فهرست

جلد اول

بخش ۱. مقدمه فیزیولوژی: سلول و فیزیولوژی عمومی ۱۳

فصل ۱ سازماندهی عملکردی بدن انسان و تنظیم «محیط داخلی» ۱۵

فصل ۲ سلول و اعمال آن ۲۷

فصل ۳ کنترل ژنتیکی ساخت پروتئین، عملکرد سلول، و تولیدمثل سلولی ۴۹

بخش ۲. فیزیولوژی غشا، عصب و عضله ۷۳

فصل ۴ انتقال مواد از خلال غشاء سلولی ۷۵

فصل ۵ پتانسیل غشا و پتانسیل عمل ۹۱

فصل ۶ انقباض عضله اسکلتی ۱۱۱

فصل ۷ تحریک عضله اسکلتی: انتقال عصبی ـ عضلانی و جفت شدن تحریک ـ انقباض ۱۳۱

فصل ۸ تحریک و انقباض عضله صاف ۱۴۳

بخش ۳. قلب ۱۵۵

فصل ۹ عضله قلبی؛ قلب به عنوان یک پمپ و عملکرد دریچه‌های قلبی ۱۵۷

فصل ۱۰ تحریک ریتمیک قلب ۱۷۵

فصل ۱۱ اصول الکتروکاردیوگرافی ۱۸۳

فصل ۱۲ تفسیر اختلالات عضله قلبی و جریان خون کرونر به کمک الکتروکاردیوگرافی: تحلیل بُرداری . ۱۹۳

فصل ۱۳ آریتمی‌های قلبی و تفسیر آنها به کمک الکتروکاردیوگرافی ۲۱۱

بخش ۴. گردش خون ۲۲۷

فصل ۱۴ کلیات گردش خون؛ بیوفیزیک فشار، جریان و مقاومت ۲۲۹

فصل ۱۵ قابلیت اتساع عروق و عملکردهای سیستم‌های شریانی و وریدی ۲۴۳

فصل ۱۶ گردش خون در عروق کوچک و دستگاه لنفاوی: تبادل مایع در مویرگ‌ها، مایع بین‌سلولی، و جریان لنف ۲۵۷

فصل ۱۷ کنترل موضعی و هومورال جریان خون بافت‌ها ۲۷۳

فصل ۱۸ تنظیم عصبی گردش خون و تنظیم سریع فشار شریانی ۲۸۹

فصل ۱۹ نقش کلیه‌ها در تنظیم درازمدت فشار شریانی و در فشارخون بالا: نظام یکپارچه برای تنظیم فشار شریانی ۳۰۳

فصل ۲۰ برون‌ده قلبی، بازگشت وریدی و تنظیم آنها .. ۳۲۵

فصل ۲۱ جریان خون عضلات و برون‌ده قلبی هنگام ورزش؛ گردش خون کرونر و بیماری ایسکمیک قلب ۳۴۳

فصل ۲۲ نارسایی قلبی ۳۵۷

فصل ۲۳ دریچه‌های قلب و صداهای قلب؛ دینامیک اختلالات مادرزادی و دریچه‌ای قلب ۳۷۱

فصل ۲۴ شوک گردش خون و درمان آن ۳۸۳

بخش ۵. مایعات بدن و کلیه‌ها ۳۹۵
فصل ۲۵ بخش‌های مایع بدن: مایعات خارج‌سلولی و داخل‌سلولی؛ ادم ۳۹۷
فصل ۲۶ دستگاه ادراری: آناتومی کاربردی و تشکیل ادرار توسط کلیه‌ها ۴۱۹
فصل ۲۷ پالایش گلومرولی، جریان خون کلیوی و تنظیم آنها ۴۳۳
فصل ۲۸ بازجذب و ترشح در توبول‌های کلیه..... ۴۴۹
فصل ۲۹ غلیظ و رقیق‌سازی ادرار؛ تنظیم اسمولاریته و غلظت سدیم مایع خارج سلولی..... ۴۷۹
فصل ۳۰ تنظیم کلیوی پتاسیم، کلسیم، فسفات و منیزیم؛ همکاری مکانیسم‌های کلیوی برای کنترل حجم خون و حجم مایع خارج سلولی ۵۰۲
فصل ۳۱ تنظیم اسید ـ باز..... ۵۲۷
فصل ۳۲ بیماری‌های کلیه و دیورتیک‌ها..... ۵۵۳

