

صلى الله عليه وسلم

آناتومی و فیزیولوژی حیوانات اهلی

ترجمه:

دکتر حامد خلیل وندی بهروزیار

استادیار دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه

دکتر رسول پیرمحمدی

استاد دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه

دکتر فرهاد صمدیان

استادیار دانشکده کشاورزی، دانشگاه یاسوج

دکتر بهزاد اسدنژاد

دانش آموخته دکترای دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه

۱۴۰۰



Akers, R. Michael

سرشناسه: ایکرز، آر. مایکل

عنوان و نام پدیدآور: آناتومی و فیزیولوژی حیوانات اهلی / [آر. مایکل ایکرز، دی. مایکل دنبو] ترجمه حامد خلیل‌وندی بهروزیار... [و دیگران] ؛ ویراستار علمی فرهاد فرخی‌اردبیلی؛ ویراستار ادبی فاطمه مدرس. مشخصات نشر: ارومیه: دانشگاه ارومیه، ۱۴۰۰.

مشخصات ظاهری: ۶۵۰ص؛ ۲۲ × ۲۹ س.م.

فروست: انتشارات دانشگاه ارومیه؛ ۲۸۹.

شابک: 978-600-8681-78-6

وضعیت فهرست نویسی: فیپا

یادداشت: عنوان اصلی: Anatomy and physiology of domestic animals, 2nd.ed, 2013.

موضوع: کالبدشناسی دامی (Veterinary Anatomy)

موضوع: فیزیولوژی دامی (Veterinary physiology)

شناسه افزوده: دنبو، دی. مایکل Denbow, D. Michael

شناسه افزوده: خلیل‌وندی بهروزیار، حامد، ۱۳۶۲ - مترجم

شناسه افزوده: فرخی‌اردبیلی، فرهاد، ویراستار

شناسه افزوده: دانشگاه ارومیه

رده بندی کنگره: ۷۶۱SF

رده بندی دیویی: ۰۸۹۲/۶۳۶

شماره کتابشناسی ملی: ۷۵۱۵۵۲۹

مرکز انتشارات دانشگاه ارومیه

ارومیه، کیلومتر ۱۱ جاده سرو، صندوق تلفن: ۳۱۹۴۲۲۷۴ - ۳۲۷۷۹۹۳۰ - ۰۴۴، دورنگار ۳۲۷۷۹۹۳۰

عنوان: آناتومی و فیزیولوژی حیوانات اهلی

ترجمه: حامد خلیل‌وندی بهروزیار، رسول پیرمحمدی، فرهاد صمدیان، بهزاد اسدنژاد

ناشر: انتشارات دانشگاه ارومیه

لیتوگرافی، چاپ و صحافی: قم، نشر هم میهن ۰۹۱۰۲۸۰۷۰۲۱

نوبت چاپ: اول

سال چاپ: ۱۴۰۰

شمارگان: ۲۰۰ نسخه

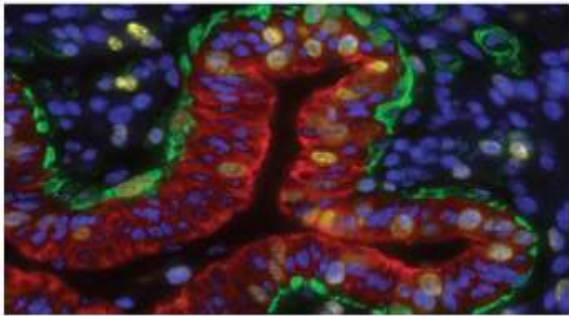
قیمت پشت جلد: ۱۰۰۰۰۰۰ ریال

شابک: ۶ - ۷۸ - ۸۶۸۱ - ۶۰۰ - ۹۷۸

خداوند متعال را سپاسگزاریم که توفیق ترجمه این کتاب را بر ایمان فراهم نمود. کتاب حاضر یکی از کتب معتبر و به روز در زمینه فیزیولوژی و آناتومی حیوانات اهلی و مزرعه‌ای بوده و مثال‌ها، اشکال و جداول مورد استفاده در آن به صورت اختصاصی در ارتباط با فرآیندهای فیزیولوژیک حیوانات مزرعه‌ای انتخاب شده است. با توجه به محدودیت منابع فارسی کاربردی در زمینه آناتومی و فیزیولوژی حیوانات اهلی و مزرعه‌ای، کتاب حاضر می‌تواند منبع بسیار مفید و مناسبی برای دانشجویان علوم دامی، فیزیولوژی و دامپزشکی در مقاطع مختلف تحصیلی بوده و راهگشای سوالات متخصصین در صنعت دام و طیور باشد. در کتاب حاضر، تمام تلاش مترجمین این بوده که در عین رعایت امانت، متنی روان و قابل فهم تقدیم خواننده شده و تا حد امکان از واژه‌های فارسی در متن کتاب استفاده شود. در نهایت، ضمن سپاس از دست اندرکاران انتشارات دانشگاه ارومیه، داوران و ویراستاران محترم و تشکر از حسن اعتماد خوانندگان عزیز، تقاضا داریم پیشنهادات و انتقادات خود را در ارتباط با مشکلات و ایرادات احتمالی کتاب با ما در میان بگذارند تا در نوبت آتی انتشار برطرف گردد.

