



مدرس‌ان شریف

فصل اول

«مقدمه‌ای بر فیزیولوژی سلول و فیزیولوژی عمومی»

سازمان‌بندی عملی بدن انسان و کنترل محیط داخلی

هدف علم فیزیولوژی توجیه عوامل فیزیکی و شیمیایی است که مسئول پیدایش تکاملی و توالی زندگی هستند. هر شکل از موجودات از ویروس تا بزرگترین درخت روی زمین و یا انسان که ساختار پیچیده‌ای دارد دارای ویژگی‌های عملی مخصوص به خود است. در فیزیولوژی انسان کوشش می‌شود مشخصات و مکانیسم‌های ویژه‌ای که بدن انسان را به صورت یک موجود زنده درآورده‌اند توجیه شوند. با بررسی فیزیولوژی انسان دیدی کلی از فیزیولوژی جانوران نیز به دست می‌آید.

سلول کوچکترین واحد زنده بدن

واحد زنده پایه‌ی بدن سلول است و هر اندام مجموعه‌ای از بسیاری از سلول‌هاست که توسط تشکیلات نگهدارنده بین سلولی در کنار هم نگه داشته می‌شوند. هر نوع سلول برای انجام یک یا چند کار اختصاصی شده است. به عنوان مثال گلبول‌های قرمز در انسان مسئول انتقال اکسیژن از ریه‌ها به بافت‌ها هستند. اگرچه سلول‌های متعدد بدن دارای اختلافات بارزی با هم هستند اما از نظر پاره‌ای از مشخصات پایه‌ای، مشابه می‌باشند. مکانیسم‌های عمومی برای تبدیل مواد غذایی به انرژی در انواع سلول‌ها اساساً یکسان است. تقریباً کلیه سلول‌ها قادر به تولید سلول‌های اضافی مشابه خود هستند.

مایع خارج سلولی - محیط داخلی

حدود ۶۰ درصد بدن یک انسان بالغ را مایع تشکیل می‌دهد. اگرچه قسمت اعظم این مایع در داخل سلول‌ها قرار دارد و مایع داخل سلولی نامیده می‌شود، یک سوم آن در فضاهای خارج سلولی قرار داشته و مایع خارج سلولی نامیده می‌شود. در مایع خارج سلولی یونها و مواد غذایی مورد نیاز سلول‌ها برای حفظ و نگهداری زندگی سلولی وجود دارد. بنابراین تمامی سلول‌ها عملاً در محیط یکسانی یعنی در مایع خارج سلولی زندگی می‌کنند و به همین دلیل مایع خارج سلولی توسط کلودبرنارد فرانسوی به نام محیط داخلی (Internal Environment) خوانده شد. مایع خارج سلولی محتوی مقادیر زیادی یون‌های سدیم، کلسیم و بی‌کربنات به اضافه مواد غذایی لازم برای سلول‌ها مانند اکسیژن، گلوکز، اسیدهای چرب و اسیدهای آمینه است. این مایع همچنین دارای کربن دی‌اکسید و سایر فرآورده‌های زائد سلولی است که برای دفع به ترتیب از سلول‌ها به ریه‌ها و کلیه‌ها منتقل می‌شوند. مایع داخل سلولی اختلافات عمده‌ای با مایع خارج سلولی دارد از جمله اینکه مایع داخل سلولی محتوی مقادیر زیادی یون‌های پتاسیم، منیزیم و فسفات به جای سدیم و کلسیم موجود در مایع خارج سلولی است.

نکته ۱: تمامی سلول‌های جانوری دارای پمپ سدیم - پتاسیم ATP از جهت خروج یون سدیم آب پوشیده از سلول و تنظیم فشار اسمزی داخل سلول هستند که این عمل با تبادل یون پتاسیم و به هزینه ATP صورت می‌گیرد.

کلمه مثال ۱: ترکیب یونی مایع داخل سلولی بیشتر شامل کدام یون‌ها است؟

- (۱) پتاسیم، منیزیم، فسفات (۲) سدیم، کلسیم (۳) سدیم، پتاسیم، کلسیم (۴) پتاسیم، کلسیم

پاسخ: گزینه «۱» مایع خارج سلولی محتوی مقادیر زیادی یون‌های سدیم، کلسیم و بی‌کربنات است و مایع داخل سلولی مقادیر زیادی از یون‌های منیزیم، پتاسیم و فسفات است.

مکانیسم‌های هومئوستاتیک سیستم‌های عملی مهم

هومئوستاز

اصطلاح هومئوستاز (Homeostasis) به معنای حفظ شرایط نزدیک به ثابت در محیط داخلی بدن است. اساساً تمام بافت‌های بدن اعمالی انجام می‌دهند که به حفظ شرایط ثابت کمک می‌کند. در این فصل سیستم‌های مختلف عملی بدن و سهم آنها در هومئوستاز به اختصار شرح داده می‌شود، سپس تئوری پایه سیستم‌های کنترل مورد بررسی قرار خواهد گرفت.



سیستم گردش خون

مایع خارج سلولی در دو مرحله در سراسر قسمت‌های بدن منتقل می‌شود. مرحله اول حرکت خون در بدن در رگ‌های خونی و مرحله دوم حرکت مایع بین مویرگ‌های خونی و فضاهای بین سلولی در بین سلول‌های بافت است. به تدریج که خون از مویرگ‌ها عبور می‌کند، تبادل مداوم مایع خارج سلولی بین بخش پلاسمایی و مایع میان بافتی وجود دارد. دیواره مویرگ‌ها نسبت به قسمت اعظم مولکول‌های پلاسما به غیر از پروتئین‌ها نفوذپذیر هستند. با این تبادل مواد، تقریباً همگنی کامل مایع بین سلولی در سراسر بدن حفظ می‌شود.

منشأ مواد غذایی در مایع خارج سلولی

سیستم تنفسی: خون با گرفتن اکسیژن در حباب‌چه‌های ریوی، اکسیژن مورد نیاز سلول‌ها را فراهم می‌کند.
 لوله گوارشی: در اینجا مواد غذایی مختلف از جمله کربوهیدرات‌ها، اسیدهای چرب و اسیدهای آمینه حاصل از غذاهای خورده شده جذب مایع خارج سلولی خون می‌شوند.

کبد و اندام‌های دیگری که به طور عمده اعمال متابولیک انجام می‌دهند: کبد ترکیب شیمیایی بسیاری از مواد جذب شده توسط لوله گوارش را به صورت قابل استفاده تری درمی‌آورد و سایر بافت‌ها از قبیل مخاط لوله گوارش، کلیه‌ها، غدد درون ریز و سلول‌های چربی به تغییر مواد جذب شده کمک کرده یا آنها را برای مواقع مورد نیاز ذخیره می‌کنند.

سیستم عضلانی اسکلتی: این سیستم در مواقع مناسب امکان حرکت برای به دست آوردن غذا و نیز حفاظت در برابر محیط‌های ناسازگار را فراهم می‌کند.

دفع فرآورده‌های حاصل از متابولیسم

کربن دی‌اکسید فراوان‌ترین فرآورده حاصل از متابولیسم است که توسط ریه‌ها دفع می‌شود. عبور خون از کلیه‌ها، قسمت اعظم مواد دیگر به غیر از CO_2 را از پلاسما حذف می‌کند. این مواد شامل فرآورده‌های نهایی حاصل از متابولیسم از جمله اوره و اسید اوریک و نیز مازاد یون‌ها و آب ناشی از غذا می‌باشند. کلیه‌ها عمل خود را ابتدا با فیلتر کردن مقادیر زیاد پلاسما از گلوبول‌ها به داخل توپول‌ها و سپس بازجذب مواد مورد نیاز از قبیل گلوکز، اسیدهای آمینه، آب و بسیاری از یون‌ها به داخل خون انجام می‌دهند. سایر مواد که مورد نیاز بدن نیستند از طریق توپول‌های کلیوی به داخل ادرار دفع می‌شوند.

نکته ۲: سیستم دفعی تمامی جانوران جهت تنظیم هومئوستاز بدن، مواد زائد متابولیسم نظیر CO_2 ، اوره یا آمونیاک و مواد سمی و زائد را از بدن خارج می‌کند.

کلمه مثال ۲: با عبور خون از کلیه‌ها، کدام یک از موارد زیر از پلاسما حذف نمی‌شود؟

(۱) CO_2 (۲) اوره (۳) اسید اوریک (۴) Na^+

پاسخ: گزینه «۱» هنگام عبور خون از کلیه‌ها قسمت اعظم مواد همانند فرآورده‌های نهایی حاصل از متابولیسم مثل اوره - اسید اوریک، Na^+ و K^+ ، Cl^- و آب از پلاسما حذف می‌شوند ولی CO_2 توسط ریه‌ها دفع می‌شود.

تنظیم اعمال بدن

سیستم عصبی

این سیستم شامل سه قسمت اصلی است: بخش ورودی حسی، سیستم عصبی مرکزی و بخش خروجی حرکتی. گیرنده‌های بخش حسی، وضع داخل بدن یا محیط اطراف را تشخیص می‌دهند، سیستم عصبی مرکزی از مغز و نخاع تشکیل شده است. مغز قادر است اطلاعات را ذخیره کند، بیاندهد، تصمیم بگیرد و واکنش‌هایی را که در پاسخ به احساسات انجام می‌گیرد تعیین کند، آنگاه سیگنال‌های مناسب از طریق بخش خروجی حرکتی برای تحقق اعمال مورد نظر صادر می‌شود. قسمت بزرگی از سیستم عصبی، سیستم عصبی خودمختار نامیده می‌شود. این سیستم بسیاری از اعمال داخلی بدن از قبیل میزان فعالیت تلمبه‌ای قلب، حرکات لوله‌ی گوارش و ترشح بسیاری از غدد بدن را کنترل می‌کند.

سیستم تنظیم هورمونی

هورمون‌ها توسط غدد درون ریز ترشح می‌شوند که توسط مایع خارج سلولی به تمام قسمت‌های بدن انتقال یافته و به تنظیم اعمال بدن کمک می‌کنند. سیستم هورمونی مکمل سیستم عصبی است. سیستم عصبی به طور کلی فعالیت‌های عضلانی و ترشحاتی بدن را تنظیم می‌کند در حالی که سیستم هورمونی به طور عمده اعمال متابولیک را تنظیم می‌کند.

کلمه مثال ۳: کدام یک از سیستم‌های زیر به طور عمده فعالیت‌های عضلانی و ترشحاتی را تنظیم می‌کند؟

(۱) ایمنی (۲) هورمونی (۳) عصبی (۴) ایمنی و هورمونی

پاسخ: گزینه «۳» سیستم عصبی به طور کلی فعالیت‌های عضلانی و ترشحاتی بدن را تنظیم می‌کند در حالی که سیستم هورمونی به طور عمده اعمال متابولیک را تنظیم می‌کند.



مدرس‌ان شریف

فصل دوم

«فیزیولوژی غشا و عصب»

انتقال مواد از غشای سلولی

غشای سلولی تقریباً به طور کامل از لایه‌ی دو طبقه‌ی چربی تشکیل شده و محتوی تعداد زیادی از مولکول‌های پروتئین است. لایه‌ی دو طبقه‌ی چربی سدی در برابر حرکت مولکول‌های آب و مواد محلول در آب بین بخش‌های مایع خارج سلولی و داخل سلولی ایجاد می‌کند. مولکول‌های پروتئینی در غشا دارای خواص کاملاً متفاوتی برای انتقال مواد از غشا هستند. ساختارهای مولکولی پروتئین‌ها یکپارچگی غشا را از بین می‌برند و بنابراین مسیر دیگری را در غشا سلول به وجود می‌آورند. لذا بیشتر این پروتئین‌ها انتقال دهنده (Transport protein) هستند. برخی از آن‌ها حرکت آزاد آب و نیز یون‌ها یا مولکول‌های انتخابی را امکان‌پذیر می‌سازند. این پروتئین‌ها موسوم به پروتئین‌های کانال‌دار هستند. پروتئین‌های دیگر موسوم به پروتئین‌های حامل (Carrier protein) با مولکول‌هایی که باید انتقال داده شوند ترکیب می‌گردند و سپس تغییر شکل فضایی این پروتئین، مواد را از طریق فضاهای موجود در داخل پروتئین به طرف دیگر غشا حرکت می‌دهد. هم پروتئین‌های کانال و هم پروتئین‌های حامل به صورت انتخابی عمل می‌کنند.

انتقال مواد از غشای سلول

عمل انتقال مواد از غشای سلول چه مستقیماً از طریق لایه دو طبقه‌ی چربی و چه از طریق پروتئین‌ها به وسیله‌ی یکی از دو روش پایه‌ای یعنی انتشار (Diffusion) و انتقال فعال به انجام می‌رسد. انتشار به معنی حرکت بی‌نظم مولکولی مواد، مولکول به مولکول یا از طریق فضاهای بین مولکولی در غشا یا به صورت ترکیب با یک پروتئین حامل است. آن نوع انرژی‌ای که موجب انتشار می‌شود انرژی حرکت جنبشی طبیعی ماده است. برعکس، انتقال فعال به معنی حرکت یون‌ها یا مواد دیگر از غشا به حالت ترکیب با یک پروتئین حامل است که می‌تواند موجب شود ماده بر خلاف شیب غلظت حرکت کند.

انتشار از غشای سلول

انتشار از غشای سلول به دو روند جداگانه موسوم به انتشار ساده و انتشار تسهیل شده تقسیم می‌گردد. انتشار ساده به معنی حرکت جنبشی مولکول‌ها یا یون‌ها از طریق یک منفذ یا فضاهای بین مولکولی در غشا بدون لزوم ترکیب شدن با پروتئین‌های حامل در غشا است. انتشار ساده از غشا می‌تواند از دو مسیر به انجام برسد:

- ۱- از طریق فضاهای بین مولکولی لایه‌ی دو طبقه‌ی چربی اگر ماده محلول در چربی باشد.
 - ۲- از طریق کانال‌های پر شده از آب که در سراسر بعضی از پروتئین‌های انتقال دهنده وجود دارد.
- یکی از مهمترین عواملی که تعیین کننده‌ی سرعت انتشار یک ماده از لایه‌ی دو طبقه‌ی چربی به شمار می‌رود، قابلیت انحلال آن ماده در چربی است. برای مثال: اکسیژن، نیتروژن، دی‌اکسید کربن و الکل‌ها قابلیت انحلال بالایی در چربی دارند به طوری که تمام این مواد می‌توانند مستقیماً از لایه‌ی دو طبقه‌ی چربی انتشار یابند.

نکته ۱: از آنجایی که غشای دو لایه لیپیدی سلول و اندامک‌های سلولی نسبت به عبور و مرور اکثر مواد نفوذناپذیر است، سیستم‌های انتقالی برای عبور و مرور مواد مختلف بطور اختصاصی شکل گرفته است، نظیر پمپ سدیم - پتاسیم - ATP، سیستم کارنیتین ترانسفراز میتوکندری، سیستم انتقالی آسپیل ترانسفراز میتوکندری، کانال‌های آکوپورین جهت انتشار آب و ...

کلمه مثال ۱: انتشار ساده از غشا از کدامیک از مسیرهای زیر انجام می‌شود؟

- ۱) فضاهای بین مولکولی لایه‌ی دو طبقه‌ی چربی
- ۲) از طریق حامل‌های پروتئینی
- ۳) از طریق کانال‌های پر شده از آب
- ۴) گزینه ۱ و ۳

پاسخ: گزینه «۴» انتشار ساده می‌تواند از دو مسیر به انجام برسد:

- ۱- از طریق فضاهای بین مولکولی لایه‌ی دو طبقه‌ی چربی اگر ماده محلول در چربی باشد.
- ۲- از طریق کانال‌های پر شده از آب که در سراسر بعضی از پروتئین‌های انتقال دهنده وجود دارند.



آب و سایر مولکول‌های غیر محلول در چربی از کانال‌های پروتئینی انتشار می‌یابند. بیشتر کانال‌های پروتئینی برای انتقال یک یا چند یون یا مولکول خاص به طور بسیار انتخابی عمل می‌کنند. این امر ناشی از مشخصات خود کانال از قبیل قطر آن، شکل آن و ماهیت بارهای الکتریکی و پیوندهای شیمیایی موجود در طول سطح داخلی آن است. یکی دیگر از خصوصیات بسیاری از کانال‌های پروتئینی در پیچ‌دار بودن آنها است. کانال‌های در پیچ‌دار به دو دسته تقسیم می‌شوند:

۱- کانال‌های در پیچ‌دار وابسته به ولتاژ ۲- کانال‌های در پیچ‌دار وابسته به لیگاند

در کانال‌های در پیچ‌دار وابسته به ولتاژ باز و بسته شدن در پیچ‌ها به بار الکتریکی غشا بستگی دارد. اکثر این کانال‌ها در تارهای عصبی و عضلانی موجود می‌باشند. از مهمترین این کانال‌ها می‌توان کانال‌های سدیمی وابسته به ولتاژ و کانال‌های پتاسیمی وابسته به ولتاژ را نام برد که توضیحات بیشتر در فصل‌های بعدی ارائه می‌گردد. در پیچ‌های کانال‌های در پیچ‌دار وابسته به لیگاند توسط ترکیب یک ماده‌ی شیمیایی (لیگاند) با پروتئین کانال و سپس تغییر شکل فضایی کانال باز یا بسته می‌شوند. یکی از مهمترین نمونه‌های باز و بسته شدن شیمیایی اثر استیل کولین روی کانال‌های موسوم به کانال استیل کولینی است. استیل کولین در پیچ‌های این کانال را باز می‌کند. این در پیچ در انتقال سیگنال‌های عصبی از یک سلول عصبی به سلول دیگر و از سلول‌های عصبی به سلول‌های عضلانی اهمیت فوق العاده‌ای دارد.

کلمه مثال ۲: ورود سدیم به درون سلول توسط کانال‌های سدیمی در پیچ‌دار وابسته به ولتاژ از طریق چه انتقالی صورت می‌گیرد؟

(۱) انتشار تسهیل شده (۲) انتشار ساده (۳) انتقال فعال اولیه (۴) انتقال فعال ثانویه

پاسخ: گزینه «۲» در انتشار ساده مولکول‌ها یا یون‌ها بر اساس حرکت جنبشی خود، بدون نیاز به ترکیب شدن با پروتئین حامل از غشا عبور می‌کنند. انتشار ساده از غشا می‌تواند از دو مسیر به انجام رسد که یک مسیر آن عبور یون‌ها یا مولکول‌ها از کانال‌های پر شد از آب در سراسر بعضی از پروتئین‌های انتقال دهنده است که این کانال‌های سدیمی در پیچ‌دار وابسته به ولتاژ نقش کانال‌های سدیمی پر شده از آب را ایفا کرده و یون‌های سدیم از طریق آن به درون سلول انتشار می‌یابند.

انتشار تسهیل شده

انتشار تسهیل شده (Facilitated)، انتشار به واسطه‌ی ماده‌ی حامل نیز نامیده می‌شود زیرا ماده‌ای که به این روش انتقال می‌یابد یک پروتئین اختصاصی به آن کمک می‌کند تا از غشا انتشار یابد؛ یعنی حامل، انتشار آن ماده را به طرف دیگر غشا تسهیل می‌کند. در حالی که سرعت انتشار از طریق یک کانال باز متناسب با غلظت ماده‌ی انتشار یابنده افزایش می‌یابد، در انتشار تسهیل شده به تدریج که غلظت ماده افزایش می‌یابد سرعت دیفوزیون به یک حداکثر، موسوم به سرعت ماکزیمم (V_{max}) نزدیک می‌شود؛ به عبارت دیگر در انتشار تسهیل شده به دلیل وجود پروتئین‌های حامل درجه‌ی اشباع برای انتقال ماده وجود دارد. مهم‌ترین موادی که از طریق انتشار تسهیل شده از غشا عبور می‌کنند گلوکز و بیشتر اسیدهای آمینه هستند. در مواردی انتشار تسهیل شده توسط هورمون‌ها تنظیم می‌شود مثلاً انسولین انتشار تسهیل شده‌ی گلوکز به داخل سلول‌های عضلانی را افزایش می‌دهد. در انتشار ساده و تسهیل شده مواد در جهت شیب غلظت انتقال می‌یابند یعنی از جایی با غلظت زیاد ماده به جایی که غلظت آن ماده کمتر است. سرعت انتشار با مقدار ماده موجود، تعداد منافذ غشا که مولکول‌ها یا یون‌ها می‌توانند از آن عبور کنند، قابلیت انحلال آن ماده در چربی، انرژی جنبشی ماده و مساحت سطح غشا نسبت مستقیم دارد و با ضخامت غشا و اندازه مواد نسبت عکس دارد.

کلمه مثال ۳: چرا در انتشار تسهیل شده سرعت انتشار محدود به V_{MAX} می‌شود؟

(۱) تغییرات غلظت مواد (۲) به دلیل وجود پروتئین‌های حامل (۳) عدم ظرفیت دو لایه چربی (۴) در انتشار تسهیل شده سرعت محدود به V_{MAX} نیست.

پاسخ: گزینه «۲» در انتشار تسهیل شده سرعت محدود به V_{MAX} است. به عبارت دیگر در انتشار تسهیل شده به دلیل وجود پروتئین‌های حامل درجه‌ی اشباع برای انتقال مواد وجود دارد.

کلمه مثال ۴: در انتشار تسهیل شده، سرعت انتشار ماده، با کدام یک از موارد زیر نسبت عکس دارد؟

(۱) مقدار ماده (۲) حلالیت در چربی (۳) انرژی جنبشی ماده (۴) ضخامت غشا و اندازه مواد

پاسخ: گزینه «۴» سرعت انتشار با مقدار ماده موجود، تعداد منافذ غشا که مولکول‌ها یا یون‌ها می‌توانند از آن عبور کنند، قابلیت انحلال آن ماده در چربی به انرژی جنبشی ماده و مساحت سطح غشا نسبت مستقیم و با ضخامت غشا و اندازه مواد نسبت عکس دارد.



انتشار خالص آب

فراوان ترین ماده‌ای که بین دو سوی غشای سلول انتشار می‌یابد آب است. با اینکه آب شدیداً در لیپیدهای غشای سلولی نامحلول می‌باشد، از آنجا که مولکول آب کوچک بوده و انرژی حرکتی زیادی دارد به راحتی از خلال غشا عبور می‌کند. البته آب می‌تواند به مقدار بیشتری از طریق کانال‌های پروتئینی عبور کند، ولی این کانال‌ها مختص عبور آب نیستند بلکه مربوط به انتقال دیگر مواد می‌باشند. به طور کلی چنانچه آب در یک قسمت غشا بیشتر از سمت دیگر گردد حرکت خالص آب از محیط با غلظت بیشتر آب به محیط با غلظت کمتر صورت می‌گیرد. این روند حرکت خالص آب ناشی از اختلاف غلظت آب، اسمز نامیده می‌شود. نیرو و یا فشاری که با اثر اسمزی مخالفت می‌کند فشار اسمزی نامیده می‌شود. فشار اسمزی به دلیل وجود ذرات موجود در یک محلول است که به وسیله‌ی تعداد ذرات در واحد حجم محلول یا مایع، تعیین می‌گردد. جرم ذرات تأثیری در میزان فشار اسمزی ندارد.

انتقال فعال مواد از غشا

در این نوع انتقال، انتقال مواد در خلاف جهت شیب غلظت یا خلاف جهت گرادیان الکتریکی انجام می‌گیرد. این روند نیاز به انرژی دارد که به وسیله‌ی ترکیب پر انرژی آدنوزین تری فسفات (ATP) یا دیگر ترکیبات فسفاتی پر انرژی در داخل سلول تأمین می‌گردد. انتقال فعال به وسیله‌ی پمپ‌های پروتئینی در غشای سلول انجام می‌گیرد. انتقال فعال بر اساس منبع انرژی مورد استفاده به دو نوع تقسیم می‌شود که انتقال فعال اولیه و انتقال فعال ثانویه نامیده می‌شود. در انتقال فعال اولیه، انرژی مستقیماً از تجزیه ATP یا ترکیبات فسفاتی پر انرژی ناشی می‌شود. اما در انتقال فعال ثانویه، انرژی به طور ثانویه از انرژی ذخیره شده به صورت اختلاف غلظت‌های مواد مولکولی یا یونی ثانویه بین دو سوی یک غشای سلولی که در ابتدا به وسیله‌ی انتقال فعال اولیه تولید شده‌اند، ناشی می‌شود.

انتقال فعال اولیه

پمپ سدیم - پتاسیم: یکی از مهم‌ترین سیستم‌های انتقال فعال در غشای سلول، پمپ سدیم - پتاسیم است که یون‌های سدیم را به خارج و همزمان یون‌های پتاسیم را به داخل انتقال می‌دهد. این پمپ مسئول حفظ اختلاف غلظت سدیم و پتاسیم بین دو سوی غشای سلولی و نیز برقراری یک پتانسیل الکتریکی منفی در داخل سلول‌ها است. این پمپ مجموعه‌ای از دو پروتئین گلوبولار (کروی) جداگانه یکی بزرگتر موسوم به زیرواحد آلفا و دیگری کوچکتر موسوم به زیرواحد بتا است. عمل پروتئین کوچکتر (بتا) به غیر از اینکه ممکن است یک مجموعه پروتئین را در غشای لیپیدی تثبیت کند معلوم نیست. اما پروتئین بزرگتر (آلفا) دارای سه صفت اختصاصی است که برای عمل این پمپ اهمیت دارند:

- ۱- سه محل گیرنده برای ترکیب با یون‌های سدیم در بخشی که به داخل سلول برآمده شده.
- ۲- دو محل گیرنده برای یون‌های پتاسیم در طرف خارج
- ۳- بخش داخلی این پروتئین که دارای فعالیت آدنوزین تری فسفاتازی است.

کدامیک از موارد زیر مسئول برقراری یک پتانسیل منفی در داخل سلول است؟

- (۱) کانال‌های سدیمی وابسته به ولتاژ (۲) کانال‌های پتاسیمی و کلری (۳) کانال‌های سدیمی وابسته به لیگاند (۴) پمپ سدیم - پتاسیم ATP از

پاسخ: گزینه «۴» این پمپ مسئول حفظ اختلاف غلظت سدیم و پتاسیم بین دو سوی غشای سلولی و نیز برقراری یک پتانسیل الکتریکی منفی در داخل سلول است.

هنگامی که دو یون پتاسیم در خارج و سه یون سدیم در داخل با محل‌های گیرنده‌ی مخصوص خود ترکیب می‌شوند، عمل آدنوزین تری فسفاتازی پروتئین فعال می‌گردد. سپس این عمل یک مولکول ATP را هیدرولیز کرده و آن را به ADP (آدنوزین دی فسفات) تجزیه کرده و انرژی موجود در یک پیوند فسفاتی پر انرژی را آزاد می‌سازد. این انرژی موجب یک تغییر شکل شیمیایی و فضایی در مولکول پروتئین حامل می‌شود که سه یون سدیم را به خارج و دو یون پتاسیم را به داخل انتقال می‌دهند. یکی از مهم‌ترین اعمال این پمپ کنترل حجم سلول‌ها است. بدون عمل این پمپ، بیشتر سلول‌های بدن آنقدر متورم می‌شوند تا اینکه می‌ترکند. مکانیسم کنترل کننده‌ی حجم به این صورت است: در داخل سلول تعداد زیادی پروتئین و سایر ترکیبات آلی که عمدتاً بار منفی دارند و نمی‌توانند از سلول خارج شوند وجود دارد. این بار منفی باعث می‌شود تعداد زیادی از یون‌های مثبت از قبیل سدیم و پتاسیم را در خود جمع کنند. آنگاه تمام این مواد تمایل دارند که موجب اسمز به داخل سلول شوند و هر گاه از بروز این حالت جلوگیری نشود سلول بی‌نهایت متورم شده و می‌ترکد. مکانیسم طبیعی برای جلوگیری از این عمل پمپ سدیم - پتاسیم است. این پمپ به ازای هر دو یون پتاسیم که به داخل می‌راند سه یون سدیم را به خارج سلول پمپ می‌کند به این ترتیب، عمل پمپ نشان دهنده‌ی دفع خالص مداوم یون‌ها به خارج از سلول است که موجب اسمز آب به خارج از سلول نیز می‌گردد و بدین ترتیب از تورم سلول جلوگیری می‌کند. این حقیقت که پمپ سدیم - پتاسیم به ازای هر دو یون پتاسیم که به داخل تلمبه می‌زند سه



مدرسایان شریف

فصل سوم

« فیزیولوژی عضله »

انقباض عضله اسکلتی

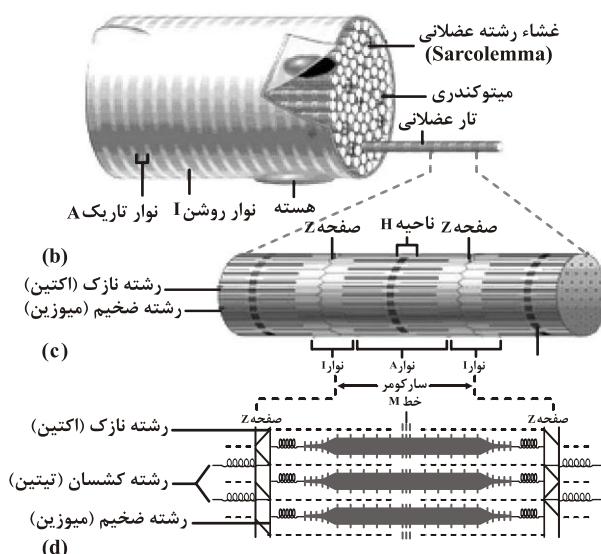
تقریباً ۴۰ درصد بدن را عضله اسکلتی و ۱۰ درصد دیگر را عضله صاف تشکیل می‌دهد. عضلات به دو صورت عضلات مخطط (Striated muscles) و عضلات صاف (Smooth muscles) وجود دارند که خود عضلات مخطط به دو صورت عضلات مخطط اسکلتی و عضلات مخطط قلبی تقسیم می‌شوند.