بخش ۶. سلول‌های خون، ایمنی، و انعقاد خون .. ۵۷۵
فصل ۳۳ گلبول‌های قرمز خون، کم‌خونی، و پلی‌سیتمی ۵۷۷
فصل ۳۴ مقاومت بدن در برابر عفونت: I. لکوسیت‌ها، گرانولوسیت‌ها، سیستم مونوسیت ـ ماکروفاژ، و التهاب ۵۹۱
فصل ۳۵ مقاومت بدن در برابر عفونت: II. ایمنی و آلرژی ۶۰۵
فصل ۳۶ گروه‌های خونی؛ انتقال خون؛ پیوند بافت‌ها و اعضاء ۶۲۳
فصل ۳۷ هموستاز و انعقاد خون..... ۶۳۱

بخش ۷. تنفس ۶۴۹
فصل ۳۸ تهویه ریوی ۶۵۱
فصل ۳۹ گردش خون ریوی، ادم ریوی، و مایع جنب .. ۶۶۷
فصل ۴۰ اصول جابجایی گاز؛ انتشار اکسیژن و دی‌اکسید کربن از میان غشاء تنفسی..... ۶۷۷
فصل ۴۱ انتقال اکسیژن و دی‌اکسید کربن در خون و مایعات بافتی ۶۹۱
فصل ۴۲ تنظیم تنفس ۷۰۶
فصل ۴۳ نارسایی تنفسی ــ پاتوفیزیولوژی، تشخیص، اکسیژن درمانی ۷۲۱

نمایه..... ۷۳۳

جلد دوم

بخش ۸. فیزیولوژی هوانوردی، فضانوردی و غواصی در اعماق دریا
فصل ۴۴ فیزیولوژی هوانوردی، ارتفاعات و فضانوردی
فصل ۴۵ فیزیولوژی غواصی در اعماق دریا و سایر شرایط پرفشار

بخش ۹. سیستم عصبی: اصول کلی و فیزیولوژی حسی
فصل ۴۶ سازماندهی سیستم عصبی، وظایف اصلی سیناپس‌ها و پیامرسان‌های عصبی
فصل ۴۷ گیرنده‌های حسی، مدارهای نورونی برای پردازش اطلاعات
فصل ۴۸ حواس پیکری: I. سازماندهی کلی، حس‌های لامسه و موقعیت
فصل ۴۹ حس‌های پیکری: II. حس‌های درد، سردرد و حرارت

بخش ۱۰. سیستم عصبی: حواس خاص
فصل ۵۰ چشم: I. اپتیک بینایی
فصل ۵۱ چشم : II. اعمال گیرنده‌ای و ...
فصل ۵۲ چشم: III. نوروفیزیولوژی مرکزی بینایی
فصل ۵۳ حس شنوایی
فصل ۵۴ حواس شیمیایی ـ چشایی و بویایی

بخش ۱۱. سیستم عصبی: نوروفیزیولوژی حرکتی و انسجامی اعصاب

فصل ۵۵ اعمال حرکتی طناب نخاعی؛ رفلکس‌های نخاعی
فصل ۵۶ کنترل عملکرد حرکتی توسط قشر مغز و ساقه مغز
فصل ۵۷ مشارکت مخچه و هسته‌های قاعده‌ای در کنترل کلی حرکت
فصل ۵۸ قشر مغز، اعمال فکری مغز، یادگیری و حافظه
فصل ۵۹ مکانیسم‌های رفتاری و انگیزشی مغز ـ دستگاه لیمبیک و هیپوتالاموس
فصل ۶۰ حالات فعالیت مغز، خواب، امواج مغزی، صرع، روان‌پریشی
فصل ۶۱ دستگاه عصبی خودکار و قسمت مرکزی غده فوق‌کلیه
فصل ۶۲ جریان خون مغز، مایع مغزی ـ نخاعی، و متابولیسم مغز

