

روش های افزایش قدرت

انتخاب روش های افزایش قدرت باید با نوع قدرت مورد نیاز و همینطور ورزش مورد نظر ارتباط داشته باشد. از این رو روش های افزایش قدرت متعددی وجود دارند. برخی از مهمترین روش های افزایش قدرت:

استفاده از وزنه های آزاد

با توجه به نوع عضلات درگیر در ورزش و با استفاده از روش های پیشرونده می توان قدرت را افزایش داد. در اینجا ٤ روش از روش های افزایش قدرت بیشینه که با وزنه های آزاد انجام می گیرد را معرفی می کنیم:

روش A– میزان بار به طور مداوم افزایش می یابد: ۸۰٪، ۹۰٪، ۱۰۰٪، ۱۱۰٪

روش B– میزان بار به طور مرحله ای افزایش می یابد: ۸۰٪، ۸۰٪، ۹۰٪، ۹۰٪، ۱۰۰٪، ۱۰۰٪، ۱۱۰٪، ۱۱۰٪

روش C– میزان بار به صورت مداوم(هرمی) افزایش و کاهش می یابد: ۸۰٪، ۹۰٪، ۱۰۰٪، ۱۰۰٪، ۹۰٪، ۸۰٪

روش D– میزان بار به طور موجی افزایش می یابد: ۸۰٪، ۹۰٪، ۸۵٪، ۹۰٪، ۱۰۰٪، ۹۵٪، ۱۰۰٪، ۹۰٪

تعداد تمرین ها در هر جلسه بین چهار و هشت و تعداد تکرار ها بین یک و پنج است.

توان

توان را می توان به کار بردن قدرت در کمترین زمان ممکن تعریف کرد و آن را می توان با سه گروه از تمرینات افزایش داد: تمرین با وزنه های آزاد، تمرینات پلایومتریک به صورت پرشی یا با استفاده از وزنه و تمرینات انعطاف پذیری و جست و خیز. در رابطه با تمرینات با وزنه های آزاد باید گفت که معمولا تمرینات توانی بعد از دوره های افزایش قدرت انجام می گیرد و قدرت به دست آمده در این مرحله در غالب حرکات سریع و با حداقل زمان به توان تبدیل می شود. معمولا بارهای به کار رفته کمتر و حرکات بسیار سریع تر می باشد. فاصله استراحت تعداد ست ها و تکرارها متغیر و به قدرت و نوع ورزش بستگی دارد. البته اگر الگوی تمرینات توانی با وزنه را به توان به نوع مهارت ورزشی نزدیک کرد می توان از این نوع تمرینات حداکثر بهره را گرفت.

تمرینات پلایومتریک از دسته تمریناتی است که به طور ویژه توان حرکتی اندام و عضلات مختلف را با شیوه های مختلف تمرینی افزایش می دهد. در دهه اخیر استفاده از این تمرینات طرفداران بیشتری پیدا کرده است. از شیوه های مختلف تمرینات پلایومتریک می توان به پرش های درجا، پرش های ایستاده، پرش ها و جهش های چندگانه، پریدن، تمرینات جعبه، تمرینات با توپ مدیسنبال و پرش های عمقی اشاره کرد . واحد حجم تمرینات پلایومتریک تعداد تماس پاها یا پرتاب به وسیله دست ها می باشد. همچنین با توجه به پویایی این تمرینات و ماهیت ورزش های رزمی به نظر می رسد استفاده از این تمرینات برای افزایش توان اندام تحتانی و فوقانی در ورزش های رزمی بسیار مفید واقع شود. البته مطمئنا این شیوه تمرینی نیز همانند دیگر شیوه تمرینی دارای اصول و مبانی ویژه ای است که می بایست قبل از انجام آنها مورد توجه واقع شود. برخی از مهمترین روش های تمرین پلایومتریک در زیر معرفی می شوند.

۱-پرش های درجا

این پرش ها چنانچهاز نام شان پیداست، با فرود در همان مکانی که پرش شروع می شود، کامل می شوند. شدت این تمرینات نسبتا کم است و معمولا با استراحت کوتاه مدت انجام می شوند. با کاهش فاصله زمانی استراحت بین پرش ها می توان شدت این گونه پرش ها را افزایش داد.

۲-پرش ایستاده

در پرش ایستاده بر حداکثر کوشش تاکید می شود. عموما این پرش ها به صورت عمودی یا افقی انجام می شوند. این تمرین می تواند چندین بار تکرار شود و بین هر تلاش برگشت گام به حالت اولیه صورت می گیرد.

۳-پرش ها و جهش های چندگانه

پرش ها و جهش های چندگانه در واقع ترکیبی از پرش های درجا و ایستاده اند. این تمرینات می توانند به تنهایی یا با یک مانع ایجاد شوند.

٤-تمرینات جعبه

در تمرینات جعبه جهش ها و پرش های چند گانه با پرش های عمقی ترکیب می شود. شدت این تمرینات بسیار متغیر و از شدت کم تا شدت های بسیار زیاد متغیر است. شدت تمرین به تعداد پرش ها و ارتفاع جعبه بستگی دارد.

۵. تمرینات با توپ مدیسنبال

این شیوه تمرینات بیشتر برای افزایش توان اندام فوقانی انجام می شود. با توجه به اندازه و ابعاد توپ و همچنین وزن و تعداد و مسافت پرتاب ها حجم و شدت این تمرینات را می توان تغییر داد.

چابکی

در واقع چابکی همان به کار بردن قدرت و توان در هنگام اجرای حرکات پویا همراه با تغییر جهت ومسیر حرکت می باشد. از این رو ترکیب تمرینات توانی در اندام مختلف به همراه حرکات پویا در ورزش مورد نظر به بهبود چابکی در ورزش مورد نظر کمک می کند.

تمرینات سرعتی

با توجه به اینکه سرعت بخش از تمرینات توانی است با انجام تمرینات توانی و قدرتی سرعت نیز بهبود پیدا مر کند ولی به این نکته نیز باید توجه داشت که بخش زیادی سرعت با توجه به ارتباط بالای آن با نوع و درصد تارهای تند انقباض ، وراثتی است. البته در برخی از ورزش های پویا و توانی همچون ورزش های رزمی سرعت اندام هنگام حرکات ایستا و پویا بسیار مهم است. از این رو تمرینات سرعتی با و بدون وسیله و اغلب بعد از تمرینات قدرتی به بهبود سرعت اندام و سرعت عمومی بدن کمک می کند.

تمرینات برای بهبود استقامت عضلانی و قلبی و عروقی

استقامت عضلانی را می توان با انجام تمرینات با وزنه ولی با تکرار های زیاد بهبود بخشید. از مهمترین نوع تمرینات برای افزایش استقامت عضلانی می توان به تمرینات دایره ای اشاره کرد. این تمرینات با الگوی تمرینی عضلات مختلف و به صورت چرخه ای با افزایش تکرار ها در عضلات مختلف به بهبود استقامت عضلانی کمک می کند.

تمرینات برای بهبود استقامت قلبی و عروقی از مهمترین تمرینات ورزشی هستند که تقریبا همهٔ ورزش های انفرادی و تیمی به انجام آنها و بهبود استقامت قلبی و عروقی نیاز دارند. با توجه به نوع ورزش و ماهیت حرکتی و فیزیولوژیکی ورزش مورد نظر شیوه های تمرین های قلبی و عروقی یا توان هوازی بسیار متنوع و گوناگون است. از مهمترین و پرکاربردترین شیوه های تمرین استقامت قلبی و عروقی می توان به تمرینات تداومی کم شدت و پرشدت، تمرینات اینتروال پر شدت، تمرینات فارتلک، تمرین تحمل اسید لاکتیک، تمرین اکسیژن مصرفی بیشینه ، تمرین آستانه بی هوازی اشاره کرد. البته در بین برنامه های تمرینی ویژه هر یک از رشته های ورزشی در صورتی که استراحت بین تکرار ها کاهش پیدا کند سیستم هوازی بیشتر درگیر شده و استقامت هوازی ورزشکاران نیز بهبود می یابد. با این حال با توجه به ماهیت تناوبی بودن به همراه دوره های بازیافت تکراری در ورزش های رزمی به نظر بهترین شیوه تمرین که علاوه بر تقویت سیستم هوازی سیستم های بی هوازی را نیز تقویت می کند، تمرینات اینتروال و به ویژه تمرینات اینتروال پر شدت است.

تمرینات اینتروال پر شدت

واژه اینتروال ضرورتا اشاره به روش شناخته شده خاصی اشاره ندارد بلکه به همه روش هایی اشاره دارد که با فاصله بازیافت و استراحت انجام می شود. از این رو تمامی مهارت ها و همچنین حرکات در هر یک از ورزش های رزمی را می توان به صورت اینتروال و با شدت حداکثر انجام داد و مشابه با الگوی مسابقات زمان بازیافت بین تکرار ها را تنظیم کرد.البته استفاده از این نوع تمرینات با توجه به اثرات و فواید ثابت شده اخیر آنها در افزایش و بهبود توان قلبی و عروقی به ویژه در مقایسه با تمرینات تداومی پر حجم سنتی ، در حال افزایش می باشد. از جمله این محققین پژوهشگر نروژی است که در زمینه بهبود توانایی قلبی و عروقی استفاده از این نوع تمرینات پر شدت را توصیه می کند. علاوه بر این من در پروژه کارشناسی ارشد خود با استفاده از این شیوه تمرینی به منظور بهبود توانایی قلبی و عروقی بیماران POST CABG به نتایج با ارزشی دست یافتم.