تشریح فیزیولوژی یک عضله اسکلتی

کلیه عضلات اسکلتی از فیبرهای متعددی با قطر ۱۰ تا ۸۰ میکرومتر تشکیل شده‌اند. هر تار یا فیبر عضلانی از واحدهایی کوچکتری به نام میوفیبریل تشکیل شده، میوفیبریل نیز دارای حدود ۱۵۰۰ فیلامان میوزین و ۳۰۰۰ فیلامان اکتین است. فیلامان‌های اکتین و میوزین ملکول‌های پروتئینی بزرگی هستند که مسئول انقباض عضله می‌باشند. سارکولم غشای سلولی فیبر عضلانی است. سارکولم از یک غشای سلولی حقیقی موسوم به غشای پلاسمایی و یک پوشش خارجی متشکل از یک لایه نازک از ماده‌ی پلی ساکاریدی محتوی فیبریل‌های متعدد نازک کلاژن است. فیلامان‌های میوزین ضخیم و فیلامان‌های اکتین نازک هستند. این فیلامان‌ها تا حدودی در لای یکدیگر فرو می‌روند و به این ترتیب موجب ایجاد نوارهای تیره و روشن می‌گردند. نوارهای روشن فقط محتوی فیلامان‌های اکتین هستند و نوارهای I نامیده می‌شوند زیرا در برابر نور پلاریزه، ایزوتروپیک (Isotropic) هستند. نوارهای تیره محتوی فیلامان‌های میوزین بوده و همچنین انتهای فیلامان‌های اکتین در محلی که روی فیلامان‌های میوزین می‌افتند در این نوار قرار دارند و نوار A نامیده می‌شوند، زیرا در مقابل نور پلاریزه، آنیزوتروپیک (Anisotropic) هستند. چنانچه در اثر کشیدن، طول یک فیبر بیشتر شود، انتهای فیلامان‌های اکتین از یکدیگر دور شده و یک ناحیه‌ی روشن در مرکز نوار A ایجاد می‌کنند که صفحه‌ی H (نوار هنسن) نامیده می‌شود. فیلامان‌های اکتین به غشا یا خط Z می‌چسبند و از هر دو طرف خط Z امتداد می‌یابند. نوارهای تیره و روشن به عضلات اسکلتی و قلبی ظاهری مخطط می‌دهند. به همین دلیل تحت عنوان عضلات مخطط نامیده می‌شوند. بخشی از یک میوفیبریل که بین دو خط Z متوالی قرار دارد یک سارکومر نامیده می‌شود. سارکومر حدود ۲ میکرون است. صفحه Z که خود از پروتئین‌های رشته‌ای متفاوتی درست شده در عرض فیبریل کشیده شده و همچنین به طور عرضی از یک میوفیبریل به میوفیبریل دیگر می‌رود و میوفیبریل‌ها را در تمام عرض فیبر عضلانی به یکدیگر متصل می‌سازد.

حفظ ارتباط پهلوی به پهلوی بین فیلامان‌های میوزین و اکتین مشکل است. این امر توسط تعداد زیادی از مولکول‌های رشته‌ای یک پروتئین موسوم به تیتین (Titin) به انجام می‌رسد. این مولکول‌های فنری به صورت داریستی عمل می‌کنند که مولکول‌های میوزین و اکتین را در کنار هم نگه می‌دارد تا ماشین انقباضی عضله بتواند عمل کند.

میوفیبریل‌ها در داخل فیبر عضلانی در یک ماتریس داخل سلولی موسوم به سارکوپلاسم به حال معلق قرار گرفته‌اند که به طور عمده از اجزای داخل سلولی عادی تشکیل شده است. در سارکوپلاسم یک شبکه آندوپلاسمی بسیار گسترده وجود دارد که در فیبر عضلانی، شبکه آندوپلاسمی نامیده می‌شود. این شبکه سازمان‌بندی خاصی دارد که در کنترل انقباضی عضله فوق العاده اهمیت دارد.





کج مثال ۱: حفظ ارتباط پهلوی به پهلوی فیلامان‌های میوزین و اکتین توسط کدام مولکول یا مولکول‌ها انجام می‌گیرد؟

- (۱) تروپومیوزین (۲) تیتین (۳) تروپونین (۴) تروپومیوزین و تروپونین

پاسخ: گزینه «۲» حفظ ارتباط پهلوی به پهلوی بین فیلامان‌های میوزین و اکتین مشکل است، این توسط تعداد زیادی از مولکول‌های رشته‌ای یک پروتئین موسوم به تیتین به انجام می‌رسد. این مولکول‌های قندی به صورت داربستی عمل و مولکول‌های اکتین و میوزین را در کنار هم نگه می‌دارد تا ماشین انقباضی عضله بتواند عمل کند.

مشخصات مولکولی فیلامان‌های انقباضی

فیلامان اکتین

این فیلامان از سه زیرواحد پروتئینی تشکیل شده است که عبارتند از: اکتین، تروپومیوزین و تروپونین. ستون فقرات فیلامان اکتین یک مولکول پروتئینی دو رشته‌ای اکتین F است. این دو رشته مانند یک مارپیچ به دور یکدیگر پیچ می‌خورند. هر رشته‌ای اکتین F خود از مولکول‌های پلیمریزه اکتین G تشکیل شده است. حدود ۱۳ عدد اکتین G در هر دو رشته‌ای مارپیچ وجود دارد. به هر یک از این مولکول‌های اکتین G یک مولکول آدنوزین دی فسفات (ADP) چسبیده است. این مولکول‌های ADP محل‌های فعال فیلامان‌های اکتین هستند که پل‌های عرضی فیلامان‌های میوزین با آنها وارد واکنش می‌شوند تا موجب انقباض عضلانی گردند.

فیلامان اکتین همچنین محتوی پروتئین دیگری به نام تروپومیوزین است. این مولکول‌ها به طور مارپیچی به دور مارپیچ اکتین F می‌پیچند و در حالت استراحت روی محل‌های فعال رشته‌های اکتین قرار می‌گیرند به طوری که نیروی جاذبه نمی‌تواند بین مولکول‌های میوزین و اکتین ایجاد شود و موجب انقباض گردد. در طول کناره‌های مولکول‌های تروپومیوزین، پروتئین دیگری به نام تروپونین چسبیده است. این مولکول‌ها مجموعه‌ای از سه زیرواحد پروتئینی با اتصال سست هستند شامل: تروپونین I که میل ترکیبی شدید به اکتین دارد، تروپونین T که میل ترکیب زیادی به تروپومیوزین دارد و تروپونین C که میل ترکیبی شدیدی به یون‌های کلسیم دارد.

نکته: رشته‌های اکتین از دسته رشته‌های سازنده اسکلت سلولی هستند که در انقباض ماهیچه جانوران، مرحله سیتوکینز و تشکیل حلقه انقباض تقسیم سلولی و ... دخالت دارند و به ATP نیازمندند.

کج مثال ۲: کدامیک از موارد زیر در مورد فیلامان‌های اکتین صحیح نیست؟

- (۱) این فیلامان از سه زیر واحد پروتئینی تشکیل شده است.
 (۲) ستون فقرات فیلامان اکتین یک مولکول پروتئینی دو رشته‌ای است.
 (۳) تروپومیوزین یکی از زیر واحدهای این فیلامان می‌باشد.
 (۴) تعداد فیلامان‌های اکتین در یک میوفیبریل کمتر از فیلامان‌های میوزین است.

پاسخ: گزینه «۴» هر میوفیبریل دارای حدود ۱۵۰۰ فیلامان میوزین و ۳۰۰۰ فیلامان اکتین است.

کج مثال ۳: در هنگام استراحت عضله کدام مولکول در محل فعال رشته‌های اکتین قرار گرفته و از ایجاد نیروی جاذبه بین مولکول‌های میوزین و اکتین جلوگیری می‌کند؟

- (۱) تروپومیوزین (۲) تروپونین (۳) اکتین G (۴) تروپونین T

پاسخ: گزینه «۱» تروپومیوزین به طور مارپیچی به دور مارپیچ اکتین F می‌پیچد و در حالت استراحت روی محل فعال رشته‌های اکتین قرار گرفته به طوری که نیروی جاذبه نمی‌تواند بین مولکول‌های اکتین و میوزین ایجاد شود.

فیلامان‌های میوزین

این فیلامان از مولکول‌های متعدد میوزین تشکیل شده است. هر مولکول میوزین از ۶ زنجیره‌ی پلی پپتیدی که شامل دو زنجیره‌ی سنگین و چهار زنجیره‌ی سبک می‌باشند تشکیل شده است. دو زنجیره‌ی سنگین به دور یکدیگر می‌پیچند و یک مارپیچ مضاعف را ایجاد می‌کنند که دم مولکول میوزین نامیده می‌شود. یک انتهای هر یک از این زنجیره‌ها روی خود تا می‌خورد و یک توده‌ی پروتئینی موسوم به سر میوزین ایجاد می‌کند. چهار زنجیره‌ی سبک هم بخشی از سرهای میوزین را تشکیل می‌دهند. پس در یک انتهای مولکول میوزین سر و در یک انتها دم وجود دارد. سر میوزین می‌تواند به عنوان یک



مدرسان شریف

فصل چهارم

« فیزیولوژی قلب »

عضله قلبی

قلب یک پمپ تلمبه‌ای ضربان دار چهار حفره‌ای مرکب از دو دهلیز و دو بطن است. قلب از سه نوع عمده‌ی عضله‌ی قلبی تشکیل شده است: عضله‌ی دهلیزی، عضله‌ی بطنی و فیبرهای تخصص یافته‌ی تحریکی و هدایتی. انواع دهلیزی و بطنی به همان روش عضله‌ی اسکلتی منقبض می‌شوند به استثنای اینکه مدت انقباض طولانی‌تر است. از طرف دیگر فیبرهای تخصص یافته‌ی تحریکی و هدایتی چون دارای فیبریل‌های انقباضی معدودی هستند به طور ضعیف منقبض می‌شوند.

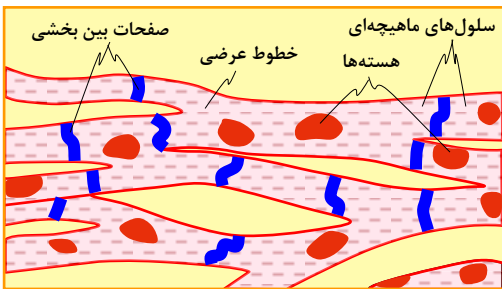
کلمه مثال ۱: کدام عضله قلب به روش عضله اسکلتی منقبض می‌شوند؟

- (۱) عضله تحریکی قلب (۲) عضله هدایتی قلب (۳) عضله بطنی (۴) عضله بطنی و دهلیزی

پاسخ: گزینه «۴» قلب از سه نوع عمده‌ی عضله قلب تشکیل شده است. عضله‌ی دهلیزی - بطنی و فیبرهای تخصص یافته‌ی تحریکی و هدایتی که انواع دهلیزی و بطنی به روش عضله‌ی اسکلتی منقبض می‌شوند.

تشریح فیزیولوژی یک عضله قلبی

عضله‌ی قلبی مانند عضله‌ی اسکلتی مخطط است. میوفیبریل‌های آن محتوی فیلامان‌های اکتین و میوزین هستند. این فیلامان‌ها در جریان روند انقباض به همان روش عضله‌ی اسکلتی روی یکدیگر می‌لغزند. مناطق تیره‌ای که بطور عرضی در فیبرهای عضله‌ی قلبی دیده می‌شوند موسوم به دیسک‌های در هم فرو رونده (Intercalated disc) هستند. اما عملاً غشاهای سلولی هستند که سلول‌های انفرادی عضله‌ی قلبی را از یکدیگر مجزا می‌کنند. در هر دیسک انترکاله، غشاهای سلولی چنان به یکدیگر جوش خورده‌اند که اتصالات شکافی (Gap junction) را به وجود می‌آورند که انتشار تقریباً آزاد یون‌ها را امکان‌پذیر می‌سازند و لذا پتانسیل‌های عمل از یک سلول عضلانی قلب از طریق صفحات انترکاله به یک سلول دیگر سیر می‌کنند.



به این ترتیب عضله‌ی قلبی یک سنسیتیوم (Syncytium) از سلول‌های قلبی است که هر گاه یکی از این سلول‌ها تحریک شود پتانسیل عمل به تمام سلول‌ها انتشار می‌یابد و سلول به سلول در سراسر ارتباطات شبکه‌ای منتشر می‌شود. قلب در واقع از دو سنسیتیوم مجزا یعنی سنسیتیوم دهلیزی و سنسیتیوم بطنی تشکیل شده است. دهلیزها به وسیله‌ی بافت فیبری که سوراخ‌های دریچه‌های دهلیزی - بطنی بین دهلیزها و بطن‌ها را احاطه کرده‌اند از بطن‌ها مجزا می‌شوند. این بافت فیبری از هدایت مستقیم پتانسیل‌های عمل از دهلیزها به بطن‌ها جلوگیری می‌کند و پتانسیل‌های عمل فقط از راه یک سیستم تخصص یافته موسوم به دسته‌ی دهلیزی - بطنی هدایت می‌شوند.

نکته ۱: ویژگی سلول‌های عضله قلب، یکپارچگی و چند هسته بودن آن‌هاست که باعث انقباض هماهنگ کل عضله قلب می‌شود.

کلمه مثال ۲: کدام جمله صحیح می‌باشد؟

- (۱) قلب یک سنسیتیوم از سلول‌های قلبی است. (۲) مناطق تیره به علت وجود دیسک‌های انترکاله می‌باشد.
(۳) قلب از دو سنسیتیوم دهلیزی و بطنی تشکیل شده است. (۴) هر سه موارد ۱، ۲ و ۳ صحیح است.

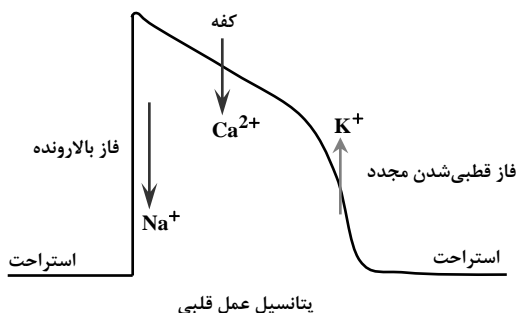
پاسخ: گزینه «۴» هر سه موارد ۱، ۲ و ۳ صحیح می‌باشد.

پتانسیل‌های عمل در عضله قلبی

پتانسیل استراحت غشای تارهای عضلانی قلب حدود -85 میلی ولت است. وقتی تار عضلانی تحریک می‌شود این پتانسیل به حدود $+20$ میلی ولت می‌رسد. بعد از پتانسیل نیزه‌ی اولیه، غشا به مدت $2/0$ ثانیه به حال دپلاریزه باقی می‌ماند و یک کفه نشان می‌دهد. در پایان کفه دپلاریزاسیون به طور ناگهانی به وجود می‌آید. وجود این کفه در پتانسیل عمل موجب می‌شود که مدت انقباض عضله بطنی تا 15 بار طولانی‌تر از عضله اسکلتی باشد.

عوامل ایجاد کفه در پتانسیل عمل عضله قلبی

در عضله قلبی پتانسیل عمل توسط باز شدن دو نوع کانال به وجود می‌آید: ۱. کانال‌های سریع سدیمی نظیر عضلات اسکلتی و ۲. کانال‌های کلسیمی آهسته که کانال‌های کلسیمی - سدیمی نیز نامیده می‌شوند. کانال‌های کلسیمی آهسته، آهسته‌تر باز می‌شوند اما برای چندین دهم ثانیه باز باقی می‌مانند. در طی این مرحله مقادیر زیادی هم از یون‌های کلسیم و هم از یون‌های سدیم از طریق این کانال‌ها وارد فیبر می‌شود و این عمل یک مرحله طولانی دپلاریزاسیون را حفظ کرده و موجب ایجاد کفه در پتانسیل عمل می‌شود.



عامل دیگری که پتانسیل عمل طولانی و وجود کفه را توجیه می‌کند این است که بلافاصله بعد از شروع پتانسیل عمل نفوذپذیری غشا به پتاسیم حدود پنج برابر کاهش می‌یابد. این کاهش نفوذپذیری به پتاسیم، جریان خروجی پتاسیم را کاهش داده و با این روش از بازگشت زودرس ولتاژ پتانسیل به مقدار استراحت جلوگیری می‌کند.

نکته ۲: تفاوت پتانسیل عمل عضله قلب با عضلات مخطط اسکلتی در کند بودن مرحله قطبی‌شدن مجدد (رپلاریزاسیون) است که باعث طولانی شدن یک انقباض (ضربان) نسبت به عضلات اسکلتی می‌شود.

کلمه مثال ۳: در عضله قلبی عمل توسط دو نوع کانال و به وجود می‌آید.

- ۱) کانال سریع سدیمی و پتاسیمی
 ۲) کانال‌های سریع سدیمی و کانال آهسته کلسیمی
 ۳) کانال‌های آهسته کلسیمی، کانال‌های سریع پتاسیمی
 ۴) کانال‌های سریع پتاسیمی و پمپ سدیم - پتانسیم ATP از

پاسخ: گزینه «۲» پتانسیل عمل در قلب توسط دو کانال سریع سدیمی و کانال‌های آهسته کلسیمی به وجود می‌آید.

رابطه‌ی تحریک عصبی (اکسیتاسیون) - انقباض

هنگامی که یک پتانسیل عمل روی غشای عضله قلبی سیر می‌کند پتانسیل عمل در طول غشاهای توبول‌های T به داخل فیبر عضله قلبی انتشار می‌یابد. پتانسیل‌های عمل توبول‌های T روی غشای توبول‌های شبکه سارکوپلاسمی عمل کرده و موجب آزاد شدن مقادیر زیادی یون کلسیم می‌شود. این یون‌های کلسیم در ظرف چند هزارم ثانیه به داخل میوفیبریل‌ها انتشار یافته و واکنش‌های پیش برنده‌ی لغزیدن فیلامان‌های اکتین و میوزین در طول یکدیگر را کاتالیز می‌کنند و در نتیجه موجب انقباض عضله می‌شوند. علاوه بر یون‌های آزاد شده از شبکه سارکوپلاسمی یون‌های کلسیم اضافی نیز در جریان پتانسیل عمل از توبول‌های عرضی به داخل سارکوپلاسم انتشار می‌یابند. به این دلیل، قدرت انقباضی عضله قلبی تا حدود زیادی بستگی به غلظت یون‌های کلسیم در مایعات خارج سلولی دارد. در پایان کفه پتانسیل عمل، جریان ورودی یون‌های کلسیم به داخل فیبر قطع می‌شود و یون‌های کلسیم موجود در سارکوپلاسم به سرعت به خارج از فیبر و به داخل شبکه سارکوپلاسمی پمپ زده می‌شوند.

کلمه مثال ۴: در کدام مرحله از پتانسیل عمل مربوط به فیبرهای قلبی، کلسیم از سارکوپلاسم به خارج از فیبر و بیرون شبکه‌ی سارکوپلاسمی پمپاژ می‌شود؟

- ۱) دپولاریزاسیون
 ۲) ابتدای کفه
 ۳) رپولاریزاسیون
 ۴) انتهای کفه

پاسخ: گزینه «۴» در پایان کفه پتانسیل عمل، جریان ورودی یون‌های کلسیم به داخل فیبر قطع می‌شود و یون‌های کلسیم موجود در سارکوپلاسم به سرعت به خارج از فیبر و به داخل شبکه‌ی سارکوپلاسمی پمپاژ می‌شوند.

دوره‌ی قلبی

مرحله‌ی زمانی بین ابتدای یک انقباض قلب تا ابتدای انقباض بعدی، دوره‌ی قلبی (Cardiac cycle) نامیده می‌شود. دوره‌ی قلبی از یک مرحله‌ی شل شدن موسوم به دیاستول که در جریان آن قلب از خون پر می‌شود و به دنبال آن از یک مرحله‌ی انقباض موسوم به سیستول تشکیل شده است.

کلمه مثال ۵: دوره‌ی قلبی از یک مرحله‌ی شل شدن موسوم به و یک مرحله‌ی انقباض موسوم به تشکیل شده است.

- ۱) سیستول - دیاستول
 ۲) دیاستول - سیستول
 ۳) انقباض دهلیزها - انقباض بطن‌ها
 ۴) انقباض بطن‌ها - انقباض دهلیزها

پاسخ: گزینه «۲» دوره‌ی قلبی از یک مرحله‌ی شل شدن موسوم به دیاستول که در جریان آن قلب از خون پر می‌شود و به دنبال آن از یک مرحله‌ی انقباض موسوم به سیستول تشکیل شده است.



عمل دهلیزها: خون به طور مداوم از وریدهای بزرگ به داخل دهلیزها جریان می‌یابد و تقریباً ۸۰ درصد این خون حتی قبل از انقباض دهلیزها مستقیماً از دهلیزها به داخل بطن‌ها می‌ریزد. سپس انقباض دهلیزی موجب پر شدن ۲۰ درصد دیگر بطن‌ها می‌شود. در حالت طبیعی فشار دهلیز راست در جریان انقباض دهلیزی ۴ تا ۶ میلی‌متر جیوه و فشار دهلیز چپ حدود ۷ تا ۸ میلی‌متر جیوه افزایش می‌یابد.

عمل بطن‌ها به عنوان یک پمپ

پر شدن بطن‌ها: در جریان سیستول بطن‌ها، مقدار زیادی خون به علت بسته بودن دریچه‌های دهلیزی بطنی در دهلیزها تجمع می‌یابد. به مجرد اینکه سیستول بطنی به پایان می‌رسد فشار افزایش یافته در دهلیزها، دریچه‌های دهلیزی بطنی را باز می‌کند و خون به سرعت به داخل بطن‌ها جریان می‌یابد. این مرحله موسوم به مرحله‌ی پر شدن بطن‌ها است. این مرحله تقریباً یک سوم اول دیاستول را تشکیل می‌دهد. در جریان یک سوم میانی مقدار کمی خون به طور طبیعی به داخل بطن‌ها جریان می‌یابد. در جریان یک سوم آخر دیاستول، دهلیزها منقبض می‌شوند که این امر مسئول پر شدن ۲۰ درصد بطن‌ها در جریان هر دوره‌ی قلبی است.

تخلیه بطن‌ها: - مرحله‌ی انقباض ایزولومیک: بلافاصله بعد از شروع انقباض بطن، فشار بطن به طور ناگهانی بالا می‌رود و باعث بسته شدن دریچه‌های دهلیزی بطنی می‌گردد. در طی این مرحله زمانی، انقباض در بطن‌ها ایجاد می‌شود اما هیچگونه تخلیه‌ای انجام نمی‌گیرد. این مرحله موسوم به انقباض ایزومتریک یا ایزولومیک (با حجم ثابت) است. معنی این واژه‌ها آن است که کشش در عضله‌ی قلبی افزایش می‌یابد اما کوتاه شدن فیبرهای عضلانی ایجاد نمی‌شود.

مرحله‌ی خروج خون: هنگامی که فشار بطن چپ اندکی از ۸۰ میلی‌متر جیوه و فشار بطن راست اندکی از ۸ میلی‌متر جیوه بالاتر می‌رود، در این حال فشارهای بطنی دریچه‌های هلالی را باز می‌کنند، خون شروع به بیرون ریختن از بطن‌ها می‌کند و حدود ۷۰ درصد عمل تخلیه در طی ثلث اول مرحله‌ی خروج خون (مرحله‌ی خروج سریع) و ۳۰ درصد باقیمانده طی دو ثلث بعدی (مرحله‌ی خروج آهسته) به انجام می‌رسد.

مرحله‌ی شل شدن ایزولومیک: در پایان سیستول، شل شدن یا رفع انقباض بطن ناگهان شروع می‌شود و موجب می‌شود فشار داخلی بطن به سرعت سقوط کند. با وجود اینکه حجم بطن تغییر نمی‌کند عضله‌ی بطنی به شل شدن ادامه می‌دهد و به این ترتیب مرحله‌ی شل شدن ایزولومیک یا ایزومتریک را به وجود می‌آورد. در طی این مرحله، فشارهای داخل بطنی مجدداً به سرعت به مقادیر پایین دیاستولی خود کاهش می‌یابند. آن گاه دریچه‌های دهلیزی بطنی باز می‌شوند تا یک دوره‌ی تلمبه زنی بطنی جدید را شروع کنند.

در جریان دیاستول پر شدن بطن‌ها به طور طبیعی حجم هر بطن را حدود ۱۱۰ تا ۱۲۰ میلی لیتر افزایش می‌دهد. این حجم موسوم به حجم پایان دیاستولی است. سپس به تدریج که بطن‌ها در جریان سیستول تخلیه می‌شوند حجم آنها به میزان حدود ۷۰ میلی لیتر کاهش می‌یابد که برون ده حجم ضربه‌ای نامیده می‌شود. حجم باقیمانده در هر بطن که حدود ۴۰ تا ۵۰ میلی لیتر است حجم پایان سیستولی نامیده می‌شود. بخشی از حجم پایان دیاستولی که از قلب به بیرون ریخته می‌شود موسوم به کسر تخلیه بوده و معمولاً حدود ۶۰ درصد است. هم با زیاد کردن حجم پایان دیاستولی و هم با کم کردن حجم پایان سیستولی می‌توان برون ده حجم ضربه‌ای را تا دو برابر مقدار طبیعی افزایش داد.

کدام مثال ۶: در کدام مرحله از دوره‌ی قلبی فشار داخلی بطن به سرعت سقوط می‌کند ولی حجم بطن تغییر نمی‌کند؟

- ۱) ابتدای سیستول ۲) انتهای دیاستول ۳) انتهای سیستول ۴) اواسط دیاستول

پاسخ: گزینه «۳» در پایان سیستول، شل شدن بطن ناگهان شروع می‌شود و فشار داخلی بطن به سرعت سقوط می‌کند ولی حجم بطن تغییر نمی‌کند که به این مرحله مرحله‌ی شل شدن ایزولومیک یا ایزومتریک گفته می‌شود.

عمل دریچه‌های قلبی

دریچه‌های دهلیزی - بطنی (دریچه‌های میترال و تریکوسپید) از جریان معکوس خون از بطن‌ها به داخل دهلیزها در جریان سیستول و دریچه‌های هلالی (دریچه‌های آئورتی و ریوی) از جریان معکوس خون از شریان‌های آئورت و ریوی به داخل بطن‌ها در جریان دیاستول جلوگیری می‌کنند. این دریچه‌ها به طور غیرفعال باز و بسته می‌شوند به این معنی که هرگاه یک شیب فشار رو به عقب خون را به طرف عقب براند این دریچه‌ها بسته می‌شوند و هرگاه یک شیب فشار رو به جلو خون را به طرف جلو براند باز می‌شوند. عضلات پاپیلار و وسیله‌ی طناب‌های وتری به لتهای دریچه‌های دهلیزی بطنی متصل هستند. این عضلات از برآمده شدن بیش از حد لتهای داخل دهلیزها در جریان انقباض بطنی جلوگیری می‌کنند.

دریچه‌های آئورتی و ریوی به طور کاملاً متفاوتی از دریچه‌های دهلیزی بطنی عمل می‌کنند. اولاً فشار زیاد در شریان‌ها در پایان سیستول موجب بسته شدن سریع و محکم دریچه‌های هلالی می‌گردد در حالی که دریچه‌های دهلیزی بطنی بسیار نرم بسته می‌شوند. ثانیاً به علت کوچک بودن دهانه، سرعت خروج خون از دریچه‌های آئورتی و ریوی بسیار بیشتر از دریچه‌های دهلیزی بطنی است که دهانه‌ی بزرگتری دارند. دریچه‌های هلالی فاقد طناب‌های وتری نگهدارنده هستند.



مدرس‌ان شریف

فصل پنجم «گردش خون»

کلیات گردش خون و جریان خون و مقاومت

عمل دستگاه گردش خون برآوردن نیازهای بافت‌ها یعنی حمل مواد غذایی به بافت‌ها، حمل فرآورده‌های زاید به خارج از بافت‌ها، رساندن هورمون‌ها از یک قسمت به قسمت دیگر و به طور کلی حفظ یک محیط مناسب در تمام مایعات بافتی بدن برای بقا و عمل مناسب سلول‌ها است.

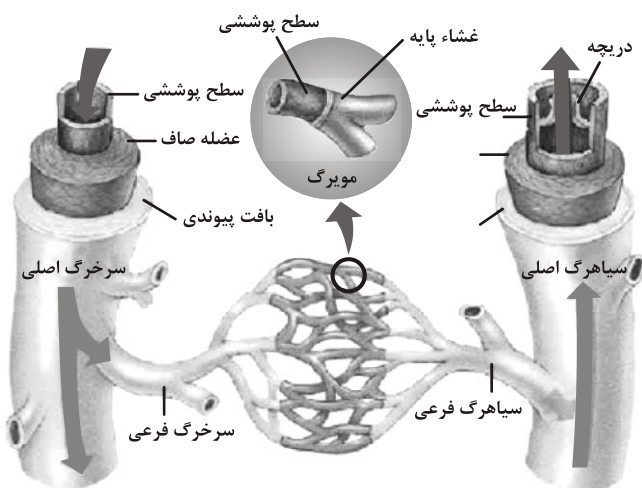
مشخصات فیزیکی گردش خون

دستگاه گردش خون به گردش بزرگ یا سیستمیک (systemic circulation) و گردش ریوی (pulmonary circulation) تقسیم می‌شود و چون گردش سیستمیک جریان خون تمام بافت‌های بدن به استثنای ریه‌ها را تأمین می‌کند، گردش بزرگ یا گردش محیطی نیز نامیده می‌شود.

قسمت‌های عملی گردش خون

شریانچه‌ها یا آرتریول‌ها آخرین شاخه‌های کوچک سیستم شریانی بوده و به عنوان معبرهای کنترل عمل می‌کنند و خون از طریق آنها به داخل مویرگ‌ها آزاد می‌شود، آرتریول یک دیواره عضلانی قوی دارد که می‌تواند آرتریول را ببندد یا چندین برابر گشاد کند. با توجه به نیاز بافتی عمل مویرگ‌ها تبادل مایع، مواد غذایی، الکترولیت‌ها، هورمون‌ها و مواد دیگر بین خون و مایع میان بافتی است. برای انجام این عمل دیواره بسیار نازک و دارای منافذ مویرگی ریز متعدد است که بسته به مواد یا مولکول‌های کوچک نفوذ پذیر هستند.