بخش ۱۲. فیزیولوژی دستگاه گوارش

فصل ۶۳ اصول کلی عملکرد دستگاه گوارش (حرکات، تنظیم عصبی و گردش خون)
فصل ۶۴ حرکت و مخلوط شدن مواد غذایی در دستگاه گوارش
فصل ۶۵ وظایف ترشحی دستگاه گوارش
فصل ۶۶ هضم و جذب در دستگاه گوارش
فصل ۶۷ فیزیولوژی اختلالات گوارشی

بخش ۱۳. متابولیسم و تنظیم درجه حرارت

فصل ۶۸ متابولیسم کربوهیدرات‌ها و تولید ATP
فصل ۶۹ متابولیسم چربی‌ها
فصل ۷۰ متابولیسم پروتئین‌ها
فصل ۷۱ کبد
فصل ۷۲ تعادل در رژیم غذایی؛ تنظیم غذاخوردن؛ چاقی و گرسنگی؛ ویتامین‌ها و مواد معدنی
فصل ۷۳ تولید انرژی و سرعت متابولیسم
فصل ۷۴ تنظیم درجه حرارت بدن و تب

بخش ۱۴. غددشناسی و تولیدمثل

فصل ۷۵ مقدمه‌ای بر غدد درون‌ریز
فصل ۷۶ هورمون‌های هیپوفیز و نقش هیپوتالاموس در تنظیم آنها
فصل ۷۷ هورمون‌های متابولیک تیرویید
فصل ۷۸ هورمون‌های قشر آدرنال
فصل ۷۹ انسولین، گلوکاگون، و دیابت
فصل ۸۰ هورمون‌های پاراتیرویید، کلسی‌تونین، متابولیسم کلسیم و فسفات، ویتامین D، استخوان‌ها و دندان‌ها
فصل ۸۱ دستگاه تناسلی مذکر (و غده صنوبری)
فصل ۸۲ فیزیولوژی زنان پیش از بارداری و هورمون‌های زنانه
فصل ۸۳ بارداری و شیردهی
فصل ۸۴ فیزیولوژی جنین و نوزاد

بخش ۱۵. فیزیولوژی ورزش

فصل ۸۵ فیزیولوژی ورزش

فصل ۱۸

تنظیم عصبی گردش خون و تنظیم سریع فشار شریانی

تنظیم عصبی گردش خون

همان طور که در فصل ۱۷ مشاهده کردید، دستگاه عصبی در شرایط طبیعی، در تنظیم جریان خون تک‌تک بافتها چندان نقش ندارد و این بر عهده مکانیسم‌های موضعی تنظیم جریان خون می‌باشد. دستگاه عصبی در سطح بالاتری عمل می‌کند؛ به عنوان مثال، در توزیع مجدد جریان خون به مناطق مختلف بدن نقش دارد، عملکرد پمپ قلبی را افزایش یا کاهش می‌دهد، و فشار شریانی را بسیار سریع تنظیم می‌کند.

می‌توان گفت که وظیفه تنظیم عصبی گردش خون، تقریباً به طور کامل بر عهده بخش اتونوم دستگاه عصبی می‌باشد. کل عملکرد این سیستم در فصل ۶۱ ارایه شده و به این موضوع در فصل ۱۷ نیز پرداخته شده است. در این فصل به دیگر موضوعات آناتومیکی و عملکردی ویژه می‌پردازیم.

دستگاه عصبی اتونوم

دستگاه عصبی سمپاتیک، مهمترین بخش دستگاه عصبی اتونوم برای تنظیم گردش خون می‌باشد. به علاوه، دستگاه عصبی پاراسمپاتیک در تنظیم عملکرد قلب نقش دارد که بعداً در این فصل شرح داده می‌شود.

