



بک جهانی کانک فوتوآ ۲۱
معاونت آموزش

فیزیولوژی ورزشی



تقدیم به:
رهبران طریقت دانایی کانک فوتوآ ۲۱

کردآوری: بیارومه محبوبه هاوشکی

از دوران کودکی فرا گرفته ایم که ۳۷ درجه سانتیگراد یک دمای طبیعی برای بدن است و ارقام بالاتر یا پایین تر از آن غیر طبیعی است. چگونه بدن قادر است که دمای بدن را در یک دامنه کم ثابت نگهدارد؟ علاوه بر این، چگونه است که وقتی بدن به هنگام ورزش گرمای زیادی تولید می کند ما با مشکل گرمزدگی مواجه نمی شویم؟ چه عاملی دمای بدن را بخوبی در حد طبیعی حفظ می کند؟

کلودو برنارد، فیزیولوژیست فرانسوی، در یکصد سال پیش مشاهده کرد که محیط داخلی بدن علی رغم تغییر شرایط محیط خارج به طور قابل توجهی ثابت باقی می ماند.

در واقع حفظ محیط داخلی بدن در یک حالت نسبتاً پایدار، با وجود تاثیر عوامل مختلف مانند ورزش، گرما، سرما یا روزه یک امر تصادفی نیست بلکه سیستمهای کنترل پیچیده ای در این امر دخالت دارند.

هومئوستاز (پویایی پایدار): واژه هومئوستاز بنا به اظهار والتر کانون یعنی ابقاء یا بدون تغییر محیط داخلی.

سیستمهای کنترل بدن

تقریباً تمامی سیستمها در اندامهای مختلف بدن به حفظ و بقای شرایط هومئوستاز کمک می کنند. برای مثال ریه ها (سیستم تهویه) و قلب (سیستم گردش خود) در جابجایی اکسیژن مصرف شده و دفع انیدرید کربنیک تولید شده با یکدیگر همکاری دارند.

ماهیت سیستمهای کنترل: یک سیستم کنترل زیستی را می توان به مثابه یک رشته اجزاء به هم پیوسته تلقی کرد که در حفظ و بقای پارمترهای فیزیکی و شیمیایی بدن نقش دارند.

اجزاء عمده یک سیستم کنترل زیستی شامل: ۱- گیرنده، ۲- مرکز در هم آمیختن، ۳- عمل کننده است.

عاملی که سیستم کنترل را فعال می سازد یک محرک یا برانگیزنده فشار خون است.

برگشت شرایط محیط داخلی به حد طبیعی سبب میشود تا از قدرت و شدت محرک اولیه که آغازگر فعالیت سیستم کنترل زیستی بود کاسته شود. یک چنین فرایندی بازخورد منفی نامیده می شود.

بازخورد منفی: غالب سیستمهای کنترل شرایط داخلی بدن نقش «بازخورد منفی» را بر عهده دارند. یک نمونه بارز از بازخورد منفی تنظیم تراکم انیدرید کربنیک مایع برون سلولی است.

بهره وری یک سیستم کنترل: وقتی که یک سیستم کنترل به کار می رود تا شرایط هومئوستاز بدن را پایدار نگهدارد بهره وری آن سیستم نامیده میشود.

تنظیم گلوکز خون

سیستم غدد درون ریز نیز در حفظ هومئوستاز بدن نقش دارند. بدن دارای هشت غده درون ریز اصلی است که مواد شیمیایی تولید خود را که هورمون نامیده میشوند به داخل خون می ریزند هورمونها از طریق سیستم گردش خون به تمام قسمتهای بدن برده میشوند و بر تنظیم جریان مواد و مایعات و همچنین اعمال سوخت و سازی بافتها اثر می گذارند.