ونول‌ها یا وریدچه‌ها خون را از مویرگ‌ها جمع کرده و به تدریج به یکدیگر می‌پیوندند و وریدهای به تدریج بزرگ‌تر را تشکیل می‌دهند. وریدها به عنوان معبری برای بازگرداندن خون از بافت‌ها به قلب عمل می‌کنند، اما عملکرد آنها بعنوان یک منبع ذخیره‌ی عمده خون به همان اندازه اهمیت دارد، چون فشار در سیستم وریدی بسیار پایین است دیواره آنها نازک است با این وجود به اندازه‌ی کافی وریدها عضلانی هستند که بسته به نیاز منقبض و گشاد شوند.



نکته ۱: در سیستم گردش خون بسته جانوران، شبکه مویرگی در انتهای مسیر گردش خون شریانی مسئول تبادل اکسیژن و مواد غذایی با سلول‌های بدن است.

حجم خون در قسمت‌های مختلف گردش خون

۸۴ درصد تمام حجم خون بدن در گردش سیستمیک است که از این ۸۴ درصد، ۴۶ درصد در وریدها، ۱۳ درصد در شریان‌ها و ۷ درصد در آرتریول‌ها و مویرگ‌های گردش سیستمیک می‌باشد. ۱۶ درصد در قلب و ریه که قلب محتوی ۷ درصد و رگ‌های ریوی ۹ درصد را شامل می‌شوند.

که مثال ۱: بیشترین مقدار خون در کدام بخش دستگاه گردش خون است؟

- (۱) شریان‌ها (۲) بطن‌های قلبی (۳) وریدها (۴) آرتریول‌ها و مویرگ‌ها

پاسخ: گزینه «۳» ۸۴ درصد حجم خون بدن در گردش سیستمیک است که ۴۶ درصد آن در وریدها و ۱۳ درصد در شریان‌ها می‌باشد.



سطح مقطع و سرعت جریان خون

سطح مقطع در وریدها بطور متوسط ۴ برابر سطح مقطع در شریان‌های مربوطه است که این موضوع انبار شدن زیاد خون در سیستم وریدی را در مقایسه با شریان‌ها توجیه می‌کند. سرعت جریان خون نسبت معکوس با مساحت سطح مقطع رگ دارد.

فشارها در قسمت‌های مختلف گردش خون

چون قلب خون را بطور مداوم به داخل آئورت تلمبه می‌زند فشار در آئورت بالا بوده و بطور متوسط 100 میلی‌متر جیوه است. چون عمل تلمبه زدن بطور منقطع یا ضربان‌دار انجام می‌شود فشار شریانی بین یک فشار سیستولیک 120 میلی‌متر جیوه و یک فشار دیاستولیک 80 میلی‌متر جیوه نوسان می‌کند. فشار مویرگ‌های گردش سیستمیک از مقداری به زیادی 35 میلی‌متر جیوه در نزدیکی انتهای آرتریولی تا مقداری به اندکی 10 میلی‌متر جیوه در انتهای سیاهرگی تغییر می‌کند. باید به خاطر داشت متوسط فشار مویرگی در بیشتر بسترهای عروقی در حدود 17 میلی‌متر جیوه است. در قسمت‌های مختلف گردش خون ریوی، فشار نسبت به فشار سیستولیک حدود 25 میلی‌متر جیوه، فشار دیاستولی حدود 8 میلی‌متر جیوه و فشار متوسط 16 میلی‌متر جیوه می‌باشد.

تئوری پایه عملکرد گردش خون

در گردش خون سه اصل کلی مبنای عمل است:

۱- جریان خون هر بافت متناسب با نیازهای آن بافت به دقت کنترل می‌شود:

بافت‌ها در زمان فعالیت به خون بسیار بیشتری نسبت به زمان استراحت نیاز دارند (که گاهی ممکن است به 20 تا 30 برابر حالت استراحت برسد). اما در حالت طبیعی برون‌ده قلب از 4 تا 7 برابر نرمال فراتر نمی‌رود. بنابراین از آنجایی که در هنگام نیاز یک بافت خاص به جریان خون بیشتر، نمی‌توان جریان خون در همه بافت‌ها را افزایش داد، عروق ریز هریک از بافت‌ها وظیفه دارند احتیاجات بافت مربوط به خود را از نظر میزان اکسیژن و مواد غذایی بررسی کرده و با توجه به این نیازها، جریان خون موضعی بافت را کنترل نمایند.

۲- برون‌ده قلب به طور عمده توسط کلیه جریان‌های موضعی بافت‌ها کنترل می‌گردد:

خون پس از جریان یافتن در بافت، بدون درنگ از طریق وریدها به قلب باز می‌گردد. قلب نیز تمامی خون ورودی را مجدداً به درون آئورت پمپ می‌کند، اما از آنجایی که این میزان پاسخ از طرف قلب برای نیازهای بافتی کامل نیست، لازم است که قلب به وسیله سیگنال‌های عصبی ویژه تحریک شود تا بتواند خون بیشتری را پمپ نماید.

۳- به طور کلی، فشار شریانی به طور مستقل از کنترل جریان خون موضعی یا کنترل برون‌ده قلبی تنظیم می‌شود:

سیستم گردش خون برای کنترل فشار شریانی مکانیسم‌های متعددی دارد. به عنوان مثال اگر فشار متوسط شریانی به شدت از میزان طبیعی آن (100 میلی‌متر جیوه) کمتر شود، بلافاصله یک سری رفلکس‌های عصبی فعال می‌شوند تا با ایجاد تغییراتی در قسمت‌های مختلف گردش خون، فشار خون را مجدداً به حد طبیعی برگردانند. مهم‌ترین این تغییرات عبارتند از: افزایش نیروی پمپاژ قلب، انقباض وریدها و آرتریول‌های سراسر بدن. علاوه بر این ظرف ساعت‌ها یا روزهای آینده کلیه‌ها نیز با ترشح هورمون یک نقش تأخیری در کنترل فشار خون ایفا می‌کنند.

کلمه مثال ۲: اگر فشار متوسط شریانی به میزان پایین‌تر از حد طبیعی افت کند، رفلکس‌های عصبی فعال در این زمینه، چه تغییراتی را ایجاد می‌کنند؟

- | | |
|-------------------|--|
| (۱) انقباض وریدها | (۲) انبساط آرتریول‌ها |
| (۳) انبساط وریدها | (۴) انقباض ورید آرتریول و افزایش پمپاژ قلب |

پاسخ: گزینه «۴» هنگام افت فشار متوسط شریانی، رفلکس عصبی فعال تغییراتی از قبیل: انقباض ورید و آرتریول‌ها و افزایش پمپاژ قلب را باعث می‌شوند.

روابط متقابل بین فشار، جریان و مقاومت

میزان جریان خون که از یک رگ عبور می‌کند به دو عامل بستگی دارد: ۱. اختلاف فشار بین دو انتهای رگ و ۲. مقاومت در برابر جریان خون. میزان جریان از یک رگ را می‌توان با استفاده از فرمول زیر که به **قانون اهم** معروف است به دست آورد:

در این فرمول، F = جریان خون، ΔP = نشان‌دهنده اختلاف فشار بین دو انتهای رگ و R = نشان‌دهنده مقاومت رگ است.

$$F = \frac{\Delta P}{R}$$

میزان جریان خون

میزان جریان خون در واقع مقدار خونی است که در یک مدت زمان مشخص از یک نقطه معینی از گردش خون عبور می‌کند. جریان خون را غالباً بر حسب میلی‌لیتر در دقیقه یا لیتر در دقیقه بیان می‌کنند. میزان کل جریان خون در گردش یک فرد بالغ در حالت استراحت در حدود 5000 میلی‌لیتر در دقیقه است که این میزان جریان خون را برون‌ده قلب می‌نامند.



مدرس‌ان شریف

فصل ششم

« کلیه‌ها و مایعات بدن »

حفظ یک حجم ثابت و یک ترکیب پایدار مایعات بدن برای هومئوستاز ضروری است. ثبات نسبی مایعات بدن قابل ملاحظه است زیرا تبادل مداوم مایع و مواد محلول با محیط خارج و نیز در داخل بخش‌های مختلف مایع بدن وجود دارد. آب از دو راه عمده به بدن اضافه می‌شود:

۱. به شکل مایعات یا آب در غذا خورده می‌شود که حدود ۲۱۰۰ میلی لیتر در روز به مایعات بدن اضافه می‌کند، ۲. در بدن در نتیجه‌ی اکسیداسیون کربوهیدرات‌ها ساخته می‌شود و حدود ۲۰۰ میلی لیتر در روز اضافه می‌کند.

دفع روزانه‌ی آب

دفع نامحسوس آب: بعضی از روش‌های دفع آب را نمی‌توان به طور دقیق تنظیم کرد. به عنوان مثال یک دفع مداوم آب توسط تبخیر از راه مجاری تنفسی و انتشار از طریق پوست وجود دارد که حدود ۷۰۰ میلی لیتر در روز است.

دفع مایع در عرق: مقدار آب دفع شده از راه تعریق بسته به فعالیت بدنی و دمای محیط بسیار متغیر است. حجم عرق به طور طبیعی ۱۰۰ میلی لیتر در روز است. اما در هوای بسیار گرم یا فعالیت عضلانی سنگین تا ۱ تا ۲ لیتر افزایش می‌یابد.

دفع آب در مدفوع: حدود ۱۰۰ میلی لیتر آب در روز به طور طبیعی در مدفوع دفع می‌شود. این مقدار در افراد مبتلا به اسهال تا چندین لیتر افزایش می‌یابد.

دفع آب توسط کلیه‌ها: مهم‌ترین وسیله‌ی کنترل کننده‌ی مقادیر ورودی و خروجی آب و الکترولیت‌ها در بدن کنترل میزان دفع این مواد توسط کلیه‌ها است. حجم ادرار می‌تواند ۵/۰ لیتر در روز تا ۲۰ لیتر در روز (در شخصی که مقدار زیادی آب نوشیده است) باشد.

نکته ۱: دفع آب از طریق اشک نیز صورت می‌گیرد.

کج مثال ۱: در کدام روش‌های دفع آب، نمی‌توان مقدار آب دفعی را به طور دقیق تنظیم کرد؟

- (۲) دفع مایع از طریق عرق - دفع از طریق پوست
(۴) دفع از طریق کلیه - دفع از طریق عرق

- (۱) تبخیر در مجاری تنفسی - تبخیر از سطح پوست
(۳) دفع از طریق پوست - دفع از طریق کلیه

پاسخ: گزینه «۱» بعضی از روش‌های دفع آب را نمی‌توان به طور دقیق تنظیم کرد مانند دفع مداوم توسط تبخیر از راه مجاری تنفسی و انتشار از طریق پوست که حدود ۷۰۰ میلی لیتر در روز است.

بخش‌های مایع بدن

مایع کل بدن به طور عمده در بین دو بخش اصلی توزیع می‌شود: مایع خارج سلولی و مایع داخل سلولی. مایع خارج سلولی به نوبه‌ی خود به مایع میان بافتی و پلاسما‌ی خون تقسیم می‌شود. در یک انسان بالغ ۷۰ کیلوگرمی، آب کل بدن حدود ۶۰ درصد وزن بدن یا حدود ۴۲ لیتر است. حدود ۲۸ لیتر از آن در داخل سلول‌ها قرار داشته و روی هم مایع داخل سلولی نامیده می‌شود. کل مایعات خارج سلولی نیز حدود ۱۴ لیتر می‌باشد. مایع میان بافتی حدود ۱۱ لیتر و پلاسما‌ی خون حدود ۳ لیتر مایع خارج سلولی را تشکیل می‌دهد.

حجم خون: حجم متوسط خون افراد بالغ طبیعی ۷ درصد وزن بدن یا حدود ۵ لیتر است. حدود ۶۰ درصد خون را پلاسما و حدود ۴۰ درصد را گویچه‌های سرخ تشکیل می‌دهند. این نسبت درصدها می‌توانند در افراد مختلف بسته به سن، جنس و سایر عوامل تغییرات قابل ملاحظه‌ای داشته باشند.

هماتوکریت: هماتوکریت عبارت است از نسبت درصد گویچه‌های سرخ در خون. هماتوکریت در مردان طبیعی حدود ۴۰ درصد و در زنان حدود ۳۶ درصد است.



تعیین حجم بخش‌های مایع ویژه بدن

سنجش آب کل بدن: آب رادیواکتیو (محتوی تریسیوم) یا آب سنگین (محتوی دوتریوم) را می‌توان برای سنجش آب کل بدن به کار برد. این انواع آب بعد از تزریق داخل خون با آب کل بدن مخلوط می‌شوند و اصل رقیق کردن را می‌توان برای محاسبه آب کل بدن به کار برد.

سنجش حجم مایع خارج سلولی: حجم مایع خارج سلولی را می‌توان با استفاده از هر ماده‌ای که در پلاسما و مایع میان بافتی پخش شده اما به آسانی از غشای سلولی نفوذ نمی‌کند تخمین زد. این مواد شامل سدیم رادیواکتیو، کلر رادیواکتیو، یوتالامات رادیواکتیو، یون تیوسولفات و اینولین هستند.

محاسبه حجم مایع داخل سلولی: حجم مایع داخل سلولی را به صورت زیر محاسبه می‌کنند:

حجم مایع خارج سلولی - حجم مایع کل بدن = حجم مایع داخل سلولی

سنجش حجم پلاسما: برای سنجش حجم پلاسما ماده‌ای باید به کار رود که بعد از تزریق به داخل رگ به آسانی از غشاهای مویرگی نفوذ نکرده اما در داخل سیستم عروقی باقی بماند. سرم آلبومین نشاندار، ماده‌ای است که بیشتر از همه در این مورد به کار می‌رود. همچنین مواد رنگی از قبیل آبی اوانس که T-۱۸۲۴ هم نامیده می‌شود برای سنجش حجم پلاسما به کار می‌روند.

محاسبه‌ی حجم مایع میان بافتی: حجم مایع میان بافتی به صورت زیر محاسبه می‌شود:

حجم پلاسما - حجم مایع خارج سلولی = حجم مایع میان بافتی

سنجش حجم خون: اگر حجم پلاسما اندازه‌گیری شود حجم خون را نیز می‌توان با دانستن هماتوکریت با استفاده از تساوی زیر محاسبه کرد:

$$\text{حجم کل خون} = \frac{\text{حجم پلاسما}}{\text{هماتوکریت} - ۱}$$

به عنوان مثال اگر حجم پلاسما ۳ لیتر و هماتوکریت ۴/۰ باشد، حجم کل خون این چنین محاسبه می‌شود:

$$\frac{۳ \text{ لیتر}}{۱ - (۰/۴)} = ۵ \text{ لیتر}$$

کلمه مثال ۲: کدامیک از موارد زیر را می‌توان برای سنجش حجم مایع خارج سلولی به کار برد؟

- (۱) آب رادیواکتیو محتوی تریسیوم (۲) آب سنگین محتوی دوتریوم (۳) سدیم رادیواکتیو (۴) سرم آلبومین

پاسخ: گزینه «۳» حجم مایع خارج سلولی را می‌توان با استفاده از سدیم رادیواکتیو، کلر رادیواکتیو، یوتالامات رادیواکتیو، یون تیوسولفات و انسولین به دست آورد.

نکته ۲: حجم مایع خارج سلولی را با استفاده از یون‌هایی بدست می‌آورند که میزان نسبت نفوذ به داخل سلول آن‌ها کم است.

کلمه مثال ۳: حجم مایع داخلی بدن (حجم مایع میان بافتی) با افزایش افزایش می‌یابد.

- (۱) حجم مایع کل بدن (۲) حجم مایع خارج سلولی
(۳) حجم مایع کل بدن به همراه افزایش حجم مایع خارج سلولی (۴) افزایش حجم مایع میان بافتی

پاسخ: گزینه «۱» طبق فرمول حجم مایع خارج سلولی - حجم مایع کل بدن = حجم مایع داخل سلولی

خیز (EDEMA)

خیز به معنی وجود مایع اضافی در بافت‌های بدن است. در بیشتر موارد خیز به طور عمده در بخش مایع خارج سلولی به وجود می‌آید اما می‌تواند مایعات داخل سلولی را نیز دچار سازد.

خیز داخل سلولی: دو حالت ویژه برای ایجاد تورم داخل سلولی مساعد هستند:

۱- تضعیف سیستم‌های متابولیک بافت‌ها و ۲- فقدان رساندن تغذیه‌ی کافی به سلول‌ها. به عنوان مثال هنگامی که میزان جریان خون بافتی کاهش می‌یابد رساندن اکسیژن و مواد غذایی تقلیل پیدا می‌کند. با کاهش تغذیه پمپ‌های یونی غشای سلولی تضعیف می‌شوند. در این صورت یون‌های سدیم نمی‌توانند به خارج سلول پمپ زده شوند و زیادی این یون‌ها در داخل سلول موجب اسمز آب به داخل سلول و افزایش حجم داخل سلولی می‌گردد. خیز داخل سلولی در بافت‌های دچار التهاب نیز به وجود می‌آید.

خیز خارج سلولی: تجمع بیش از حد مایع در فضاهای خارج سلولی موجب ایجاد خیز مایع خارج سلولی می‌شود. دو علت عمده‌ی این خیز عبارتند از:

- ۱- نشت غیر طبیعی مایع از پلاسما به فضاهای میان بافتی از طریق مویرگ‌ها
۲- ناتوانی لنفاتیک‌ها برای بازگشت دادن مایع به داخل خون



مدرسار شریف

فصل هفتم

« سلول‌های خونی، ایمنی و لخته شدن »

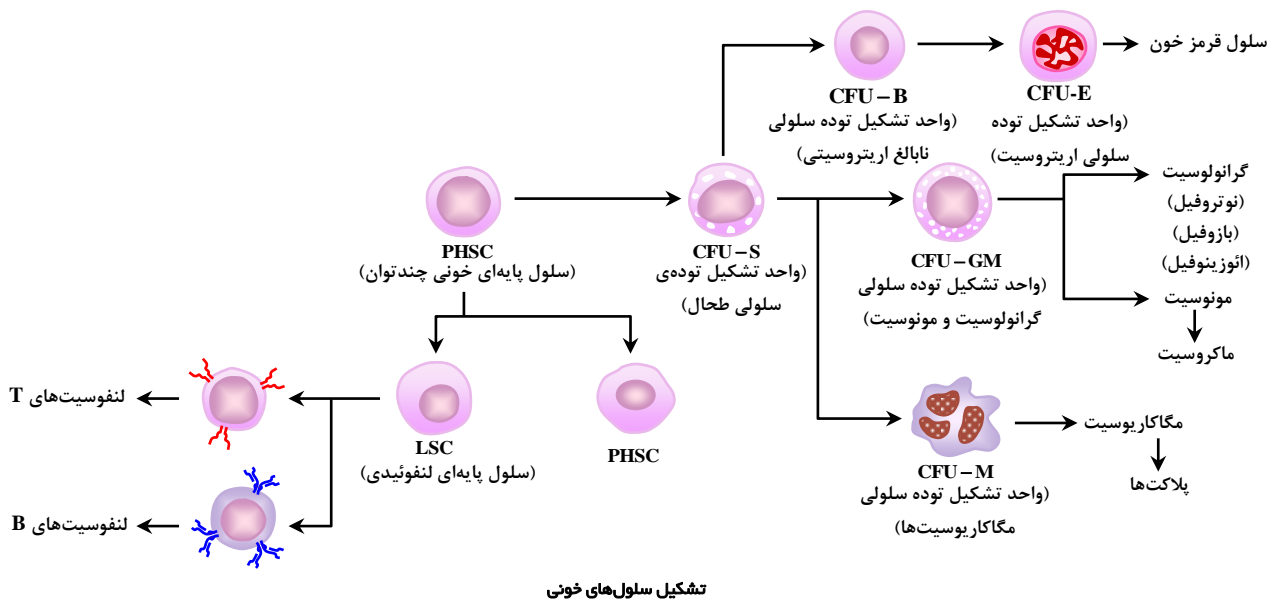
گویچه‌های سرخ

در مغز استخوان سلول‌هایی موسوم به سلول‌های مادر خون‌ساز چندکاره (PHSC) وجود دارند که تکثیر پیدا کرده و گروهی از آنها تحت تاثیر عوامل و فاکتورهای القاء‌کننده (مانند فاکتور ۳) به سلول‌های مادر متعدد تبدیل می‌شوند و سپس طی مراحل به وسیله القاء‌کننده‌های تفکیک، به ترتیب به سلول‌های زیر تفکیک پیدا می‌کنند:

پرواریتروبلاست → سلول مادر متعدد → سلول‌های مادر خون‌ساز چندکاره

اریتروسیت → رتیکولوسیت → اریتروبلاست بازوفیلی

در طی این تبدیلات سلول‌ها هسته خود را از دست می‌دهند و پروتئین هموگلوبین درون سلول‌ها سنتز می‌شود. در مرحله رتیکولوسیتی سلول‌ها به روش دیپدز وارد مویرگ‌های خونی می‌شوند.



مثال ۱: گلبول‌های قرمز در طی مراحل تشکیل در کدام مرحله وارد مویرگ‌ها می‌شوند؟

- (۱) اریتروسیت (۲) رتیکولوسیت (۳) اریتروبلاست بازوفیلی (۴) پرواریتروبلاست

پاسخ: گزینه «۲» در مغز استخوان سلول‌هایی موسوم به سلول‌های مادر خون‌ساز چندکاره (PHSC) وجود دارند که تکثیر پیدا کرده، گروهی از آنها تحت تاثیر عوامل و فاکتورهای القاء‌کننده (مانند فاکتور ۳) به سلول‌های مادر متعدد تبدیل می‌شود و سپس طی مراحل به وسیله القاء‌کننده‌های تفکیک به ترتیب به سلول‌های زیر تفکیک پیدا می‌کنند:

اریتروسیت → رتیکولوسیت → اریتروبلاست بازوفیلی → پرواریتروبلاست → سلول مادر متعدد

سلول‌های مادر خون‌ساز چندکاره

در طی این تبدیلات سلول‌ها هسته خود را از دست می‌دهند و پروتئین هموگلوبین درون سلول‌ها سنتز می‌شود و در مرحله رتیکولوسیتی سلول‌ها به روش دیپدز وارد مویرگ‌های خونی می‌شوند.



عوامل تنظیم تولید گلبول‌های قرمز

- ۱- کاهش اکسیژن بافتی باعث تحریک تولید گلبول‌های قرمز می‌شود.
- ۲- اریتروپوئیتین به عنوان عامل اصلی در تحریک تولید گلبول‌های قرمز می‌باشد که ۹۰ درصد در کلیه‌ها و بقیه آن در کبد ساخته می‌شود. ویتامین B_{۱۲} و اسید فولیک نیز موجب بلوغ گلبول‌های قرمز می‌شود.

کج مثال ۲: عامل اصلی در تحریک تولید گلبول‌های قرمز کدام است؟

- (۱) افزایش اکسیژن (۲) اریتروپوئیتین (۳) کاهش دی‌اکسیدکربن (۴) هرسه مورد
- پاسخ: گزینه «۲» عوامل تنظیم تولید گلبول‌های قرمز:

- ۱- کاهش اکسیژن بافتی باعث تحریک تولید گلبول‌های قرمز می‌شود، ۲- اریتروپوئیتین به عنوان عامل اصلی در تحریک تولید گلبول‌های قرمز می‌باشد که ۹۰ درصد در کلیه‌ها و بقیه آن در کبد ساخته می‌شود. ویتامین B_{۱۲} و اسید فولیک نیز موجب بلوغ گلبول‌های قرمز می‌شود.

کج مثال ۳: کدامیک موجب بلوغ گلبول‌های قرمز می‌شود؟

- (۱) اسید فولیک - ویتامین B_{۱۲} (۲) ویتامین B_{۱۲} - هموگلوبین (۳) هموگلوبین - ویتامین B_{۱۲} (۴) ویتامین B_{۱۲} - اسید فولیک
- پاسخ: گزینه «۴» اسید فولیک و ویتامین B_{۱۲} موجب بلوغ گلبول‌های قرمز می‌شوند.

محل تولید گلبول‌های قرمز

در هفته‌های اول جنینی گلبول‌های قرمز هسته‌دار در کیسه زرده، در سه ماهه میانی جنینی به میزان زیادی در کبد و تاحدودی در طحال و عقده‌های لنفوی ساخته می‌شود. گلبول‌های قرمز در ماه‌های آخر و مدتی بعد از تولد در مغز استخوان‌ها تولید می‌شوند که بعد از ۲۰ سالگی فقط در مغز استخوان‌های غشایی (مهره‌ها، جناغ، دنده‌ها و استخوان لگن) تولید می‌شوند.

کج مثال ۴: گلبول‌های قرمز خون در ماه‌های آخر جنینی در کدام قسمت ساخته می‌شوند؟

- (۱) در تمامی استخوان‌ها (۲) در استخوان‌های غشایی (۳) در کیسه زرده (۴) در کبد و طحال

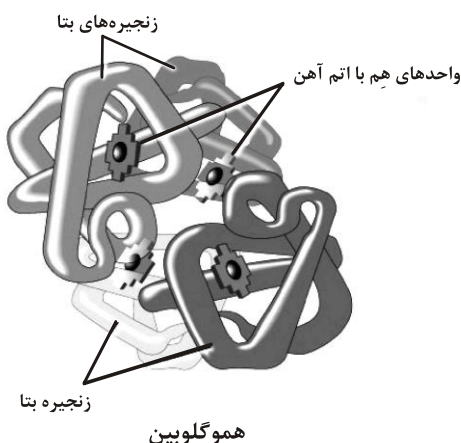
پاسخ: گزینه «۱» در هفته‌های اول جنینی گلبول‌های قرمز هسته‌دار در کیسه زرده، در سه ماهه میانی جنینی به میزان زیادی در کبد و تاحدودی در طحال و عقده‌های لنفوی ساخته می‌شود. گلبول‌های قرمز در ماه‌های آخر و مدتی بعد از تولد در مغز استخوان‌ها تولید می‌شود که بعد از ۲۰ سالگی فقط در مغز استخوان‌های غشایی (مهره‌ها، جناغ، دنده‌ها و استخوان لگن) تولید می‌شوند.

عملکرد گلبول‌های قرمز

گلبول‌های قرمز دارای پروتئین‌های هموگلوبین می‌باشند که در انتقال اکسیژن از ریه‌ها به بافت‌ها نقش مهمی دارد. همچنین گلبول‌های قرمز به دلیل داشتن مقادیر زیادی از آنزیم‌های آنهیدراز کربنیک و اکسید کربن و آب را کاتالیز می‌کند و در انتقال دی‌اکسیدکربن به شکل بی‌کربنات از بافت‌ها به ریه فعالیت می‌کند.

تشکیل هموگلوبین

سنتز هموگلوبین در پرواریتروبلاست‌ها شروع می‌شود. سوکسینیل کوآنزیم A سنتز شده در سیکل کربس با مولکول گلیسین ترکیب و ترکیب پیرولی ساخته می‌شود، چهار ترکیب پیرولی با هم ترکیب شده و پروتوپورفیرین ۹ را ایجاد می‌کنند که به همراه آهن به هم (Heme) تبدیل می‌شود. مولکول هم در ترکیب با گلوبولین یک زنجیره هموگلوبولین را سنتز می‌کنند که چهار زنجیره در اتصال به همدیگر هموگلوبولین کامل را ایجاد می‌کنند. به این ترتیب چهار اتم آهن در هر هموگلوبین وجود دارد و بسته به اسیدهای آمینه‌ی زنجیره‌های پلی‌پپتیدی انواع مختلف زنجیره تحت عنوان زنجیره‌های آلفا، بتا، گاما و دلتا ایجاد می‌شود. نوع شایع در افراد بالغ هموگلوبین A است که از دو زنجیره آلفا و دو زنجیره بتا به وجود آمده است. در آنمی داسی شکل اسیدآمینه والین جایگزین اسیدگلوتامیک در زنجیره‌های بتا می‌شود. هر مولکول هموگلوبین چهار مولکول اکسیژن را در پیوند کوردینانسی با یون‌های آهن منتقل می‌کند و در واقع اکسیژن به صورت مولکولی (نه یونی) منتقل می‌شود.



نکته ۱: مولکول هم در a پرواریتروسیت‌ها سنتز می‌شود.

کج مثال ۵: هر هموگلوبین چند مولکول اکسیژن را منتقل می‌کند؟

- (۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۳ (۴) ۴

پاسخ: گزینه «۴» هر مولکول هموگلوبین چهار مولکول اکسیژن را در پیوند کوردینانسی با یون‌های آهن منتقل می‌کند و در واقع اکسیژن بصورت مولکولی (نه یونی) منتقل می‌شود.



مدرسان شریف

فصل هشتم

« تنفس »

تهویه ریوی

- هدف از تنفس تهیه اکسیژن برای بافت‌ها و برداشتن دی‌اکسید کربن است که این وقایع در ۴ بخش طبقه‌بندی می‌شود:
- (۱) تهویه ریوی
 - (۲) انتشار اکسیژن و دی‌اکسید کربن بین آلوئول‌ها و خون
 - (۳) حمل اکسیژن و دی‌اکسید کربن از طریق خون و مایعات
 - (۴) تنظیم تهویه

مکانیک تهویه ریوی

عضلاتی که باعث باز و جمع شدن ریه‌ها می‌شوند از دو طریق (۱) بالا و پایین و (۲) کاهش یا افزایش قطر قدامی - خلفی عمل می‌نمایند. تنفس آرام و طبیعی تقریباً بطور کامل بوسیله روش اول یعنی با حرکت دیافراگم صورت می‌گیرد. عضلات شکمی نیز در تأمین نیروی اضافی عمل می‌نمایند. روش دوم از طریق بالا کشیدن دنده‌ها و افزایش قطر قدامی - خلفی قفسه‌ی سینه باعث باز شدن ریه‌ها می‌شود. این عمل از طریق عضلات بین دنده‌ای خارجی (مهم‌ترین عضلات) و عضلات کمکی انجام می‌شود. عضلات رکتوس شکمی و بین دنده‌ای داخلی در جمع شدن ریه و بازدم نقش دارند.