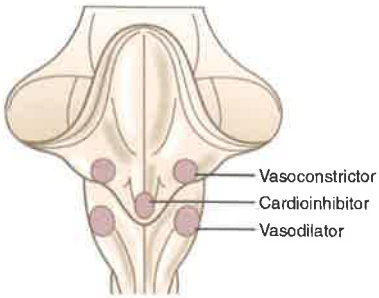
دستگاه عصبی سمپاتیک. شکل ۱-۱۸ آناتومی تنظیم گردش خون را به وسیله دستگاه عصبی سمپاتیک نشان می‌دهد. اعصاب وازوموتور سمپاتیک از تمام قطعات نخاعی سینه‌ای و یک یا دو قطعه اول کمری از نخاع خارج می‌شوند. سپس وارد زنجیره‌های سمپاتیک در طرفین ستون مهره‌ای می‌شوند و از دو راه به گردش خون می‌روند: (۱) از طریق اعصاب سمپاتیک اختصاصی که عمدتاً به عروق احشاء داخلی و قلب می‌روند (سمت راست **شکل ۱-۱۸**)، و (۲) تقریباً بلافاصله به بخش‌های محیطی اعصاب نخاعی وارد می‌شوند که عروق قسمت‌های محیطی بدن را عصب‌دهی می‌کنند. مسیر دقیق این اعصاب در نخاع و در زنجیره‌های سمپاتیک، در فصل ۶۱ بیان می‌شود.

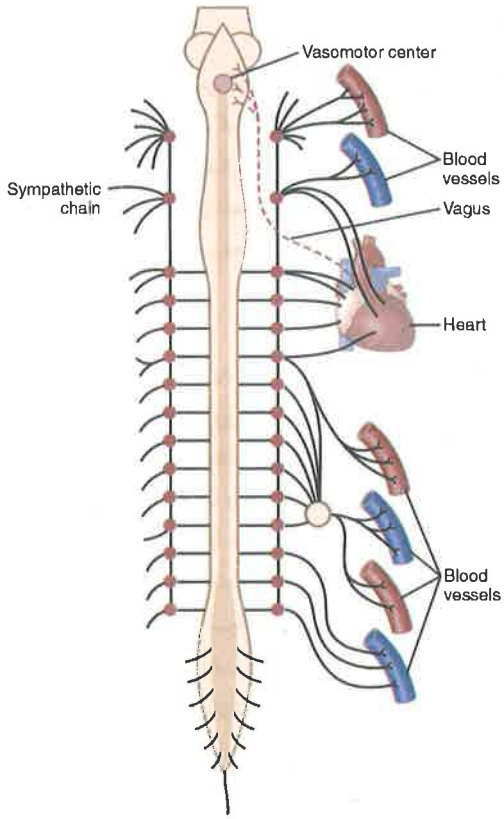
عصب‌دهی سمپاتیکی به عروق خونی. شکل ۲-۱۸ توزیع اعصاب سمپاتیک را به عروق‌خونی نشان می‌دهد. می‌بینید که تمام عروق ـ به جز مویرگ‌ها، اسفنکترهای پیش‌مویرگی و اکثر متارتریول‌ها ـ این اعصاب را دریافت می‌کنند. اسفنکترهای پیش‌مویرگی و متارتریول‌ها در برخی از بافت‌ها مانند عروق خونی مزانتری عصب‌دهی شده‌اند، هرچند عصب‌دهی سمپاتیک آن‌ها معمولاً به اندازه سرخرگ‌های کوچک، آرتریول‌ها و سیاهرگ‌ها متراکم نمی‌باشد.

تحریک اعصاب سمپاتیک مربوط به شریان‌های کوچک و آرتریول‌ها، مقاومت به جریان خون را افزایش می‌دهد و به این ترتیب، مقدار خونی که به بافتها می‌رسد، کاهش می‌یابد.

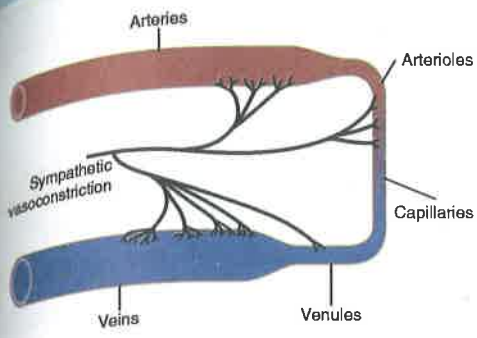
تحریک اعصاب سمپاتیک مربوط به عروق بزرگ (به ویژه وریدها)، حجم این عروق را کاهش می‌دهد. بدن به کمک این مکانیسم، خون را به سوی قلب می‌راند و عملکرد پمپ قلبی را افزایش می‌دهد.