منابع و مآخذ

۱.تئودور اُ بومپا (۱۹۹۹). نظریه و روش شناسی تمرین (علم تمرین). ترجمه محمدرضا کردی، محمد فرامرزی (۱۳۸۷). انتشارات سمت . تهران.

۲. محمدرضا کردی، فیزیولوژی تمرینات پلایومتریک اثربخش یا آسیب زا (تک آموز ۳۱) (۱۳۸۵). انتشارات کمیته ملی المپیک. تهران.

بخش سوم: مبانی فیزیولوژیکی و علم و تمرینی ورزش های رزمی

مقدمه

ورزش های رزمی در دسته ورزش های توانی قرار دارند و موفقیت در آنها به چابکی، قدرت و توان بالا نیاز دارد. طبیعتا افرادی در ورزش های رزمی موفق اند که بصورت ژنتیکی از سطوح بالایی از این عوامل فیزیولوژیکی برخوردارند و در کنار تمرینات مناسبه حداکثر این قابلیت ها دست یافته اند. با توجه به ماهیت توانی ضربات و حرکات در این ورزش ها اصولا سیستم های انرژی سریع یعنی فسفاژن و گلیکولیتیک در طول راندها به عنوان سیستم های انرژی غالب مورد استفاده قرار می گیرند. از طرفی، با توجه به اینکه معمولا مسابقات بین ۳ تا ۱۲ راند ۲ تا ۳ دقیقه ای طول می کشد کل زمان مسابقه بین ۲۰ تا ٤٠ دقیقه و سیستم هوازی نیز به منظور بازسازی ذخایر از دست رفته سیستم فسفاژن و دفع عوامل زاید تولید شده در مسیر های انرژی غیرهوازی با اسید لاکتیک تا حد زیادی به تامین انرژی این ورزشکاران کمک می کند از این رو تقویت آن بسیار مهم است. به طور خلاصه در اغلب ورزش های رزمی، ورزشکار به فراخوانی انرژی به طور تقریبا مساوی از سیستم های هوازی و بی هوازی نیاز دارد البته در این رابطه ممکن است استثنا نیز وجود داشته باشد. از این رو مربیان و ورزشکاران می بایست توجه داشته باشند که تقویت هر دو سیستم هوازی و بی هوازی گام های اساسی در راه کسب موفقیت در این ورزش ها است و بدین منظور بخش اساسی دوره های تمرینی و آماده سازی تقریبا به طور مساوی و با کمی اغماض باید به آماده سازی هر دو سیستم هوازی و بی هوازی اختصاص یابد. همچنین با توجه به ماهیت اینتروالی همهٔ ورزش های رزمی (رقابت ۲ تا ۳ دقیقه ای- بازیافت ۱ دقیقه ای –رقابت ۲تا ۳ دقیقه ای و ...) به نظر می رسد انجام تمرینات اینتروال پر شدت (HIT) به شیوه های گوناگون که هم اکنون به عنوان یکی از بهترین شیوه های تمرینی به منظور کسب سازگاری های قلبی و عروقی و بی هوازی شناخته شده است، بهترین شیوه تمرینی برای آماده سازی سیستم های انرژی ورزشکاران این رشته ها می باشد. البته با توجه به ماهیت ویژه هر یک از ورزش های رزمی تعدیلاتی نیز باید صورت گیرد.

موضوع مهم دیگر در رابطه با ورزش های رزمی دوره های بازیافت است. با توجه به شدت ونیازمندی های فیزیولوژیکی بالا و فشار زیادی که در حین رقابت به ورزشکاروارد می شود همچنین ماهیت دوره مسابقات که اغلب یک روز یا نهایتا ۲ روز برگزار می گردد زمان های بازیافت در این ورزش ها از اهمیت بالایی برخوردار است. رویکردهای تیم مربیگری و مربیان بدن ساز،

متخصصان تغذیه و روانشناسان ورزشی در زمان استراحت یا بازیافت بین راندها(که اغلب یک دقیقه می باشد)، زمان های بازیافت بین یک مسابقه تا مسابقه بعدی و زمان های بازیافت بین راندها، یک مسابقه تا مسابقه بعدی و بین روز اول تا روز بعد مسابقات بسیار مهم می باشد. از این رو، ارائه و به کار بردن برنامه های بازیافت مناسب به منظور به تاخیر انداختن خستگی و پیشگیری از بروز آسیب های ورزشی ناخواسته از اهمیت قابل توجهی برخور است. با توجه به این موضوع، به نظر می رسد ورزشکارانی در رشته های رزمی موفقند که توان انرژتیک و بازیافتی بالایی داشته باشند و مهارت های تکنیکی و تاکتیکی را نیز در سطح بالا فرا گرفته باشند تا با توجه به موقعیت از آنها بهره گیرند.

در این فصل سعی می شود با توجه به منابع انتشار یافته، به طور خلاصه مبانی فیزیولوژیکی برخی از مهمترین ورزش های رزمی شامل بوکس، جودو، کاراته، تکواندو و کیک بوکسینگ معرفی گردد و در بین هر کدام از این ورزش ها به مبانی علمی و کاربردی و فیزیولوژیکی در هر کدام از این ورزش ها اشاره شود.

بوکس

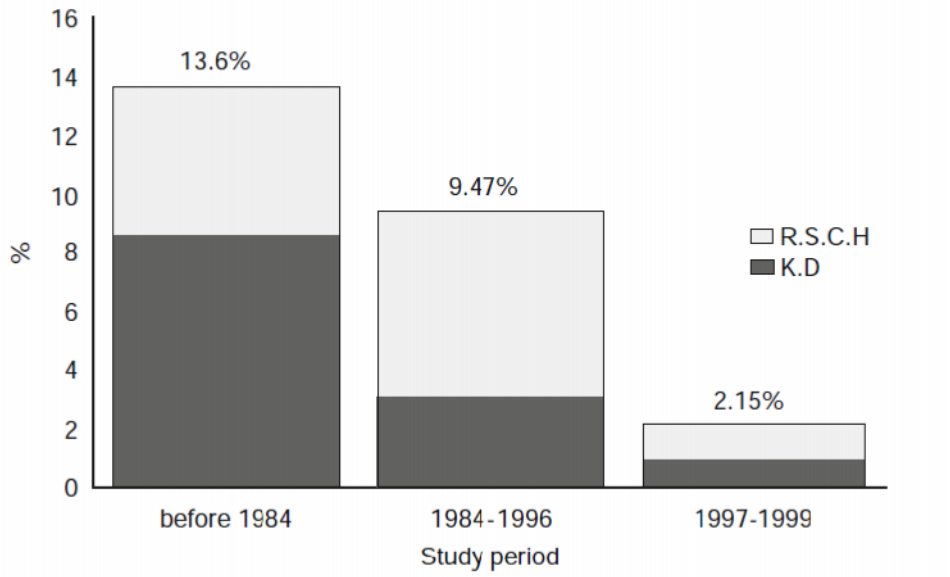
اصول فیزیولوژیکی بوکس

بوکس آماتور شامل ٤ راند ٢ دقیقه ای به همراه یک دقیقه زمان استراحت بین راندها می باشد. در این ورزش هدف کسب امتیاز صحیح با ضربات مشت و دفاع صحیح در برابر ضربات حریف است. برای کسب امتیاز و دفاع در برابر حملات حریف، بوکسور به مهارت های خاص و دوره های آماده سازی ویژه ای نیاز دارد. مهارت ها را می توان با تمرینات فشرده در باشگاه بوکس(تمرینات سایه زدن[1]،sparring ، مشت زدن سریع و سنگین به کیسه و طناب زدن) به دست آورد در حالی که مهمترین بخش آماده سازی جسمانی تمرین های هوازی است. پژوهش ها نشان داده اند که ارتباط قوی بین میزان آسیب و سطح آمادگی جسمانی وجود دارد. گرچه اجزاء تکنیکی و تاکتیکی نقش مهمی بازی می کنند، به ویژه در سال های اخیر که ماهیت ورزش بوکس پویای تر شده است،ظرفیت هوازی بوکسورها به دلیل ماهیت های دفاعی و تهاجمی بوکس اهمیت زیادی یافته است.