فصل اول – مروری بر آناتومی و فیزیولوژی	۶
فصل دوم – سلول: اجزای فیزیولوژیکی مشترک	۱۵
فصل سوم – فرآیندها و مسیرهای بیوشیمیایی	۶۷
فصل چهارم – سازمان دهی و ساختار بافت	۹۹
فصل پنجم – دستگاه پوششی	۱۳۶
فصل ششم – دستگاه اسکلتی و استخوان‌ها	۱۵۷
فصل هفتم – بافت ماهیچه‌ای	۱۹۶
فصل هشتم – سیستم عصبی	۲۳۳
فصل نهم – سیستم اعصاب مرکزی	۲۵۸
فصل دهم – دستگاه عصبی خودکار و محیطی	۲۸۳
فصل یازدهم – حواس ویژه	۳۲۰
فصل دوازدهم – سیستم غدد درون ریز	۳۴۴
فصل سیزدهم – دستگاه گردش خون	۴۱۱
فصل چهاردهم – دستگاه تنفسی	۴۵۲
فصل پانزدهم – سیستم ایمنی	۴۷۲
فصل شانزدهم – دستگاه دفع ادراری	۴۹۷
فصل هفدهم – دستگاه گوارش	۵۲۷
فصل هجدهم – شیردهی	۵۷۷
فصل نوزدهم – تولید مثل	۶۱۷

فصل اول - مروری بر آناتومی و فیزیولوژی



شکل ۱-۱. فوتومیکروگراف از یک مجرای پستانی در حال توسعه. تصویر از گوساله‌ی هشتاین گرفته شده است. این بخش از بافت به وسیله‌ی آنتی-بادی‌های خاص و نشان‌گرهای فلورسنت برای شناسایی هسته (آبی)، سیتوکراتین ۱۸ (قرمز، یک نشانگر خاص برای سلول‌های اپی‌تلیال)، CD10 (سبز، مارکر سلول‌های میوآپی‌تلیال) و ki67 (زرد، یک پروتئین تولید شده از سلول‌های تخمدان) به‌منظور مطالعه‌ی فرایند رشد سلول‌های میوآپی‌تلیال غده‌ی پستانی گاوی نشان‌گذاری شده است. این تصویر توسط دکتر آیس، دانشگاه کلمسون^۱ ارائه شده است.

آناتومی میکروسکوپی در شاخه‌های مختلفی همانند آناتومی ناحیه‌ای قابل مطالعه است. در این نوع از مطالعات ساختارشناختی، مطالعات به ساختارهایی مثل اعصاب، استخوان‌ها، عضلات، عروق خونی و یا یک ناحیه‌ی تعریف شده مثل سر یا لگن، محدود می‌شود.

آناتومی دستگاهی، مطالعه‌ی دستگاه، موجود زنده مثل دستگاه استخوانی یا دستگاه ماهیچه‌ای یا گروهی از اندام‌ها همانند دستگاه ادراری و یا دستگاه گوارشی است که برای انجام یک عمل خاص باهمدیگر همکاری می‌کنند. آناتومی سطحی بر مطالعه‌ی نشانه‌هایی که از بیرون قابل مشاهده‌اند، متمرکز شده است. این نشانه‌ها می‌توانند شامل اطلاعاتی در مورد عضلات، مثل عضله‌ی جناغی-چمبری-پستانی یا استرونوکلیدوماستوئید^۲ باشد که به عنوان نقطه‌ی عطفی برای پیدا کردن ساختارهای دیگری مثل شریان کاروتید، مورد توجه است.

اگرچه متون بسیار خوبی در مورد فیزیولوژی و آناتومی انسانی وجود دارد، با این حال، کمبودهایی در بخش دامی دیده می‌شود. از آن‌جا که حیوانات نسبت به انسان دارای تفاوت‌های آناتومیکی و فیزیولوژیکی واضحی هستند، متونی که بر روی انسان متمرکز شده‌اند، نمی‌توانند انعکاس صحیحی از این تغییرات در دام‌های اهلی داشته باشند. حیوانات بر روی چهار پا راه می‌روند، در حالی که انسان روی دو پا حرکت می‌کند. نشخوارکنندگان با دستگاه گوارش ویژه‌ای سازگاری پیدا کرده‌اند که ویژگی منحصر به فردی همانند امکان مصرف ترکیبات لیگنوسولوزی را برای آنان به ارمغان آورده و آن‌ها را نسبت به انسان‌ها و سایر تک‌معدده‌ای‌ها متمایز می‌کند. سیستم تنفسی پرندگان متفاوت از انسان‌ها بوده و پرندگان را قادر به پرواز در ارتفاعات بالا می‌کند. بنابراین، تمرکز این کتاب بر آناتومی و فیزیولوژی حیوانات اهلی است تا دستگاه‌های فیزیولوژیکی آن‌ها بررسی شوند.