کج مثال ۱: عضلات رکتوس شکمی و بین دنده‌ای داخلی در نقش دارند.

- (۱) بالا کشیدن دنده‌ها و افزایش خطر قفسه سینه
- (۲) باز شدن ریه‌ها، بالا کشیدن دنده‌ها
- (۳) در جمع شدن ریه - بازدم
- (۴) بالا کشیدن دنده‌ها و بازدم

پاسخ: گزینه «۲» عضلات رکتوس شکمی و بین دنده‌ای داخلی در جمع شدن ریه و بازدم نقش دارند.

جابجایی هوا به درون و بیرون ریه‌ها

اتصال ریه به قفسه سینه یک اتصال حقیقی نیست بلکه به دلیل وجود فشار منفی میان پرده جنب احشایی واقع بر روی ریه و پرده جنب جداری اتصال ریه‌ها به جدار قفسه سینه میسر است و تغییرات حجمی در قفسه سینه باعث تغییرات حجمی در ریه‌ها می‌شود. فشار طبیعی فضای جنب در شروع دم ۳ سانتی‌متر آب است و این فشار برای باز نگه داشتن ریه‌ها ضروری است. در دم طبیعی این فشار به ۷/۵ سانتی‌متر آب خواهد رسید که به تبع آن هوا به داخل ریه مکیده می‌شود و در عمل بازدم فشار داخل ریه‌ها مثبت و هوا از ریه‌ها خارج می‌شود. فشار داخل آلوئولی نیز در حالتی که گلوته باز است و جریان هوایی وجود ندارد صفر است ولی در هنگام دم طبیعی به ۱ سانتی‌متر آب می‌رسد که موجب خروج نیم لیتر هوا خواهد شد. به اختلاف فشار آلوئولی و فشار جنب فشار خلال ریوی می‌گویند.

پذیرش یا کمپلیانس ریه‌ها

مجموع پذیرش دو ریه در انسان بالغ و سالم بطور متوسط در حدود ۲۰۰ سی سی به ازای هر سانتی‌متر آب فشار خلال ریوی است. پذیرش ریه‌ها به نیروی ارتجاعی بستگی دارد که خود این نیروها شامل:

- (۱) نیروهای ارتجاعی بافت ریه
- (۲) نیروهای ارتجاعی ناشی از کشش سطحی مایع پوشاننده درون جدار آلوئول‌ها و سایر فضاهای هوایی ریه

کج مثال ۲: کمپلیانس ریه‌ها به کدامیک بستگی ندارد؟

- (۱) نیروی ارتجاعی بافت ریه
- (۲) نیروی ارتجاعی ناشی از کشش سطحی
- (۳) غلظت گازهای تنفسی
- (۴) موارد ۱ و ۲

پاسخ: گزینه «۳» پذیرش یا کمپلیانس ریه‌ها به نیروی ارتجاعی بستگی دارد که خود این نیروها شامل نیروهای ارتجاعی بافت ریه و نیروهای ارتجاعی ناشی از کشش سطحی مایع پوشاننده درون جدار آلوئول‌ها و سایر فضاهای هوایی ریه است.



نکته ۱: به میزان انبساط ریه‌ها به ازای هر واحد افزایش فشار خلال ریوی، پذیرش ریه‌ها اطلاق می‌شود.

سورفاکتانت (surfactant)، کشش سطحی و کلاپس ریه‌ها

اصل کشش سطحی: هنگامی که سطحی بین هوا و آب وجود داشته باشد مولکول‌های واقع در سطح آب جاذبه بیشتری نسبت به یکدیگر دارند در نتیجه سطح آب همیشه سعی در جمع شدن دارد. همین مسئله نیز در درون آئول‌ها صدق می‌کند که سعی در خواباندن ریه‌ها بر روی هم دارند و به آن نیروی ارتجاعی کشش سطحی می‌گویند. برای کاستن از این نیرو ترکیبی پیچیده از چند فسفولیپید به نام سورفاکتانت از سلول‌های اپی تلیال نوع ۲ ترشح می‌شوند.

نکته ۲: به هنگام دم که حبابچه‌ها بزرگ‌تر می‌شوند و فسفولیپیدها از هم دور می‌شوند کشش سطحی افزایش می‌یابد، حال اینکه به هنگام بازدم که حبابچه‌ها کوچک‌تر می‌شوند، به هم نزدیک‌تر می‌شوند و کشش سطحی کاهش می‌یابد.

فشار آئول‌های مسدود شده بر اثر کشش سطحی

اگر راه‌های هوایی منتهی به فضاهای هوایی ریه مسدود شود کشش سطحی باعث ایجاد کلاپس (تاشدن) در فضاها و پیدایش یک فشار مثبت در آئول‌ها می‌شود که با این عمل سعی در خروج هوا از آئول‌ها را دارد. مقدار فشاری که از این طریق در یک فضای کروی از هوا ایجاد می‌شود را می‌توان به صورت زیر بدست آورد:

$$\text{فشار} = \frac{2 \times \text{کشش سطحی}}{\text{شعاع}}$$

مثال ۳: پیدایش فشار مثبت در آئول‌ها با افزایش کاهش می‌یابد.

- (۱) شعاع فشارها (۲) کشش سطحی آئول‌ها (۳) دور شدن فسفولیپیدها (۴) موارد ۲ و ۳

پاسخ: گزینه «۱» مقدار فشاری که در یک فضای کروی از هوا ایجاد می‌شود را می‌توان از فرمول زیر بدست آورد:

$$\text{فشار} = \frac{2 \times \text{کشش سطحی}}{\text{شعاع}}$$

تأثیر اندازه‌ی آئول‌ها بر فشار ناشی از کشش سطحی

با کاهش شعاع فشار، کلاپس افزایش می‌یابد. این نکته در نوزادان کوچک و نارس اهمیت دارد زیرا به دلیل قطر اندک آئول‌ها و ترشح اندک سورفاکتانت کشش سطحی بسیار زیاد است و ریه‌های آنها تمایل زیادی برای کلاپس دارند. این امر باعث بروز حالتی به نام سندرم دیسترس تنفسی نوزادان می‌شود که در صورت عدم درمان منجر به مرگ می‌شود.

مثال ۴: در سندرم دیسترس است.

- (۱) قطر آئول‌ها اندک (۲) ترشح سورفاکتانت اندک
(۳) کشش سطحی زیاد و تمایل به کلاپس زیاد (۴) هر سه گزینه صحیح می‌باشند

پاسخ: گزینه «۴» با کاهش شعاع فشار، کلاپس افزایش در سندرم دیسترس از اهمیت بسزایی برخوردار است زیرا به دلیل قطر اندک آئول‌ها و ترشح اندک سورفاکتانت کشش سطحی بسیار زیاد است و ریه‌های آنها تمایل زیادی برای کلاپس دارند.

تأثیر قفسه سینه (Thorax) بر انبساط پذیری ریه‌ها

قفسه سینه همانند ریه خصوصیات ارتجاعی و ویسکوزیته مخصوص به خود را دارد. پذیرش مجموع دستگاه ریه - قفسه سینه به تنهایی تقریباً نصف پذیرش ریه‌هاست. از طرفی بستگی به شرایط پذیرش، مجموعه ریه و قفسه سینه به تنهایی تا یک پنجم پذیرش ریه‌ها کاهش می‌یابد.

کار تنفس

عضلات تنفسی در تنفس آرام و طبیعی تنها برای دم بکار گرفته می‌شوند و بازدم طبیعی بدون صرف انرژی بر اثر خاصیت ارتجاعی ریه و ساختمان‌های قفسه سینه صورت می‌گیرد. بطور کلی کار دم به سه قسمت تقسیم می‌شود:

- (۱) کار لازم برای باز کردن ریه‌ها در مقابل خاصیت ارتجاعی ریه و قفسه سینه که به کار پذیرش معروف است.
 - (۲) کار لازم برای غلبه بر ویسکوزیته یا چسبندگی ریه و ساختمان‌های قفسه سینه که کار مقاومت بافتی نامیده می‌شود.
 - (۳) کار لازم برای غلبه بر مقاومت راه‌های هوایی در زمان ورود هوا به درون ریه که کار مقاومت مجاری هوایی نامیده می‌شود.
- کار تنفسی مربوط به ریه‌هاست و در صورت اضافه شدن کار مربوط به پذیرش قفسه سینه انرژی لازم به ۲ برابر مقدار کار لازم برای باز شدن ریه‌ها خواهد رسید. در مقایسه انواع کارها بیشترین مقدار مربوط به کاری است که صرفاً مربوط به باز شدن ریه‌هاست. ولی در هنگام تنفس شدید که هوا باید با سرعت از مجاری هوایی بگذرد قسمت اعظم کار صرف غلبه بر مقاومت مجاری هوایی می‌شود. اغلب در بیماری‌های ریوی مقدار هر سه کار به شدت افزایش می‌یابد. انرژی مورد نیاز برای تنفس آرام و طبیعی ۳ درصد از کل انرژی صرف شده در بدن است که در فعالیت‌های شدید گاهی تا ۵۰ برابر افزایش می‌یابد.



مدرسان شریف

فصل نهم

« فیزیولوژی فضایی و فیزیولوژی غواصی در اعماق دریا »

فیزیولوژی هوانوردی و ارتفاعات بلند

با افزایش ارتفاع از سطح دریا فشار جو کاهش می‌یابد و این کاهش فشار علت اصلی تمام مسائل ناشی از هیپوکسی در فیزیولوژی ارتفاعات بلند است.

فشار اکسیژن حبابچه‌ای در ارتفاعات مختلف

دی اکسید کربن و بخار آب، اکسیژن حبابچه‌ای را کاهش می‌دهند. دی اکسید کربن حتی در ارتفاعات بلند نیز به طور مداوم از خون ریوی دفع می‌شود. آب نیز از سطوح تنفسی به داخل هوای دمی تبخیر می‌گردد. لذا این دو گاز، اکسیژن موجود در حبابچه‌ها را رقیق کرده و به این ترتیب غلظت اکسیژن را کاهش می‌دهند. باید توجه کرد که میزان اشباع خون شریانی از اکسیژن با افزایش ارتفاع به طور پیشرونده‌ای کاهش می‌یابد. به طوری که تا ارتفاع تقریباً ۳۰۰۰ متری میزان اشباع خون شریانی از اکسیژن تا ۹۰ درصد باقی می‌ماند اما در ارتفاع ۶۰۰۰ متری فقط ۷۰ درصد بوده و در ارتفاعات بالاتر بسیار کمتر است.

اثرات حاد هیپوکسی

بعضی از اثرات حاد هیپوکسی با شروع در ارتفاعات تقریباً ۳۶۰۰ متری عبارتند از: خواب آلودگی، بی‌حالی، خستگی روانی و عضلانی، گاهی سردرد، ندرتاً تهوع و گاهی احساس خوشی. تمام این علائم در ارتفاع بالاتر از ۵۴۰۰ متری به مرحله‌ی پرش‌های عضلانی یا تشنجات پیشرفت کرده و در بالاتر از ۶۹۰۰ متری در شخص سازگاری (acclimatize) نشده به اغماء می‌انجامد. سازگاری به معنی سازش با شرایط هیپوکسی است که فرد سازگار در شرایط هیپوکسی تهویه‌ی حبابچه‌ای خود را تا پنج برابر افزایش می‌دهد. یکی از مهم‌ترین اثرات هیپوکسی کاهش قدرت روانی است که قضاوت، حافظه و انجام حرکات دقیق را مختل می‌سازد.

سازش با فشار پایین اکسیژن

هرگاه شخص برای چندین روز، چندین هفته یا برای سال‌ها در ارتفاعات بلند اقامت کند با فشار اکسیژن پایین سازش بیشتر و بیشتری پیدا می‌کند. روش‌های اصلی که سازش با محیط یا اقلیم‌پذیری (acclimatization) به وسیله‌ی آن‌ها برقرار می‌شود عبارتند از: ۱. افزایش شدید تهویه‌ی ریوی، ۲. افزایش تعداد گویچه‌های سرخ، ۳. افزایش ظرفیت انتشاری ریه‌ها، ۴. افزایش تعداد رگ‌های بافت‌ها و ۵. افزایش قدرت سلول‌های بافت برای به مصرف رساندن اکسیژن با وجود فشار پایین اکسیژن.

نکته ۱: معضلات افزایش ارتفاع فیزیولوژی بدن عبارتست از: (۱) کاهش فشار O_2 حبابچه‌ها (۲) سردرد (۳) خواب آلودگی

مثال ۱: کدامیک از روش‌های زیر برای سازش با فشار پایین اکسیژن صورت می‌گیرد؟

(۱) افزایش شدید تهویه ریوی (۲) افزایش تعداد گویچه‌های سرخ (۳) افزایش ظرفیت انتشاری ریه‌ها (۴) همه‌ی موارد

پاسخ: گزینه «۴» این روش‌ها عبارتند از: ۱- افزایش شدید تهویه ریوی، ۲- افزایش تعداد گویچه‌های سرخ، ۳- افزایش ظرفیت انتشاری ریه‌ها، ۴- افزایش تعداد رگ‌های بافت‌ها.

مثال ۲: دو گاز و اکسیژن موجود در حبابچه‌ها را رقیق کرده و به این ترتیب غلظت اکسیژن را کاهش می‌دهند.

(۱) CO_2 و بخار آب (۲) N_2 ، CO_2 (۳) Ar ، CO_2 (۴) CH_4 ، CO_2

پاسخ: گزینه «۱» دی‌اکسیدکربن حتی در ارتفاعات بلند نیز به طور مداوم از خون ریوی دفع می‌شود. آب نیز از سطوح تنفسی به داخل هوای دمی تبخیر می‌گردد. این دو گاز اکسیژن موجود در حبابچه‌ها را رقیق و به این ترتیب غلظت اکسیژن را کاهش می‌دهند.



بیماری کوه‌گرفتنگی مزمن

گاهی شخصی که برای مدت بیش از حدی در ارتفاعات بلند اقامت می‌کند دچار بیماری کوه‌گرفتنگی مزمن می‌شود که در آن علائم زیر به وجود می‌آیند:

۱. توده‌ی گویچه‌های سرخ و هماتوکریت به مقدار فوق‌العاده‌ای زیاد می‌شود، ۲. فشار شریانی ریوی حتی بیشتر از افزایش طبیعی در سازش با محیط یا اقلیم‌پذیری (acclimatization) افزایش می‌یابد، ۳. قلب راست به مقدار زیادی بزرگ می‌شود، ۴. فشار شریانی محیطی شروع به سقوط می‌کند، ۵. نارسایی احتقانی قلب به وجود می‌آید و ۶. مرگ غالباً پیش می‌آید مگر اینکه شخص به ارتفاع پایین‌تری برده شود.

کدامیک از علائم کوه‌گرفتنگی مزمن نمی‌باشد؟

- (۱) توده‌ی گویچه‌ی قرمز و هماتوکریت به مقدار زیاد افزایش می‌یابد
 (۲) افزایش فشار شریانی ریوی
 (۳) فشار شریانی محیط افزایش
 (۴) نارسایی احتقانی قلب و بزرگ شدن قلب

پاسخ: گزینه «۳» فشار شریانی محیطی در کوه‌گرفتنگی مزمن شروع به سقوط می‌کند.

بیماری کوه‌گرفتنگی حاد و خیز ریوی ناشی از ارتفاعات بلند

نسبت کمی از افرادی که به طور سریع به ارتفاعات بلند صعود می‌کنند به طور حاد بیمار شده و در صورتی که به آن‌ها اکسیژن داده نشود یا به ارتفاعات پایین‌تر انتقال داده نشوند می‌میرند. دو عارضه معمولاً در این موارد به وجود می‌آید:

۱- **خیز مغزی حاد:** این خیز از گشاد شدن موضعی رگ‌های خونی مغز بر اثر هیپوکسی ناشی می‌شود. اتساع شریانچه‌ها، جریان خون به داخل مویرگ‌ها را افزایش می‌دهد و به این ترتیب فشار مویرگی افزایش یافته و باعث نشت مایع به داخل بافت‌های مغزی می‌شود.

علت ایجاد خیز مغزی حاد چیست؟

- (۱) تنگی عروق خونی مغز
 (۲) گشاد شدن رگ‌های خونی مغز
 (۳) افزایش تهویه ریوی
 (۴) هیچکدام

پاسخ: گزینه «۲» این خیز از گشاد شدن موضعی رگ‌های خونی مغز بر اثر هیپوکسی ناشی می‌شود.

۲- **خیز ریوی حاد:** براساس یک پیشنهاد این خیز به روش زیر به وجود می‌آید: هیپوکسی شدید موجب تنگ شدن آتریبول‌های ریوی می‌گردد که این تنگ شدن در بعضی از قسمت‌های ریه بسیار بیشتر از قسمت‌های دیگر است. نتیجه‌ی فرضی این امر آن است که فشار مویرگی در این ناحیه از ریه‌ها افزایش زیادی پیدا می‌کند و خیز موضعی به وجود می‌آید. گسترش این روند به طور پیشرونده به نواحی بیشتری از ریه‌ها منجر به گسترش خیز ریوی و اختلال شدید عمل ریه‌ها می‌شود که می‌تواند کشنده باشد.

اثرات نیروهای شتابی روی بدن در فیزیولوژی هوانوردی و فضایی

به علت تغییرات سریع در سرعت و جهت حرکت در هواپیما و سفینه‌های فضایی، چندین نوع نیروی شتابی غالباً در جریان پرواز روی بدن اثر می‌کنند. در ابتدای پرواز شتاب خطی ساده و در پایان پرواز آهسته شدن سرعت به وجود می‌آید و هر بار که هواپیما چرخش پیدا می‌کند شتاب گریز از مرکزی تولید می‌شود.

اثرات نیروی شتاب گریز از مرکز (G) روی بدن

اثر روی سیستم گردش خون: مهم‌ترین اثر شتاب گریز از مرکز روی دستگاه گردش خون است. هنگامی که یک فضاورد در معرض G مثبت قرار می‌گیرد خونس به سوی قسمت پایینی بدن رانده می‌شود. به تدریج که فشار در رگ‌های قسمت تحتانی بدن افزایش می‌یابد، این رگ‌ها به طور غیرفعال گشاد می‌شوند به طوری که قسمت عمده‌ای از خون قسمت فوقانی بدن به داخل این رگ‌های پایین تغییر محل می‌دهد. چون قلب برای تلمبه زدن نیاز به بازگشت خون به آن دارد لذا با جمع شدن خون در قسمت پایینی بدن خون کمتری برای برون ده قلبی باقی می‌ماند. شتاب بیشتر از $4G$ تا $6G$ موجب سیاه شدن دید و اندکی بعد بیهوشی می‌شود.

اثر روی مهره‌ها: نیروی شتاب فوق‌العاده زیاد حتی برای جزئی از یک ثانیه می‌تواند موجب شکستگی مهره‌ها شود. میزان شتابی که یک شخص متوسط در حالت نشسته می‌تواند قبل از شکستگی در مهره‌ها تحمل کند $20G$ است.

حفاظت از بدن در برابر نیروهای شتابی گریز از مرکز: روش‌ها و دستگاه‌های ویژه‌ای برای حفاظت هوانوردان در برابر کلاپس سیستم گردش خون که ممکن است در جریان G مثبت به وجود آید ابداع شده‌اند. اولاً هرگاه فضاورد عضلات شکمی خود را به طور بسیار شدیدی منقبض کند و به طرف جلو خم شود تا شکمش را تحت فشار قرار دهد، می‌تواند تا حدودی از جمع شدن خون در رگ‌های بزرگ شکم جلوگیری کند و از این رو شروع سیاه شدن دید را به تأخیر بیندازد. لباس‌های ضد G ویژه نیز برای جلوگیری از تجمع خون در قسمت تحتانی شکم و پاها طرح شده‌اند.

نکته ۲: اثر نیروهای شتابی روی بدن عبارتست از: (۱) اثر روی سیستم گردش خون (۲) اثر روی ستون مهره‌ها



مدرسارن شریف

فصل دهم

« سیستم عصبی »

سازمان بندی سیستم عصبی، اعمال پایه سیناپس ها و مواد میانجی

سیستمی که اطلاعات و اخبار را از اندام های حسی دریافت و پاسخی مناسب را در قبال آن اعمال می کند، سیستم عصبی نامیده می شود. واحد کارکردی دستگاه عصبی، نورون (سلول عصبی) می باشد. هر نورون دارای جسم سلولی، آکسون و دندریت است و بر اساس جهت انتقال پیام است که به این حالت نام گذاری شده اند به این صورت که در دندریت پیام عصبی به سوی جسم سلولی و در آکسون از جسم سلولی به خارج از آن منتقل می شود. هر آکسون به همراه پوشش میلینی آن تار یا رشته عصبی گفته می شود و به مجموعه ای از این تارها که منتقل کننده پیام عصبی می باشند، عصب (Nerve) می گویند.

سیستم عصبی شامل دو بخش اصلی می باشد:

- ۱- سیستم عصبی مرکزی (Central Nervous System): شامل نخاع و مغز
- ۲- سیستم عصبی محیطی (Peripheral nervous system) که شامل: ۳۱ جفت عصب نخاعی و ۱۲ جفت عصب مغزی است که بصورت سیستم عصبی ارادی یا خود مختار (سیستم عصبی سمپاتیک و پاراسمپاتیک) عمل می کنند.

تقسیم بندی نورون ها

۱. بر اساس عملکرد

شامل سه دسته نورون های حسی، حرکتی و نورون های رابط (بینابینی) می باشند. به وسیله نورون حرکتی پیام عصبی از سیستم عصبی مرکزی به سوی ماهیچه یا غدد (برای انقباض و ترشح) منتقل می شود و نورون حسی پیام عصبی را از اندام ها دریافت کرده، به سیستم عصبی مرکزی منتقل می کند. نورون های حرکتی که بیشترین نورون های سیستم عصبی را تشکیل می دهند و پیام عصبی را از یک قسمت سیستم عصبی مرکزی به جای دیگر می برند، می توانند میلیون دار و یا فاقد میلیون باشند.

۲. بر اساس شکل ظاهری

۱- تک قطبی ۲- تک قطبی کاذب ۳- دو قطبی ۴- چند قطبی
در نورون تک قطبی از قسمتی از سلول یک شاخه خارج شده و بعد منشعب شده و به شاخه های زیادی تقسیم می شود. در نورون تک قطبی کاذب، شاخه ای از قسمتی از نورون خارج شده به دو قسمت تقسیم می شود که به این نورون ها، Tcell هم می گویند و در نورون های چند قطبی، شاخه های زیادی از قسمت های مختلف نورون خارج شده است.

نکته ۱: نورون های موجود در عقده ریشه خلفی نخاع (همه نورون های حسی پیکری) جزء نورون های تک قطبی کاذب می باشند. از نورون های چند قطبی می توان نورون های حرکتی موجود در شاخ قدامی نخاع را نام برد.

۳. نورون ها بر اساس داشتن یا نداشتن میلین

- الف - نورون های میلین دار A که هر دو نوع حسی و حرکتی را دارند بیشترین قطر را داشته و و با بیشترین سرعت پیام را منتقل می کنند.
- ب - نورون های میلین دار B که مربوط به سیستم عصبی غیر ارادی (سمپاتیک و پاراسمپاتیک) می باشند.
- ج - نورون های بدون میلین C که با کمترین سرعت پیام عصبی را منتقل می کند.



مثال ۱: کدامیک از نورون‌های زیر فاقد میلین، با کمترین سرعت پیام عصبی را منتقل می‌کند؟

- (۱) نورون A حسی
(۲) نورون A حرکتی
(۳) نورون نوع B
(۴) نورون نوع C
- پاسخ: گزینه «۴»

حسی	پایانه اولیه دوک عضلانی (مارپیچ حلقوی)	Ia	A آلفا	نورون‌ها	
حسی	تاندون گلزی	Ib			
حرکتی	-	نورون‌های شاخ قدامی نخاع			
حسی	پایانه ثانویه دوک عضلانی (گل افشان)	II	A بتا		
حرکتی	از سیستم عصبی مرکزی به رشته‌های داخل دوک عضلانی	II	A گاما		
حسی	انتقال لمس، درد، سرما و گرما	III	A دلتا		
حسی و حرکتی	نورون‌های پیش عقده‌ای دستگاه عصبی غیرارادی	-	-		B
حسی	ریشه خلفی نخاع: سرما، گرما، درد و برخی رفلکسهای نخاعی	IV	-		C
حسی و حرکتی	نورون‌های پس عقده‌ای نخاعی	-	-		-

مثال ۲: کدام یک از فیبرهای زیر سرعت انتقال کمتری دارد؟



- (۱) A آلفا
(۲) A بتا
(۳) A گاما
(۴) C
- پاسخ: گزینه «۴» فیبرهای نوع C فیبرهای عصبی کوچک بدون میلین هستند که ایمپالس‌ها را با سرعت‌های آهسته‌ای هدایت می‌کنند.

سلول‌های پشتیبان در دستگاه عصبی

در مراکز عصبی علاوه بر نورون‌ها، سلول‌های دیگری به نام نوروگلیا وجود دارد که تعدادشان ۱۵-۱۰ برابر بیشتر از نورون‌ها است و در تغذیه، ساختن پوشش میلینی رشته‌های عصبی و حفاظت و ایمنی نورون‌ها در برابر باکتری‌ها نقش دارند و در لایه‌های نورون‌ها قرار گرفته‌اند و پتانسیل عملی در آنها ایجاد نمی‌شود. این سلول‌ها به دو دسته محیطی و مرکزی تقسیم می‌شوند. نوع محیطی همان سلول‌های شوان هستند که در ساختن میلین رشته‌های عصبی محیطی نقش دارند. نوع مرکزی آنها به دسته‌های زیر تقسیم می‌شود: میکروگلیا، اولیگودندروسیت‌ها و آستروسیت‌ها (سلول‌های ستاره‌ای).

سیناپس‌ها

سیناپس، نقطه تماس یک نورون با نورون بعدی بوده و محل مناسبی برای کنترل انتقال پیام عصبی می‌باشد و بر دو نوع است:

- ۱- سیناپس شیمیایی: در این نوع سیناپس‌ها، ماده شیمیایی به نام نوروترانسمیتر (میانجی سیناپسی) در محل سیناپس ترشح می‌شود و با اتصال به نورون بعدی آن را مهار یا تحریک می‌کند.
- ۲- سیناپس الکتریکی: در واقع در محل اتصال‌های منفذدار Gap junction اتفاق می‌افتد و تبادلات یونی را بین دو سلول مجاور امکان‌پذیر می‌سازند.  نکته ۲: یکی از صفات ویژه سیناپس‌ها آن است که سیگنال (پیام عصبی) فقط در جهت رو به جلو (از آکسون به دندریت یا جسم سلولی) از سیناپس می‌گذرد.
- ۳- در سیناپس شیمیایی، جهت عبور سیگنال عصبی یک طرفه است و این مکانیسم اجازه می‌دهد تا سیگنال‌ها به سوی هدف خاصی پیش بروند و در سیناپس الکتریکی جهت عبور آن دوطرفه است. در سیناپس شیمیایی تأخیر سیناپسی وجود دارد. 

مثال ۳: ویژگی بارز و مهم سیناپس شیمیایی در انتقال پیام‌های عصبی چیست؟

- (۱) ایجاد مهار سیناپسی
(۲) ایجاد تحریک سیناپسی
(۳) انتقال پیام عصبی در یک جهت
(۴) انتقال پیام عصبی در دو جهت
- پاسخ: گزینه «۳» سیناپس‌های شیمیایی یک صفت فوق‌العاده مهم دارند که آنها را برای انتقال سیگنال‌های سیستم عصبی بسیار مطلوب می‌سازد. این سیناپس‌ها همیشه سیگنال‌ها را در یک جهت یعنی از نورون که ماده میانجی ترشح می‌کند و موسوم به نورون پیش سیناپسی است به نورونی که میانجی روی آن عمل می‌کند و موسوم به نورون پس سیناپسی است انتقال می‌دهند.

تشریح فیزیولوژیک سیناپس

روی جسم سلولی و دندریت‌های هر نورون تعداد زیادی پایانه سیناپسی وجود دارد. ۸۰ تا ۹۵ درصد این ترمینال‌ها (پایانه‌ها) روی دندریت‌ها و ۵ تا ۲۰ درصد آنها روی جسم نورون واقع هستند. هر پایانه سیناپسی در واقع مربوط به یک نورون پیش سیناپسی است. فضای بین نورون پیش سیناپسی و پس سیناپسی را شکاف سیناپسی گویند. وزیکول‌های میانجی و میتوکندری‌ها (که انرژی لازم را برای سنتز ماده میانجی تأمین می‌کنند) در پایانه پیش سیناپسی دو ساختار اصلی هستند که برای اعمال تحریک یا مهار سیناپس اهمیت دارند.



مدرسان شریف

فصل یازدهم

«حس‌های ویژه»

حس بینایی

کره چشم سه لایه دارد و این لایه‌ها از خارج به داخل عبارتند از:

- ۱- لایه صلبیه که شفاف است، بخش قدامی آن برآمده و قرنیه را تشکیل می‌دهد که به نور اجازه عبور می‌دهد.
- ۲- لایه مشیمیه دارای عروق خونی فراوانی است و در تغذیه چشم نقش دارد، قسمت قدامی آن رنگدانه‌دار بوده و عنبیه را که در وسط آن منفذ مردمک قرار دارد تشکیل می‌دهد. این قسمت دارای زوائد مزگانی و ماهیچه‌های مزگانی نیز می‌باشد که در انقباض عنبیه نقش دارد و مردمک را بزرگ و کوچک می‌کند.
- ۳- لایه شبکیه که دارای سلول‌های استوانه‌ای و مخروطی شکل می‌باشد که گیرنده‌های نور می‌باشند. در پشت عنبیه یک عدسی شفاف محدب طرفینی وجود دارد و در فاصله قرنیه تا عدسی مایع زلالیه وجود دارد که توسط زوائد مزگانی ترشح می‌شود. در پشت عدسی نیز مایع زجاجیه قرار دارد.