دراین ورزش، نقش سیستم انرژی بی هوازی بی اسیدلاکتیک (فرایند تولید انرژی بی هوازی بدون تجمع اسید لاکتیک) به دلیل زمان زیاد راندها و رقابت نادیده گرفته شده است. حداکثر اکسیژن مصرفی (VO2max) مهمترین فاکتور استقامت هوازی است و به طور معمول با ارزیابی تبادلات گازی در شرایط آزمایشگاهی ارزیابی می شود. دیگر متغیر مهم اجرای هوازی، آستانه بی هوازی (اسید لاکتیک) است که همانگونه که در بخش اول گفته شد، شدتی از فعالیت ورزشی است که در آن نقطه اسید لاکتیک فراتر از سطوح استراحتی شروع به تجمع می کند. در ورزشکاران تمرین کرده به دلیل سازگاری های فیزیولوژیکی ایجاد شده به

[1].shadow boxing

تمرین، آستانه لاکتات خون در درصد بالایی از ظرفیت هوازی رخ می دهد. در پژوهشی، جیکو[2] و همکارانش نشان دادند که ۳ وهله ۳دقیقه ایدر مقایسه با ٤ وهله ۲ دقیقه ای و یا ۵ وهله ۲ دقیقه ای به عملکرد بیشتر سیستم هوازی نیاز دارد. با توجه به این نتایج انجمن بین المللی بوکس آماتور[3](AIBA)زمان راند ها را تغییر داد و۳ راند ۳ دقیقه ای را به ٤ تا ۵ راند ۲ دقیقه ای تغییر داد. با توجه به این تغییر، تجزیه و تحلیل گذشته نگر آماری آسیب های مسابقات ۷ المپیک و ۱۰ مسابقه قهرمانی بزرگسالان در سال های ۱۹۸۰ تا ۲۰۰۳توسط کمسیون پزشکیNIBA نشان داد بعد از جایگزینی راند های ۲ دقیقه ای شیوع ناک اوت[4] (Ko)و توقف مسابقه توسط داور به دلیل اسیب به سر[5](RSCH) به میزان قابل توجهی کاهش یافته است یعنی از ۹.٤۷٪ به ۲.۱۵٪. (شکل ۱۲–۱ و جدول ۱۲–۱).در مسابقات المپیک ۱۹۸۰ تا ۲۰۰٤ Ko و RSCH از ۱۷.٤٪ به ۰.۰٪ کاهش نشان داد که احتمالا به دلیل استفاده اجباری از گارد سر، بهبود داوری و سخت گیری در زمینه کنترل پزشکی بوکس آماتور نیز بود .



شکل ۱۲–۱. مقایسه KO و RSCH مرتبط با دوره های زمانی و بعد از تعدیل قوانین شد (KO-H ناک اوت با ضربه به سر، RSCH توقف مسابقه توسط داور به دلیل آسیب سر، RSCI توقف مسابقه توسط داور به دلیل آسیب).

[2].Jako
[3].International Amateur Boxing Association (AIBA)
[4] .knockout
[5].referee stopped the contest because of head blow

جدول ۱۲-۱. میزان وهله های توقف به دلیل ناک اوت با ضربه به سر (KOH)، توقف مسابقه توسط داور به دلیل آسیب سر (RSCH) ، توقف مسابقه توسط داور به دلیل آسیب (RSCI) در مسابقات جهانی، ۱۹۸۲ تا ۲۰۰۳ به درصد.

Year City	KO H	RSC H	Subtotal	RSC I	Total
1982, Munich	5.9	3.9	9.8	12.7	22.7
1986, Reno	4.9	6.3	11.2	0.0	11.2
1989, Moscow	1.3	6.2	7.5	1.8	9.3
1991, Sydney	1.5	3.5	5.0	1.5	6.5
1993, Tampere	1.6	1.9	3.5	1.5	5.0
1995, Berlin	1.7	0.6	2.3	1.4	3.7
1997, Budapest	0.8	1.7	2.5	1.4	3.9
1999, Houston	0.3	1.5	1.8	0.3	2.1
2001, Belfast	0.3	0.6	0.9	0.9	1.8
2003, Bangkok	0.3	1.8	2.1	4.0	6.1

جدول۱۲-۲. وهله های توقف به دلیل ناک اوت با ضربه به سر (KOH)، توقف مسابقه توسط داور به دلیل آسیب سر (RSCH) ، توقف مسابقه توسط داور به دلیل آسیب (RSCI) در مسابقات المپیک ۱۹۸۰ تا ۲۰۰٤ به درصد .

Year City	KO-H	RSC-H	Subtotal	RSC-I	Total
1980, Moscow	11.0	6.4	17.4	12.2	29.6
1984, Los Angeles	5.8	10.4	16.2	1.6	17.5
1988, Seoul	7.9	16.3	24.2	1.4	25.6
1992, Barcelona	1.9	8.4	10.3	3.2	13.5
1996, Atlanta	1.1	4.6	5.7	3.2	8.9
2000, Sydney	0.6	3.3	3.9	1.0	4.9
2004, Athens	0.0	0.0	0.0	1.5	1.5

آمادگی قلبی و عروقی (ظرفیت استقامتی)

افزایش آمادگی قلبی و عروقی یا ظرفیت هوازی یکی از مهمترین بخش های آماده سازیجسمانی در بوکس آماتور می باشد. سیستم قلبی و عروقی آماده تر به بوکسور اجازه می دهد که در راندهای آخر از آمادگی بهتری برخوردار باشد. تمرینات هوازی منظم (برای مثال دویدن) ظرفیت هوازی قلب و ریه ها را بهبود می بخشد. دویدن و footing بخش مهمی از تمرینات بوکسورها را تشکیل می دهد. دویدن در سراشیبی روش مناسبی برای افزایش شدت و بار کار می باشد. دویدن بر سطوح سخت ممکن است به پاها و پشت آسیب برساند، از این رو، بهتر است دویدن بر روی سطوح شنی و یا خاکی انجام شود. پوشیدن gumshields هنگام دویدن کمک می کند که بوکسور هنگام دویدن از تنفس عمیق که در هنگام بوکس مورد نیاز است استفاده کند. دوی اینتروال (دویدن با سرعت های گوناگون در هنگام فعالیت) ترکیبی از ورزش هوازی و بی هوازی است.

جودو

فیزیولوژی جودوکار

جودو از ورزش هایی است که نیازهای فیزیولوژیکی قابل توجهی را بر بدن جودوکار تحمیل می کند. یک مسابقه جودو بیش از ۵ دقیقه طول می کشد و به تلاش های حاکثر، فعالیت پایدار، قدرت و چابکی بالانیاز دارد. بنابراین، یک جودوکار به تولید انرژی از مسیرهای گلیکولیتیک در هنگام حرکات انفجاری و نیز به ظرفیت هوازی بالا برای حفظ سطح شدت فعالیت برای زمان بیش از ۵ دقیقه نیاز دارد. تمرین های جودو منجر به سازگاری هایی در بدن جودوکاران زن و مرد می شود که از مهمترین این تغییرات سازگاری بهبود ظرفیت های هوازی و بی هوازی است. مطالعاتی به بررسی نیمرخ فیزیولوژیکی جودوکاران نخبه و غیر نخبه پرداختندتفاوت قابل توجهی در ویژگی های فیزکی جودوکاران وزن های مختلف گزارش کردهاند. توان هوازی حداکثر (حداکثر اکسیژن مصرفی به لیتر در دقیقه)با افزایش وزن در جودوکاران نخبه و غیر نخبه افزایش می یابد. اگرچه، توان هوازی بیشینه به ازای هر کیلوگرم از وزن بدن (حداکثر اکسیژن مصرفی/ کیلوگرم)به طور معکوس با وزن متناسب است. پژوهش هاظرفیت هوازی بیشینه جودوکاران را در دامنه ۵ تا ۷ لیتر/ کیلوگرم/ در دقیقه، گزارش کرده اند که نشان دهنده ظرفیت هوازی بالای جودوکاران می باشد. علاوه براین، ظرفیت بی هوازی اندام تحتانی و فوقانی جودوکاران نیز در سطح بالایی قرار دارد.ظرفیت بی هوازی اندام تحتانی جودوکاران با کشتی گیران، ورزشکاران پاورلیفتینگ، ژیمناست ها و دیگر ورزشکاران قابل مقایسه است . در پژوهشیقدرت جودوکاران کانادایی با استفاده از قدرت سنج دستی (هند گریپ) و با استفاده از حرکت پرس سینه بیشینه ارزیابی شده است. نتایج این تحقیق نشان می دهد میانگین پرس سینه بیشینه ۱۰۰ کیلوگرم و در دامنه های وزنی مختلف در دامنه ۷۰ تا ۱۴۰ کیلوگرم می باشد. این میزان با ظرفیت بی هوازی اندام فوقانی ارتباط دارد. انعطاف پذیری عمومی جودوکاران در مقایسه با جامعه عمومی و کشتی گیران با استفاده از آزمون نشستن و رسیدن[6]نشان دهنده انعطاف پذیری بالاتر جودوکاران می باشد.

در پژوهش دیگری که جودوکاران کانادایی با شناگران مورد مقایسه قرار گرفتند هر دو گروه **انعطاف** پذیری مشابهی را نشان دادند تنها در ناحیه شانه، جودوکاران میزان هایپراکستنشن کمتری را نشان دادند. دیگر پژوهش ها نشان می دهند جودوکاران به ظرفیت هوازی بالاتر از متوسط، ظرفیت و توان هوازی خوب و انعطاف پذیری و قدرت بیشتر از حد متوسطی نیاز دارند . میانگین درصد چربی بین جودوکاران نخبه و غیر نخبه و گروههای وزنی و جنسی متفاوت است. درصد چربی جودوکاران نخبه حدود ۵٪ است که در هنگام رقابت تا ٤٪ نیز کاهش می یابد. البته در پژوهش های پیشیننتایج تا ۱۲٪ متفاوت بوده است .