آناتومی و فیزیولوژی

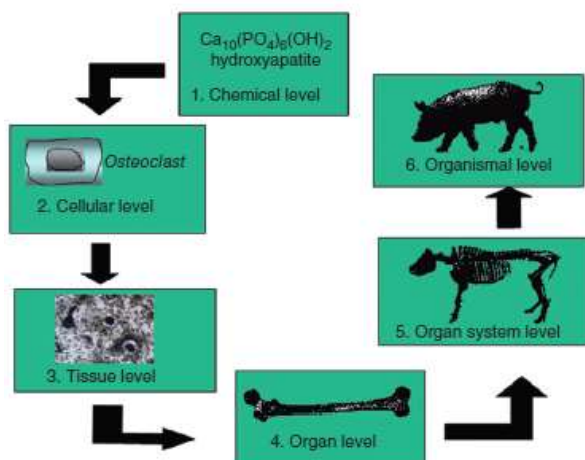
آناتومی مطالعه‌ی مورفولوژی یا ساختار موجودات زنده بوده و به بیان دقیق‌تر، مطالعه‌ی شکل و ساختار جنبه‌ی اصلی پژوهش‌های آناتومیکی بوده و نقش عملکردی اندام‌ها در اولویت بعدی قرار دارد. در یک تقسیم‌بندی ساده می‌توان آناتومی را به آناتومی ماکروسکوپی و میکروسکوپی تقسیم‌بندی نمود. آناتومی ماکروسکوپی به مطالعه‌ی ساختارهایی می‌پردازد که با چشم غیرمسلح قابل مشاهده‌اند، در حالی که اندام‌ها و ساختارهای مورد بررسی توسط آناتومی میکروسکوپی فقط به کمک میکروسکوپ قابل مشاهده هستند. درک این موضوع مهم است که آنچه وجود دارد، بسیار بیشتر از آن چیزی است که ما با نگاه ساده به لکه‌های سلولی یا بافت‌های رنگ آمیزی شده، بدست می‌آوریم. استفاده از ایمونوسیتوشیمی، نشان‌گرهای فلورسنت، دوربین‌های چندطیفی و نرم‌افزارهای تصویربرداری پیچیده باعث به وجود آمدن انقلابی در درک ما از سلول و زیست‌شناسی بافت شده است. شکل ۱-۱-۱ مثالی از توانایی روش‌های پیشرفته در تعیین محل پروتئین‌های خاص در سلول‌های غده‌ی پستانی را نشان می‌دهد.

1 Dr. Steve Ellis, Clemson University
2 Sternocleidomastoid

اندوتلیال) مویرگ‌های خونی، دارای اتصالات اصلاح شده (تعدیل شده) و متخلخلی هستند تا مواد حل شده بتوانند به راحتی در هر دو جهت دیواره‌ی مویرگی برای تغذیه‌ی بافت‌ها و حذف مواد زائد، حرکت نمایند. تفاوت‌های ساختاری پرندگان و پستانداران که فراهم کننده‌ی امکان پرواز است را می‌توان به‌عنوان مثالی دیگر از مکمل بودن ساختار و عملکرد مورد بررسی قرار داد. پرندگان دارای استخوان‌های نوماتیک و توخالی متصل به دستگاه تنفسی شامل جمجمه، استخوان بازو، ترقوه، تیغه‌ی جناغ، ساکروم و مهره‌های کمر هستند. علاوه بر این، مهره‌هایی کمر و خاجی جهت سازگاری برای پرواز کردن، به هم دیگر جوش خورده‌اند.

سطوح سازماندهی

بدن دام دارای یک سازماندهی پیچیده‌ای است که از سطوح میکروسکوپی تا سطوح ماکروسکوپی است (شکل ۱-۲). در ریزترین سطوح میکروسکوپی، سازماندهی به شرح زیر خواهد بود:



شکل ۱-۲. سطوح سازماندهی. (۱) اتم‌ها با یکدیگر ترکیب می‌شوند و مولکول‌ها را به وجود می‌آورند که این ترکیب به شکل مواد شیمیایی پیچیده است. (۲) مواد شیمیایی با هم‌دیگر ترکیب شده و سلول‌ها را به وجود می‌آورند که می‌توانند عملکردهای خاصی را به نمایش بگذارند، که این عملکرد بستگی به پروتئین بیان شده دارد. (۳) سلول‌هایی که عملکرد مشابه دارند، بافت را تشکیل می‌دهند. (۴) بافت‌ها برای انجام یک عملکرد مشترک با هم‌دیگر ترکیب می‌شوند. (۵) اندام‌ها می‌توانند برای انجام یک عمل مشترک با هم‌دیگر همکاری بکنند. (۶) تمامی سیستم‌های بدن ترکیب شده و حیوان زنده‌ای را تولید می‌کنند.