عوامل انکسار نور در چشم

چشم همانند دوربین عکاسی از سیستم عدسی، دیافراگم قابل تغییر و شبکیه همانند دوربین عکاسی تشکیل شده است. مسئول انکسار نور در چشم سیستم عدسی است و از چهار سطح انکساری زیر تشکیل شده است:

- ۱- سطح بین هوا و سطح قدامی قرنیه
 - ۲- سطح بین قسمت خلفی قرنیه و مایع زلالیه
 - ۳- سطح بین زلالیه و سطح قدامی عدسی چشم
 - ۴- سطح بین سطح خلفی عدسی و مایع زجاجیه
- نکته ۱:** ضریب شکست سطح قدامی قرنیه بیشتر از سایر قسمت‌های چشم می‌باشد (چون تفاوت ضریب شکست قرنیه و هوا بسیار زیاد است).

مکانیسم تطابق (ACCOMMODATION)

عملی که طی آن تصویر یک جسم روی شبکیه می‌افتد، تطابق نامیده می‌شود. تطابق توسط عدسی و انقباض عضلات مزگانی صورت می‌گیرد. انقباض عضله مزگانی تحت کنترل اعصاب پاراسمپاتیک (زوج سوم مغزی) صورت می‌گیرد و این اعصاب خود از هسته ادینگر - وستفال سیگنال دریافت می‌کنند. برای دیدن اشیاء نزدیک قدرت شکست نور (انکساری) چشم باید افزایش یابد، انقباض عضله مزگانی و شل شدن رباط‌های متصل به عدسی و در نتیجه ضخیم‌تر شدن عدسی این عمل را انجام می‌دهند و مردمک میزان نور ورودی را تنظیم می‌کند.

نکته ۲: انقباض عضلات حلقوی عنبیه (اسفنگتر) توسط اعصاب پاراسمپاتیک باعث تنگ شدن مردمک می‌شود و تحریک اعصاب سمپاتیک موجب انقباض عضلات شعاعی و در نتیجه گشاد شدن مردمک می‌شود.

نکته ۳: بزرگ‌ترین عمق وضوح ممکن هنگامی بوجود می‌آید که مردمک فوق‌العاده کوچک باشد، دلیل این امر آن است که تمام پرتوها در این حالت از مرکز عدسی می‌گذرد و مرکزی‌ترین پرتوها همیشه به وضوح دیده می‌شوند.

تنگ و گشاد شدن مردمک بوسیله رفلکس‌های نوری مردمک انجام می‌شود به این ترتیب که بعد از برخورد نور به گیرنده‌های شبکیه، سیگنال‌هایی از عصب چشمی به هسته پیش بامی (preectal) می‌رود و از آنجا به هسته ادینگر - وستفال می‌روند و با تحریک اعصاب پاراسمپاتیک موجب انقباض عنبیه و میزان نوری ورودی تنظیم می‌شود.

نکته ۴: هسته پیش بامی مرکز رفلکس نوری مردمک و حرکات رفلکسی چشم است.



کدام مورد با تحریک اعصاب سمپاتیک در چشم ایجاد می‌شود؟

- (۱) انقباض عضله اسفنکتر (حلقوی) و گشادی مردمک
 (۲) انقباض عضله شعاعی و گشادی مردمک
 (۳) انقباض عضله اسفنکتر (حلقوی) و تنگی مردمک
 (۴) انقباض عضله شعاعی و تنگی مردمک

پاسخ: گزینه «۲» با تحریک عصب سمپاتیک چشم (اعصاب زوج اول مغز) عضلات شعاعی عنبیه منقبض شده و مردمک گشاد می‌شود و تحریک اعصاب پاراسمپاتیک چشم (زوج سوم) موجب انقباض عضله حلقوی شده و مردمک تنگ می‌شود.

مثال ۲: تطابق توسط و صورت می‌گیرد.

- (۱) عدسی، انقباض عضلات مژگانی (۲) عدسی - شبکیه
 (۳) عدسی - انقباض عضله شعاعی (۴) مردمک - انقباض عضلات شعاعی

پاسخ: گزینه «۱» تطابق عملی است که تصویر یک جسم روی شبکیه می‌افتد. تطابق توسط عدسی و انقباض مژگانی صورت می‌گیرد.

شبکیه

شبکیه قسمت حساس به نور می‌باشد که در آن سلول‌های مخروطی دید رنگی و سلول‌های استوانه‌ای دید در تاریکی را بوجود می‌آورند. شبکیه از ۱۰ لایه مختلف تشکیل شده است، خارجی‌ترین آنها لایه رنگدانه‌ای است که این لایه به وسیله ملانین از انعکاس نور وارد شده در چشم جلوگیری می‌کند و دارای مقدار زیادی ویتامین A می‌باشد. لایه بعدی لایه‌ای است که گیرنده‌های نور (سلول‌های استوانه‌ای و مخروطی) قرار دارند که نور بعد از عبور از سایر لایه‌های شبکیه به این لایه‌ها می‌رسد، در ناحیه مرکزی شبکیه لایه‌های داخلی به کناری رانده شده‌اند و این امر موجب تیزبینی در این ناحیه شده است. به این ناحیه فووا می‌گویند و ناحیه مرکزی آن منحصراً از سلول‌های مخروطی تشکیل شده است و توانایی ویژه‌ای در دید دقیق و تشخیص دقیق دارد.

کدام یک از موارد زیر مسئول دید در تاریکی می‌باشد؟

- (۱) سلول‌های استوانه‌ای (۲) سلول‌های مخروطی
 (۳) ردوپسین (۴) فتوپسین

پاسخ: گزینه «۱» سلول‌های استوانه‌ای مسئول دید در تاریکی می‌باشند.

سلول‌های استوانه‌ای و مخروطی

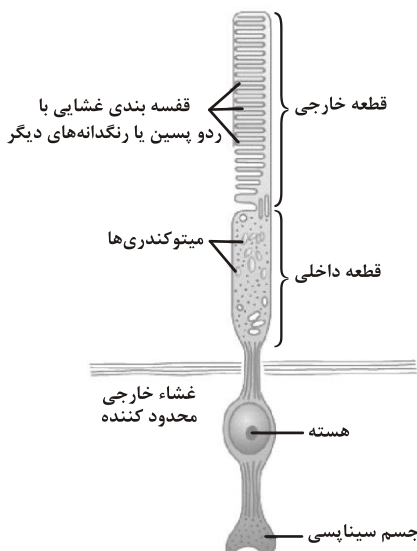
این سلول‌ها از خارج به داخل از قسمت‌های زیر تشکیل شده است:

۱- **قطعه خارجی:** در سلول‌های استوانه‌ای حاوی ردوپسین و در سلول‌های مخروطی حاوی پیگمان‌های رنگی است. حساسیت سلول‌های استوانه‌ای به نور بیشتر از مخروطی‌ها می‌باشد.

۲- **قطعه داخلی:** که حاوی اندامک‌های سلولی است.

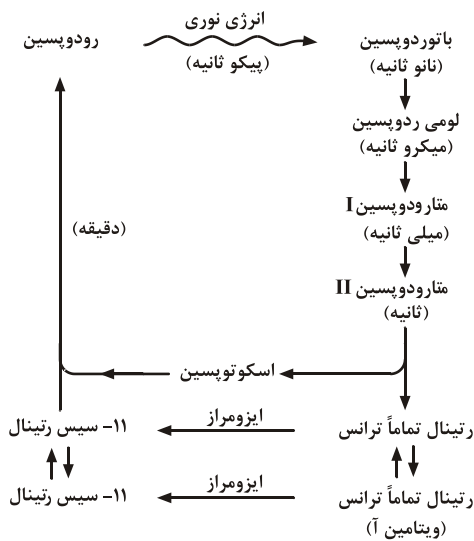
۳- **هسته**

۴- **جسم سیناپسی:** با سلول‌های عصبی لایه بعد سیناپس می‌دهد.



بخش‌های مختلف سلول‌های استوانه‌ای و مخروطی

فتوشیمی دید در سلول‌های استوانه‌ای



در سلول‌های استوانه‌ای یک پروتئین به نام اسکوتوپسین و رنگدانه‌ای به نام رتینال وجود دارد که به هم متصل هستند و ردوپسین را تشکیل می‌دهند. رتینال به دو حالت سیس و ترانس وجود دارد که به وسیله ویتامین A سنتز شده است. ویتامین A در سیتوپلاسم سلول‌های استوانه‌ای و لایه رنگدانه‌دار شبکیه وجود دارد. اگر نور به رتینال بخورد این رنگدانه از حالت سیس به حالت ترانس درمی‌آید و از اسکوتوپسین جدا می‌شود که حاصل این عمل تجزیه ردوپسین است. جداسدن رتینال از ردوپسین طی چند مرحله صورت می‌گیرد و مواد واسطه‌ای طی این تغییرات بوجود می‌آیند که مهم‌ترین آنها ماده فعال مٹارودوپسین II است که به نوبه خود، آنزیمی به نام فسفودی استراز را فعال می‌کند. این آنزیم cGMP متصل به غشای سلول استوانه‌ای را که باعث باز بودن کانال‌های سدیمی است هیدرولیز می‌کند و موجب بسته شدن این کانال‌ها می‌شود. ولی پمپ سدیم - پتاسیم همچنان سدیم را از سلول به خارج می‌راند و موجب منفی‌تر شدن داخل سلول‌ها می‌شود. با منفی‌تر شدن سلول استوانه‌ای، این سلول‌ها تحریک می‌شوند و این تحریک به سلول‌های عصبی منتقل می‌شود تا به عصب بینایی برسد و از آنجا هم به مغز می‌رود.

کلمه مثال ۴: مهم‌ترین مواد واسطه‌ای که طی جدا شدن رتینال از ردوپسین به وجود می‌آید، است.

- (۱) مٹارودوپسین II (۲) اسکوتوپسین (۳) سیس رتینال (۴) باتوردوپسین

پاسخ: گزینه «۱» جدا شدن رتینال از ردوپسین طی چند مرحله صورت می‌گیرد و مواد واسطه‌ای طی این تغییرات به وجود می‌آید که مهم‌ترین آن‌ها ماده فعال مٹارودوپسین II است که خود آنزیمی به نام فسفودی استراز را فعال می‌کند.

فتوشیمی دید رنگی توسط سلول‌های مخروطی

تنها اختلاف موجود بین سلول‌های استوانه‌ای و مخروطی در این قسمت، بخش پروتئینی است که در سلول‌های مخروطی به جای اسکوتوپسین، فتوپسین وجود دارد. بخش رتینال در هر دو سلول مشابه است. ولی بقیه مکانیسم‌ها مانند فتوشیمی دید سلول‌های استوانه‌ای است. در سلول‌های مخروطی سه رنگدانه رنگی سبز، آبی و قرمز وجود دارد که ترکیبی از رتینال و فتوپسین هستند. این رنگدانه‌ها هر یک در طول موج خاصی که در رنگدانه آبی ۴۴۵، در سبز ۵۳۵ و در قرمز ۵۷۰ نانومتر می‌باشد حداکثر واکنش را از خود نشان می‌دهند؛ بنابراین درک رنگ‌های مختلف بستگی به نوع و تعداد رنگدانه‌هایی دارد که تحریک شده‌اند.

کلمه مثال ۵: اختلاف موجود بین سلول‌های استوانه‌ای و مخروطی این است که در سلول‌های مخروطی به جای پروتئین اسکوتوپسین، وجود دارد.

- (۱) فتوپسین (۲) مٹارودوپسین I (۳) اسکوتوپسین (۴) ردوپسین

پاسخ: گزینه «۱» تنها اختلاف موجود بین سلول‌های استوانه‌ای و مخروطی در این تست بخش پروتئینی است که در سلول‌های مخروطی به جای اسکوتوپسین، فتوپسین وجود دارد.

تطابق به نور و تاریکی

اگر شخصی به مدت طولانی در برابر نور شدید قرار گیرد، ردوپسین موجود در شبکیه به مقدار زیادی تجزیه شده و رتینال زیادی ایجاد می‌کند. مقدار کمی از این رتینال تبدیل به ویتامین A می‌شود بنابراین ردوپسین کمتری سنتز می‌شود. این امر موجب کاهش حساسیت به نور و منجر به پدیده‌ای به نام تطابق با نور می‌شود. و اگر فردی به مدت طولانی در تاریکی بماند میزان بیشتری رتینال به وسیله ویتامین A سنتز می‌شود در نتیجه میزان ردوپسین در این سلول‌ها بیشتر می‌شود و موجب افزایش حساسیت به نور در این سلول‌ها می‌شود که به این حالت تطابق با تاریکی می‌گویند. نوع دیگری از تطابق، تطابق مردمک است که در چند ثانیه اتفاق می‌افتد، در این حالت در اثر نور زیاد مردمک تنگ و در نور کم گشاد می‌شود.

تطابق (آداپتاسیون) عصبی: نورون‌های عصب بینایی در مراحل اولیه تحریک، سیگنال‌های زیادی به سیستم عصبی مرکز می‌فرستد اما به تدریج فرکانس این سیگنال‌ها کاهش می‌یابد.



مدرسان شریف

فصل دوازدهم

« سیستم عصبی مرکزی »

سازمان‌بندی نخاع برای اعمال حرکتی

نورون‌های حرکتی که پیام‌های عصبی را از سیستم عصبی مرکزی به اندام‌های حرکتی منتقل می‌کنند شامل دو گروه می‌باشند:
۱- نورون‌های حرکتی قدامی ۲- نورون‌های حرکتی واسطه‌ای

نورون‌های حرکتی قدامی

این نورون‌ها در ماده خاکستری شاخ قدامی نخاع قرار گرفته‌اند و فیبرهای عصبی خود را به عضلات اسکلتی می‌فرستند و دو نوع می‌باشند:
الف) نورون‌های حرکتی آلفا که ایمپالس‌های خود را به داخل عضلات اسکلتی فرستاده و موجب تحریک واحدهای حرکتی می‌شوند.
ب) نورون‌های حرکتی گاما که تعدادشان نصف تعداد نورون‌های حرکتی آلفا می‌باشد. این نورون‌ها فیبرهای کوچک خاصی از عضلات موسوم به فیبرهای عضلانی داخل دوکی که بخش میانی دوک عضلانی را تشکیل می‌دهند، تحریک می‌کنند.

نورون‌های حرکتی واسطه‌ای

تعداد معدودی از سیگنال‌های ورودی به نخاع یا سیگنال‌های صادره از مغز به طور مستقیم روی نورون‌های حرکتی ختم می‌شوند، بلکه بیشتر این سیگنال‌ها وارد نورون‌های واسطه‌ای شده و در آنجا به طور مناسب پردازش می‌شوند. تعدادی از سلول‌های واسطه‌ای که در شاخ قدامی نخاع در ارتباط نزدیک با نورون‌های حرکتی می‌باشند نورون‌های حرکتی رنشاو (Renshaw) هستند که سلول‌های مهاری بوده و سیگنال‌های مهاری به نورون‌های حرکتی اطراف صادر می‌کنند. این عمل به مهار راجعه نیز معروف است و باعث می‌شود انتقال سیگنال اصلی بدون تضعیف صورت بگیرد.
نکته ۱: فیبر عصبی و فیبرهای عضله اسکلتی تحریک شده به وسیله آن فیبر عصبی را واحد حرکتی می‌گویند.

مثال ۱: دوک‌های عضلانی توسط کدام فیبرهای حرکتی تحریک می‌شوند؟

- ۱) آلفا ۲) بتا ۳) گاما ۴) دلتا

پاسخ: گزینه «۳» نورون‌های حرکتی گاما، تعدادشان نصف تعداد نورون‌های حرکتی آلفا می‌باشد. این نورون‌ها فیبرهای کوچک خاصی از عضلات موسوم به فیبرهای عضلانی داخل دوکی که بخش میانی دوک عضلانی را تشکیل می‌دهند، تحریک می‌کنند.

مثال ۲: واحد حرکتی:

۱) دسته‌هایی از فیبرهای عضله اسکلتی تحریک شده است.

۲) فیبر عصبی و فیبرهای عضله اسکلتی تحریک شده به وسیله آن فیبر عصبی را گویند.

۳) فیبرهای عصبی که موجب تحریک عضله اسکلتی می‌شود.

۴) اعصابی که موجب مهار عضله اسکلتی می‌شود.

پاسخ: گزینه «۲» فیبر عصبی و فیبرهای عضله اسکلتی تحریک شده به وسیله آن فیبر عصبی را واحد حرکتی می‌گویند.

مثال ۳: عضلات داخل دوکی که در بخش میانی عضلات دوکی را تشکیل می‌دهند به واسطه فیبرهای تحریک می‌شوند.

۱) نورون حرکتی آلفا ۲) نورون حرکتی گاما

۳) نورون حرکتی رنشاو (Renshaw) ۴) نورون‌های واسطه‌ای

پاسخ: گزینه «۲» نورون حرکتی گاما، که تعداد آن‌ها نصف تعداد نورون حرکتی آلفا می‌باشد. این نورون‌ها فیبرهای کوچک خاصی از عضلات موسوم به فیبرهای عضلانی داخل دوکی که بخش میانی دوک عضلانی را تشکیل می‌دهند، تحریک می‌کنند.

رسپتورهای حسی عضله: برای دریافت اطلاعات مربوط به عضلات مانند طول و کشش عضله و سرعت تغییر طول در آنها دو نوع گیرنده در عضلات وجود دارد:

- ۱- دوک‌های عضلانی که تغییرات طول عضله و سرعت تغییرات طول را به سیستم عصبی مرکزی منتقل می‌کنند.
- ۲- اندام‌های وتری گلژی که در وترهای عضلات قرار دارد و تغییرات کشش و سرعت این تغییرات را به مراکز عصبی منتقل می‌کند.

مثال ۴: دوک‌های عضلانی در چه موقعی سیگنال‌های عصبی را به CNS منتقل می‌کنند؟

- ۱) در پاسخ به تغییرات طول عضله
- ۲) در پاسخ به کشش عضله
- ۳) در پاسخ به سرعت کشش عضله
- ۴) در پاسخ به تغییرات طول و کشیدگی عضله

پاسخ: گزینه «۱» برای دریافت اطلاعات مربوط به عضلات مانند طول و کشش عضله و سرعت تغییر طول در آنها دو نوع گیرنده در عضلات وجود دارد: ۱- دوک‌های عضلانی که تغییرات طول عضله و سرعت تغییرات طول را به سیستم عصبی مرکزی منتقل می‌کنند، ۲- اندام‌های وتری گلژی که در وترهای عضلات قرار دارد و تغییرات کشش و سرعت این تغییرات را به مراکز عصبی منتقل می‌کند.

مثال ۵: کدام جمله در مورد تارهای درونی ساختارهای دوک عضلانی صحیح است؟

- ۱) این فیبرهای داخل دوکی، فقط در دو سر خود دارای تشکیلات انقباضی می‌باشند.
- ۲) در این فیبرها قسمت مرکزی فقط تحت کشش قرار می‌گیرد و ایجاد پیام می‌کند.
- ۳) فیبر حرکتی آلفا عضله داخل دوکی را فعال می‌کند.
- ۴) گزینه ۱ و ۲ صحیح است.

پاسخ: گزینه «۴» تارهای درون ساختارهای دوک عضلانی در دو سر خود دارای تشکیلات انقباضی می‌باشند که هنگام انقباض دو سر دوک، قسمت مرکزی تحت کشش قرار گرفته و ایجاد پیام می‌کند. فیبرهای حرکتی آلفا، عضله خارج دوکی را فعال می‌کنند.

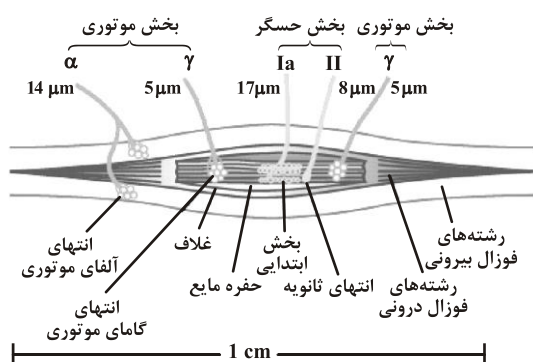
دوک عضلانی

در بین فیبرهای عضلانی تعدادی ساختارهای دوکی شکل وجود دارد که تارهای درون آن فقط در دو سر خود دارای تشکیلات انقباضی هستند وقتی انقباض در قسمت‌های دو طرفه عضله داخل دوکی اتفاق می‌افتد قسمت مرکزی تحت کشش قرار می‌گیرد و پیام تولید می‌کند، در داخل دوک عضلانی دو نوع فیبر عصبی حسی دیده می‌شود؛ آلفا I (معروف به پایانه‌های اولیه که به صورت مارپیچ در اطراف فیبر عضله قرار گرفته است) و فیبر عصبی II (معروف به پایانه عصبی ثانویه که به صورت افشان در فیبر عضله قرار گرفته است). وقتی فیبرهای حرکتی آلفا و گاما تحریک می‌شوند آلفا عضله خارج دوکی و گاما عضله داخل دوکی را فعال می‌کند. با انقباض عضله داخل دوکی قسمت مرکزی عضله داخل دوکی تحت کشش قرار گرفته و ارسال پیام صورت می‌گیرد که این امر باعث ایجاد تداوم در انقباضات می‌شود.

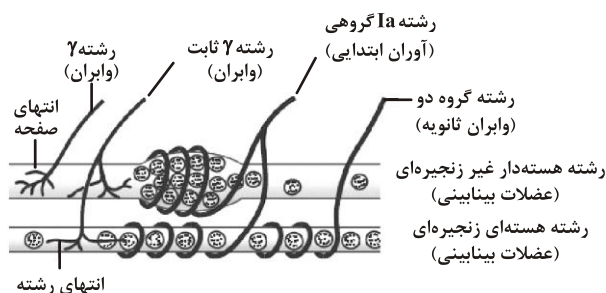
فیبرهای داخل دوکی شامل دو گروه می‌باشند:

- ۱- فیبرهای با کیسه هسته‌ای
- ۲- فیبرهای با زنجیر هسته‌ای

دو نوع فیبر عصبی گاما نیز وجود دارد. فیبرهای گامای دینامیک و فیبرهای گامای استاتیک. به فیبرهای داخل دوکی با کیسه هسته‌ای فیبر گامای استاتیک و گامای دینامیک هر دو وارد می‌شوند که به میزان زیادی نوع گامای دینامیک به آن وارد می‌شود و پایانه اولیه از آن منشأ می‌گیرد. به فیبر داخل دوکی با زنجیره هسته‌ای فقط فیبرهای گامای استاتیک وارد می‌شود ولی هم پایانه اولیه و هم پایانه ثانویه از آن منشأ می‌گیرند. پایانه اولیه (مارپیچی حلقوی) فعالیت دینامیک بیشتری نسبت به پایانه ثانویه (گل افشان) دارد.



دوک عضلانی



فیبرهای داخلی دوک

❏ مثال ۶: به فیبرهای داخل دوکی با کیسه هسته‌ای کدام فیبرهای عصبی وارد می‌شود؟

- (۱) گامای دینامیک (۲) گامای استاتیک (۳) گامای دینامیک و استاتیک (۴) فیبر عصبی آلفا

❏ پاسخ: گزینه «۳» به فیبرهای داخل دوکی با کیسه هسته‌ای فیبر گامای استاتیک و گامای دینامیک هر دو وارد می‌شوند که به میزان زیادی نوع گامای دینامیک به آن وارد می‌شود و پایانه اولیه از آن منشأ می‌گیرد.

اندام وتری گلژی

وقتی در عضله انقباض صورت می‌گیرد بخش تاندون عضله کشیده شده و بر اثر کشیدگی این قسمت پیام حسی در اندام تاندونی گلژی توسط فیبر Ib به نخاع منتقل می‌شود. در نخاع با یک نورون واسطه‌ای مهاری سیناپس حاصل کرده سبب مهار نورون حرکتی می‌شود. این اندام احتمالاً نوعی نقش محافظت کننده برای عضله دارد، در واقع اندام تاندونی گلژی بیشتر به کشش عضله حساس است ولی دوک عضلانی بیشتر به طول عضله.

❏ نکته ۲: اختلاف عمده بین عمل اندام وتری گلژی و دوک عضلانی آن است که دوک عضلانی طول عضله و تغییرات طول عضله را تعیین می‌کند در حالی که اندام وتری گلژی تانسین (کشش) عضله را تعیین می‌کند.

❏ مثال ۷: تغییرات کشش و سرعت تغییرات کشش عضلات به وسیله به مراکز عصبی منتقل می‌شود.

- (۱) وتری گلژی (۲) دوک عضلانی (۳) فیبرهای گاما (۴) فیبرهای آلفا

❏ پاسخ: گزینه «۱» اندام‌های وتری گلژی که در وترهای عضلات قرار دارد و تغییرات کشش و سرعت این تغییرات را به مراکز عصبی منتقل می‌کند.

رفلکس‌ها

رفلکس کششی عضله

در اثر تغییر طول عضله، سیگنال‌ها از طریق I آلفا به نخاع منتقل و با تحریک نورون‌های حرکتی آلفا به تغییرات طول در همان عضله پاسخ می‌دهد. این رفلکس تک سیناپسی است. یکی از مهم‌ترین اعمال سیستم دوک عضلانی تثبیت وضع بدن در جریان عمل حرکتی است که نیاز به مقاومت زیاد دارد. کشش ناگهانی دوک عضلانی برای رفلکس کششی مورد نیاز است و ایمپالس‌های تسهیلی ارسال شده از سیستم عصبی مرکزی نقش مهمی در این رفلکس‌های کششی عضلانی بازی می‌کند، در نبود و یا قطع این ایمپالس‌ها این رفلکس‌ها از بین می‌روند.

❏ نکته ۳: رفلکس کششی دینامیک بعد از آنکه عضله به طول جدید خود رسید پایان می‌یابد ولی رفلکس کششی استاتیک برای مدت طولانی ادامه می‌یابد.

❏ مثال ۸: کدامیک از رفلکس‌های زیر تک سیناپسی است؟

- (۱) رفلکس کششی عضله (۲) رفلکس خم کننده (۳) رفلکس وضعی (۴) رفلکس گام برداشتن

❏ پاسخ: گزینه «۱» رفلکس کششی عضله، در اثر تغییر طول عضله سیگنال‌های از طریق I آلفا به نخاع منتقل و با تحریک نورون‌های حرکتی آلفا به تغییرات طول در همان عضله پاسخ می‌دهد. این رفلکس تک سیناپسی است.

رفلکس وتری گلژی

با بوجود آمدن کشش و کشیدگی در تاندون‌های عضلات در اثر انقباضات عضله، پیام‌های حسی توسط فیبرهای عصبی Ib به نخاع منتقل می‌شوند. در نخاع با واسطه نورون‌های واسطه‌ای مهاری نورون‌های حرکتی مهار و موجب مهار همان عضله می‌شود. این رفلکس به صورت دو سیناپسی عمل می‌کند.

رفلکس خم کننده (عقب کشیدن)

در پاسخ به محرک‌های درد ناگهانی فعال می‌شود، با تحریک گیرنده‌های درد پیام‌های حسی به نخاع منتقل و در آنجا با نورون‌های واسطه‌ای سیناپس می‌دهند و مدارهای نورونی حرکتی واگرا، مدار نورونی متقابل و مدار نورونی تخلیه متعاقب را فعال می‌کنند. نوع واگرا موجب پاسخ دهی سایر عضلات می‌شود، مدار نورونی متقابل موجب تحریک عضلات مخالف می‌شود و تخلیه متعاقب فوری ناشی از تخلیه تکراری نورون‌های واسطه‌ای تحریک شده است اما تخلیه متعاقب طولانی که به دنبال محرک‌های دردزا بوجود می‌آید ناشی از مسیرهای راجعه است که مدارهای نورونی نوسان کننده را تحریک می‌کنند.

❏ مثال ۹: با تحریک گیرنده‌های درد و ایجاد پیام حسی که به نخاع رفته و با نورون‌های واسطه‌ای سیناپس می‌دهند، نورون‌های واسطه‌ای متعاقب کدام نورون‌ها را فعال می‌کنند؟

- (۱) مدارهای نورونی واگرا (۲) مدارهای نورونی متقابل (۳) مدار نورونی تخلیه متعاقب (۴) گزینه ۱ و ۲ و ۳ صحیح است

❏ پاسخ: گزینه «۴» نورون‌های واسطه که در سیناپس با پیام‌های حسی فعال می‌شوند، مدارهای نورون واگرا، مدار نورونی متقابل و مدار نورونی متعاقب را فعال می‌کنند.

رفلکس راست کننده متقاطع

با بروز رفلکس خم کننده، پیام‌های عصبی از عضلات مربوطه توسط نورون‌های حسی به نخاع منتقل و با نورون‌های واسطه‌ای سیناپس داده و موجب فعالیت نورون حرکتی طرف مقابل می‌شود و عضلات راست کننده را تحریک می‌کنند. رفلکس راست کننده متقاطع نیز دارای تخلیه متعاقب طولانی ناشی از نورون‌های نوسان کننده می‌باشد.

مهار متقابل: چنانچه تحریک یک عضله موجب مهار عضله مخالف شود به این حالت مهار متقابل گویند.

رفلکس گام برداشتن

در صورتی که در یک حیوان نخاعی محرک‌های کششی و یا فشاری به طور تقریباً دقیقی با یکدیگر برابر و به پاهای حیوان وارد شود رفلکس چهار نعل ایجاد می‌شود، در صورتی که تحریک نامساوی یک طرف نسبت به طرف مقابل باعث رفلکس گام برداشتن ضربدری نخاعی می‌شود، حرکات گام برداشتن با دخالت مدارهای متقابل که موجب نوسان می‌شوند بوجود می‌آید.

رفلکس خاراندن

این رفلکس دو مرحله‌ای است و شامل تشخیص موضع و حرکات نوسانی رفت و برگشت خاراندن است که توسط مدارهای متقابل ایجاد می‌شود.