[6].sit and reach test

تکواندو

ویژگی های فیزیولوژیکی تکواندوکاران

با توجه به قوانین فدراسیون بین المللی تکواندو هر راند مسابقات تکواندو ۲ دقیقه طول می کشد. در این زمان کوتاه فشارهای فیزیولوژیکی زیادی بهسیستمهای انرژی تکواندوکار وارد می کند.هلر[۷] و همکارانش در پژوهش خود مقادیر ضربان قلب و لاکتات خون بزرگسالان جوان مرد و زن تکواندوکار (۲۰.۹ ساله) را گزارش کردند. در این پژوهش،قهرمان رقابت های تکواندو زنان لاکتاتی معادل ۱۵.۸ میلی مول بر لیتر و برنده مردان لاکتاتی معادل ۱۳.٤ میلی مول بر لیتر داشته اند. برکادز[۸] و همکارانش نیز ضربان قلب بازیافت ناچیز دختران و پسران ۱۵ ساله را در پی مسابقات مبارزه کامل[۹]گزارش کردند ، که مشابه با الگوی بازیافت لاکتات پس از ۱۰ دقیقه بود که احتمالا این موضوع به دلیل درگیر بودن آزمودنی ها در کمپ تمرینی در زمان آزمون گیری بوده است. لی[۱۰]و همکارانش بازیافت آهسته لاکتات (بعد از ۱ ساعت) بعد از سومین راند (سه راند ۳ دقیقه ای با ۱ دقیقه استراحت بین راندها) مسابقه تکواندو دانشگاهی مردان کره ای (۲۰.۵ تا ۲۱ ساله) را نشان دادند. در نتایج پژوهشی که انتشار نیافته است (دبلیو پیتر، و جی اس تانگ[۱۱]) آمده است که دامنه مقادیر لاکتات خون ورزشکاران تکواندوکار مالزیایی جوان در انتهای مسابقه ٦.٦ تا ۱۵.۸ میلی مول بر لیتر و ۵.۳ تا ۱۵ ملی مول بر لیتر به ترتیب در پسران و دختران ۱۸ ساله بوده است. در این پژوهش امکان ارزیابیلاکتات دوره بازیافت وجود نداشته است.

در پژوهشی نشان داده شد تکواندوکاران سطوح بین المللی ریخت بدنی[۱۲] مشابهی با ورزشکاران سه گانه، دوندگان دوی صحرانوردی و صخره نوردان، و لاغری آنها با ورزشکاران استقامتی دارند ولی قد آنها از میانگین گروهها بلندتر و وزنشان سنگین تراست. تکواندوکاران تفریحی کار زن انگلیسی تیپ بدنی اندومورفی دارند درحالی که مردان دانشگاهی تکواندوکار تفریحی انگلیسی تیپ بدنی اندو–مزومورفی دارند. تاف[۱۳] و پیتر[۱٤]، درصد چربی نسبی تام مردان تکواندوکار سطوح بین المللی را ۷.۵٪ و این میزان را در زنان ۱۲.۰٪ گرارش کردند. تحقیقات نشان می دهد درصد چربی تکواندوکاران نخبه کرواسیایی معادل ۱۵.۳٪ ، دختران مالزیایی جوان ۱۸ ساله ۳۱.۲٪ و مردان دانشگاهی مالزیایی ۱۹.۲٪ است.

---

[7].Heller
[8].Bercades
[9].Full contact
[10].Lee
[11].W. Pieter and J.S. Thung
[12] .somatotype
[13].Taaffe
[14].Pieter

تسهیلات و امکانات بیشتر برای تمرین ضربه پا و دست و درصد چربی کم به تکواندوکارا اجازه شتاب سریع تر را می دهد. پیتر و همکارانش ارتباط معنی دار و متناقضی بین توده بدنی، توده بدون چربی، اندازه حرکت[۱۵] ، نیرو و سرعت در دامنه حرکات ضربه با دست و پا مشاهده کردند. توسکویک[۱۶]و همکارانش نتیجه گرفتند که تکواندوکاران تحریکات موثر برای ایجاد سازگاری های قلبی و عروقی و آماده سازی که توسط کالج طب ورزشی امریکا (ACSM) پیشنهاد شده است را دریافت می کنند. در حالی که تامپسون[۱۷]، و وینوزا[۱۸] گزارش کردند ویژگی های قلبی و عروقی و قدرتی ورزشکاران تفریحی به جز انعطاف پذیری که در مقایسه با جمعیت سالم بی تحرک هم سن و جنس بهتر می باشد به طور کلی ضعیف است. هرچند که پیتر و همکارانش و توسکوویک و همکارانش نشان دادند اگر شدت، تواتر و مدت زمان تمرینات تکواندو کافی باشد فواید آمادگی قلبی و عروقی در پی دارد. هونگ[۱۹] پیشنهاد می کند تکواندوکاران نباید تنها بر تمرینات قدرتی تاکید کنند بلکه تمرینات هوازی و بی هوازی نیز باید در دستور برنامه روزانه تکواندوکاران قرار گیرد. پژوهشگرانی استقامت هوازی وبی هوازی تکواندوکاران نخبه زن ومرد را بر اساس مقادیر VO2max در دامنه ٥٤ تا ٦١ میلی لیتر. کیلوگرم در دقیقه برای مردان و ٤٢ تا ٥٠ میلی لیتر/ کیلوگرم در دقیقه برای زنان گزارش کردند. جدول ۱۵.۱ به طور خلاصه نتایج تحقیقات در مورد استقامت هوازی تکواندوکاران را نشان می دهد.

جدول ۱۵.۱. Max Vo2 (میلی لیتر . کیلوگرم در دقیقه) در تکواندوکاران.

Study/level	Males	Females
Taaffe and Pieter [18] – elite	55.8	47.0
Thompson and Vineuza [24] – recreational	44.0	–
Núñez and Iglesias [28] – elite	59.3	47.4
Drabik [27] – elite	60.7	–
Hong [26] – elite	59.6	–
Heller et al. [12] – elite	53.9	41.6
Toskovic et al. [23] – recreational	58.9	50.5
Lee [15] – level not indicated		
Lightweight	57.7	–
Middleweight	59.6	–
Heavyweight	53.4	–
Erie et al. [29] – recreational	49.0	39.5

[15].momentum
[16].Toskovic
[17].Thompson
[18].Vinueza
[19].Hong

هلر[20] و همکارانش نشان دادند تکواندوکاران نسبت ظرفیت بی هوازی بالا به توده بدنی بالایی دارند که در تحقیق تاف و همکارانش نیز گزارش شده است . ملهیم[21] نتیجه گرفت که می توان از ورزش تکواندو برای بهبود توان و ظرفیت بی هوازی بهره گرفت. همچنین هلر و همکارانش نشان داد انعطاف پذیری، قدرت، سرعت و زمان عکس العمل در تکواندوکاران مهمتر است. پیتر و همکارانش نشان دادند تکواندوکاران تفریحی، کشتاور اوج ایزوکینتیک[22] فلکشن زانوی نسبی و مطلق بیشتری در مقایسه با گروه کنترل دارند که البته بر اساس نتیجه گیری دیگر پژوهشگران تکواندوکاران باید این عضلات را برای پیشگیری از بروز آسیب تقویت کنند..

هلر و همکارانش گزارش کردند که تکواندوکاران اهل چکوسلواکی سابق، انعطاف پذیری بیشتر و توان انفجاری بالاتری در مقایسه با گروه بی تحرک دارند. تامپسون و ونوزا نیز نشان دادند تکواندوکاران تفریحی انعطاف پذیر تر از افراد بی تحرک اند و استقامت عضلانی بیشتری دارند. سوزانا[23] و پیتر نشان دادند توانایی حرکتی عمومی نظیر انعطاف پذیری، استقامت عضلانی، توان انفجاری در نتیجه تمرین در طول زمان بهبود می یابد، در حالی که مارکوی و همکارانش توان انفجاری بالاتر را در تکواندوکاران زن با موفقیت بیشتر را گزارش کردند.