سطح شیمیایی: اتم کوچک‌ترین واحد ماده است که خواص یک عنصر به آن بستگی دارد. اتم‌ها با پیوندهای کووالانسی با هم‌دیگر ترکیب و مولکول‌هایی مثل اکسیژن (O2)، گلوکز C6H12O6 و

آناتومی میکروسکوپی شامل سلول‌شناسی و بافت‌شناسی است. سلول‌شناسی مطالعه‌ی ساختار منحصر به فرد سلول‌ها به‌عنوان کوچک‌ترین واحد تشکیل‌دهنده‌ی حیات و بافت‌شناسی، مطالعه‌ی بافت‌هاست. هر بافت، مجموعه‌ای از سلول‌های تخصص یافته و تولیدات آن‌ها است که منجر به یک عملکرد خاص می‌شوند. مجموعه‌ی بافت‌ها، اندام‌ها را تشکیل می‌دهند (قلب، کبد و مغز در بخش ۴ بیشتر توضیح داده شده است). آناتومی توسعه‌ای، مطالعه‌ی تغییرات ساختاری در طول زندگی دام است. جنین‌شناسی بخشی از آناتومی توسعه‌ای است که تغییرات تکاملی پیش از تولد تا تولد را نشان می‌دهد. در هنگام تولد بسیاری از سیستم‌های بدن به‌طور کامل توسعه پیدا نکرده‌اند، از این رو نیازمند تداوم توسعه بعد از زایمان هستند. به‌ویژه در مورد پستانداران مزرعه‌ای، درک و مدیریت توسعه‌ی بعد از تولد، غده‌ی پستانی و سیستم تولیدمثلی عاملی ضروری در مدیریت بهینه در صنعت گاو شیری، پرورش گاو و گوساله، گله‌های گوسفند و بز و غیره است. بر خلاف آناتومی، فیزیولوژی مطالعه‌ی عملکرد سیستم‌های زیستی است. با وجود این که سیستم‌های مختلف در طول این کتاب به صورت جداگانه مورد بررسی قرار می‌گیرند، ولی باید دانست که همکاری تمامی سیستم‌ها برای حفظ عملکرد طبیعی یک حیوان ضروری است. بنابراین، عملکرد سیستم قلبی-عروقی جدا از سیستم تنفسی یا جدا از سیستم عصبی نبوده و همکاری بین سیستم‌های مختلف باعث هماهنگی در توزیع اکسیژن و دفع دی‌اکسیدکربن از بدن می‌شوند. فیزیولوژی سلولی، مطالعه‌ی روش‌های کار سلول‌ها و شامل مطالعه‌ی وقایع در سطوح شیمیایی، مولکولی و ژنتیکی است. وظیفه‌ی فیزیولوژی اندام‌ها، مطالعه‌ی عملکرد اندام‌های خاص همانند قلب یا تخمدان است. درحالی‌که، فیزیولوژی سیستم‌ها به‌مطالعه‌ی عملکرد سیستم‌های خاص مثل سیستم قلبی-عروقی، تنفسی یا سیستم تولیدمثلی می‌پردازد. مطالعه فیزیولوژی و آناتومی باعث ایجاد این درک کلی می‌شود که ساختار و عملکرد طوری تکامل پیدا کرده‌اند که مکمل یکدیگر باشند. مکمل بودن ساختار و عملکرد یک مفهوم ضروری در سطوح مختلف بوده و یادآوری آن در سطوح مختلف به بهبود درک ما از جنبه‌های مختلف زیست‌شناختی دام، درک محدودیت‌ها و درک نحوه‌ی فعالیت دام کمک می‌کند. ارتباط بین ساختار و عملکرد در سطح سلولی آشکار است. برای مثال، سلول‌های اپی تلیال که سطح داخلی روده‌ی کوچک را احاطه کرده‌اند، دارای اتصالات محکمی هستند که حرکت مواد در داخل دستگاه گوارش را محدود می‌کنند، درحالی که پوشش‌های اپی‌تلیالی (سلول‌های

یا متان CH₄ را تشکیل می‌دهند. خواص مواد شیمیایی مختلف تأثیر عمده‌ای بر فیزیولوژی دارد. برای مثال، در pH پایین، ماده‌ی شیمیایی ممکن است یونیزه نبوده و قادر به عبور از غشای سلولی باشد، در حالی که ممکن است با افزایش pH به شکل یونیزه تبدیل شده و قادر به عبور از غشای سلولی نباشد.