رفلکس‌های نخاعی که موجب اسپاسم عضلانی می‌شوند:

- ۱- اسپاسم عضلانی ناشی از یک استخوان شکسته که توسط ایمپالس‌های ناشی از درد ایجاد شده است و با مواد ضد درد اسپاسم برطرف می‌شود.
- ۲- اسپاسم عضلات شکم در التهاب صفاق: که این اسپاسم نیز ناشی از ایمپالس‌های درد می‌باشد.
- ۳- قولنج‌های عضلانی: ناشی از سرمای شدید، فقدان جریان خون به عضله و فعالیت بیش از حد عضله ایجاد می‌شود، این موارد موجب بروز ایمپالس‌های درد یا سایر ایمپالس‌های حسی می‌گردد و با انتقال به نخاع در اثر فیدبک مثبت موجب انقباض و تشدید قولنج می‌شود.

کلمه مثال ۱۰: قولنج‌های عضلانی ناشی از موجب ایمپالس حسی و در اثر فیدبک موجب انقباض و شدت قولنج می‌شود.

(۱) سرمای شدید - مثبت

(۲) فقدان جریان خون به عضله - مثبت

(۴) گزینه ۱ و ۲ صحیح است.

(۳) فعالیت بیش از حد عضله - منفی

پاسخ: گزینه «۴» قولنج‌های عضلانی ناشی از سرمای شدید، فقدان جریان خون به عضله، فعالیت بیش از حد عضله و این موارد موجب بروز ایمپالس‌های درد یا سایر ایمپالس‌های حسی شده و با انتقال به نخاع در اثر فیدبک مثبت موجب انقباض و تشدید قولنج می‌شود.

رفلکس دسته جمعی

تحریک ناگهانی نخاع و تخلیه شدید قسمت‌های بزرگی از نخاع را گویند.

شوک نخاعی و قطع عرضی نخاع: در اثر قطع عرضی تمام اعمال نخاع و رفلکس‌ها تا حد سکوت تضعیف می‌شود در این حالت:

- ۱- فعالیت سمپاتیک خاموش و فشار شریانی افت شدیدی پیدا می‌کند و ظرف چند روز به حالت طبیعی برمی‌گردد.
- ۲- رفلکس‌های عضلات اسکلتی بلوکه می‌شوند و بعد از چند ماه به ترتیب رفلکس کششی، خم کننده و وضعی برمی‌گردد.
- ۳- رفلکس تخلیه مثانه نیز از بین می‌رود و بعد از چند هفته برمی‌گردد.

کلمه مثال ۱۱: اولین رفلکسی که بعد از قطع عرضی نخاع برمی‌گردد کدام است؟

(۱) کششی (۲) خم کننده (۳) متقاطع (۴) وتری گلژی

پاسخ: گزینه «۱» در اثر قطع عرضی نخاع تمام اعمال نخاع و رفلکس‌ها تا حد سکوت تضعیف می‌شود در این حالت:

- ۱- فعالیت سمپاتیک خاموش و فشار شریانی افت شدیدی پیدا می‌کند و ظرف چند روز به حالت طبیعی برمی‌گردد.
- ۲- رفلکس‌های عضلات اسکلتی بلوکه می‌شوند و بعد از چند ماه به ترتیب رفلکس کششی، خم کننده و وضعی برمی‌گردد.
- ۳- رفلکس تخلیه مثانه نیز از بین می‌رود و بعد از چند هفته برمی‌گردد.

قشر حرکتی

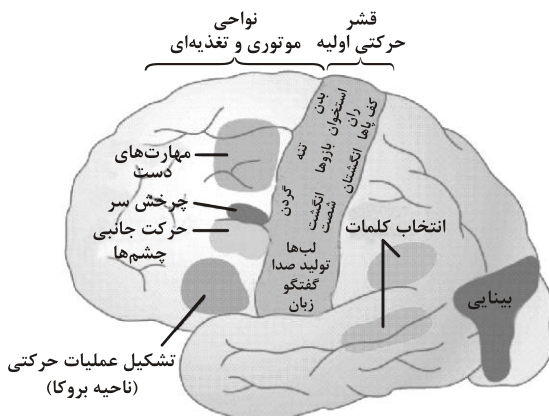
قشر حرکتی در جلوی شیار مرکزی که در واقع یک سوم خلفی لوب‌های پیشانی را اشغال می‌کند، قشر حرکتی را می‌توان به دو قسمت عمده تقسیم کرد:

۱- قشر حرکتی اولیه M1: در جلوی شیار مرکزی بالاتر از شیار سیلیویوس قرار داشته و ناحیه ۴ برودمن را شامل می‌شود. در M1 تصویر تمام نقاط بدن به شکل یک طرفه و وارونه قرار دارد. در مورد ناحیه صورت تصویر موجود عمدتاً مربوط به نیمه مقابل بدن است و یک مقدار هم مربوط به همان نیمه. تقریباً نیمی از تمامی قشر حرکتی اولیه با کنترل دست‌ها و عضلات تکلم سر و کار دارند.

۲- قشر حرکتی ثانویه M2: جلوتر از منطقه قشر حرکتی اولیه قرار دارد و به دو ناحیه تقسیم می‌شود:

(الف) ناحیه پیش حرکتی

(ب) قشر حرکتی ضمیمه



قشر حرکتی اولیه و ثانویه

الف) ناحیه پیش حرکتی: قسمت‌های کناری قشر حرکتی ثانویه است، عمل این قسمت در ارتباط با برنامه‌ریزی اعمال حرکتی است. سیگنال‌های تولید شده در ناحیه پیش حرکتی موجب طرح‌های حرکتی بسیار پیچیده‌تری از طرح‌های مجزای تولید شده در قشر حرکتی اولیه می‌شود. اگر این ناحیه تخریب شود اعمال حرکتی پیچیده که نیاز به برنامه‌ریزی دارد دچار اختلال می‌گردد.

ب) ناحیه حرکتی ضمیمه: به طور عمده در شیار طولی بالاتر از ناحیه پیش حرکتی قرار گرفته است. این ناحیه اندام‌ها را در وضعیتی قرار می‌دهد که اندام‌های انتهایی بتوانند اعمال خودشان را انجام دهند. انقباضات ایجاد شده توسط تحریک این ناحیه غالباً به جای یک طرفه بودن دو طرفه است. این ناحیه همگام با ناحیه پیش حرکتی عمل می‌کند.

کج مثال ۱۲: قسمت عمده قشر حرکتی اولیه با کنترل و سر و کار دارد.

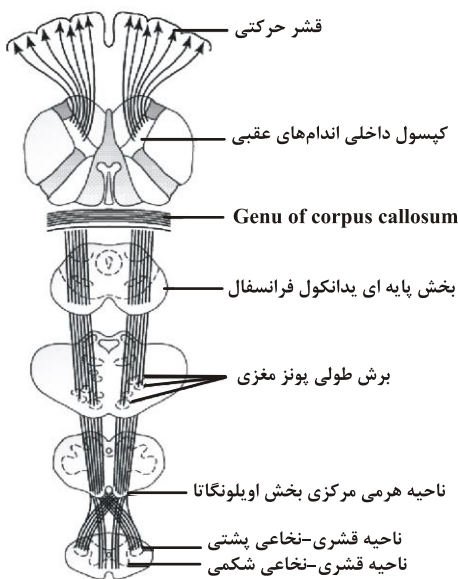
- ۱) دست‌ها و پاها ۲) دست‌ها، تکلم عضلات ۳) عضلات گردن، کف پا ۴) عضلات گردن، دست‌ها
- پاسخ: گزینه «۲» - نیمی از تمامی قشر حرکتی اولیه با کنترل دست‌ها و عضلات تکلم سر و کار دارد.

مسیرهای خروجی از قشر حرکتی

از دو مسیر امکان پذیر می‌شود: الف) سیستم هرمی (پیرامیدال)، ب) سیستم خارجی هرمی

الف) سیستم هرمی (پیرامیدال):

مسیر قشری - نخاعی (راه هرمی): بیشتر تارهای این مسیر بعد از پایین آمدن از قشر حرکتی و تقاطع در بصل النخاع به سمت مقابل می‌روند. این تارها مسیر قشری نخاعی جانبی را می‌سازند که تعدادی به آلفا موتور نورون شاخ قدامی نخاع ختم می‌شود. این مسیر در کنترل عضلات انتهایی اندام‌ها که در ارتباط با اعمال ماهرانه و ظریف هستند عمل می‌کند و معدودی از این فیبرهای عصبی نیز در بصل النخاع به سمت مقابل نمی‌روند بلکه در همان طرف از طریق مسیر قشری نخاعی شکمی در نخاع پایین می‌آید که به اندام‌ها و عضلات پروگزیمال اندام‌ها می‌رود. این مسیر در قسمت فوقانی نخاع (در گردن یا در ناحیه سینه‌ای فوقانی) تقاطع می‌کند و به سمت مقابل می‌رود؛ ضمناً این مسیر بر خلاف مسیر قشری - نخاعی جانبی مستقیماً به شاخ قدامی نمی‌رود، بلکه ابتدا به نورون‌های واسطه‌ای ختم می‌شود و از طریق آنها به شاخ قدامی می‌رود. تعدادی از فیبرهای مسیر هرمی از سلول‌های گول پیکر به نام بتز (Betz) منشأ می‌گیرند که که سریع‌ترین سرعت انتقال سیگنال‌ها از نخاع به مغز را دارند.



مسیر سیستم هرمی

کج مثال ۱۳: اغلب فیبرهای مسیر هرمی از سلول‌های منشأ می‌گیرند که سریع‌ترین سرعت انتقال سیگنال‌ها از نخاع به مغز را دارند.

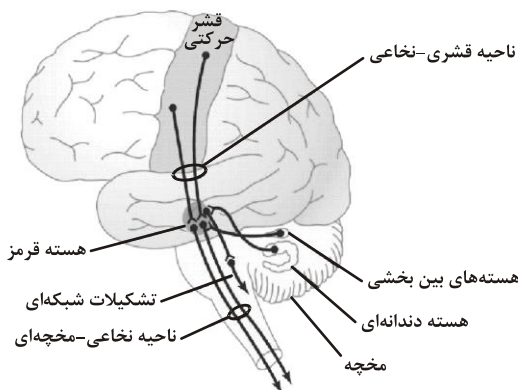
- ۱) بتز (Betz) ۲) آماکین ۳) سلول گرهی ۴) سلول دوقطبی

پاسخ: گزینه «۱» - تعدادی از فیبرهای مسیر هرمی از سلول‌های گول پیکر بتز منشأ می‌گیرند که سریع‌ترین سرعت انتقال سیگنال از نخاع به مغز را دارند.

ب) سیستم خارجی هرمی:

این سیستم شامل مسیرهایی است که از هسته‌های قاعده‌ای تشکیلات مشبک ساقه مغز، هسته‌های دهلیزی و هسته‌های قرمز منشأ می‌گیرند. در این سیستم هسته‌های واسطه‌ای وجود ندارد و پیام از قشر به یکی از نواحی ذکر شده رفته و از این ناحیه پیام مستقیماً به نورون‌های حرکتی نخاعی منتقل می‌شود، مهم‌ترین مسیر این سیستم مسیر قشری - قرمز - نخاعی است.

سایر مسیرهای خروجی از قشر حرکتی: قشر حرکتی تعدادی فیبرهای کوچک‌تر نیز به عمق مخ و تنه مغزی می‌فرستد که شامل تعدادی از فیبرهای بتز به نواحی قشر مغز، تعدادی از فیبرها به هسته‌های پوتامن و هسته دم‌دار، به هسته قرمز، پل مغزی، هسته زیتونی و تعدادی به هسته‌های مشبک و هسته دهلیزی می‌رود. به این ترتیب هر بار که سیگنالی برای ایجاد یک فعالیت حرکتی به طرف نخاع می‌رود عقده‌های قاعده‌ای تنه مغزی و مخچه نیز همگی سیگنال‌های قوی از راه قشری نخاعی دریافت می‌کنند.



مسیر قشری - نخاعی



کلمه مثال ۱۴: سیستم خارجی هرمی شامل مسیرهایی می‌باشد که از هسته‌های منشأ می‌گیرند.

- (۱) قاعده‌ی تشکیلات ساقه و هسته‌های قرمز
(۲) هسته‌های دهلیزی و هسته واسطه‌ای
(۳) هسته‌های قرمز و هسته دهلیزی
(۴) گزینه ۱ و ۳ هر دو صحیح‌اند.

پاسخ: گزینه «۴» چون سیستم خارجی - هرمی شامل مسیرهایی است که از هسته‌های قاعده‌ای تشکیلات مشبک ساقه مغز، هسته‌های دهلیزی منشأ می‌گیرند.

مسیرهای ورودی به قشر حرکتی:

- ۱- از نواحی مجاور قشر مغز شامل نواحی حسی پیکری قشر آهیانه‌ای، قشر پیشانی و نواحی قشر بینایی و شنوایی
۲- از نیمکره مغزی مخالف
۳- فیبرهای حسی پیکری از هسته شکمی - قاعده‌ای تالاموس
۴- از هسته‌های داخل تیغه‌ای تالاموس
۵- از هسته‌های شکمی جانبی و شکمی قدامی تالاموس

ضایعات قشر حرکتی:

- ۱- سکتة مغزی که در اثر پاره شدن یکی از رگ‌های خون‌رسان به مغز یا ترمبوز یکی از شریان‌های مغزی صورت می‌گیرد.
۲- قطع قشر حرکتی اولیه: در این حالت فرد توانایی کنترل ارادی حرکات کوچک و ظریف قسمت‌های انتهایی اندام‌ها به ویژه دست‌ها و انگشتان دست را از دست می‌دهد در صورتی که فقط ناحیه حرکتی اولیه دچار آسیب شود هیپوتونی (کاهش فعالیت تونیک عضلات) ایجاد می‌شود اما چنانچه ناحیه وسیعی از قشر حرکتی تخریب شود اسپاسم عضلانی به طور تقریباً ثابت در نواحی عضلانی مبتلا شده در طرف مخالف بدن به وجود می‌آید (زیرا مسیرهای حرکتی به سمت مقابل می‌روند).

کلمه مثال ۱۵: اگر در ضایعات قشر حرکتی، فقط ناحیه حرکتی اولیه دچار آسیب شود ایجاد می‌شود.

- (۱) از دست دادن توانایی کنترل حرکات کوچک و ظریف قسمت‌های انتهایی بدن
(۲) هیپوتونی و کاهش فعالیت تونیک عضلات
(۳) اسپاسم عضلانی در نواحی عضلات مبتلا شده در طرف مخالف بدن
(۴) ۲ و ۳ هر دو صحیح هستند.

پاسخ: گزینه «۲» اگر ناحیه حرکتی اولیه دچار آسیب شود هیپوتونی یا کاهش فعالیت تونیک عضلات ایجاد می‌شود.

ساقه مغز

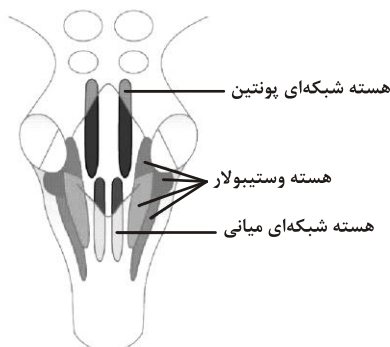
ساقه‌ی مغز شامل بصل النخاع، پل و مزانسفال است و محتوی هسته‌های حرکتی و حسی است که اعمال حسی و حرکتی را برای نواحی سر و صورت انجام می‌دهد و از طرفی اعمال کنترلی متعددی از قبیل موارد زیر انجام می‌دهد:

- ۱- کنترل تنفس، ۲- کنترل سیستم قلبی - عروقی، ۳- کنترل عمل دستگاه گوارش، ۴- کنترل حرکات کلیشه‌ای، ۵- کنترل تعادل، ۶- کنترل حرکات چشم.

کلمه مثال ۱۶: اعمال حسی و حرکتی ناحیه سر و صورت در کدام بخش کنترل می‌شود؟

- (۱) ساقه مغز (۲) نخاع (۳) قشر حرکتی اولیه (۴) ناحیه پیش حرکتی

پاسخ: گزینه «۱» ساقه مغز: شامل بصل النخاع، پل و مزانسفال است و محتوی هسته‌های حرکتی و حسی است که اعمال حسی و حرکتی را برای نواحی سر و صورت انجام می‌دهد.



موقعیت هسته‌های دهلیزی و مشبک

نقش هسته‌های دهلیزی و مشبک در نگهداری بدن در برابر نیروی ثقل: هسته‌های مشبک به دو گروه هسته‌های مشبک پل مغزی و هسته‌های مشبک بصل النخاعی تقسیم می‌شوند. این هسته‌ها به همراه هسته‌های دهلیزی عمل نگهداری بدن در مقابل نیروی ثقل را بر عهده دارند با این تفاوت که هسته‌های مشبک پل و بصل النخاعی متضاد هم عمل می‌کنند یعنی هسته‌های مشبک پل، عضلات ضد نیروی ثقل را تحریک می‌کنند ولی هسته‌های مشبک بصل النخاعی آنها را مهار می‌کنند. هسته‌های دهلیزی هم همانند هسته‌های مشبک پل، عضلات ضد نیروی ثقل را تحریک می‌کنند. هسته‌های مشبک بصل النخاع سیگنال‌های خود را از راه قشری - نخاعی، قرمزی - نخاعی و راه‌های حرکتی دیگر دریافت می‌کنند، این سیگنال‌ها موجب بروز اثر مهارتی قوی این هسته‌ها بر ماهیچه‌های ضد ثقل می‌شود بنابراین در حالت طبیعی عضلات بدن شل هستند.

کدام یک از جملات زیر صحیح می‌باشد؟

- ۱) هسته‌های مشبک پل مغزی و هسته مشبک بصل‌النخاعی همراه هسته‌های دهلیزی عمل نگهداری بدن در مقابل نیروی ثقل را برعهده دارند.
- ۲) هسته‌های مشبک پل مغزی و هسته مشبک بصل‌النخاعی متضاد هم عمل می‌کنند.
- ۳) هسته‌های دهلیزی هم مانند هسته‌های مشبک پلی، عضلات ضد نیروی ثقل را تحریک می‌کنند.
- ۴) هر سه گزینه فوق صحیح می‌باشند.

پاسخ: گزینه «۴» هر سه گزینه ۱ و ۲ و ۳ صحیح می‌باشند.

هنگامی که در تنه مغزی از محل مزانسفال برش عرضی ایجاد شود حالت بی مخی در حیوان بوجود می‌آید و به علت قطع مسیره‌های تحریکی فوق به هسته‌های مشبک بصل‌النخاع، سیستم مهاری مشبکی بصل‌النخاع عمل خود را از دست می‌دهد و حالت اسپاسم و سفتی در عضلات تنه و عضلات باز کننده (extensor) پا (عضلات ضد ثقل یا جاذبه) ایجاد می‌شود.

نکته ۵: هسته‌های دهلیزی و مشبک ساقه مغزی اهمیت خاصی در کنترل تعادل بدن دارند.

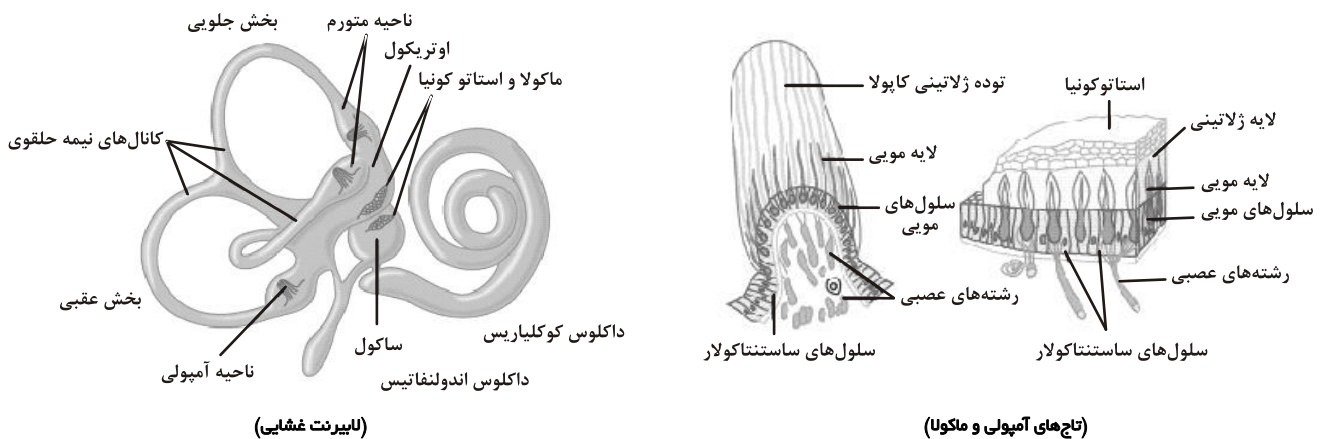
کدام یک از جملات زیر صحیح می‌باشد؟

- ۱) دهلیزی - زیتونی تحتانی
- ۲) مشبک پلی - مشبک بصل‌النخاعی
- ۳) مشبک بصل‌النخاعی - دهلیزی
- ۴) دهلیزی - مشبک پلی

گزینه «۲» هسته‌های مشبک به دو گروه هسته‌های مشبک پل مغزی و هسته‌های مشبک بصل‌النخاعی تقسیم می‌شوند. این هسته‌ها به همراه هسته‌های دهلیزی عمل نگهداری بدن در مقابل نیروی ثقل را بر عهده دارند با این تفاوت که هسته‌های مشبک پلی و بصل‌النخاعی متضاد هم عمل می‌کنند یعنی هسته‌های مشبک پلی عضلات ضد نیروی ثقل را تحریک می‌کنند ولی هسته‌های مشبک بصل‌النخاعی آنها را مهار می‌کنند، هسته‌های دهلیزی هم همانند هسته‌های مشبک پلی عضلات ضد نیروی ثقل را تحریک می‌کنند.

حسی‌های دهلیزی و تعادل

دستگاه دهلیزی بخشی از دستگاه شنوایی می‌باشد که از مجاری نیم‌دایره، اوتریکول و ساکول تشکیل یافته است و به کمک مخچه در تنظیم تعادل بدن نقش دارند. گیرنده‌های موجود در اوتریکول و ساکول را ماکولا که در واقع سلول‌های مزهداری (استرئوسلیاها) هستند می‌گویند. هر ماکولا توسط یک لایه ژلاتینی پوشیده شده است که در داخل آن تعدادی بلورهای کوچک کربنات کلسیم موسوم به استاتوکونیا قرار گرفته است. استاتوکونیاها به دلیل وزن مخصوص زیادی که دارند مژک‌ها را در جهت کشش نیروی ثقل خم می‌کنند. سلول‌های مژک‌دار علاوه بر استرئوسلیاها دارای مژک‌های بلندی به نام کینوسیلیوم هستند. وقتی آندولنف به یک سمت حرکت کند استرئوسلیاها به سمت کینوسیلیوم منحرف شده و یون پتاسیم زیادی به داخل سلول مژک‌دار وارد می‌شود و سلول را دپلاریزه می‌کند. حرکت مژک‌ها به سمت مخالف باعث بسته شدن کانال‌های پتاسیمی شده و منجر به هیپرپلاریزاسیون سلول می‌شود. ماکولای اوتریکول نقش مهمی در تعیین جهت قرار گرفتن طبیعی سر نسبت به جهت نیروی ثقل هنگامی که شخص به طور قائم ایستاده است بازی می‌کند، در حالی که ماکولای ساکول در حالت درازکش و خوابیده از نظر حفظ تعادل اهمیت پیدا می‌کند.



کدام یک از جملات زیر صحیح می‌باشد؟

- ۱) مجاری نیم‌دایره
- ۲) ماکولای ساکول
- ۳) ماکولای اوتریکول
- ۴) کاپولاها

گزینه «۳» ماکولای اوتریکول نقش مهمی در تعیین جهت قرار گرفتن طبیعی سر نسبت به جهت نیروی ثقل هنگامی که شخص به طور قائم ایستاده است بازی می‌کند در حالی که ماکولای ساکول در حالت درازکش و خوابیده از نظر حفظ تعادل اهمیت پیدا می‌کند.



سلول مژکدار دستگاه دهلیزی و سیناپس‌های آن با عصب دهلیزی

مجاری نیم‌دایره

گیرنده‌های حسی در این اندام‌ها کاپولا می‌باشد که ساختاری مشابه ماکولا دارند، به دلیل قرار گرفتن این مجاری در جهت‌های مختلف برای تشخیص چرخش سر، تعادل زاویه‌ای عمل می‌کند. این مجاری جهت حفظ تعادل هنگام چرخش سر با لوب فلوکولوندارلار مخچه همکاری می‌کند. انهدام این لوب‌ها از عمل طبیعی مجاری نیم‌دایره جلوگیری می‌کند.

کجه مثال ۲۰: کدام قسمت در تعادل زاویه‌ای نقش دارد؟

(۴) ماکولاها

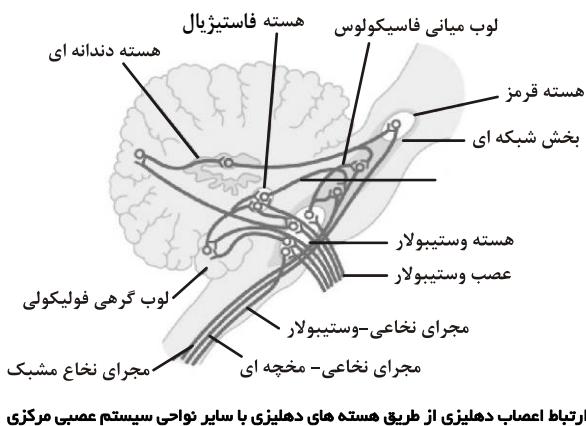
(۳) ساکول

(۲) اوتریکول

(۱) مجاری نیم‌دایره

پاسخ: گزینه «۱» گیرنده‌های حسی در این اندام‌ها کاپولا می‌باشد که ساختاری مشابه ماکولا دارند. به دلیل قرار گرفتن این مجاری در جهت‌های مختلف برای تشخیص چرخش سر، تعادل زاویه‌ای عمل می‌کند. این مجاری جهت حفظ تعادل هنگام چرخش سر با لوب فلوکولوندارلار مخچه همکاری می‌کند. انهدام این لوب‌ها از عمل طبیعی مجاری نیم‌دایره جلوگیری می‌کند.

ارتباطات نورونی دستگاه دهلیزی با سیستم عصبی مرکزی



ارتباط اعصاب دهلیزی از طریق هسته‌های دهلیزی با سایر نواحی سیستم عصبی مرکزی

پیام‌های عصبی از دستگاه دهلیزی به سمت مغز می‌رود، تعدادی از این فیبرهای عصبی وارد هسته‌های دهلیزی در محل اتصال پل و بصل‌النخاع می‌شوند، با نورون‌های این قسمت سیناپس می‌دهند و سپس به سمت مخچه و هسته‌های مشبک تنه مغزی و هسته‌های فاستیژیال و اوولا و لوب فلوکولوندارلار مخچه می‌روند و تعدادی بدون سیناپس در هسته‌های دهلیزی به این نواحی می‌رود، سپس سیگنال‌ها از طریق راه‌های خارج هرمی (مشبکی - نخاعی و دهلیزی - نخاعی) به نخاع ارسال می‌شود، آنگاه سیگنال‌هایی که به نخاع ارسال می‌شود واکنش متقابلی بین تسهیل و مهار عضلات متعدد ضد نیروی ثقل را کنترل کرده و به این ترتیب تعادل را کنترل می‌کنند.

کجه مثال ۲۱: پیام‌های عصبی دستگاه دهلیزی که به طرف مغز می‌روند، قبل از این که وارد مخچه و هسته‌های مشبک تنه مغزی، مخچه روند، وارد کدام قسمت از مغز می‌شوند؟

(۴) راه‌های خارج هرمی

(۳) بصل‌النخاع

(۲) پل مغزی

(۱) هسته دهلیزی

پاسخ: گزینه «۱» پیام‌های عصبی از دستگاه دهلیز به سمت مغز می‌روند، تعدادی از این فیبرهای عصبی وارد هسته‌های دهلیزی در محل اتصال پل و بصل‌النخاع می‌شوند با نورون‌های این قسمت سیناپس می‌دهند و سپس وارد مخچه و هسته‌های مشبک تنه مغزی می‌شوند.

مخچه

از نظر عملکرد مخچه را به سه قسمت تقسیم می‌کنند:

۱- کریمینه (ورمیس): در وسط قرار دارد. نقشه توپوگرافیک بخش‌های محوری بدن در این قسمت قرار دارد و مسئول کنترل انقباض عضلات ناحیه محوری بدن می‌باشد. عضلات محوری عضلات بزرگ و قدرتی هستند و در کنترل تعادل نقش عمده دارند.



مدرسان شریف

فصل سیزدهم

« فیزیولوژی لوله گوارش »

اصول عمومی عمل دستگاه گوارش

لوله گوارش به طور دائم آب، الکترولیت‌ها و مواد مغذی بدن را تأمین می‌کند. برای این منظور به موارد زیر نیازمند است:

- ۱- حرکت غذا در لوله گوارش ۲- ترشح شیره‌های گوارشی برای هضم غذا ۳- جذب فرآورده‌های گوارشی، آب و الکترولیت‌های مختلف ۴- گردش خون در اندام‌های گوارشی جهت حمل و خارج کردن مواد جذب شده ۵- کنترل این اعمال توسط سیستم‌های عصبی و هورمونی

ویژگی‌های دیواره لوله گوارش

دیواره لوله گوارش از خارج به داخل به ترتیب از این لایه‌ها تشکیل شده است:

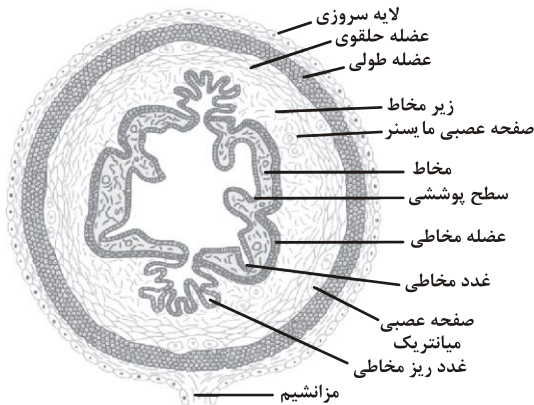
۱- سروزی

۲- لایه عضلات طولی

۳- لایه عضلات حلقوی

۴- زیر مخاط

۵- مخاط، علاوه بر آن لایه پراکنده‌ای از فیبرهای عضله صاف در عمق مخاط قرار دارد که به آن عضله مخاطی گویند.