یک تست کنترل هومئوستازی

فعالیت عضلانی را می توان به عنوان یک تست آزمایشی سیستمهای کنترل هومئوستازی بدن مورد توجه قرار داد. زیرا، فعالیت عضلانی دارای پتانسیلی است که بسیاری از متغیرهای هومئوستازی را بر هم می زند. برای مثال، هنگام اجرای فعالیت ورزشی سنگین عضلات اسکلتی مقدار زیادی اسید لاکتیک تولید می کنند که سبب افزایش حالت اسیدی درون و برون سلولی میشود. افزایش حالت اسیدی نشانه یک رشته تغییرات مهم در سیستم کنترل تعادل اسیدی - بازی بدن است علاوه بر این فعالیت ورزشی سنگین موجب مصرف مقدار زیادی اکسیژن و تولید انیدرید کربنیک میشود

این تغییرات باید با افزایش تنفس (تهویه ریوی) و جریان خون برای تحویل اکسیژن به عضلات فعال و دفع انیدرید کربنیک حاصل از سوخت مواد به حالت طبیعی برگردد. مضافا اینکه هنگام فعالیت ورزشی سنگین عضلات در گیر، مقدار زیادی گرما تولید می کنند که باید برای جلوگیری از گرمزدگی از بدن دفع شود.

انرژی زایی زیستی

تمام سلولها قادرند که مواد غذایی را (مانند: چربیها، پروتئینها و کربوهیدراتها) به انرژی زیستی مفید تبدیل کنند. این فرایند انرژی زایی زیستی نامیده میشود برای دودیدن، پریدن یا شنا کردن سلولهای عضله اسکلتی باید قادر باشند که پیوسته از مواد غذایی انرژی جذب کنند. برای اینکه انقباض ادامه داشته باشد، سلولهای عضلانی باید از یک منبع انرژی دراز مدت برخوردار باشند. وقتی انرژی در دسترس نباشد، انقباض عضلانی امکان پذیر نخواهد بود و در نتیجه ادامه کار متوقف می شود.

ساختار سلول

سلول در قرن هفدهم توسط رابرت هوک دانشمند انگلیسی شناخته شد. چهار عنصر (هر عنصر یک ماده شیمیایی اصلی است) ۹۵٪ بدن انسان را تشکیل می دهند. این عناصر معمولی عبارتند از اکسیژن (۶۵٪)، کربن (۱۸٪)، هیدروژن (۱۰٪) و ازت (۳٪).

ترکیباتی که دارای عنصر کربن هستند مواد آلی نامیده میشوند و ترکیباتی که بدون عنصر کربن هستند به مواد غیر آلی معروفند. برای مثال آب کربن ندارد، بنابر این یک ماده غیر آلی است. در حالی که پروتئینها، چربیها و کربوهیدراتها دارای کربن هستند و مواد آلی نامیده میشوند.

۱- **غشاء سلولی** : غشاء سلولی یک پرده نیمه تراوا است که سلول را از محیط خارج جدا می سازد . احاطه کردن مواد داخلی سلول و تنظیم عبور مواد به داخل و خارج سلول دوتنقلش بسیار مهم غشاء سلولی است .

۲- **هسته** : هسته یک اندامک گرد و بزرگ در سلول است که مواد ژنتیکی سلولی (ژنها) را دربر دارد . هسته در ساخت پروتئینها ، که تعیین کننده ترکیبات سلولی و کنترل کننده عمل سلولی است نقش دارد .

۳- **سیتوپلاسم** : مایع سلولی است که میان هسته و غشاء قرار دارد . در سیتوپلاسم اندامکهای مختلفی وجود دارند که اعمال سلولی ویژه ای را انجام می دهند . میتوکندری که اغلب نیروگاه سلول نامیده میشود یکی از این اندامکها است .

گرما پویایی : جریان انرژی درسیستمهای موجود زنده از قوانین اول و دوم گرماپویایی پیروی می کند . بر اساس قانون اول گرما پویایی انرژی نه به وجود می آید و نه از بین می رود ، اما می تواند از یک نوع به نوع دیگری تبدیل شود . گاهی این اصل را «قانون بقای انرژی» ، می نامند ، قانون دوم گرما پویایی بر این امر نظر دارد که در اثرتبدیل انرژی ، جهان واجزاء آن به سمت بی نظمی که آنتروپی نامیده می شود سوق دارد .

آنزیمها : سرعت واکنشهای شیمیایی داخل بدن به وسیله کاتالیزورهایی که آنزیم نامیده میشوند تنظیم می گردد . آنزیمها مواد پروتئینی هستند که در تنظیم فرایندهای سوخت و سازی درون سلولی نقش بسزایی دارند .