سطح سلولی: سلول‌ها به عنوان کوچک‌ترین واحد زندگی دارای اندازه، شکل و خواص متفاوتی‌اند که امکان عملکردهای تخصصی را برای آن‌ها فراهم می‌نماید. وجود تاژک در برخی از سلول‌ها همانند سلول‌های اپی‌تلیال پوشاننده‌ی برونش و یا سلول‌های دیواره‌ی اویدوکت امکان حرکت مواد در سطح سلول را فراهم می‌نماید. در حالی که سلول‌های دیگر باهدف ذخیره چربی‌ها، تولید کلاژن و یا منقبض شدن هنگام تحرک، سازگاری پیدا کرده‌اند.

سطح بافت: بافت گروهی از سلول‌ها با ساختار و عملکرد مشابه است. چهار نوع عمده بافت شامل بافت ماهیچه، بافت اپی‌تلیال، بافت عصبی و بافت همبند است.

سطح ارگان یا اندام: یک اندام شامل دو یا تعداد بیشتری از بافت‌ها است. ممکن است تمامی این چهار نوع بافت با همدیگر ترکیب و بزرگ‌ترین اندام بدن یعنی پوست را تشکیل بدهند و یا اینکه باعث تشکیل حلزون گوش، به‌عنوان کوچک‌ترین اندام بدن، شوند.

سطح دستگاه‌های بدن: امکان همکاری اندام‌های مختلف برای بروز عملکرد مشترک وجود دارد. برای مثال، کبد، کیسه‌ی صفرا و پانکراس با لوله‌ی گوارشی در ارتباط بوده و به عنوان بخشی از سیستم گوارشی عمل می‌کنند. پانکراس عمدتاً به خاطر جزایر لانگرهانس که انسولین و گلوکاگون تولید می‌کنند، به عنوان بخشی از سیستم درون‌ریز عمل می‌کند. سیستم‌های مختلف بدنی شامل دستگاه پوششی، دستگاه اسکلتی، دستگاه عضلانی، دستگاه عصبی، دستگاه درون‌ریز، دستگاه تنفسی، دستگاه گوارشی، دستگاه لنفاوی و دستگاه ادراری - تناسلی است (شکل ۳-۱).

سطح ارگان‌سیستمی: سطح ارگان‌سیستمی یا کل حیوان شامل تمامی سیستم‌های بدنی است که برای حفظ هموستاز یا حالت پایدار بدن با همدیگر همکاری می‌کنند.

هموستازی

کلود برنارد (۱۹۶۵)، فیزیولوژیست فرانسوی قرن ۱۹، اصطلاح "محیط ثابت داخلی" با اشاره به محیط نسبتاً ثابت داخلی یا مایع خارج سلولی که سلول در آن زندگی می‌کند را ابداع نمود. بعدها اصطلاح هموستازی توسط والتر کانن^۲ (۱۹۳۲)، فیزیولوژیست

آمریکایی به معنی محیط داخلی "غیر قابل تغییر" به کار برده شد. مفهوم هموستازی اساس درک فیزیولوژی است، بنابراین حالت تقریباً ثابت که در یک حیوان با وجود دامنه گسترده تغییر از شرایط محیطی را می‌توان بهترین توصیف برای هموستازی دانست. به این ترتیب شرایط داخلی مختلف مثل گلوکز پلاسما، غلظت الکترولیت‌ها یا دمای بدن از طریق مکانیسم‌های هموستاتیک در محدوده‌ی ثابت حفظ می‌شوند.

هموستازی در سطوح مختلف زیستی حفظ می‌گردد. برای مثال، در سلول منفرد، محیط داخلی را از طریق غشای دارای نفوذپذیری انتخابی، کنترل می‌شود. این غشاها به‌واسطه‌ی دارا بودن سیستم انتقال‌دهنده‌ی اختصاصی برای ترکیبات مختلف و یا با توجه به عواملی همانند اندازه و pH به صورت انتخابی اجازه‌ی عبور مواد از غشا را می‌دهند.

تمامی حیوانات محیط داخلی خود را به وسیله‌ی گروه از مکانیسم‌های رفتاری و فیزیولوژیکی حفظ می‌کنند. حرکت از یک منطقه‌ی آفتابی به سمت یک منطقه‌ی سایه‌دار برای کمک به کم کردن دمای بدن را می‌توان به‌عنوان مثالی از روش‌های رفتاری کنترل ذکر نمود. در حالی که روش‌های فیزیولوژیکی ممکن است باعث افزایش تعریق یا له له زدن، برای رسیدن به هدف کاهش و کنترل دمای بدن باشد.