مقطع عرضی روده

عضله صاف معدی - روده‌ای و عمل آن به عنوان یک سنسیتیوم: هر لایه عضلانی، متشکل از فیبرهایی است که این فیبرها از طریق اتصالات شکاف‌دار به هم مرتبط می‌باشند و بنابراین هر لایه عضلانی به عنوان یک سنسیتیوم عمل می‌کند، همچنین ارتباطات معدودی نیز میان لایه عضلانی طولی و حلقوی هم وجود دارد.

کج مثال ۱: علت این که عضلات صاف معدی - روده‌ای به عنوان یک سنسیتیوم عمل می‌کند، کدام است؟

(۱) وجود اتصالات محکم

(۲) اتصال همی‌دسموزوم

(۳) اتصالات شکاف‌دار (سوراخ‌دار)

(۴) اتصال کمربندی یا مبتدل

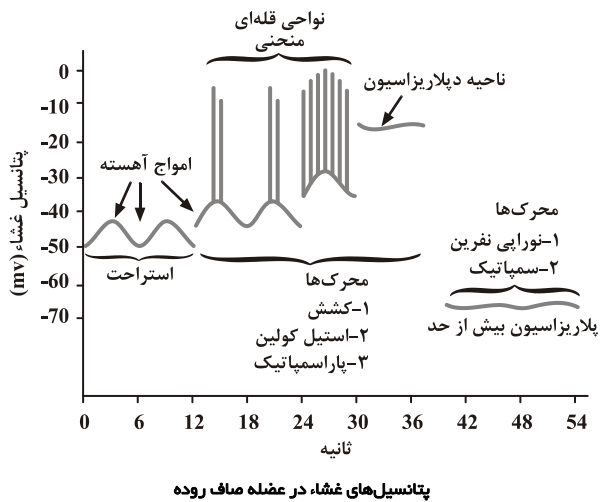
پاسخ: گزینه «۳» در این عضله هر لایه عضلانی، متشکل از فیبرهایی است که این فیبرها از طریق اتصالات شکاف‌دار به هم مرتبط می‌باشند.

فعالیت الکتریکی عضله صاف لوله گوارش

دو نوع فعالیت الکتریکی مداوم در عضلات صاف لوله گوارش دیده می‌شود:

۱- امواج آهسته ۲- پتانسیل‌های نیزه‌ای

امواج آهسته: تغییرات کند و نوسان‌دار در پتانسیل استراحت غشای ماهیچه صاف لوله گوارش می‌باشند. این امواج پتانسیل‌های عمل واقعی نیستند و در هیچ جای لوله گوارش جز در معده موجب انقباض نمی‌شوند. امواج آهسته در قسمت‌های مختلف لوله گوارش، فرکانس‌های مختلفی دارند مثلاً فرکانس این امواج در معده سه بار در دقیقه، در دوازدهه ۱۲ بار در دقیقه و در ایلئوم انتهایی ۸ الی ۹ بار در دقیقه است. علت این امواج ناشی از نوسان آهسته فعالیت تلمبه زدن پمپ سدیم - پتاسیم می‌باشد.



پتانسیل‌های نیزه‌ای: پتانسیل نیزه‌ای موجب انقباض عضلات لوله گوارشی می‌شود. ظهور پتانسیل نیزه‌ای روی پایه امواج آهسته روی می‌دهد و کنترل می‌شود. این امواج پتانسیل‌های عمل واقعی هستند و هنگامی که پتانسیل استراحت طبیعی غشای عضله صاف لوله گوارش که بین 50^- تا 65^- میلی ولت است به بالاتر از 40^- میلی ولت برسد، بوجود می‌آیند. پتانسیل‌های نیزه‌ای اکثراً در اثر فعالیت کانال‌های کلسیمی - سدیمی آهسته به وجود آمده و آهسته بودن کانال‌های کلسیمی - سدیمی مدت طولانی‌تر بودن پتانسیل‌های عمل را توجیه می‌کند.

کج مثال ۲: علت اصلی امواج آهسته در انقباضات ریتمیک لوله گوارش ناشی از

- (۱) فعالیت پمپ سدیم - پتاسیم (۲) فعالیت پمپ کلسیم - پتاسیم (۳) فعالیت پمپ سدیم - کلسیم (۴) فعالیت پمپ کلسیم - کلر

پاسخ: گزینه «۱» علت ایجاد این امواج ناشی از نوسان آهسته فعالیت تلمبه زدن پمپ سدیم - پتاسیم می‌باشد.

تغییرات ولتاژ پتانسیل استراحت غشاء

پتانسیل استراحت غشاء علاوه بر امواج آهسته و پتانسیل‌های نیزه‌ای می‌تواند بر اثر عوامل دیگر نیز تغییر کند:

الف - عوامل دپلاریزه کننده (هنگامی که پتانسیل غشاء مثبت‌تر می‌شود)

ب - عوامل هیپرپلاریزه کننده (هنگامی که پتانسیل غشاء منفی‌تر می‌شود)

عوامل دپلاریزه کننده: عواملی هستند که پتانسیل غشاء را کاهش داده و در نتیجه غشاء را تحریک پذیرتر می‌کنند. این عوامل عبارتند از:

- ۱- کشیده شدن عضله ۲- تحریک توسط استیل کولین ۳- تحریک توسط اعصاب پاراسمپاتیک که از انتهای خود استیل کولین ترشح می‌کنند.
- ۴- هورمون‌های ویژه لوله گوارش

عوامل هیپرپلاریزه کننده: عواملی هستند که پتانسیل غشاء را افزایش داده و باعث کاهش تحریک پذیری می‌شوند. این عوامل عبارتند از:

۱- اثر اپی نفرین و نوراپی نفرین روی غشاء عضله

۲- تحریک اعصاب سمپاتیک که از انتهای خود نوراپی نفرین ترشح می‌کنند.

انقباض تونیک برخی از انواع عضله صاف لوله گوارش: انقباض تونیک در بعضی عضلات صاف لوله گوارشی بوجود می‌آید، این انقباضات ریتمیک نیستند

بلکه مداوم هستند بنابراین، این امواج با امواج آهسته ارتباطی ندارند. علت این انقباض را:

- ۱- در تکرار پتانسیل‌های عمل نیزه‌ای؛ ۲- در دپلاریزاسیون زیاد ناشی از هورمون‌ها و ۳- ورود مداوم کلسیم به داخل سلول می‌دانند.

کج مثال ۳: پتانسیل استراحت غشاء توسط چه عواملی می‌تواند تغییر کند؟

(۱) امواج آهسته و پتانسیل نیزه‌ای (۲) اثر اپی نفرین و نوراپی نفرین بر روی عضله

(۳) تحریک توسط استیل کولین و کشیده شدن عضله (۴) گزینه ۱ و ۲ و ۳ هر سه صحیح می‌باشند.

پاسخ: گزینه «۱» چون هم پتانسیل نیزه‌ای و هم امواج آهسته می‌توانند باعث تغییر پتانسیل استراحت شوند، علاوه بر آن عواملی مثل عوامل

دپلاریزه کننده و هیپرپلاریزه کننده می‌توانند باعث تغییر پتانسیل استراحت غشاء شوند. اپی نفرین و نوراپی نفرین از عوامل هیپرپلاریزه کننده می‌باشند.

کنترل عصبی عمل لوله گوارشی - سیستم عصبی آنتریک

لوله گوارش یک سیستم عصبی مختص به خود دارد که به آن سیستم عصبی آنتریک می‌گویند. این سیستم کاملاً در جدار لوله گوارش جای دارد و از مری

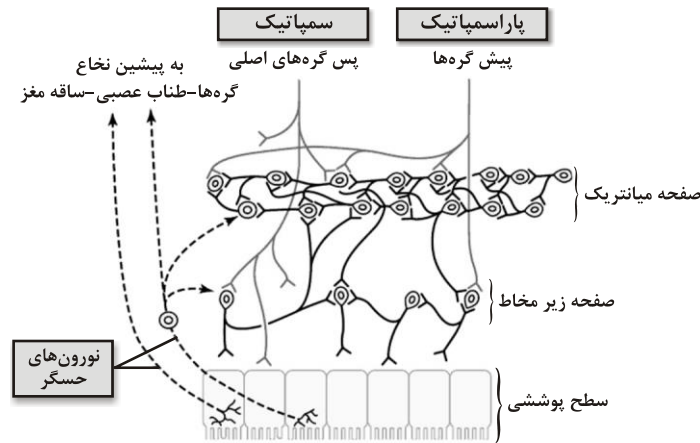
شروع و به مقعد ختم می‌شود. این سیستم از دو شبکه تشکیل شده است: ۱- شبکه میانتریک ۲- شبکه زیر مخاطی.

الف - شبکه اورباخ یا میانتریک: این شبکه بین لایه‌های عضلانی طولی و حلقوی قرار دارد و عمدتاً حرکات لوله گوارش را کنترل می‌کند. این شبکه در

فعالیت‌های زیر نقش دارد:

- ۱- افزایش تونوس دیواره روده ۲- افزایش شدت انقباضات ریتمیک ۳- افزایش مختصر فرکانس انقباضات ریتمیک ۴- افزایش سرعت هدایت امواج تحریکی در طول دیواره و ایجاد حرکت سریع‌تر امواج پریستالیک

شبکه میانتریکی به طور کامل تحریکی نیست زیرا مثلاً در پدیده‌های شلی پذیرنده معده از طریق نورون‌های مهاری خود یک موج شل کننده را در معده پدید می‌آورد و یا اینکه با ترشح پلی پپتید روده‌ای موثر بر عروق VIP یا پپتید دیگر مانع انقباض اسفنگترها می‌شود. ب - شبکه مایسنر یا شبکه زیر مخاطی: این شبکه در لایه زیر مخاط است و محدود به قسمت‌های کوچکی از لوله گوارش می‌شود. این شبکه عموماً فعالیت‌های ترشح موضعی روده، جذب و جریان خون موضعی لوله گوارش را کنترل می‌کند.



کنترل عصبی دیواره لوله گوارش (شبکه میانتریکی و زیر مخاطی) و کنترل خارجی آن توسط سیستم عصبی سمپاتیک و پاراسمپاتیک

کج مثال ۴: کدام عبارت صحیح است؟

- (۱) سیستم آنتریکی از معده تا روده باریک امتداد دارد.
 (۲) سیستم آنتریکی مستقل از شبکه میانتریکی عمل می‌کند.
 (۳) سیستم آنتریکی می‌تواند فعالیت مستقل داشته باشد.
 (۴) تحت تاثیر هورمون‌های گوارشی قرار ندارد.

پاسخ: گزینه «۳» سیستم آنتریکی از مری تا مخرج امتداد دارد و شامل دو شبکه میانتریکی و زیرمخاطی می‌باشد و می‌تواند مستقل از سیستم عصبی اوتونوم عمل کند.

کنترل خودمختار لوله گوارش

اعصاب پاراسمپاتیک: به دو دسته جمجمه‌ای (واگ) و خاجی (ساکرال) تقسیم می‌شوند و موجب افزایش فعالیت کل سیستم عصبی آنتریکی می‌شوند که این امر به نوبه خود فعالیت قسمت اعظم اعمال لوله گوارش را تشدید می‌کند.

اعصاب سمپاتیک: از بخش‌های T۵ تا L۲ منشأ می‌گیرند و موجب اثرات مهاری بر فعالیت لوله گوارش می‌شوند. عقده‌های سمپاتیک لوله گوارش عقده‌های سلیاک و مزانتریکی هستند. تحریک سیستم سمپاتیک به طور عموم فعالیت لوله گوارش را مهار می‌کند. **رفلکس‌های لوله گوارش:** فیبرهای حسی آورانی از سلول‌های اپیتلیال لوله گوارش یا روده منشأ می‌گیرند که در اثر اتساع، آزرده‌گی و مواد شیمیایی خاصی تحریک می‌شوند. طرز قرار گرفتن سیستم عصبی آنتریکی و ارتباط آن با سیستم عصبی خودمختار سه نوع رفلکس در لوله گوارش ایجاد می‌کند که شامل موارد زیر می‌باشند:

- ۱- رفلکس‌هایی که تماماً در داخل شبکه آنتریکی به انجام می‌رسند: مثل حرکات پریستالیک (دودی) یا انقباضات مخلوط کننده
- ۲- رفلکس‌هایی که در آن پیام‌های عصبی از لوله گوارش به عقده‌های سمپاتیک جلوی مهره‌ای رفته و مجدداً به لوله گوارش باز می‌گردد. مثل: الف) رفلکس معدی-کولونی یا گاستروکولیک (تخلیه کولون)، ب) رفلکس روده‌ای - معده‌ای یا آنتروگاستریک (مهار تحرک و ترشح معده)، ج) رفلکس کولونی - ایلئومی (مهار تخلیه ایلئوم به کولون)
- ۳- رفلکس‌هایی که از لوله گوارش به نخاع یا تنه مغزی رفته مجدداً به لوله گوارش باز می‌گردند، مثل الف) پیام از معده و دوازدهه به ساقه مغز یا نخاع می‌رسد و دوباره به وسیله واگ به لوله گوارش باز می‌گردد. ب) رفلکس‌های درد که مهار عمومی لوله گوارش را سبب می‌شود ج) رفلکس دفع (اجابت) که انقباضات قوی رکتوم و شکم را سبب می‌شود.

کج مثال ۵: اعصاب سمپاتیک لوله گوارش بین کدام قطعات نخاع قرار دارد؟

- (۱) پنجم سینه‌ای تا دوم خاجی (۲) دوم کمری تا سوم خاجی (۳) پنجم کمری تا اول خاجی (۴) پنجم سینه‌ای تا دوم کمری

پاسخ: گزینه «۴» اعصاب سمپاتیک لوله گوارش از قطعه پنجم سینه‌ای تا قطعه دوم کمری نخاع می‌باشد.



مدرسان شریف

فصل چهاردهم

« متابولیسم و تنظیم دما »

متابولیسم کربوهیدرات‌ها

فرآورده نهایی هضم کربوهیدرات‌ها در لوله گوارش به طور متوسط ۸۰ درصد گلوکز و بقیه گالاکتوز و فروکتوز می‌باشد که بعد از جذب در روده وارد کبد می‌شوند. قسمت اعظم فروکتوز و تمام گالاکتوز در کبد به گلوکز تبدیل می‌شود و سپس وارد جریان خون شده در اختیار بافت‌ها قرار می‌گیرد. برای ورود گلوکز به سلول‌های بافتی به جز سلول‌های کبدی و مغزی، هورمون انسولین ضروری می‌باشد. ورود گلوکز به سلول‌های روده و توبول‌های کلیوی به طریق هم انتقالی با سدیم صورت می‌گیرد ولی در بقیه بافت‌ها به طریق انتشار تسهیل شده است. گلوکز بعد از ورود به داخل سلول‌ها به وسیله گلوکوکیناز در سلول‌های کبدی و توسط هگزوکیناز در سلول‌های سایر بافت‌ها فسفریله می‌شود و امکان خروج از سلول را از دست می‌دهد به جز در سلول‌های کبدی، سلول‌های اپیتلیوم روده و سلول‌های اپیتلیوم توبول‌های کلیوی که به دلیل داشتن آنزیم فسفریلاز امکان تجزیه گلوکز فسفات‌ها به گلوکز و فسفات وجود دارد. گلوکز در درون سلول‌ها برای تولید انرژی مورد استفاده قرار می‌گیرد یا برای ذخیره به صورت گلیکوژن بکار می‌رود.

کلمه مثال: قسمت اعظم فرآورده نهایی هضم کربوهیدرات‌ها کدام مولکول کربوهیدراتی می‌باشد و کربوهیدرات‌ها از کبد به صورت چه مولکولی وارد خون می‌شود.

- ۱) گالاکتوز - فروکتوز ۲) گلوکز - گلوکز ۳) فروکتوز - فروکتوز ۴) گالاکتوز - گلوکز

پاسخ: گزینه «۲» فرآورده نهایی هضم کربوهیدرات‌ها به این صورت است که ۸۰ درصد شامل گلوکز و ۲۰ درصد در کبد به صورت گلوکز درآمده و وارد جریان خون می‌شوند.

گلیکوژنز

گلیکوژنز روند تشکیل گلیکوژن از گلوکز است. گلیکوژن شکل ذخیره‌ای قند در بافت‌های حیوانی می‌باشد. گلوکز بعد از ورود به سلول، چنانچه سلول به انرژی نیاز داشته باشد در مسیر گلیکولیز قرار می‌گیرد و تولید انرژی می‌کند در غیر این صورت به گلیکوژن تبدیل شده و در سلول ذخیره می‌شود. چنانچه مقدار گلیکوژن سلول (به خصوص سلول‌های کبدی و عضلانی) به حد اشباع برسد، گلوکز اضافی در کبد و سلول‌های بافت چربی به چربی تبدیل و در سلول‌های بافت چربی ذخیره می‌شود.

نکته ۱: انسولین گلیکوژنز را تحریک و گلیکوژنولیز را مهار می‌کند و هورمون گلوکاگون برعکس عمل می‌کند.

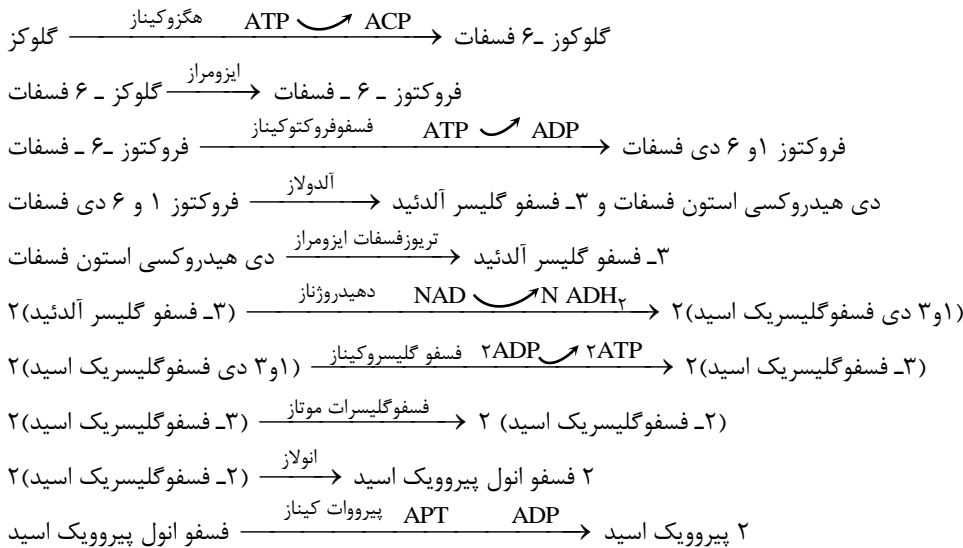
گلیکوژنولیز: تجزیه گلیکوژن برای تشکیل مجدد گلوکز، در صورت نیاز سلول به گلوکز به منظور تأمین انرژی گلیکوژن تجزیه و به گلوکز ۶- فسفات تبدیل می‌شود. در این واکنش آنزیم فسفریلاز نقش مهمی را برعهده دارد، این آنزیم در شرایط طبیعی غیرفعال است و توسط تحریک اعصاب سمپاتیک و ترشح هورمون‌های اپی نفرین و گلوکاگون فعال شده و هر مولکول گلوکز را طی روند فسفریلاسیون از پلیمر گلیکوژن جدا می‌کند و برای تولید انرژی در اختیار سلول قرار می‌دهد.

مسیر گلیکولیز

به معنی تجزیه مولکول گلوکز و تشکیل دو مولکول اسید پیروویک است که طی آن انرژی به صورت آدنوزین تری فسفات ذخیره می‌شود. در ابتدا گلوکز تحت تأثیر آنزیم‌های هگزوکیناز یا کوفاکتورمنزیم یا به وسیله گلوکوکیناز به گلوکز ۶- فسفات تبدیل می‌شود، سپس به وسیله آنزیم ایزومراز به فروکتوز ۶- فسفات تبدیل می‌شود. آنزیم فسفو فروکتوکیناز با اثر بر آن، آن را به فروکتوز ۱ و ۶ دی فسفات تبدیل می‌کند که نقش مهمی در سرعت مسیر گلیکولیز دارد. آدنوزین مونیو فسفات و آدنوزین تری فسفات موجب تحریک و آدنوزین تری فسفات موجب مهار این آنزیم می‌گردد.



خلاصه مسیر گلیکولیز و تشکیل اسید پیروویک



به ازای هر یک مولکول گلوکز چهار ATP و دو NADH_۲ (هر مولکول NADH_۲ معادل سه ATP که در واکنش‌های زنجیره انتقال الکترون به ATP تبدیل می‌شود) یعنی معادل ATP ۱۰ وجود می‌آید و ATP ۲ مصرف می‌شود. بنابراین به طور کلی در مسیر گلیکولیز هوزی معادل ATP ۸ تولید می‌شود. عمل گلیکولیز در تمام سلول‌ها انجام می‌شود.

چرخه کربس یا اسید سیتریک: این واکنش در میتوکندری سلول‌ها انجام می‌شود. اسید پیروویک تولید شده در مسیر گلیکولیز طی واکنشی دو مولکول دی‌اکسید کربن از دست داده و مولکول استیل ایجاد می‌کند که به همراه کوآنزیم A مولکولی به نام استیل کوآنزیم A را بوجود می‌آورد. استیل کوآنزیم A شروع کننده چرخه کربس می‌باشد که بعد از ورود به این مسیر به دی‌اکسید کربن و مواد انرژی زای ساده مانند NADH تبدیل می‌گردد. در طی این مسیر دو مولکول آدنوزین تری فسفات تولید می‌شود.

مسیر پنتوز فسفات (مسیر فسفوگلوکونات): این مسیر روش دیگری است که در آن گلوکز برای تأمین انرژی مورد استفاده قرار می‌گیرد. این مسیر شامل واکنش‌هایی است که در سیتوپلاسم سلول انجام می‌شود و گلوکز طی آن به پنتوز، دی‌اکسید کربن، و ماده انرژی زای ساده NADPH تبدیل می‌شود. در واقع این مسیر در تولید انرژی اهمیت خاصی ندارد بلکه دو ترکیب ضروری یعنی پنتوز برای تولید اسیدهای نوکلئیک و NADPH برای بیوسنتز اسیدهای چرب، کلسترول و هورمون‌های استروئیدی را تولید می‌کند.

گلوکونئوزنز

واکنش تبدیل ترکیبات غیر قندی (چربی‌ها و پروتئین‌ها) به گلوکز را گلوکونئوزنز می‌گویند. این مسیر تقریباً عکس مسیر گلیکولیز می‌باشد. کاهش ذخایر کربوهیدرات‌ها محرک مسیر گلوکونئوزنز است. هورمون‌های گلوکوکورتیکوئیدها به ویژه کورتیزول از قشر فوق کلیه موجب افزایش گلوکونئوزنز می‌شود.

کلمه مثال ۲: در کدامیک از بافت‌های زیر انتقال گلوکز به درون سلول به روش هم انتقالی با سدیم صورت می‌گیرد؟

- (۱) سلول‌های اپیتلیال روده - توبول‌های کلیه
(۲) سلول‌های اپیتلیال روده - سلول‌های بافت کبد
(۳) توبول‌های کلیه - سلول‌های بافت عضلانی
(۴) سلول‌های بافت عضلانی - سلول‌های اپیتلیال روده

پاسخ: گزینه «۱» فرآورده نهایی هضم کربوهیدرات‌ها در لوله گوارش به طور متوسط ۸۰ درصد گلوکز و بقیه گالاکتوز و فروکتوز می‌باشد که بعد از جذب در روده وارد کبد می‌شوند. قسمت اعظم فروکتوز و تمام گالاکتوز در کبد به گلوکز تبدیل می‌شود و سپس وارد جریان خون شده در اختیار بافت‌ها قرار می‌گیرد. برای ورود گلوکز به سلول‌های بافتی به جز سلول‌های کبدی و مغزی، هورمون انسولین ضروری می‌باشد. ورود گلوکز به سلول‌های روده و توبول‌های کلیوی به طریق هم انتقالی با سدیم صورت می‌گیرد ولی در بقیه بافت‌ها به طریق انتشار تسهیل شده است.

کلمه مثال ۳: در طی مسیر گلوکونئوزنز چه واکنشی صورت می‌گیرد؟

- (۱) تبدیل گلوکز به گلیکوژن
(۲) تبدیل ترکیبات غیر قندی (چربی‌ها و پروتئین‌ها) به گلوکز
(۳) تبدیل گلیکوژن به ترکیبات غیر قندی
(۴) تبدیل گلیکوژن به گلوکز

پاسخ: گزینه «۲» تبدیل ترکیبات غیر قندی (چربی‌ها و پروتئین‌ها) به گلوکز را گلوکونئوزنز می‌گویند. این مسیر تقریباً عکس مسیر گلیکولیز می‌باشد. کاهش ذخایر کربوهیدرات‌ها محرک مسیر گلوکونئوزنز می‌باشد. همچنین هورمون‌های گلوکوکورتیکوئیدها بویژه کورتیزول از قشر فوق کلیه موجب افزایش گلوکونئوزنز می‌شود.



متابولیسم لیپیدها

لیپیدها: شامل تری‌گلیسیریدها (چربی‌های خنثی، فسفولیپیدها، کلسترول و تعداد کمی مواد با اهمیت کمتر می‌باشند).
انتقال چربی‌ها در مایعات بدن: تقریباً تمام چربی‌ها به جز اسیدهای چرب با زنجیره کوتاه، از طریق روده وارد لنف می‌شوند، چربی‌ها بعد از تجزیه به صورت مونوگلیسیرید در می‌آیند سپس وارد سلول‌های آندوتلیال روده شده و در آنجا تشکیل تری‌گلیسیرید داده وارد لنف می‌شوند. در لنف به همراه اندکی پروتئین به نام آپوپروتئین B به صورت ذرات کیلومیکرون حمل شده و به خون وریدی تخلیه می‌شوند. در حین عبور جریان خون از بافت‌های کبد و چربی میزان زیادی از این کیلومیکرون‌ها از خون گرفته شده و در این بخش‌ها ذخیره می‌شود. در مواقعی که میزان گلوکز برای تولید انرژی کاهش می‌یابد و یا سلول‌های چربی بوسیله لیپاز سلولی حساس به هورمون فعال می‌شود تری‌گلیسیریدهای ذخیره شده در کبد و بافت چربی تجزیه شده و اسیدهای چرب آن از قسمت یونیزه به پروتئین‌های آلبومین متصل و در خون منتقل می‌شود. به اسیدهای چربی که به این روش منتقل می‌شوند اسیدچرب آزاد می‌گویند. برحسب نیازهای فیزیولوژیک بدن میزان اسیدهای چرب متصل شده به آلبومین متفاوت است.

انواع لیپوپروتئین‌ها

لیپوپروتئین‌ها محتوی مخلوطی از تری‌گلیسیرید، فسفولیپیدها، کلسترول و پروتئین‌ها می‌باشد. به غیر از کیلومیکرون‌هایی که لیپوپروتئین‌های بسیار بزرگی هستند، چهار دسته دیگر نیز جزء لیپوپروتئین‌ها می‌باشند:
 ۱- لیپوپروتئین‌های با چگالی بسیار پایین که تری‌گلیسیرید آن بسیار بالاست.
 ۲- لیپوپروتئین‌های با چگالی بینابینی که میزان تری‌گلیسیرید آنها کاهش یافته و غلظت کلسترول و فسفولیپید آنها افزایش یافته است.
 ۳- لیپوپروتئین‌های با چگالی پایین که میزان کلسترول و فسفولیپید آن بالاست.
 ۴- لیپوپروتئین‌های با چگالی بالا که میزان 50% درصد آن پروتئین و بقیه شامل کلسترول و فسفولیپید است. لیپوپروتئین‌ها در انتقال لیپیدهایشان در خون نقش اصلی را برعهده دارند.



نکته ۲: لیپوپروتئین‌های با چگالی بسیار پایین در انتقال تری‌گلیسیریدها از کبد به بافت‌ها نقش دارد.

مثال ۴: لیپوپروتئین‌ها با چگالی پایین، دارای و بالا می‌باشند و در انتقال از کبد به بافت دخالت دارند.

۲) تری‌گلیسیرید - کلسترول - پروتئین

۱) کلسترول - فسفولیپید - تری‌گلیسیرید

۴) کلسترول - فسفولیپید - فسفولیپید

۳) فسفولیپید - کلسترول - پروتئین



پاسخ: گزینه «۱» لیپوپروتئین با چگالی پایین دارای کلسترول و فسفولیپید بالا می‌باشد. لیپوپروتئین‌ها با چگالی بسیار پایین در انتقال تری‌گلیسیریدها از کبد به بافت‌ها نقش دارند.

مغازن چربی

شامل بافت چربی و کبد می‌باشد. بافت چربی، چربی‌ها را به صورت تری‌گلیسیرید ذخیره می‌کند و در مواقع نیاز به کمک لیپازهای سلولی به اسید چرب و گلیسرول تجزیه و در اختیار بدن قرار می‌دهد.

کبد نیز در متابولیسم و ذخیره چربی‌ها نقش بسیار مهمی برعهده دارد که عبارتند از:

۱- تجزیه اسیدهای چرب به ترکیبات کوچک‌تر

۲- سنتز تری‌گلیسیرید از کربوهیدرات‌ها و تا حدودی از پروتئین‌ها

۳- سنتز کلسترول و فسفولیپیدها از اسیدهای چرب. همچنین کبد توانایی غیراشباع کردن اسیدهای چرب را نیز برعهده دارد.