واکنشهای شیمیایی زمانی به وقوع می پیوندد که مواد واکنش را به قدر کافی انرژی ایجاد کنند

کربوهیدراتها : کربوهیدراتها از اتمهای کربن ، هیدروژن ، و اکسیژن تشکیل شده اند . از هر گرم کربوهیدرات تقریباً ۴ کیلوکالری انرژی در بدن آزاد میشود . گیاهان از ترکیب انیدریکربنیک و آب در حضور انرژی خورشیدی طی فرایندی به نام فتوسنتز کربوهیدرات تولید می کنند .

چربیها : عناصری که چربیها را تشکیل می دهند مشابه همان عناصری هستند که در کربوهیدراتها یافت میشوند ، چربی ذخیره شده در بدن منبع انرژی بسیار خوبی است ، هر گرم چربی تقریباً ۹ کیلو کالری انرژی آزاد می کند که نزدیک به دو برابر انرژی است که از کربو هیدراتها و پروتئینها آزاد میشود

پروتئینها : پروتئینها از ترکیب اسیدهای آمینه به وجود می آیند . حداقل ۲۰ نوع اسید آمینه مختلف بر ای ساخت انواع بافتها ، آنزیمها ، پروتئینهای خون و غیره لازم است . نه اسید آمینه در داخل ساخته نمیشوند و باید به عنوان اسیدهای آمینه ضروری همراه با مواد غذایی مصرف شوند پروتئینها از به هم پیوستن اسیدهای آمینه به یکدیگر به وسیله پیوندهای شیمیایی به نام « باندهای پپتیدی » به وجود می آیند .

سوخت وسازبه هنگام ورزش : 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

مراحل انتقال از استراحت به ورزش

تغییرات متابولیکی در عضلات اسکلتی در آغاز فعالیت برای تولید انرژی مورد نیاز باید رخ دهد؟ در هنگام انتقال از استراحت به یک ورزش سبک یا متوسط اکسیژن مصرفی به سرعت افزایش پیدا می کند و در مدت یک تا چهار دقیقه به حالت یکنواخت و پایدار می رسد. در واقع اکسیژن مصرفی به طور ناگهانی افزایش پیدا نمی کنند تا به حالت پایدار برسد و این امر به دلیل شرکت منابع انرژی بی هوازی در تولید ATP در شروع فعالیت ورزشی است.

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 (تفاوت مقدار اکسیژن مصرفی که فرد استفاده می کند با مقدار اکسیژن واقعی که مورد نیاز دارد، کسر اکسیژن می نامند). فرد تمرین کرده از یک توانایی بهتر برای تولید انرژی زیستی برخوردار است که این برتری در نتیجه سازگاری قلبی - عروقی و عضلانی است. سیستم تولید انرژی از طریق هوازی در یک فرد تمرین کرده زودتر شروع میشود و 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 و شدید اصولاً از طریق فرایندهای بی هوازی تامین میشود. مقدار ATP تولید شده از سیستم PC - PTA یا گلیکولیز به مدت فعالیت بستگی دارد.

ورزش دراز مدت

انرژی لازم برای اجرای یک فعالیت ورزشی دراز مدت (بیشتر از ده دقیقه) اصولاً از طریق متابولیسم هوازی فراهم میشود. در یک چنین فعالیتهای متوسط و زیربیشینه اکسیژن مصرفی در یک حالت پایدار و یکنواخت باقی می ماند. اول، فعالیت ورزشی دراز مدت در یک محیط گرم و مرطوب سبب میشود که اکسیژن مصرفی افزایش بیشتری پیدا کند. بنابراین یک حالت پایدار در این نوع از فعالیتهای مشاهده نمیشود. دوم، فعالیت مستمر با شدت نسبتاً زیاد سبب افزایش تدریجی اکسیژن مصرفی در مدت فعالیت می شود.