مکانیسم‌های تنظیم هموستازی

مکانیسم‌های تنظیمی بسیار دقیقی برای حفظ هموستازی وجود دارد. هموستازی به وسیله‌ی عملکرد اعصاب و سیستم درون‌ریز که به ترتیب باعث ایجاد ارتباط سریع و آهسته و ایجاد ارتباط بین تغییرات محیط داخلی و خارجی می‌شوند، حفظ می‌گردد. سیستم عصبی به موارد فوری و نیازهای کوتاه‌مدت پاسخ می‌دهد، برای مثال، پاسخی که حیوان بعد از اینکه پاهایش به یک جسم تیز برخورد می‌کند، از خود نشان می‌دهد. در مقابل، سیستم اندوکراین عمدتاً مسئول پاسخ‌های بلندمدت و کندتر نسبت به پاسخ‌های عصبی است که ترشح انسولین در پاسخ به افزایش سطح گلوکز خون و کنترل گلوکز خون در یک محدوده مشخص را می‌توان به‌عنوان مثالی در این ارتباط یاد کرد.

شکل ۳-۱. دستگاه‌های بدن. بدن متشکل از ۱۱ دستگاه عمده است که در پایین همراه با نمونه‌هایی از اجزایشان، نشان داده شده است.

1 Claude Bernard
2 Walter Cannon

دستگاه اسکلتی: وظیفه‌ی حمایت، حفاظت و حرکت را بر عهده دارد. همچنین در تشکیل سلول‌های خونی و ذخیره‌سازی مواد معدنی اهمیت دارد.



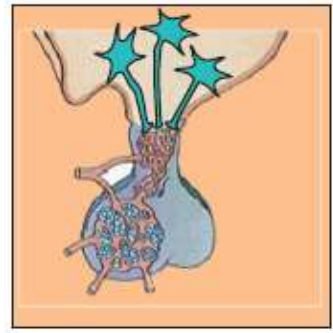
دستگاه عصبی: وظیفه‌ی دریافت اطلاعات، یکپارچه‌سازی و خروج اطلاعات را بر عهده دارد، به حیوان کمک می‌کند که بین محیط داخلی و خارجی ارتباط برقرار کند.



دستگاه عضلانی: وظیفه‌ی حرکت، حفظ شکل و وضعیت، و تولید گرما را برعهده دارد.



دستگاه لنفاوی: مایع میانبافتی اضافه به خون بر می‌گردد و این سیستم شامل سلول‌های فاگوسیتوز کننده‌ی درگیر در ایمنی است.



دستگاه اندوکراین: به مجموعه سلول‌های غدد درون‌ریز ترشحی گفته می‌شود. وظیفه‌ی این سلول‌ها ترشح هورمون و حفظ محیط داخلی است.



دستگاه تنفسی: وظیفه‌ی تهیه‌ی اکسیژن و دفع دی‌اکسیدکربن را برعهده دارد.

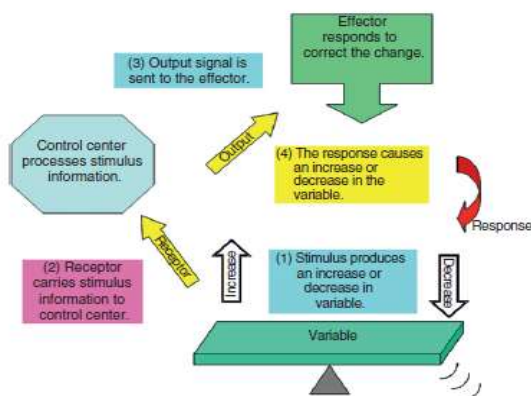


دستگاه قلبی-عروقی: شامل عروق خونی و قلب با وظیفه‌ی انتقال مواد مغذی و دفع مواد زائد در سراسر بدن است.

دستگاه پوششی: پوشش خارجی بدن که وظیفه‌ی حفاظت، جلوگیری از خشک شدن، دریافت اطلاعات حسی از محیط و دریافت ویتامین D را برعهده دارد.

اگر تنظیم در سطوح سلولی، بافتی، اندام یا سیستم‌های بدن رخ دهد، تنظیم خودبه‌خودی نامیده می‌شود. برای مثال، ترشح تریپتوفان در روده‌ی کوچک باعث ترشح کوله‌سیستوکینین و در نهایت ترشح آنزیم‌های پانکراس می‌شود. در مقابل، تنظیم بیرونی وجود دارد که فعالیت‌های سیستم عصبی و اندوکراین را هماهنگ می‌کند. برای مثال، برخی از تنظیم‌ها در طول تنش طولانی‌مدت رخ می‌دهد که موجب ترشح نوراپی‌نفرین، اپی‌نفرین و کورتیکواستروئیدها از غده‌ی آدرنال می‌گردد. این هورمون‌ها موجب افزایش فشار خون، تغییر در جریان خون و افزایش جریان خون به بخش ماهیچه‌ای و اسکلتی و همچنین کاهش جریان خون به دستگاه گوارش می‌گردند.