در پژوهشی که در آن ارتباط بین ویژگی‌های پیکری، فیزیولوژیکی و ترکیب بدن تکواندوکاران نخبهٔ مرد ایرانی با موفقیت آنها مورد بررسی قرار گرفت.۲۰ تکواندوکار مرد نخبه (میانگین سن ۲۵/۷۵ سال، وزن ۷۳/٦ کیلوگرم و قد ۱۸۰/۵۵ سانتیمتر) ارزیابی شدند. از ویژگی‌های پیکری ترکیب بدنی، قد، وزن، درصد چربی بدن و شاخص تودهٔ بدن (BMI)، طول اندام تحتانی و طول بالاتنه و از ویژگی‌های فیزیولوژیکی، توان هوازی (آزمون شاتل ران) و توان بی هوازی (آزمون سارجنت)، چابکی (آزمون ایلی نویز)، انعطاف‌پذیری (آزمون خمش به جلو و عقب)، سرعت (آزمون دو ٤٠ یارد) و تعادل (آزمون استورک) سنجیده شد. موفقیت تکواندوکاران باتوجه به مقام‌های کسب‌شده در مسابقات کشوری، آسیایی و بین‌المللی ارزش‌گذاری شد. یافته‌های پژوهش نشان داد بین تعادل (r = ۰/٤۸٦ و P>۰/۰۵)، انعطاف‌پذیری ناحیهٔ کمر (r=۰/٤۷٤ و P>۰/۰۵) و توان بی هوازی (r=۰/۵۵۹ و P>۰/۰۵) با موفقیت تکواندوکاران نخبه ارتباط معنی‌داری وجود دارد. همچنین ارتباط بین سن (r=۰/۳۳۵ و P>۰/۱٤۹)، وزن (r=۰/۰۱٤ و P>۰/۹۳۵)، قد (r=-۰/۰۳۲ و P>۰/۳۹۲). طول اندام تحتانی (r=۰/۰٦۵ و P>۰/۰٦۸)، توان هوازی (r=۰/۲۵۱ و P>۰/۲۸٦)، سرعت (r=۰/۲۲٤ و P>۰/٤۰۹)، چابکی (r=-۰/۳۹۲ و P>۰/۰۸٦) و انعطاف‌پذیری به جلو (r=۰/۱۸۰ و P>۰/٤۵۰) با موفقیت معنی‌دار نبود. باتوجه به نتایج این پژوهش می‌توان گفت موفقیت در رشتهٔ تکواندو به عوامل زیادی بستگی دارد و تکواندوکار موفق مرد باید انعطاف‌پذیری عالی کمر برای داشتن دامنهٔ حرکات خوب در ناحیهٔ کمر، حفظ تعادل مناسب برای افزایش ضربات امتیازآور در موقعیت‌های گوناگون و توان بی هوازی بالا برای انجام ضربات و مهارت‌های سریع و انفجاری داشته باشد. همچنین به نظر می رسدتقویت عواملی چون سرعت و چابکی تکواندوکاران برای کسب موفقیت مهم باشد.

[20].Heller
[21].Melhim
[22].isokinetic peak torque
[23].Suzana

کاراته

نیازمندیهای فیزیولوژیکی کاراته کار

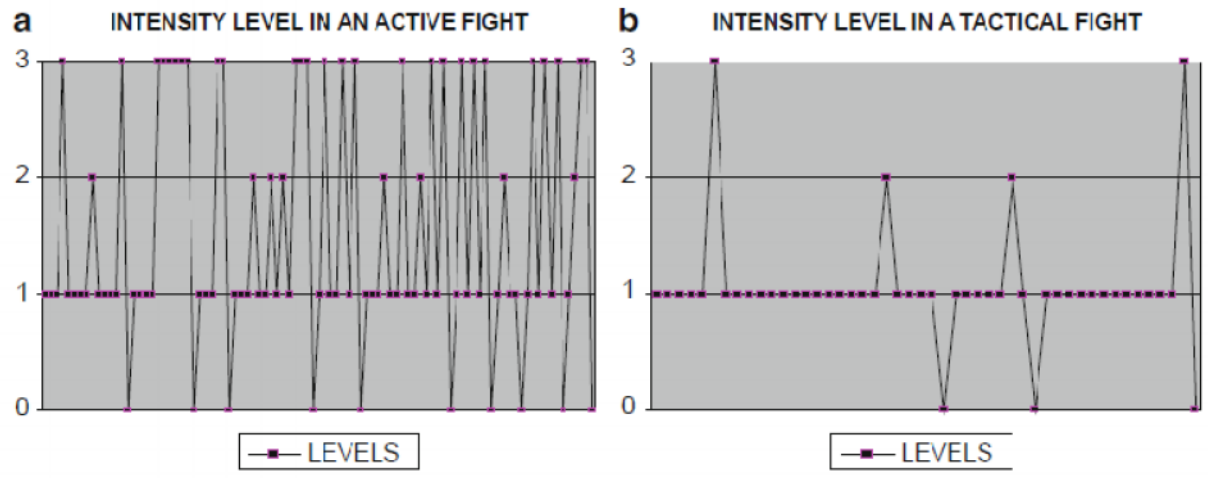
کاراته رقابتی ورزشی است پر شدت، فعالیتی است متناوب، و به سیستم های انرژی سریع و فوری (ATP، و PCr) و کوتاه مدت (گلیکولیز بی هوازی) برای دوباره سازی ATP نیاز دارد. شدت کاراته مبارزه در سطوح مختلف بسیار متغیر است و به رویکرد استراتژیک کاراته کاران و دوره های مشاهده و میزان حرکت کاراته کار به طرفین ، حملات ناگهانی، ضربات بیشینه مشت ها، ضربات پا و دفاع بستگی دارد. ورزش کاراته همچنین ترکیبی از دوره های اجرای پر شدت و کم شدت است. شدت سطوح رقابت بسیار متغیر است و به سطوح متفاوت مبارزه ها بستگی دارد: سطوح شدت را می توان تقسیم بندی کرد به