عوامل تعیین کننده نوع سوخت

در فعالیتهای ورزشی سنگین و شدید کربوهیدراتها منبع اصلی برای تولید انرژی هستند. علاوه بر این، کربوهیدراتها به عنوان ماده اولیه 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 پروتئینی

مواد پروتئینی سهمی کمتر از ۲٪ در تولید انرژی برای اجرای فعالیتهای ورزشی برعهده دارند. تحقیقات اخیر نشان می دهد که سهم کل مواد پروتئینی در حدود ۵ تا ۱۵٪ است. نقشی که مواد پروتئینی به عنوان منبع تولید انرژی به هنگام اجرای فعالیتهای ورزشی ایفا می کنند به ذخایر کربوهیدراتها و حضور اسیدهای آمینه با زنجیره انشعابی کوتاه و اسید آلانین بستگی دارد.

آلانین در کبد به گلوکز تبدیل میشود و از طریق خون به عضلات اسکلتی بر می گردد تا به عنوان منبع انرژی مورد استفاده قرار گیرد. فعالیتهای ورزشی دراز مدت یکی از این گونه عوامل است. دام و همکارانش نشان دادند آنزیمهایی که پروتئینهای عضله را تجزیه می کنند پروتئازها، پس از یک ورزش دراز مدت فعال میشوند.

تنظیم سوخت وساز مواد کربوهیدرات

بیشترین مقدار کربوهیدراتی که به عنوان منبع انرژی به هنگام اجرای فعالیتهای ورزشی مورد استفاده قرار می گیرد از طریق گلیکوژن ذخیره شده در داخل عضله تامین می گردد و از طریق خون وارد عضله میشود.

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 میشود. ذخیره ۳۵۰۰ کیلوکالری از طریق مصرف مواد غذایی سبب ذخیره حدود ۴۵۰ گرم چربی در بدن میشود. عامل اصلی که نقش چربی را به عنوان یک ماده اولیه انرژی را به هنگام فعالیت ورزشی تعیین می کند حضور چربی در داخل سلولهای عضلانی است.

برگشت به حالت اولیه از ورزش: واکنشهای سوخت وسازی

افزایش دمای بدن سبب ازدیاد میزان سوخت وساز میشود. تراکم اپی نفرین و نوراپی سبب افزایش اکسیژن مصرفی پس از پایان فعالیت ورزشی میشود. چرخه کربس در کبد به گلیکوژن تبدیل میشود. فعالیت ورزشی اکسیده میشود به این معنی که اسید لاکتیک پس از پایان فعالیت ورزشی اکسیده میشود. اسید لاکتیک به اسید پیرویک تبدیل میشود و در قلب، عضلات اسکلتی غیر فعال و سایر اندامها به مصرف میرسد. ۷۰٪ و ۲۰٪ بقیه به اسیدهای آمینه تبدیل میشود.

اسید لاکتیک خیلی سریعتر با اجرای فعالیت سبک پس از قطع ورزش سنگین دفع میشود تا اینکه ورزشکار بدون حرکت باشد و استراحت کند. فعالیت ورزشی سبک و مستمر فرایند اکسایش اسید لاکتیک را در مرحله برگشت تقویت می کند. فعالیت در مرحله برگشت به حال اولیه ۳۰ تا ۴۰٪ حداکثر مصرفی است.

واکنشهای هورمونی نسبت به ورزش

منابع انرژی برای فعالیت عضلانی عبارتند از گلیکوژن، چربی عضله، گلوکز و اسیدهای چرب آزاد. پلاسمای به مقدار کمی اسیدهای آمینه است. چه عاملی فراهم شدن منابع انرژی را کنترل می کند؟ چه عاملی سلولهای ذخیره چربی را تحریک می کند چگونه کبد آگاه میشود که از گلوکز خون به هنگام ورزش کاسته شده است و لازم است جایگزین شود؟ اگر گلوکز خون جایگزین نشود هیپوگلیسمی (افت قند خون) به وجود می آید.

هیپوگلیسمی از موارد مهمی است که هنگام فعالیت ورزشی، بدن سعی می کند با آن مواجه نشود و قند خون را در یک حالت پایدار باقی نگه دارد. اگر اعمال سیستم عصبی مرکزی به طور مطلوب به هنگام فعالیت انجام نگیرد خستگی زودرس رخ میدهد و حتی احتمال بروز آسیب دیدگی نیز افزایش پیدا می کند.