مکانیسم‌های کنترل‌کننده در برگیرنده‌ی نورون‌های گیرنده، مراکز کنترل و عمل‌گرها است. نورون‌های گیرنده وظیفه حس تغییرات محیطی یا محرک را برعهده دارند. سلول گیرنده در پاسخ به محرک، یک سیگنال آوران را به مراکز کنترل حمل نموده و مرکز کنترل وظیفه‌ی تنظیم یک دامنه‌ی تعادلی به‌منظور نگهداری متغیر در آن نقطه را برعهده دارد. اگر پیام دریافتی خارج از دامنه‌ی تعیین شده باشد، سبب آغاز فرایند مناسب پاسخ برای تصحیح متغیر و ایجاد یک پیام وبران برای بخش عمل‌گر می‌شود. در نهایت، عملکرد اندام یا بافت هدف باعث بازگرداندن متغیر موردنظر به حالت تعادل می‌گردد (شکل ۴-۱).



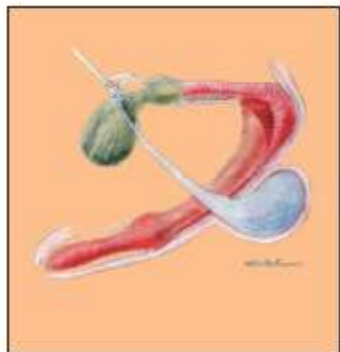
شکل ۴-۱. مکانیسم‌های فیدبک (۱) یک محرک سبب ایجاد تغییر در یک متغیر می‌گردد (مثل گلوکز پلاسما، فشار خون، ضربان قلب). (۲) گیرنده‌ی متغیر این تغییر را حس و اطلاعات را به مرکز کنترل ارسال می‌کند. (۳) مرکز کنترل سطح متغیر را سنجیده و سپس پاسخ مناسب را برای تغییر متغیر، آغاز می‌کند. (۴) اعمال عمل‌گرها باعث تغییر در سطح متغیر می‌گردد.



دستگاه گوارشی: وظیفه‌ی مخلوط کردن، تجزیه و جذب مواد مغذی را برعهده دارد. همچنین سد ایمنی مهمی را در برابر محیط خارجی فراهم می‌کند.



دستگاه ادراری: وظیفه‌ی دفع نیترژن زائد، حفظ تعادل مایعات و الکترولیت را برعهده دارد و همچنین دارای وظایف اندوکرینی نیز می‌باشد.



دستگاه تولیدمثلی: وظیفه‌ی زاد و ولد را برعهده دارد.

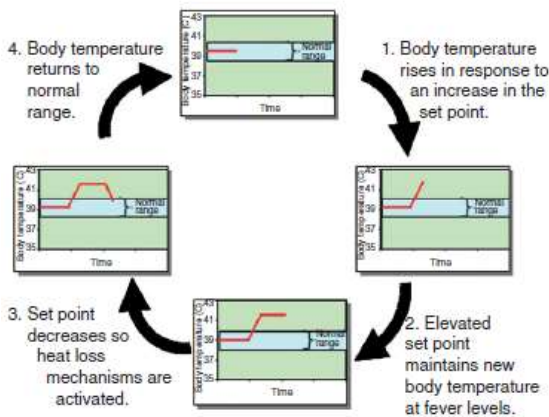


مکانیسم‌های بازخوردی

مکانیسم‌های تنظیم کننده‌ی هموستاتیک شامل مکانیسم‌های باز-خورد مثبت و منفی هستند. مکانیسم‌های بازخورد منفی مرسوم‌تر از مکانیسم‌های بازخورد مثبت هستند.

بازخورد منفی

در بازخورد منفی سیستم کنترل کننده با ایجاد تغییراتی سبب بی‌اثر شدن (شکل ۵-۱) یا کاهش اثر محرک و بازگشت متغیر به دامنه‌ی تعادلی و در نتیجه حفظ حالت پایدار (هموستازی) می‌شود. برای مثال، در فرآیند تنظیم دمای بدن، هر حیوانی دارای دامنه‌ی تعادلی مشخص و یک مرکز کنترل در هیپوتالاموس (منطقه‌ای از مغز) است. با افزایش دمای بدن (ممکن است به دلیل قرارگرفتن در معرض نور خورشید)، گیرنده‌های دما در پوست و هیپوتالاموس افزایش دما را حس نموده و پیامهایی را به هیپوتالاموس ارسال می‌کنند. هیپوتالاموس با هماهنگ نمودن پیام‌ها و تعیین یک دامنه جدید، مکانیسم‌های کاهش دما (عامل عملگر) مثل عرق کردن و اتساع عروق را فعال می‌کند. عرق کردن از طریق تبخیر باعث خنک شدن بدن می‌گردد، در حالی که اتساع عروق، جریان خون به پوست را افزایش داده و گرما را از طریق تابش، هدایت و انتقال به محیط دفع می‌کند. در نتیجه عمل‌گرها باعث کاهش دمای بدن به نقطه‌ی تعادل می‌گردد.