تحریک سیستم سمپاتیک سرعت و قدرت انقباض قلب را افزایش می‌دهد. اعصاب سمپاتیک علاوه بر عروق خونی به طور مستقیم، به قلب می‌روند همان‌طور که در **شکل ۱-۱۸** نشان داده شد و در فصل ۹ شرح داده شد. باید یادآوری





شکل ۱-۱۸. آناتومی کنترل عصبی سمپاتیک در کنترل گردش خون. هم‌چنین یک عصب واگ که سیگنال‌های پاراسمپاتیک را به قلب می‌برد توسط یک خط‌چین قرمزرنگ نشان داده شده است.



شکل ۲-۱۸. عصب‌دهی سمپاتیکی به گردش خون سیستمیک.

کرد که تحریک سمپاتیک، ضربان قلب و قدرت انقباض میوکارد و حجم پمپاژ را افزایش می‌دهد و به افزایش فعالیت قلب منجر می‌گردد.

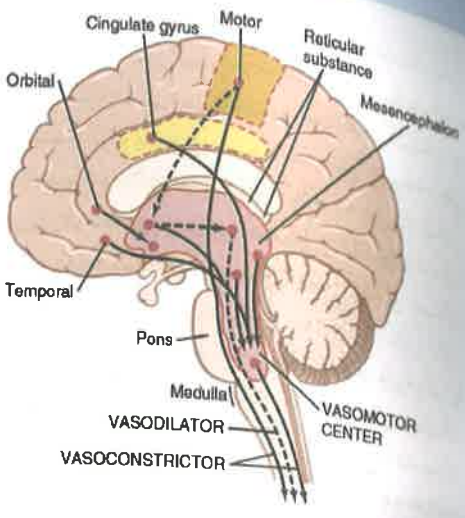
تحریک سیستم پاراسمپاتیک سرعت و قدرت انقباض قلب را کاهش می‌دهد. هر چند نقش دستگاه عصبی پاراسمپاتیک در بسیاری از اعمال اتونوم بدن بسیار مهم است، تأثیر آن در تنظیم گردش خون چندان بارز نیست. نقش اصلی آن در دستگاه گردش خون، تنظیم ضربان قلب از طریق شاخه‌های قلبی اعصاب واگ می‌باشد (**شکل ۱-۱۸**) که با خط چین قرمز از بصل‌النخاع تا قلب نشان داده شده‌است.

تأثیر تحریک پاراسمپاتیک بر عملکرد قلب، در فصل ۹ شرح داده شد. تحریک پاراسمپاتیک ضربان قلب را به شدت کاهش می‌دهد و به کاهش خفیف قدرت انقباض میوکارد منجر می‌گردد.

انقباض عروق توسط اعصاب سمپاتیک و تنظیم آن به وسیله دستگاه عصبی مرکزی

دستگاه سمپاتیک تعداد زیادی اعصاب منقبض‌کننده عروق و تعداد اندکی اعصاب متسع‌کننده عروق دارد. اعصاب منقبض‌کننده عروق به تمام قسمت‌های دستگاه گردش خون می‌روند (البته بعضی از قسمت‌ها، اعصاب بیشتری را دریافت می‌کنند). این انقباض عروق در اثر عملکرد اعصاب سمپاتیک در کلیه، دستگاه گوارش، طحال و پوست بسیار بارز است، ولی در عضله اسکلتی، قلب و مغز ضعیف‌تر می‌باشد.

مرکز وازوموتور در مغز و نقش آن در سیستم انقباض عروقی. ناحیه‌ای موسوم به مرکز وازوموتور، عمدتاً در



شکل ۳-۱۸. مناطقی از مغز که نقش مهمی در تنظیم عصبی گردش خون ایفا می‌کنند. خط چین‌ها مسیرهای مهارکننده را نشان می‌دهند.