تراکم هورمونها در خون

اثر هورمونها بر بافتها و اندامهای هدف مستقیماً به مقدار تراکم آنها در خون و تعداد گیرنده های فعال که هورمونها به آنها می پیوندند بستگی دارد. تراکم هورمونها به چند عامل وابسته است: ۱- مقدار رهاشدن هورمونها از غدد درون ریز ۲- مقدار متابولیسم یا دفع هورمون از پلاسما ۳- مقدار پروتئین حامل برخی از هورمونها در پلاسما ۴- تغییر حجم پلاسما

کنترل ترشح هورمونها

مقدار هورمونی که از یک غده درون ریز رها میشود به اندازه محرک و این که آیا محرک تسهیل کننده یا بازدارنده است بستگی دارد. اغلب غدد درون ریز تحت تاثیر بیش از یک محرک قرار دارند که این محرکها ممکن است یکدیگر را تقویت و یا تضعیف کنند.

متابولیسم و دفع هورمونها

به میزان متابولیسم (غیر فعال شدن) و شدت دفع آن بستگی دارد. متابولیسم یا غیر فعال شدن هورمونها در مجاور گیرنده ها یا در داخل کبد که محل اصلی متابولیسم آنهاست صورت می گیرد. کلیه، متابولیسم بسیار ی از هورمونها را بر عهده دارد.

انتقال پروتئینی: تراکم برخی از هورمونها به مقدار انتقال پروتئینی در پلاسما بستگی دارد. استروئید و تیروکسین از طریق پیوند با پروتئینهای پلاسما حمل می شود. برای این که مقدار هورمونهای آزاد به تراکم پروتئینهای حامل در پلاسما

و به ظرفیت و میل ترکیبی آنها با هورمون‌ها بستگی دارد. برای مثال، افزایش سطح استروژن در زمان بارداری موجب ازدیاد تراکم پروتئین ناقل تیروکسین میشود.

حجم پلاسما

تغییر حجم پلاسما سبب تغییر تراکم هورمون‌ها در پلاسما میشود و این تغییر تراکم مستقل از تغییراتی است که در میزان آزاد شدن هورمون‌ها یا غیر فعال شدن آنها رخ می‌دهد. حجم پلاسما به هنگام اجرای فعالیتهای ورزشی بدلیل خارج شدن آب از سیستم قلب و عروق کم میشود. این تغییر سبب افزایش تراکم هورمون‌ها در پلاسما میشود.

مکانیسم عمل هورمون‌ها

هورمون‌ها به وسیله گردش خون به تمام بدن منتقل می‌شوند ولی روی تعداد معینی از بافتها عمل می‌کنند. بافتهایی که به هورمون‌های خاصی پاسخ می‌دهند دارای گیرنده های پروتئینی ویژه ای هستند که می‌توانند با هورمون‌ها ترکیب شوند. هنگامی که تراکم یک هورمون خاص در پلاسما به طور دائم زیاد باشد، از تعداد گیرنده های پروتئینی روی غشاء سلولی کاسته میشود (تنظیم کاهشی).

هنگامی که تراکم هورمونی در پلاسما به طور مزمن کاسته شود ممکن است بر تعداد گیرنده ها افزوده شود (تنظیم افزایشی) در برخی شرایط، تمام گیرنده ها با هورمون موجود ترکیب شوند. به چنین شرایطی «حالت اشباع» اطلاق میشود افزایش تراکم هورمون در محیط تاثیری ندارد.

انتقال غشایی

پس از پیوند هورمون‌ها با گیرنده های غشایی، نقش اصلی بعضی از آنها فعال کردن مولکولهای حامل در غشاء برای افزایش انتقال مواد یا یونها از خارج به داخل سلول است. تسهیل در روند نفوذ گلوکز و افزایش انتقال فعال اسیدهای آمینه به داخل نمونه ای از اثر انسولین بر گیرنده های غشایی است.