سطح I: مشاهده

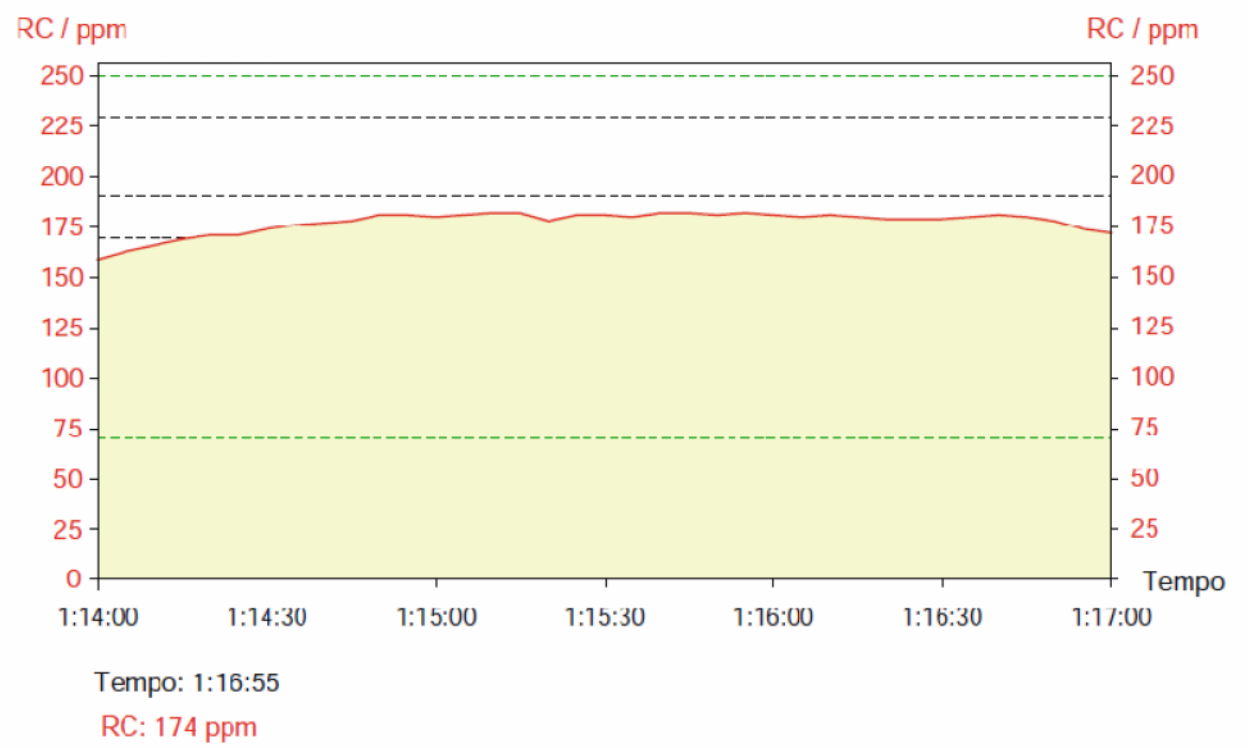
سطح II: تکنیک های ساده یا آماده سازی

سطح III: تعامل متقابل

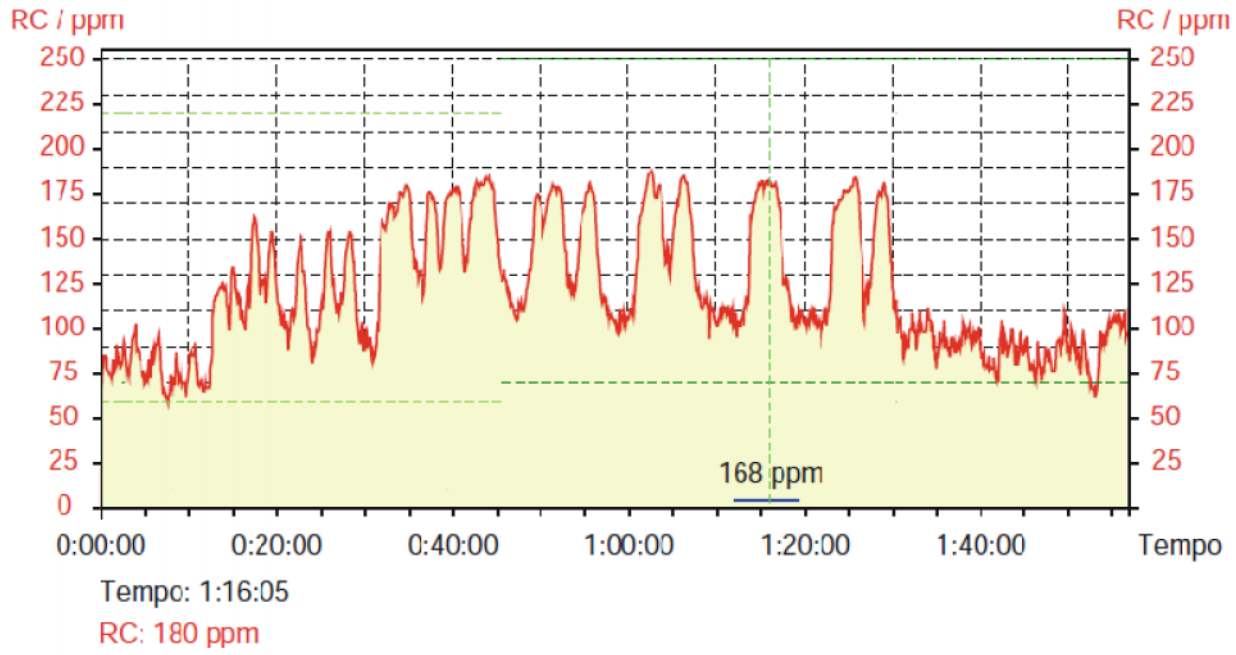
حتی در سطح قهرمانی جهان، برخی از مبارزه ها می تواند بیشتر فیزیکی و برخی دیگر تاکتیکی باشد (شکل ١٦.١). در مطالعه تعدادی از دوره های پر شدت (یا سطح ٣) ٥٠ مبارزه قهرمانی جهان مشاهده شد که تنها ١٪ مبارزه ها دارای ٤ سطح ٣ راندی، ٤٥٪ مبارزه ها بین ٤ تا ١٠ ، ٢٠٪ مبارزه ها بین ١١ تا ٢٠، ٢٦٪ مبارزه ها بین ٢١ تا ٢٩ و ٩٪ درصد نیز بیش از ٢٩ سطح ٣ راندی دارند. میانگین مقادیر لاکتات خون در رقابت های کاراته کاران کمیته نخبه (که از ناحیه انکشتان دست بلافاصله بعد از اتمام رقابت در مسابقات قهرمانی جهان ارزیابی شد) حدود ١١.١ میلی مول در لیتر (تعداد ٢٠ نفر، دامنه ٨.٧ تا ١٢.٧) بود که نشان دهنده نیازهای بالای این رقابت ها است (نمودار ١٦.٢). مقادیر لاکتات خون میانگین کاتاکاران نخبه نیز ٨.٧٩میلی مول در لیتر (تعداد ٩ نفر در دامنه ٦.٨ تا ١٠.٩) گزارش شده است. این تغییرات احتمالا نشان دهنده نیازهای متفاوت رقابت های کاتا می باشد(که در مدت زمان ٤٠ ثانیه تا ٢ دقیقه متغیر است). شکل ١٦.٣ و ١٦.٤ نشان دهنده ضربان قلب کاراته کار کمیته می باشد که به وسیله دستگاه ارزیابی کننده ضربان قلب در رقابت های انتخابی کاراته ملی اسپانیا ارزیابی شده است. این



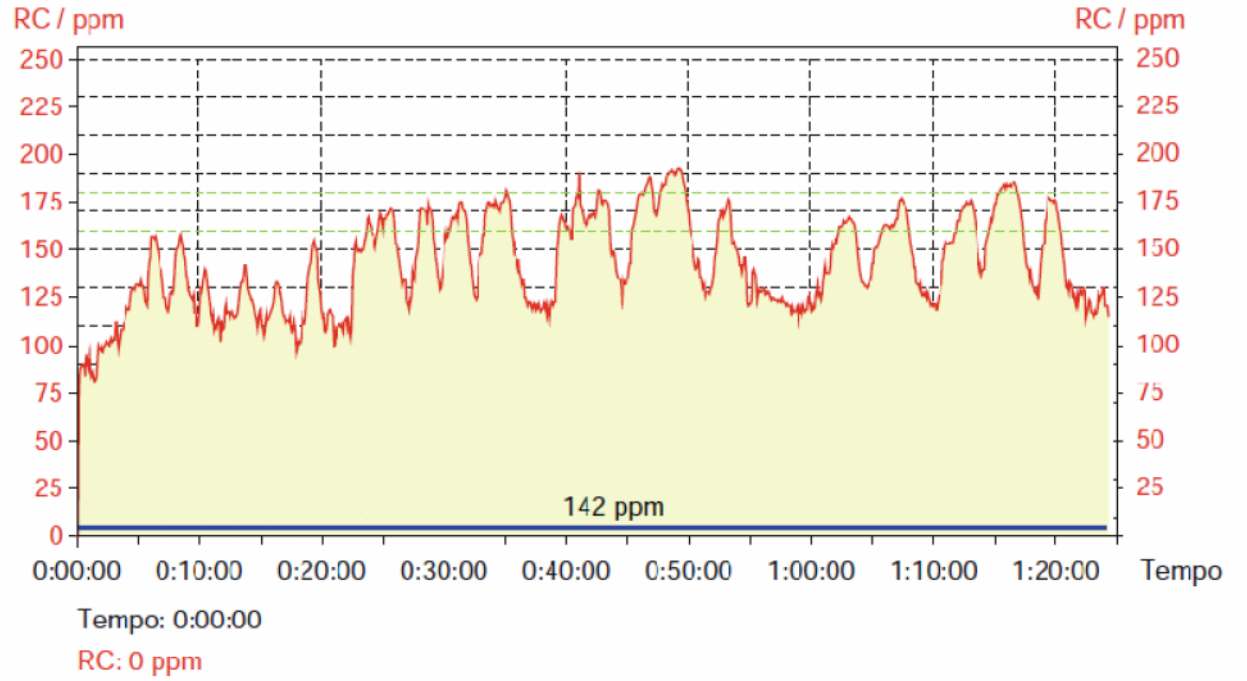
شکل ١٦.١. سطوح شدت مسابقه پایانی دو دوره از مسابقات قهرمانی جهان نشان دهنده تفاوت قابل توجه در شدت مسابقات رقابت های کاراته است.



نمودار ۱۶.۲. ضربان قلب تیم ملی کمیته در هنگام یک مبارزه پ شدت ۳ دقیقه ای یکی از راندهای آمادگی برای مسابقات قهرمانی اروپا. ضربان قلب در اغلب زمان بالاتر از ۱۷۵ ضربه در دقیقه قرار دارد.



نمودار ۱۶.۳. ضربان قلب (که با مانیتور پولار ارزیابی شده است) در طول ۲ ساعت جلسه تمرینی کمیته تیم کاراته اسپانیا. توجه کنید به شدت بالای مبارزه های ۳ دقیقه ای.



نمودار ١٦.٤. ضربان قلب (که با مانیتور پولار ارزیابی شده است) در طول جلسه تمرینی ۸۵ دقیقه ای رقابت کاتای تیم کاراته اسپانیا. توجه کنید که سطوح وهله های فعالیت های پر شدت مشابه هستند با رقابت های کمیته.

رقابت ها با هدف انتخاب یک نفر در هر دسته(از بین هر ۵ نفر) برای شرکت در مسابقات قهرمانی جهان در اسپانیا در سال ۱۹۹٦ انجام گرفت.

کیک بوکسینگ

ورزش کیک بوکسینگ از ورزش های رزمی است که در آن ضربات زیادی با بخش های مختلف بدن رد و بدل می شود. فاکتورهای مهم و اصلی در این ورزش سرعت بالا، توان و قدرت عضلانی، چابکی و همچنین توانایی ذهنی بالا می باشد. با توجه به اینکه مسابقات کیک بوکسینگ در راندهای ۲ تا ٤ دقیقه ای با فواصل استراحتی ۱ تا ۲ دقیقه ای انجام می شود و اغلب شامل ۳ تا ۵ راند و در برخی از سبک ها تا ۱۲ راند می باشد همهٔ سیستم های انرژی فسفاژن، گلیکولیتیک بی هوازی و فسفوریلاسیون هوازی در آن درگیر هستند. با توجه به اینکه حرکات و ضربات در این ورزش ماهیت توانی و قدرتی دارند از نظر اهمیت، سیستم فسفاژن و گلیکولیتیک بی هوازی از اهمیت بیشتری برخوردارند. از طرفی، با توجه به زمان ۱۰ تا ۲۰ دقیقه ای مسابقه سیستم هوازی نیز اهمیت بالایی دارد.