تشکیلات مشبک دو طرف بصل‌النخاع و یک‌سوم تحتانی پل مغزی قرار دارد (**شکل‌های ۱-۱۸ و ۳-۱۸**). این مرکز ایمپالس‌های پاراسمپاتیک را از طریق اعصاب واگ به قلب و ایمپالس‌های سمپاتیک را از طریق نخاع و اعصاب سمپاتیک محیطی به تقریباً تمام شریانها، آرتریولها و وریدهای بدن می‌فرستد.

هر چند ساختمان مرکز وازوموتور هنوز به طور کامل شناخته نشده است، محققین برخی مناطق مهم را در این مرکز شناسایی کرده‌اند:

۱. یک منطقه منقبض‌کننده عروق[1] که در طرفین بخش قدامی - خارجی نیمه فوقانی بصل‌النخاع قرار دارد. اکسون‌های نورون‌های این منطقه به تمام سطوح نخاع توزیع می‌شوند و نورون‌های پیش گانگلیونی منقبض‌کننده عروق را در دستگاه عصبی سمپاتیک تحریک می‌کنند.

۲. یک منطقه متسع‌کننده عروق[2] که در طرفین بخش قدامی - خارجی نیمه تحتانی بصل‌النخاع قرار دارد. اکسون‌های این نورون‌ها به سمت بالا به طرف منطقه منقبض‌کننده عروق در مرکز وازوموتور می‌روند و با مهار فعالیت این منطقه، عروق را متسع می‌کنند.

۳. یک منطقه حسی[3] که در طرفین در نوار منفرد[4] در بخش تحتانی - خارجی بصل‌النخاع و نیمه تحتانی پل مغزی قرار دارد. نورون‌های این منطقه، سیگنال‌های حسی را از اعصاب واگ و زبانی - حلقی دریافت می‌کنند و خروجی این منطقه حسی، به تنظیم فعالیت هر دو منطقه منقبض‌کننده و متسع‌کننده عروق در مرکز وازوموتور کمک می‌کند و به این ترتیب، اکثر اعمال دستگاه گردش خون به شکل رفلکسی تنظیم می‌شود. به عنوان مثال به رفلکس بارورسپتور برای تنظیم فشار شریانی می‌توان اشاره کرد که در ادامه همین فصل شرح داده می‌شود.

انقباض نسبی و پیوسته عروق خونی به طور طبیعی در اثر تون سمپاتیکی منقبض‌کننده عروق. در شرایط طبیعی، منطقه منقبض‌کننده عروق در مرکز وازوموتور، سیگنال‌هایی را به طور پیوسته به اعصاب سمپاتیکی منقبض‌کننده عروق در سراسر بدن می‌فرستد و در نتیجه، این اعصاب پیوسته با سرعت کم (نیم تا دو ایمپالس در ثانیه) تحریک می‌شوند. این تحریک پیوسته را «تون سمپاتیکی منقبض‌کننده عروق» می‌نامند. این ایمپالس‌ها در شرایط طبیعی، انقباض نسبی را در عروق خونی حفظ می‌کنند که آن را «تون وازوموتور» می‌نامند.

شکل ۴-۱۸ اهمیت تون منقبض‌کننده عروق را نشان می‌دهد. در این مطالعه، بیحسی کامل نخاعی در یک حیوان القا شده که انتقال تمام ایمپالس‌های سمپاتیک را از نخاع به محیط متوقف کرده است. در نتیجه، فشار شریانی از ۱۰۰mmHg به ۵۰mmHg کاهش یافته که تأثیر از بین رفتن تون منقبض‌کننده عروق را در سراسر بدن نشان می‌دهد. چند دقیقه بعد، مقدار کمی نوراپی‌نفرین به خون حیوان تزریق می‌شود؛ نوراپی‌نفرین یک هورمون منقبض‌کننده عروق است که از پایانه‌های سمپاتیکی منقبض‌کننده عروق در سراسر بدن آزاد می‌شود. وقتی این هورمون به تمام عروق خونی بدن می‌رسد، عروق بار دیگر منقبض می‌شوند و فشار شریانی به مدت ۱ تا ۳ دقیقه

1. vasoconstrictor area
2. vasodilator area
3. sensory area
4. tractus solitarius