هورمون رشد، جذب اسیدهای آمینه به وسیله بافتها را برای ساخت پروتئینهای جدید و رشد استخوانهای دراز تحریک می‌کند. هورمون رشد از عمل انسولین در کاهش گلوکز پلاسما جلوگیری می‌کند. ساخت گلوکز نو در کبد بر مقدار گلوکز پلاسما می‌افزاید. هورمون رشد سبب افزایش سرعت انتقال اسیدهای چرب آزاد از سلولهای ذخیره چربی میشود و به این وسیله به ذخیره شدن گلوکز پلاسما کمک می‌کند. برخی از طریق سوماتومدینها، فاکتورهای رشد که در واکنش به GH

از کبد آزاد می‌شوند، بروز می‌کند. هورمون رشد به دلیل نقش پروتئین سازی که دارد مورد استفاده قرار می‌گیرد

ترشح هورمون رشد به وسیله هورمونهای رها ساز که از هیپوتالاموس آزاد میشوند کنترل میشود. هورمون های رها ساز رشد ترشح هورمون رشد را از بخش قدامی غده هیپوفیز تحریک می‌کند سوماتوستاتین هیپوتالاموسی از ترشح آن جلوگیری می‌کند. ورزش، استرس، کاهش تراکم گلوکز پلاسما و خواب روی مقدار ترشح هورمون رشد اثر می‌گذارند.

هورمون رشد و اجرای فعالیت ورزشی

هورمون رشد روند سنتز مواد پروتئینی در عضلات اسکلتی را تقویت و تسریع می کند .

ساخت مواد پروتئینی بافت همبند مانند کلاژن به مراتب خیلی بیشتر از رشد واحد های انقباضی است . مقدار افزایش قدرت ، متناسب با میزان افزایش اندازه عضلات نیست.

مصرف هورمون رشد به طور مستمر ممکن است موجب بروز بیماری قند ، بیماریهای عضلانی و کوتاه شدن عمر بشود.

هیپوتالاموس نسبت به میزان غلظت در مایعات بین سلولی حساسند .

غده تیروئید : غده تیروئید برای سنتز دو نوع هورمون ید دار تحریک میشود که عبارتند از :

۲- تیروکسین .

۱- تیروییدونین

تیروکسین

۱- هورمونهای تیروئید در تثبیت و برقراری میزان متابولیسم عمومی بدن نقش اصلی را برعهده دارند .

۲- نقش فعال کننده سایر هورمونها را برعهده دارند و از این طریق اثر آنها را بر بافتهای هدف تحریک می کنند

کلسی تونین : کلسی تونین ترشح می کند در تنظیم پلازما دخالت دارد . کلسیم یک یون اصلی برای عمل طبیعی عضله و سیستم عصبی است.

غده پارا تیروئید :

۱- هورمون پارا تیروئید نقش اصلی را در تنظیم مقدار کلسیم پلازما ایفا می کند .

۲- هورمون پارا تیروئید در واکنش به کاهش تراکم کلسیم پلازما از غده پارا تیروئید همزمان با تحریک استخوانها بازجذب کلسیم به وسیله کلیه ها را تقویت می کند و در نتیجه سبب افزایش سطح کلسیم در پلازما میشود .

۳- هورمون پارا تیروئید ، کلیه ها را فعال میسازد تا ویتامین D را به هورمونی تبدیل کند که این هورمون سبب افزایش جذب کلسیم از دستگاه گوارش شود .

مغز غده فوق کلیوی

بخشی از سیستم عصبی سمپاتیک است که ۸۰٪ از ترشح آن را اپی نفرین تشکیل میدهد . اپی نفرین و نوراپی نفرین در حفظ فشار خون و تراکم گلوکز پلازما نقش دارند . اپی نفرین و نوراپی نفرین نسبت به محرکهای عاطفی و احساسی قوی

و اکنش نشان می دهند و اساس فرضیه کانون «جنگ یا گریز» است و بنابه نظریه کانون ، فعالیت سیستم عصبی سمپاتیک بدن را آماده میسازد تا خطری را بپذیرد و با آن سازگار شود یا این که از آن بگریزد و آن را از خود دفع کند .

لوزالمعده : لوزالمعده غده ای است که هورمونهای درون ریز و برون ریز ترشح می کند . هورمونهای درون ریز عبارتند از : انسولین ، گلوکاگن و سوماتوستاتین .