سیستم های انرژی

جدول زیر میزان مشارکت سیستم های انرژی را با توجه به مدت زمان انجام کیک بوکسینگ نشان می دهد. بازسازی ATP از مسیرهای بی هوازی به منظور تولید برون ده توانی بیشینه بسیار ضروری است. با توجه به اینکه هر مسابقه کیک بوکسینگ تا ۱۲ راند ممکن است طول بکشد و هر راندی ۲ تا ٤ دقیقه می باشد اهمیت سیستم هوازی برای بازیافت سیستم های بی هوازی مثل فسفاژن بسیار مهم است. دیده شده است ارتباط قوی بین توانایی سیستم هوازی و بازیافت سیستم فسفاژن وجود دارد. کیک بوکسورها بیش از ۵۰ درصد از ATP خود را از منابع متابولیسم هوازی به دست می آورند. با توجه به اینکه ورزش کیک بوکسینگ هر دو سیستم هوازی و بی هوازی را تحت فشار قرار می دهد از این رو مربیان باید برنامه های ویژه ای برای تقویت هر دو سیستم داشته باشند. همچنین دیده شده است کاهش آمادگی هوازی و غیرهوازی با افزایش بروز آسیب همراه بوده است.پژوهش نشان داد میانگین ظرفیت بی هوازی ٤ کیک بوکسور حرفه ای (٦٨ تا ٧٦ کیلوگرمی) از کشتی گیران آماتور بالاتر و میانگین سیستم هوازی آنها از کاراته کاران و بوکسورهای حرفه ای بالاتر است. درصد مشارکت سیستم های انرژی هوازی و بی هوازی در هنگام فعالیت ورزشی پرشدت در جدول زیر نشان داده شده است.

جدول۱۹-۲. درصد مشارکت سیستم های انرژی هوازی و بی هوازی در هنگام فعالیت ورزشی پرشدت

Duration of maximal-intensity exercise (s)							
	10	30	60	120	240	600	1,800
Anaerobic (%)	90	80	70	60	35	15	5
Aerobic (%)	10	20	30	40	65	85	95

Shaded portion represents typical time range of a round in kickboxing

عوامل موثر در موفقیت در ورزش های رزمی

با توجه به ماهیت ورزش های رزمی عوامل چندی وجود دارند که مربیان و ورزشکاران برای موفقیت هر چه بیشتر باید آنها را بیشتر مد نظر قرار دهند. به طور خلاصه مهمترین عوامل موثر در موفقیت رزمی کاران عبارتنداز:

۱.استراحت و بازیافت کافی
۲.تغذیه مطلوب
۳.تقویت سیستم های انرژی و مسیرهای سوخت و سازی درگیر در فعالیت
٤.یادگیری مهارت ها
۵.آمادگی روان شناختی

روش های تمرینی مهم برای تقویت سیستم های انرژی و توان هوازی و بی هوازی

با توجه به این موضوع که ماهیت ورزش های رزمی به صورت اینتروال و تناوبی است مهمترین و بهترین شیوهٔ تمرینی که به تقویت هر دو سیستم هوازی و بی هوازی ورزشکاران کمک می کند، تمرین اینتروال پر شدت (یکی از اشکال مهم تمرینات توانی و قدرتی) یا HIT[۲٤] می باشد. دلیل اهمیت این روش تمرینی مشابه بودن ماهیت انجام آن با ماهیت ورزش های رزمی می باشد.

تمرینات اینتروال پر شدت

در این نوع تمرین فعالیت مورد نظر در تکرارهای متعدد با حداکثر شدت ممکن به همراه زمان های بازیافت مشخص انجام می گیرد. مدت زمان انجام این فعالیت ها باید به گونه ای باشد که سیستم گلیکولتیک بی هوازی را به خوبی تحت فشار قرار دهد. علاوه براین، کاهش فواصل استراحت بین تواتر ها به تقویت سیستم هوازی کمک می کند. مدت زمان مناسب برای تحت فشار قرار دادن سیستم گلیکولیز بی هوازی ۱۵ ثانیه تا ۲ دقیقه و نسبت کار به استراحت در آنها ۱ به ۲ است. به طور کلی تمرینات اینتروال برای کیک بوکسورها مستلزم انجام فعالیت های ورزشی سرعتی شدید است برای مثال: دویدن سریع و سرعتی در کوهپایه ها و تپه ها، حرکات سرعتی پرقدرت توانی تدافعی و .... نکته مهم که نباید فراموش کرد بازیافت مناسب و کافی بعد از تمرینات اینتروال پر شدت است که به ٤۸ ساعت زمان نیاز دارد.

[24] High Intensity Interval

تقویت سیستم فسفاژن نیز به انجام فعالیت های سرعتی با شدت حداکثر در مدت زمان کمتر از ۱۵ ثانیه نیاز دارد. در این فعالیت ها تواتر یا نسبت کار به فعالیت باید ۱ به ۵ باشد برای مثال دوی ۱۰ ثانیه ای حداکثر به همراه ۵۰ ثانیه استراحت نیاز دارد.

دیگر روش های تمرینی

علاوه بر تمرینات اینتروال برای بهبود سیستم بی هوازی، دیگر روش های تمرین توانی ممکن است در برنامه تمرین توانی رزمی کاران قرار گیرد. شیوه های تمرینی دیگر مهم عبارتنداز: تمرین با وزنه به صورت انفجاری، تمرینات پلایومتریک، تمرینات چابکی.

- تمرینات پلایومتریک، با کاهش زمان انتقال بین انقباض درون گرا و برون گرا حین حرکت ها انجام می گیرد و شامل پرشها با یک پا، پریدن از روی جعبه های ویژه، پرتاب توپ مدیسنبال می باشد.
- چابکی توانایی تغییر مسیر با سرعت ممکن و شتاب گرفتن می باشد و از طریق تمرینات با پا (رقص پا) پر شدت در رینگ بهبود می یابد.

نکته: تکرار تمرینات توانی باید با تمرکز بالای ذهن، حداکثر نیرو و توان و در حداقل زمان ممکن انجام گیرد تا به بهبود توان و قدرت منجر شود. در این رابطه دوره های بازیافت اهمیت زیادی دارد چرا که عدم بازیافت کافی بین ست ها از عملکرد و توانایی کیک بکسور در ست بعدی می کاهد. همچنین نباید در خستگی تمرینات انجام گیرد زیرا در این حالت ورزشکار نمی تواند حداکثر توان خود را به کار گیرد و احتمال بروز آسیب وجود دارد.

مثال:

وزنه تمرینی به صورت انفجاری

حجم: ۵ تا ٦ ست ٦ تکراری

شدت : بین ۷۵ تا ۹۰ درصد 1RM باشد.

تواتر هفتگی: ۲ تا ۳ جلسه

تمرینات پلایومتریک

حجم: حدود ۱۰۰ تماس (۱۰۰ حرکت پرشی به صورت لی لی) به صورت ۱۰ ست ۱۰ تایی

تواتر: ۱ به ۱۰

زمان بازیافت: ٤٨ تا ٧٢ ساعت

تمرینات قدرتی

تمرینات قدرتی می تواند حداکثر قدرت انقباض عضلانی و قدرت انقباض زیر حداکثر را افزایش دهد که هردو نکات کلیدی در توسعهٔ توان هستند. این تمرینات پایه ای برای تمرینات توانی هستند و با تقویت ساختار عضلانی اسکلتی از آسیب پیش گیری می کنند.

تمرینات قدرتی باید شامل حرکات پرتابی باشد که با درگیری چند مفصل همراه است برای مثال حرکت پرس نیمکت مشابه با مشت زدن به صورت مستقیم. برای تقویت قدرت کیک بوکسور باید وزنه ای انتخاب شود که بتوان با آن چند ست ١٢ حرکتی سریع را انجام داد در صورتی که تعداد تکرار از ١٥ بیشتر شود از قدرت کاسته می شود. با افزایش حجم تمرینات از ٦ ست ١٢ تکراری قدرت افزایش نمی یابد.

زمان بازیافت بین ست ها: ٢ تا ٥ دقیقه

بازیافت بین جلسات : ٤٨ ساعت

نکته: کاهش زمان استراحت و افزایش تکرار ها موجب تقویت سیستم هوازی می شود.

بهبود ظرفیت هوازی حداکثر

برای بهبود ظرفیت هوازی حداکثر به انجام تمرینات اینتروال و استقامتی نیاز است. همچنین در صورتی که هدف دوره تمرینی شان تقویت هر دو سیستم بی هوازی و هوازی باشد می توان با کاهش زمان استراحت بین ست ها به تقویت سیستم هوازی نیز پرداخت. ظرفیت هوازی را می توان به وسیلهٔ انجام فعالیت های استقامتی مانند دوها، تمرینات دویدن با کیسه های شنی و ... تقویت کرد.

مثال :

شدت : ٦٠ تا ٨٠٪ VO2max

زمان هر جلسه: ٢٠ تا ٣٠ دقیقه

تواتر: ٤ جلسه در هفته به همراه دیگر تمرینات

جدول زیر نحوهٔ محاسبه دامنهٔ مورد نظر شدت فعالیت ورزشی را از طریق محاسبه ضربان قلب هدف نشان می دهد.

جدول----. محاسبه شدت فعالیت ورزشی هدف از طریق ضربان قلب ذخیره.

Formula steps	Example
1. Maximal HR = 220 – Age in years	220 – 20 = 200 bpm
2. HRR = Maximal HR – Resting HR	200 – 60 = 140 bpm
3. 60% HRR = 0.60 × HRR	0.60 × 140 = 84 bpm
4. 80% HRR = 0.80 × HRR	0.80 × 140 = 112 bpm
5. Add 60% and 80% HRR values to resting HR to obtain target HR range	84 + 60 = 144 bpm 112 + 60 = 172 bpm
The target HR range for this kickboxer would therefore be 144–172 bpm, which corresponds to the desired aerobic exercise intensity of 60–80% of VO_{2max}.	