استفاده از تری‌گلیسیریدها برای تولید انرژی: تری‌گلیسیریدها بعد از تجزیه به اسیدهای چرب و گلیسرول از طریق خون به سلول‌های بدن منتقل می‌شود. در داخل سلول‌ها به وسیله حامل کارنیتین به درون میتوکندری وارد می‌شود. تجزیه و اکسیداسیون اسیدهای چرب فقط در میتوکندری‌ها انجام می‌شود. بخش گلیسرول حاصل از تجزیه تری‌گلیسیرید بعد از ورود به گلیسرول ۳- فسفات تبدیل شده، وارد مسیر گلیکولیتیک می‌شود و برای تولید انرژی مصرف می‌شود و بخش اسید چرب آن در داخل میتوکندری‌ها توسط واکنش‌های بتا اکسیداسیون به استیل کوآنزیم A تبدیل و در مسیر اسیدسیتریک به تولید آدنوزین تری‌فسفات می‌پردازند.



نکته ۳: تقریباً تمام سلول‌ها به جز بافت مغز، اسیدهای چرب را می‌توانند به جای گلوکز به عنوان انرژی استفاده کنند.

کتوز

قسمت زیادی از تجزیه چربی‌ها در بافت کبد انجام شده و در اختیار سایر سلول‌ها قرار می‌گیرد. طی بتا اکسیداسیونی که در داخل خود سلول‌های کبدی صورت می‌گیرد بعد از تشکیل استیل کوآنزیم A، تعدادی از این استیل کوآنزیم‌های A دو به دو با هم ترکیب و اسیداستواسیتیک را بوجود می‌آورند که قسمتی از آن به اسید بتا- هیدروکسی بوتیریک و مقداری به استون تبدیل می‌شود که به اجسام کتون معروفند. بعد از انتقال آنها به بافت‌ها سریعاً به استیل کوآنزیم A تبدیل شده و با اگزوالواستیک ترکیب و در چرخه کربس وارد می‌شوند.

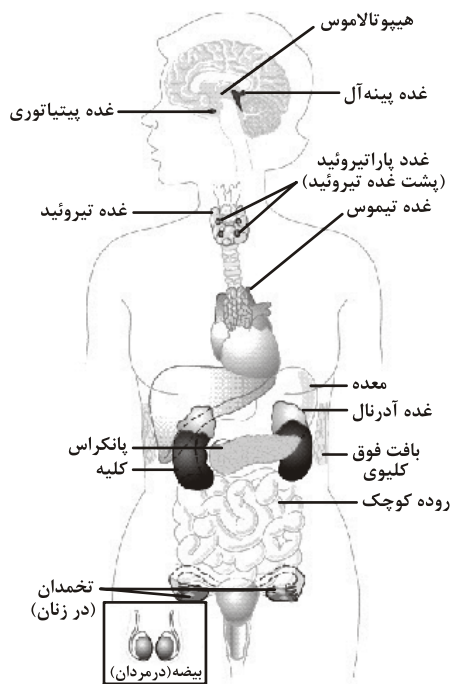


مدرسان شریف

فصل پانزدهم

« آندوکرینولوژی و تولید مثل »

مقدمات آندوکرینولوژی



محل تشریحی غدد درون ریز اصلی بدن

هورمون یک ماده شیمیایی است که توسط گروهی از سلول‌ها ساخته شده و به داخل خون ترشح می‌شود و فعالیت سایر قسمت‌ها را کنترل می‌کند. سه دسته عمومی از هورمون‌ها وجود دارند.

۱- **هورمون‌های استروئیدی:** از کلسترول مشتق و دارای هسته استروئیدی می‌باشند. هورمون‌های قشر فوق کلیه (کورتیزول، آلدوسترون)، تخمدان‌ها (استروژن و پروژسترون)، بیضه‌ها (تستوسترون) و جفت (استروژن و پروژسترون) استروئیدی هستند.

۲- **مشتقات اسید آمینه تیروزین:** هورمون‌هایی که توسط تیروئید ترشح می‌شوند یعنی تیروکسین و تری‌یدوتیروزین و دو هورمون اصلی از بخش مرکزی فوق کلیه که از کاتکول آمین‌ها هستند یعنی اپی‌نفرین و نوراپی‌نفرین.

۳- **هورمون‌های پروتئینی یا پپتیدی:** بقیه هورمون‌های بدن از جنس پروتئین هستند.

کج مثال ۱: کدامیک از هورمون‌های زیر استروئیدی است؟

- (۱) کورتیزول (۲) گلوکاگون (۳) اپی‌نفرین (۴) تیروکسین

پاسخ: گزینه «۱» سه دسته عمومی از هورمون‌ها وجود دارند. (۱) هورمون‌های استروئیدی از کلسترول مشتق و دارای هسته استروئیدی می‌باشند. هورمون‌های قشر فوق کلیه (کورتیزول، آلدوسترون)، تخمدان‌ها (استروژن و پروژسترون)، بیضه‌ها (تستوسترون) و جفت (استروژن و پروژسترون) استروئیدی هستند. (۲) مشتقات اسید آمینه تیروزین: هورمون‌هایی که توسط تیروئید ترشح می‌شود یعنی تیروکسین و تری‌یدوتیروزین و دو هورمون اصلی از بخش مرکزی فوق کلیه که از کاتکول آمین‌ها هستند یعنی اپی‌نفرین و نوراپی‌نفرین. (۳) هورمون‌های پروتئینی یا پپتیدی: بقیه هورمون‌های بدن از جنس پروتئین هستند.

ذخیره و ترشح هورمون‌ها

هورمون‌های پروتئینی: در شبکه آندوپلاسمی دانه‌دار به صورت پروتئین‌های بزرگ پره پروهورمون‌ها که از نظر بیولوژیک غیر فعالند تشکیل می‌شوند و در شبکه آندوپلاسمی به صورت پروهورمون در می‌آیند، سپس در دستگاه گلژی تحت تأثیر آنزیم‌های موجود به شکل هورمون نهایی و فعال در می‌آیند.



هورمون‌های استروئیدی: به محض احتیاج بدن معمولاً از کلسترول ساخته شده و مورد استفاده قرار می‌گیرد و حالت ذخیره‌ای ندارد. **هورمون‌های اسیدآمینهای:** شامل اپی‌نفرین و نوراپی‌نفرین و تری‌یدوتیروزین و تیروکسین می‌باشند که دو هورمون اول از بخش مرکزی فوق کلیه ترشح می‌شوند. این هورمون‌ها در سیتوپلاسم سلول‌های این بخش تشکیل شده و در وزیکول‌ها ذخیره می‌شوند و طی چند ثانیه پس از تحریک ترشح می‌شوند و هورمون‌های تری‌یدوتیروزین و تیروکسین که از غده تیروئید ترشح می‌شوند به صورت بخشی از تیروگلوبین تشکیل شده و در فولیکول‌های تیروئیدی ذخیره می‌شوند.

کلمه مثال ۲: هورمون‌های استروئیدی از چه ماده‌ای سنتز می‌شوند؟

- (۱) فسفولیپید (۲) تری‌گلیسرید (۳) اسفنگومیلین (۴) کلسترول

پاسخ: گزینه «۴» هورمون‌های استروئیدی در هنگام نیاز بدن معمولاً از کلسترول سنتز شده و مورد استفاده قرار می‌گیرد.

مکانیسم تنظیمی فیدبک منفی ترشح هورمون‌ها: به وسیله فیدبک منفی از فعالیت بیش از حد هورمون‌ها جلوگیری می‌شود، هنگامی که میزان هورمونی در خون بر اثر استیمولوس‌هایی افزایش یابد، در این حالت ممکن است خود هورمون مستقیماً باعث مهار ترشح خود با اثرگذاری بر مراکز بالاتر بشود و در برخی مواقع نیز ممکن است افزایش میزان هورمون باعث فعالیت ماده واسطی بشود که آن ماده اثر مهاری بر مراکز بالاتر داشته و میزان ترشح هورمون را بدین طریق کاهش دهد.

مکانیسم‌های عمل هورمون‌ها: هورمون‌ها بر روی بافت‌های هدف خود به طور اختصاصی عمل می‌کنند. گیرنده هورمون‌های پروتئینی، پپتیدی و کاتکولامین‌ها در سطح غشای سلول است، گیرنده هورمون‌های استروئیدی در داخل سیتوپلاسم قرار دارد و گیرنده هورمون‌های تیروئیدی داخل هسته‌ای است. هنگامی که مولکول‌های هورمونی به گیرنده خود متصل می‌شود تعداد گیرنده‌ها در این حالت کاهش می‌یابد. بنابراین اثر هورمون بر روی گیرنده باعث کاهش تعداد گیرنده می‌شود. به این تنظیم، تنظیم کاهشی می‌گویند. در برخی موارد اتصال هورمون به گیرنده باعث افزایش سنتز گیرنده‌ها می‌شود که به این حالت نیز، تنظیم افزایشی می‌گویند.

کلمه مثال ۳: گیرنده کدامیک از هورمون‌های زیر در سطح غشاء قرار دارد؟

- (۱) تیروکسین (۲) کورتیزول (۳) آلدوسترون (۴) انسولین

پاسخ: گزینه «۴» هورمون‌ها بر روی بافت‌های هدف خود به طور اختصاصی عمل می‌کنند. گیرنده هورمون‌های پروتئینی، پپتیدی و کاتکول آمین‌ها در سطح غشای سلول است، گیرنده هورمون‌های استروئیدی در داخل سیتوپلاسم قرار دارد و گیرنده هورمون‌های تیروئیدی داخل هسته‌ای است، تیروکسین هورمون تیروئیدی و کورتیزول و آلدوسترون جزء هورمون‌های استروئیدی می‌باشد و انسولین جزء هورمون‌های پروتئینی است.

تغییرات درون سلولی بعد از فعال شدن گیرنده هورمونی

۱- تغییر در نفوذپذیری غشاء: برخی مواد میانجی عصبی مانند استیل کولین، اپی‌نفرین و نوراپی‌نفرین با اتصال به گیرنده خود باعث ایجاد کانالی در غشاء می‌شوند که راهی برای عبور یون‌ها می‌باشند و اثرات بعدی بعد از باز شدن کانال‌های یونی ایجاد می‌شود.

۲- برخی هورمون‌ها بعد از اتصال به گیرنده‌های خود باعث فعال شدن آنزیم‌های داخل سلولی می‌شوند. هورمون‌های پپتیدی و پروتئینی که گیرنده غشایی دارند به دنبال ترکیب با گیرنده خود باعث ساخت مولکول پیک ثانویه می‌شوند که این مولکول خود باعث فعال شدن آنزیم‌های درون سلولی شده و در پی آن اثر هورمون اعمال می‌شود. پیک دوم اکثر هورمون‌های پپتیدی، آدنوزین مونوفسفات حلقوی است. گوانوزین مونوفسفات حلقوی، کلسیم کالمودولین، اینوزیتول تری فسفات و دی آسیل گلیسرول هم از دیگر پیک‌های ثانویه هستند.

۳- بعضی هورمون‌ها، ژن‌ها را توسط چسبیدن به گیرنده‌های داخل سلولی فعال می‌کنند. هورمون‌های استروئیدی و تیروئیدی به گیرنده‌های داخل سلولی متصل می‌شوند و تشکیل مجموعه فعال هورمون - گیرنده را می‌دهند. این کمپلکس به نقاط ویژه‌ای روی رشته DNA در هسته سلول متصل می‌شود و موجب افزایش نسخه‌برداری از ژن‌های خاص جهت تشکیل RNA - پیک می‌گردد. و به این طریق هورمون فعالیت خود را انجام می‌دهد.

کجه مثال ۴: کدام یک از موارد زیر با اثر گذاشتن بر بافت هدف باعث افزایش نفوذپذیری غشا می‌شود؟

- (۱) هورمون رشد (۲) آلدوسترون (۳) اپی‌نفرین (۴) تری‌یدوتیروزین

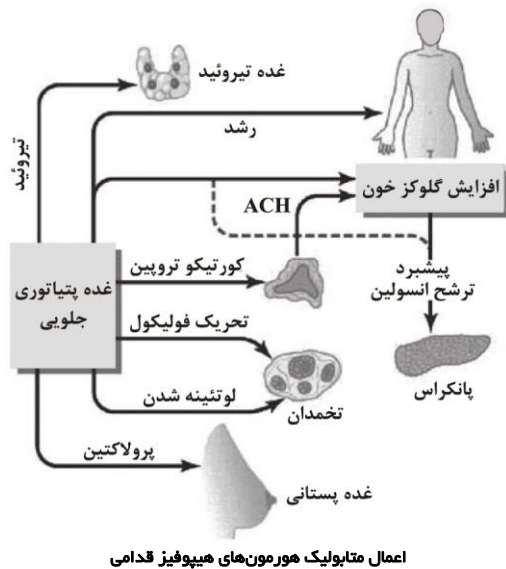
پاسخ: گزینه «۳» برخی مواد میانجی عصبی مانند استیل‌کولین، اپی‌نفرین و نور اپی‌نفرین با اتصال به گیرنده‌ی خود، باعث ایجاد کانالی در غشا می‌شوند که راهی برای عبور یون‌ها می‌باشند.

هورمون‌های هیپوفیز و کنترل آنها توسط هیپوتالاموس

غده هیپوفیز و رابطه آن با هیپوتالاموس

هیپوفیز در حفره استخوانی زین ترکی واقع در قاعده مغز قرار دارد و توسط ساقه هیپوفیز به هیپوتالاموس متصل می‌شود. از نظر فیزیولوژیک این غده به دو بخش قدامی (آدنوهیپوفیز) و خلفی (نوروهیپوفیز) تقسیم می‌شود. در میان این دو بخش، بخش بینابینی نسبتاً بی‌رگی وجود دارد که در انسان وجود ندارد. بخش قدامی و خلفی از نظر جنین‌شناسی منشأ متفاوتی دارند.

هیپوفیز قدامی (آدنوهیپوفیز) هورمون‌های زیر را ترشح می‌کند:



اعمال متابولیک هورمون‌های هیپوفیز قدامی

۱- هورمون رشد

۲- هورمون تحریک کننده تیروئید

۳- آدرنوکورتیکوتروپین یا کورتیکوتروپین که ترشح برخی از هورمون‌های بخش قشری غده فوق کلیه را کنترل می‌کند.

۴- پرولاکتین که موجب تکامل غدد شیری و تولید شیر می‌شود.

۵- گنادوتروپین‌ها که شامل هورمون محرک فولیکولی و هورمون لوتئینی هستند و رشد غدد و فعالیت‌های تناسلی و هورمونی مربوط به آنها را کنترل می‌کنند.

هیپوفیز خلفی (نوروهیپوفیز) هورمون‌های زیر را ترشح می‌کند:

۱- هورمون ضد اداری یا وازوپرسین

۲- اکسی‌توسین بر روی عضلات صاف رحم و عضلات غدد شیری اثر انقباضی دارد. هورمون‌های این بخش از هیپوفیز توسط جسم سلولی نوروها در هیپوتالاموس سنتز و از طریق هیپوفیز خلفی ترشح می‌شوند.

کجه مثال ۵: همه‌ی هورمون‌های زیر در در هیپوفیز سنتز می‌شود به جز

- (۱) هورمون رشد (۲) اکسی‌توسین (۳) کورتیکوتروپین (۴) پرولاکتین

پاسخ: گزینه «۲» هورمون اکسی‌توسین که بر روی عضلات صاف رحم و عضلات غدد شیری اثر انقباضی دارد توسط جسم سلولی نوروها در هیپوتالاموس سنتز می‌شود و از طریق هیپوفیز خلفی ترشح می‌شود.

انواع سلول‌ها در هیپوفیز قدامی

شامل پنج نوع سلول ترشحی است:

- ۱- سوماتوتروپ (عامل ترشح هورمون رشد)؛ ۲- کورتیکوتروپ (ترشح آدرنوکورتیکوتروپین)؛ ۳- تیروتروپ (ترشح هورمون محرک تیروئید)؛ ۴- گنادوتروپ (ترشح هورمون‌های گنادوتروپیک)؛ ۵- لاکتوتروپ (ترشح پرولاکتین)

کنترل ترشح هیپوفیز بوسیله هیپوتالاموس:

اگر هیپوفیز را از محل اصلی خود در زیر هیپوتالاموس برداشته و به جای دیگری از بدن پیوند زده شود مشاهده می‌کنیم که ترشحات هیپوفیز بسیار کم می‌شوند (به جز پرولاکتین).

ترشح هیپوفیز خلفی بوسیله پیام‌های عصبی که از هیپوتالاموس شروع می‌شوند و به هیپوفیز خلفی ختم می‌گردند، کنترل می‌شود. ترشحات هیپوفیز قدامی بوسیله هورمون‌های آزادکننده و مهارکننده هیپوتالاموس صورت می‌گیرد. این هورمون‌ها از رگ‌های باب هیپوتالاموسی - هیپوفیزی به هیپوفیز قدامی هدایت می‌شوند و ترشح آن را کنترل می‌کنند. از مهم‌ترین عوامل آزادکننده و مهارکننده هیپوتالاموس می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- ۱- هورمون آزادکننده هورمون محرک تیروئید ۲- هورمون آزادکننده کورتیکوتروپین ۳- هورمون آزادکننده هورمون رشد و هورمون مهارکننده آن که همان سوماتوستاتین است. ۴- هورمون آزادکننده گنادوتروپین که موجب آزادسازی گنادوتروپین می‌شود. ۵- هورمون مهارکننده پرولاکتین



مدرسان شریف

فصل شانزدهم

« فیزیولوژی ورزش »

ورزشکاران زن و مرد

به دلیل کامل بودن سنجش‌ها در مردان بیشتر اطلاعات کمیته در مورد این گروه ثبت شده است. به دلیل توده عضلانی زیاد در مردان نسبت به زنان، برون ده قلبی، قدرت عضلانی و تهویه ریوی آن‌ها سه دوم یا چهار سوم زنان می‌باشد، بنابراین قسمت زیادی از اختلاف در کارکرد کل عضلانی به علت نسبت درصد زیادتر عضله در بدن مرد است که ناشی از فعالیت هورمون‌های آندروژنی است. در واقع هورمون تستوسترون ترشح شده از غدد تناسلی در مردان منجر به افزایش تجمع پروتئین به خصوص در بافت عضلانی آنها می‌شود در حالی که در زنان ترشح هورمون‌هایی مانند استروژن موجب انباشته شدن و رسوب چربی در بافت‌های زیرجلدی و برخی اندام‌ها می‌شود که این امر مانعی در برابر بالاترین سطح عملکرد در ورزش‌هایی ایجاد می‌کند که در آنها عملکرد بستگی به سرعت یا نسبت قدرت عضلانی کل بدن به وزن بدن دارد. عملکرد خوب عضلات در افراد به قدرت انقباض عضله (که به میزان عضله)، توان انقباض عضله (که در واقع کل کاری است که عضله می‌تواند در واحد زمان انجام دهد) و به میزان تحمل عضله (بستگی به نوع تغذیه) بستگی دارد.

سیستم‌های متابولیک عضله

شامل سه سیستم:

۱- سیستم فسفاژن ۲- سیستم گلیکوژن - اسیدلاکتیک ۳- سیستم هوازی

۱. سیستم فسفاژن

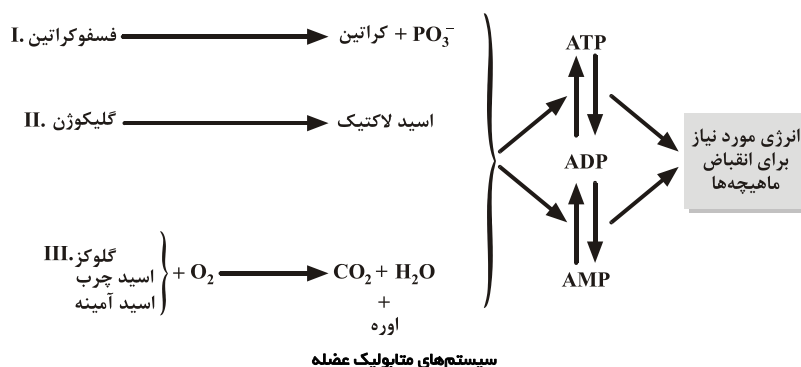
مهم‌ترین منبع انرژی در بدن برای انقباض عضلات مولکول سه فسفات آدنوزین تری فسفات است که با جدا شدن هر کدام از رادیکال‌های فسفات از این مولکول انرژی معادل 7300 کالری آزاد می‌شود. ماده دیگری که در تولید انرژی نقش موثری دارد فسفوکراتین است که میزان انرژی آن حتی بیشتر از آدنوزین تری فسفات است ولی به دلیل اینکه بطور مستقیم انرژی آن قابل استفاده نیست با آزاد کردن فسفات خود آن را در اختیار آدنوزین دی فسفات یا آدنوزین مونوفسفات قرار می‌دهد تا مورد استفاده قرار گیرد. به مجموع سیستم آدنوزین تری فسفات و فسفوکراتین، سیستم فسفاژنی می‌گویند. انرژی حاصل از این مجموعه برای دوره‌های کوتاه مدت انقباض حداکثر عضله به مصرف می‌رسد.

۲. سیستم گلیکوژن - اسیدلاکتیک

در صورتی که اکسیژن کافی به عضلات نرسد سلول‌های عضلانی برای تولید انرژی در مسیر گلیکولیز بی‌هوازی از گلوکز استفاده می‌کنند. به ازای هر مولکول گلوکز دو مولکول اسید پیروویک و چهار مولکول آدنوزین تری فسفات تولید می‌شود، اسید پیروویک تولید شده به اسید لاکتیک تبدیل می‌شود. سرعت عمل این سیستم نصف سرعت سیستم فسفاژن است. میزان انرژی تولید شده برای انقباضات کوتاه مدت تا متوسط، مورد استفاده قرار می‌گیرد.

۳. سیستم هوازی

در این سیستم اکسیداسیون مواد غذایی به منظور تأمین انرژی صورت می‌گیرد و تا اتمام مواد غذایی می‌تواند ادامه داشته باشد. عضله از این سیستم برای فعالیت ورزشی طولانی مدت استفاده می‌کند. البته میزان تولید نیرو در این سیستم نسبت به دو سیستم قبلی کمتر است ولی تحمل آن بیشتر است.



بازگشت سیستم‌های متابولیک

انرژی حاصل از سیستم اسیدلاکتیک - گلیکوژن و سیستم هوازی نیز می‌تواند به فسفوکرآتین و آدنوزین تری فسفات تبدیل شود، علاوه بر آن اسید لاکتیک تولید شده در سیستم اسیدلاکتیک - گلیکوژن می‌تواند به اسید پیروویک و یا در کبد به گلوکز تبدیل شده، در مسیر اکسیداتیو قرار بگیرد. در طی سیستم هوازی ذخایر گلیکوژنی مصرف می‌شود که بعد از مدت طولانی با استفاده از رژیم غذایی مناسب بازمی‌گردد.

تقویت عضلانی: توده عضلات شخص بطور عمده توسط عامل توارث و میزان ترشح هورمون تستوسترون مشخص می‌شود اما با انجام تمرین‌های مقاومتی و انقباضات، به حداکثر قدرت عضلانی نیز افزایش می‌یابد و همزمان با این افزایش، توده عضلانی نیز افزایش می‌یابد، هیپرتروفی عضلات ایجاد می‌شود که اکثراً ناشی از افزایش در قطر فیبرها می‌باشد.

فیبرهای عضلانی با تویج (پاسخ انقباضی) سریع و تویج آهسته

توزیع این فیبرها در عضلات متفاوت است عضلاتی که توانایی انقباض قوی و سریع دارند میزان فیبرهای با تویج سریع در آنها بیشتر است. قطر فیبرهای با تویج سریع بیشتر از نوع آهسته است. میزان انرژی تولید شده در سیستم‌های اسیدلاکتیک و فسفاژن در این فیبرها دو تا سه برابر فیبرهای با تویج آهسته می‌باشد. تعداد میوگلوبین و میتوکندری و مویرگ‌های اطراف در این فیبرها کمتر از نوع آهسته می‌باشد. برای فعالیت‌های عضلانی طولانی مدت فیبرهای آهسته بیشتر مورد استفاده قرار می‌گیرند.

تنفس در فعالیت

در طی فعالیت‌های عضلانی میزان تهویه ریوی افزایش می‌یابد که در اثر تحریک مکانیسم‌های عصبی صورت می‌گیرد و همچنین ظرفیت تنفسی نیز همیشه تقریباً ۵۰ درصد بیشتر از تهویه ریوی است و این مقدار یک عامل اطمینانی برای ورزشکار ایجاد می‌کند. در صورت سیگار کشیدن که دارای نیکوتین است منجر به تنگی برنشیول‌ها و تخریب مژک‌های مسیرهای تنفسی می‌شود و نهایتاً باعث کاهش تهویه ریوی می‌شود.

سیستم قلبی عروقی در فعالیت

در انقباضات ریتمیک جریان خون در طی انقباضات بسیار کمتر از جریان خون در فاصله بین انقباضات است ولی بطور کلی در طی فعالیت‌های عضلانی سنگین میزان جریان خون به عضلات می‌تواند در حدود ۲۵ برابر افزایش یابد که در اثر واژودیلاتاسیون عروق داخل عضلات و افزایش در فشار شریانی بوجود می‌آید. در جریان فعالیت‌های عضلانی نه تنها عضلات اسکلتی بلکه عضلات قلبی نیز دچار هیپرتروفی می‌شوند که نهایتاً برون ده قلبی و مصرف اکسیژن نیز افزایش می‌یابد.

گرمای بدن در فعالیت عضلانی

در فعالیت عضلانی حدود ۲۵ درصد از متابولیسم مواد غذایی صرف تولید انرژی برای کار عضلانی می‌شود و باقی آن صرف تولید گرما می‌شود. تولید گرما با میزان مصرف اکسیژن رابطه مستقیم دارد.

مایعات بدن در فعالیت عضلانی

بر اثر فعالیت‌های عضلانی زیاد میزان ترشحات عرقی افزایش می‌یابد، چنانچه تعریق به میزان زیادی افزایش یابد منجر به قولنج‌های عضلانی و تهوع و اثرات دیگری می‌شود بنابراین در فعالیت‌های عضلانی مداوم سازشی در غدد ترشح عرق ایجاد می‌شود که این سازش نیز ناشی از ترشح آلدوسترون توسط غده فوق کلیوی می‌باشد و بازجذب کلرور سدیم و دفع پتاسیم را از توبول‌های عرق افزایش می‌دهد و مانع کاهش آنها در مایعات بدن می‌شود. موادی که موجب افزایش قدرت فعالیت‌های عضلانی می‌شود شامل کافئین، هورمون‌های جنسی مردانه (آندروژن‌ها)، آمفتامین‌ها و کوکائین (که البته دارای عوارض جانبی هستند) می‌باشد.

تست‌های تألیفی فصل شانزدهم

- کلمه ۱-** برای فعالیت عضلانی کوتاه مدت انرژی لازم برای فعالیت عضلانی از کدام سیستم تامین می‌شود؟
- (۱) سیستم فسفاژن
(۲) سیستم گلیکوژن - اسیدلاکتیک
(۳) سیستم هوازی
(۴) گزینه‌های ۱ و ۳
- کلمه ۲-** تمام موارد زیر فعالیت عضلانی را افزایش می‌دهند به جز:
- (۱) کوکائین
(۲) آمفتامین
(۳) تستوسترون
(۴) سوماتوستاتین
- کلمه ۳-** کدام هورمون در جریان فعالیت‌های ورزشی میزان الکترولیت‌های غدد عرق را تنظیم می‌کند؟
- (۱) آلدوسترون
(۲) تستوسترون
(۳) استروژن
(۴) پروژسترون
- کلمه ۴-** کدام مورد زیر باعث تنگی برونشیول‌های انتهایی ریه و کاهش تهویه ریوی در جریان فعالیت‌های عضلانی می‌شود؟
- (۱) آمفتامین
(۲) کوکائین
(۳) نیکوتین
(۴) کافئین
- کلمه ۵-** در جریان فعالیت عضلانی هیپرتروفی ایجاد شده در عضلات بیشتر ناشی از:
- (۱) کاهش تعداد فیبرهای عضلات
(۲) افزایش در قطر فیبرهای عضلات
(۳) افزایش تعداد فیبرهای عضلات
(۴) کاهش در قطر فیبرهای عضلات

پاسخنامه تست‌های تألیفی فصل شانزدهم

- ۱- گزینه «۱» به مجموع سیستم آدنوزین تری فسفات و فسفوکراتین، سیستم فسفاژنی می‌گویند. انرژی حاصل از این مجموعه برای دوره‌های کوتاه‌مدت انقباض حداکثر عضله به مصرف می‌رسد.
- ۲- گزینه «۴» موادی که موجب افزایش قدرت فعالیت‌های عضلانی می‌شود شامل کافئین، هورمون‌های جنسی مردانه (آندروژن‌ها)، آمفتامین‌ها و کوکائین (که البته دارای عوارض جانبی هستند) می‌باشد.
- ۳- گزینه «۱» در فعالیت‌های عضلانی مداوم، سازشی در غدد ترشح عرق ایجاد می‌شود که این سازش نیز ناشی از ترشح آلدوسترون توسط غده فوق کلیوی می‌باشد که باز جذب کلرور سدیم و دفع پتاسیم را از توبول‌های عرق افزایش می‌دهد و مانع کاهش آن‌ها در مایعات بدن می‌شود.
- ۴- گزینه «۳» سیگار که دارای نیکوتین می‌باشد منجر به تنگی برونشیول‌ها و تخریب مژک‌های مسیرهای تنفسی شده و نهایتاً باعث کاهش تهویه ریوی می‌شود.
- ۵- گزینه «۲» توده عضلات شخص به طور عمده توسط عامل توارث و میزان ترشح هورمون تستوسترون مشخص می‌شود اما با انجام تمرین‌های مقاومتی و انقباضات به حداکثر قدرت عضلانی نیز افزایش می‌یابد و هم‌زمان با این افزایش، توده عضلانی نیز افزایش می‌یابد. هیپرتروفی عضلانی ایجاد شده اکثراً ناشی از افزایش در قطر فیبرها است.