انسولین : انسولین به وسیله سلولهای بتا از جزایر لانگرهانس ترشح میشود . انسولین بافتها را تحریک می کند تا مولکولهای مواد غذایی را جذب کنند و به صورت گلیکوژن ، پروتئینها و چربیها ذخیره کنند

تسهیل عبور گلوکز از غشاء سلولی مهمترین نقش شناخته شده انسولین است . نبود انسولین موجب میشود که سطح گلوکز در پلاسما افزایش پیدا کند . زیرا سلولها نمی توانند در غیاب انسولین گلوکز زیادی را جذب کنند . تراکم گلوکز در پلاسما به اندازه ای افزایش پیدا می کند که کلیه ها قادر به باز جذب آنها نخواهند بود . و در نتیجه مقداری از گلوکز ها از طریق ادرار دفع میشود و مقدار زیادی آب را هم به همراه می برد . به این حالت **دیابت قندی** گفته میشود .

تراکم گلوکز خون مهمترین محرک ترشح انسولین است .

گلوکاگن: گلوکاگن از سلولهای آلفا در جزایر لانگرهانس ترشح میشود **عمل آن مخالف عمل انسولین است .** در واکنش به کاهش تراکم گلوکز خون افزایش پیدا می کند . گلوکاگن سبب انتقال گلوکز از ذخایر کبدی و انتقال اسیدهای چرب آزاد از بافت چربی (برای صرفه جویی در مصرف گلوکز به عنوان یک منبع انرژی) میشود .

سوماتوستاتین : سوماتوستاتین از سلولهای بتا در جزایر لانگرهانس ترشح می شود . که میزان ورود مولکولهای غذایی رابه داخل سیستم گردش خون کنترل میکند . احتمالاً در تنظیم میزان ترشح انسولین نیز نقش دارد .

بیضه ها و تخمدانها : تستوسترون و استروژن جزو استروئیدهای جنسی اصلی هستند که به ترتیب از بیضه ها و تخمدانها ترشح میشوند

کنترل هورمونی روی انتقال مواد به هنگام فعالیت بدنی

نوع مواد و مقدار مصرف آنها به هنگام فعالیت بدنی اصولاً به شدت و مدت فعالیت بستگی دارد . اگر چه تغذیه و سابقه تمرین مهم است ، در خصوص کنترل هورمونی روی انتقال مواد به هنگام فعالیت ، به دو بخش تقسیم میشود ۱- به کنترل مصرف گلیکوژن عضله اختصاص دارد ۲- به انتقال گلوکز کبد و اسیدهای چرب آزاد از بافت ذخیره چربی ارتباط دارد .

مصرف گلیکوژن عضله: گلیکوژن در طول تمام فعالیتهای بدنی شدید و سنگین منبع اصلی انرژی برای عضلات است . شدت فعالیت تعیین کننده میزان مصرف گلیکوژن به عنوان منبع انرژی است . هر قدر فعالیت شدیدتر و سنگین تر باشد شکسته شدن گلیکوژن سریعتر انجام می گیرد .

عضله اسکلتی ساختار و عمل : بدن انسان دارای ۴۰۰ عضله اسکلتی ارادی است که ۴۰٪ تا ۵۰٪ وزن بدن را تشکیل می‌دهند.

عضله اسکلتی سه عمل مهم را انجام می‌دهد :

- ۱- تولید نیرو برای حرکت
- ۲- تولید نیرو برای حفظ قامت
- ۳- تولید حرارت هنگام سرمای شدید.

عضله اسکلتی به استخوانها متصلند. عضله اسکلتی به نوع مفصل و عضلات در گیر بستگی دارد.

عضلاتی که زاویه های مفصلی را کوچکتر می کنند تا کننده و عضلاتی که زاویه های مفصلی را بزرگتر می کنند بازکننده نامیده میشوند.

ساختار عضله اسکلتی : این بافتها عبارتند از سلولهای عضلانی ، بافت عصبی ، خون و انواع بافت همبند

اتصال عصبی عضلانی

هر تار عضله اسکلتی به تاری که از سلول عصبی آمده است متصل میشود. نرون حرکتی و تمام تارهای عضلانی که بوسیله یک نرون حرکتی تحریک میشوند به نام « واحد حرکتی » معروفند. محلی که نرون حرکتی و سلول عضلانی با هم در ارتباط هستند به « اتصال عصبی عضلانی » معروف است. در این محل سارکولما فضایی را تشکیل می‌دهد که « صفحه پایانی » نامیده میشود.