Example: 20-year-old with resting heart rate of 60 beats per min
HR: heart rate; bpm: beats per min; HRR: heart rate reserve

نکات مهم:

۱. در نهایت تمام تمرینات انجام شده باید به صورت اختصاصی و مشابه با شرایط مسابقه در رینگ مسابقه انجام گیرد.

۲. با توجه به اهمیت دامنه حرکتی مفصل در بهبود تکنیک ها و جلوگیری از بروز آسیب باید تمرینات کششی دینامیک و استاتیک نیز از برنامه های اصلی رزمی کاران باشد.

۳. برای جلوگیری از بروز بیش تمرینی باید از کاهش تدریجی شدت تمرینات و حجم آنها قبل از برنامهٔ مسابقه ، تغذیه مطلوب و استراحت غافل نشد.

منابع و مآخذ

1. Ramin Kordi • Nicola Maffulli Randall R. Wroble • W. Angus Wallace (2010). Combat Sports Medicine. Springer.

بوکس

2. 1 . Jako P . Safety measures in amateur boxing . Br J Sports Med. 2002 ; 36 : 394 – 395 .
3. 2. Jako P. Doctors for boxers and boxing: AIBA Medical Commission . In: Jako P (ed) Doctorsat Ringside. Hungary : AIBA publication ; 2006 , pp. 143 – 198 .
4. 3. Glen J. Conditioning for Amateur Boxing .Ludlow : Sports Fitness Systems ; 1983 .

جودو

5. Thomas . Physiological profiles of the Canadian National Judo Team. Can. J. Sport Sci4(3):142–7.
6. Vidalin H , Dubreil C . jodokas ceinture noire,Suivi physiologique: etudesbiometriqueset bioenergetique . Suivi de l'entrainement. Med Sport 1988 ; 62 (4) : 184 – 9.
7. Callister R et-al. . Physiological Characteristics of elite judo athletes . Int J Sport Med1991 ; (12) : 196 – 203
8. Taylor AW , Brassard L . A physiological profile of the Canadian judo team . J Sports Med PhysFitness 1981 ; (21) : 160 – 4
9. Bar-Or O . The Wingate anaerobic test: an update on methodology, reliability and validity .Sports Med 1987 ; 4 : 381 – 94 .
10. Little NG . Physical performance attributes of junior and senior women, juvenile, junior andsenior men judokas . J Sports Med Phys Fitness 1991 Dec ; 31 (4) : 510 – 20
11. Sharrat MT et al . A physiological profile of elite Canadian freestyle wrestlers . Can J ApplSport Sci 1986 ; 11 : 100 – 5
12. Cox MH et al. The physiological assessment of the Canadian national Swimming Team: areport to the Canadian Amateur Swimming Association (1989), unpublished
13. Sharp NCC et al . Anaerobic power and capacity measurements of the upper body in elite judoplayers, gymnasts and rowers . Scottish J Phys Educ 1988 ; 16 (2) : 26 – 37
14. Formosi I . Body composition, somatype and some motor performance in judiosts . J SportsMed Phys Fitness 1980 ; 20 : 431 – 4
15. Ohyabu Y et al . Cardiac silhouette in well-trained Japanese judo athlets . Int J Sports Cardiol1987 ; 4 (1) : 43 – 6
16. Amtmann J, Cotton A. Strength and conditioning for judo. National Strength and ConditioningAssociation Vol 27; (2):26–31.

تکواندو

۱۷. عباسعلی گائینی ، یدالله محمودی ، کیوان مرادیان ، علی‌اصغر فلاحی

.ارتباطبینویژگی‌هایپیکری،فیزیولوژیکیوترکیبدنیتکواندوکارانتخبۀمردباموفقیتآنها.نشریه علوم زیستی ورزشی، ۱۳۸۹،دوره: ۱، شماره: ٤.

18. Heller J , PeričT , Dlouhá R , Kohlíková E , Melichna J , Nováková H . Physiological profiles ofmale and female taekwondo (ITF) black belts . J Sports Sci .1998 ; 16 (3) : 243 – 249 .
19. Bercades LT, Hilbert C, Ferrin A, Bricken H, Lochner L, Pieter W. Heart rate response to a simulatedtaekwondo competition. International Conference on Current Research Into Sport Sciences;1994 July 28–30; St. Petersburg Research Institute of Physical Culture, St. Petersburg, Russia.
20. Bercades LT, Ferrin A, Hilbert C, Bricken H, Lochner L, Pieter W. Lactate kinetics during asimulated taekwondo match. International Conference on Current Research Into Sport Sciences;1994 July 28–30; St. Petersburg Research Institute of Physical Culture, St. Petersburg, Russia.
21. Lee SK. A study to verify changes in blood component levels due to taekwondo competition.In: ICHPER.SD 40th World Congress Proceedings. Seoul: Kyunghee University; 1997, pp.264–266.

22. Olds T, Kang SJ. Anthropometric characteristics of adult male Korean taekwondo players. In:OTSC Organizing Committee (ed) The 1st Olympic Taekwondo Scientific CongressProceedings. Seoul: Korean National University of Physical Education; 2000; pp. 69–75.
23. Chan K , Pieter W , Moloney K . Kinanthropometric profile of recreational taekwondo athletes .Biol Sport 2003 ; 20 (3) : 175 – 179 .
24. Taaffe D, Pieter W. Physical and physiological characteristics of elite taekwondo athletes.In: Commonwealth and International Conference Proceedings. Vol. 3. Sport Science. Part 1,Auckland, New Zealand: NZAHPER, 1990, pp. 80–88.
25. MarkovičG , Mišigoj-Durakovi M , Trnini S . Fitness profile of elite Croatian female taekwondoathletes . Coll Anthropol .2005 ; 29 (1) : 93 – 99 .
26. Aiwa N, Pieter W. Sexual dimorphism in body composition indices in adolescent martial artsathletes. Braz J Biomotric. 2007; 1(3) 56–64.
27. Pieter W . Performance characteristics of elite taekwondo athletes . Kor J Sport Sci .1991 ; 3 :94 – 117 .
28. Pieter F , Pieter W . Speed and force of selected taekwondo techniques . Biol Sport .1995 ;12 (4) : 257 – 266 .
29. Toskovic NN , Blessing D , Williford HN . The effect of experience and gender on cardiovascularand metabolic responses with dynamic taekwondo exercise . J Str Cond Res .2002 ; 16 (2) :278 – 285 .
30. Thompson WR , Vinueza C . Physiologic profile of Tae Kwon Do black belts . Sports MedTrain Rehab .1991 ; 3 (1) : 49 – 53 .

کاراته

31. http://www.wkf.net.
32. Francescato MP , Talon T , Di Pampero PE . Energy costs and energy sources in karate . Eur JAppl Physiol .1995 ; 71 : 335 – 361 .
33. Imamura H , Yoshitaka Y , Uchida K , et al . Heart rate responses and perceived exertion duringtwenty consecutive karate sparring matches . Aus J Sci Med Sport .1996 ; 28 : 114 – 115 .
34. Nunan D. Development of a sports specific aerobic capacity test for karate. A pilot study.J Sports Sci Med. 2006: 47–53
35. Santiago M , Arriaza R . Heart rate and blood lactate during high level karate competition . 5thCongress on Karate Medicine . Rio de Janeiro (Brazil) , 1998 .
36. Arriaza R , Leyes M . Injury profile in competitive karate: prospective analysis of three consecutiveWorld Karate Championships . Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc .2005 ; 13 (7) :603 – 607 .
37. Zetaruk MN , Violán MA , Zurakowski D , Micheli LJ . Injuries in martial arts: a comparison offive styles . Br J Sports Med .2005 ; 39 : 29 – 33 .
38. Macan J , Bundalo-Vrbanac D , Romic G . Effects of the new karate rules on the incidence anddistribution of injuries . Br J Sports Med .2006 ; 40 : 326 – 330 .

کیک بوکسینگ

39. Powers SK , Howley ET . Exercise Physiology: Theory and Application to Fitness andPerformance , 5th ed . New York : McGraw-Hill ; 2004 .
40. Kraemer WJ . Physiological adaptations to anaerobic and aerobic endurance training

41. programs . In: Baechle TR , Earle RW (eds) Essentials of Strength Training and Conditioning ,2nd ed . Champaign, IL : Human Kinetics ; 2000 , pp. 137 – 168 .
42. Birrer RB . Trauma epidemiology in the martial arts: the results of an eighteen-year internationalsurvey . Am J Sports Med .1996 ; 24 : S72 – 9 .
43. Sanders MS , Antonio J . Strength and conditioning for submission fighting . Strength Cond J .1999 ; 21 : 42 – 5 .
44. Zabukovec R , Tiidus PM . Physiological and anthropometric profile of elite kickboxers .J Strength Cond Res .1995 ; 9 : 240 – 2 .
45. MacDougall JD , Hicks AL , MacDonald JR , et al . Muscle performance and enzymatic adaptationsto sprint interval training . J Appl Physiol .1998 ; 84 : 2138 – 42 .
46. Chu DA . Jumping into Plyometrics , 2nd ed . Champaign, IL : Human Kinetics ; 1998 .