انقباض عضلانی : نتیجه نهایی این فرایند ، لغزش اکتین بر روی میوزین است که سبب کوتاه شدن عضله و افزایش تنش آن میشود.

انرژی انقباض

انرژی لازم برای انقباض عضلانی از شکسته شدن ATP به کمک آنزیم ATPase فراهم میشود. شکسته شدن ATP به $ADP + Pi$ و آزاد شدن انرژی ، به پلهای عرضی میوزین نیرو می‌دهد. ATP برای حرکت پلهای عرضی به سمت فیلامانهای اکتین و کشیدن آنها به طرف مرکز سارکومر و کوتاه شدن عضله به کار می‌رود.

تنظیم روند انقباض : تنظیم روند انقباض نتیجه عمل دو پروتئین تنظیمی ، به نامهای تروپونین و تروپومیوزین است که بر روی مولکولهای اکتین قرار دارند. فیلامان اکتین از بهم پیوستن مولکولهای پروتئینی زیاد تشکیل شده است.

انواع تارها : عضله اسکلتی انسان را می‌توان بر اساس نوع تارها به سه گروه تقسیم کرد. به طور کلی این سه گروه را

- تند انقباض
- در هم
- کند انقباض می‌نامند.

ویژگیهای میو مکانیکی عضله اسکلتی

تارهای تند انقباض

تارهای تند انقباض که گلیکولتیک سریع نامیده میشوند دارای میتوکندریهای کم هستند*

* تحمل آنها در برابر خستگی از تارهای کند انقباض کمتر است.

* سرعت انقباض و تولید نیروی آنها در مقایسه با تارهای کند انقباض زیادتر است .

تارهای کند انقباض

* تارهای کند انقباض که اکسیداتیو آهسته نامیده میشوند دارای میتوکندریهای زیاد هستند

* شبکه مویرگی اطراف آنها گسترده تر از تارهای تند انقباض است

تارهای عضلانی مخلوط (در هم)

* تارهای مخلوط یا در هم هستند که گلیکولتیک اکسیداتیو سریع نامیده میشوند.

* در حد فاصل میان تارهای عضلانی کند و تند انقباض قرار دارند .

* تصور میشود که ویژگیهای هر دو نوع تار عضلانی را به طور مشترک داشته باشند .

نکته مهم دیگری که باید به آن توجه داشت این است که عضلات اسکلتی هرگز در استراحت کامل قرار نمی گیرند . به این معنی که ، یک مقدار مختصر فعالیت عصبی در یک عضله طبیعی ، حتی هنگامی که بدون حرکت است، وجود دارد . در این شرایط ، عضله در یک انقباض آرام ممتد قرار می گیرد . چنین فعالیت مختصر عصبی را همراه با انقباض آرام عضلانی «تنوس» می نامند . تنوس عضلانی در تمام طول عمر ، مشروط بر اینکه عصب به آن متصل باشد ، وجود دارد . اوج توانی که ایجاد میشود ، در عضلاتی که دارای تارهای تند انقباض زیادتری هستند نسبت به عضلاتی که تارهای کند انقباض زیادتری دارند بیشتر است .

دوکهای عضلانی

دوکهای عضلانی تغییرات طول عضلات را گزارش میدهند . عضلاتی که کنترل آنها به دقت و ظرافت زیادی نیاز دارد ، مانند عضلات دست ، بیشترین تراکم دوکهای عضلانی را دارند . عضلاتی که حرکات عمده را بر عهده دارند (مانند چهار سر ران) دارای دوکهای عضلانی کمی هستند .

اندامهای تاندونی گلژی : اندامهای تاندونی گلژی ، در واقع ، وسیله ای حفاظتی برای جلوگیری از اعمال فشار فوق

العاده زیاد بر تارهای عضلانی هستند . هنگامی که این اندامها بر اثر انقباض شدید تحریک میشوند پیامهایی را از طریق

نرونهای حسی به نخاع ارسال می دارند که موجب فعال شدن نرونهای بازدارنده می شوند .