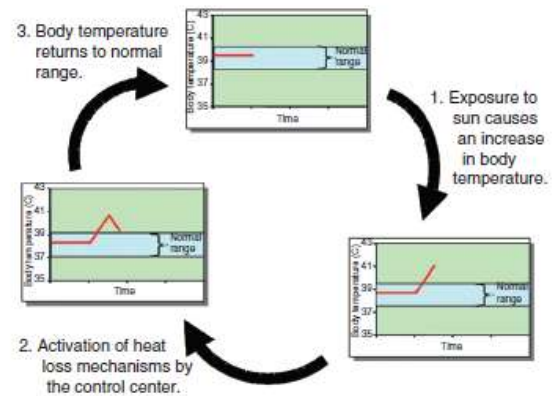
شکل ۶-۱. تغییرات در نقاط تعادل هموستاتیک. نقطه‌ی تعادل برای یک متغیر می‌تواند تغییر کند. برای مثال، افزایش تب باعث تغییر در نقطه‌ی تعادل دمای بدن می‌گردد. (۱) مرکز کنترل به بالا رفتن نقطه‌ی تعادل برای دمای بدن به وسیله‌ی یک ماده‌ی تب‌آور پاسخ می‌دهد (ماده‌ای که باعث تب می‌گردد). و باعث فعال شدن مسیرهای تولید گرما می‌گردد. (۲) بعد از اینکه نقطه‌ی تعادل بالا رفت، دمای بدن در این سطح جدید حفظ می‌گردد. (۳) با مبارزه حیوان با عامل وجودآورنده‌ی تب و یا تولید یک ماده‌ی تب بر معین، نقطه‌ی تعادل به مقدار اولیه کاهش یافته و مرکز کنترل قادر به تشخیص درجه‌ی حرارت بالای بدن و فعال‌سازی مکانیسم‌های از دست دادن حرارت خواهد بود. (۴) دمای بدن به حالت عادی بر می‌گردد.

مکانیسم بازخورد مثبت

در این مکانیسم فرآیندهای تنظیمی در پاسخ به یک محرک، اثر آن را تقویت نموده و یا آن را بیش از حد افزایش می‌دهند. این عمل، سبب ایجاد یک چرخه‌ی تنظیمی و تقویت محرک در هر پاسخ و در نهایت افزایش پاسخ به آن می‌گردد.

هرچند این مکانیسم‌ها نادر هستند، با این حال در برخی شرایط سیستم‌های بازخورد مثبت سودمند ارزیابی می‌شوند. در هنگام لخته-شدن خون، آسیب‌دیدن رگ‌های خونی سبب ترشح فاکتورهایی با قابلیت جذب پلاکت‌ها به محل می‌شوند. این پلاکت‌ها به نوبه خود با ترشح فاکتورهایی سبب جذب بیشتر پلاکت‌ها و در نتیجه ایجاد یک آبشار مثبت می‌شود. درحالی که این عمل در جلوگیری از، از دست‌دادن خون سودمند است ولی در صورت خارج شدن از کنترل، این فرآیند تا لخته شدن کل خون موجود در بدن ادامه یافته و در نهایت موجب مرگ می‌شود.

زایمان یکی دیگر از مثال‌های کلاسیک بازخورد مثبت است. در نزدیکی به زمان زایمان، اکسی‌توسین تولیدی توسط جنین، همراه با



شکل ۵-۱. مکانیسم فیدبک منفی. (۱) یک محرک باعث تغییر در یک متغیر می‌گردد، در این‌جا باعث افزایش دمای بدن می‌شود. (۲) اطلاعات مربوط به افزایش دمای بدن به مرکز کنترل فرستاده می‌شود، که مکانیسم‌های مناسب برای کاهش دما را فعال می‌کند تا دمای بدن تا یک حد معینی کاهش یابد. (۳) در نتیجه‌ی مکانیسم‌های کاهش دما، دمای بدن تا یک حد معینی کاهش یافته و هموستازی حفظ می‌گردد.

علاوه بر نقش فیدبک منفی در اصلاح شرایط و بازگشت به حالت اولیه، باعث ایجاد تغییر نقطه‌ی تعادل تحت شرایط مختلف یکی از آثار بازخورد منفی است. هنگامی که یک حیوان دچار تب می‌گردد،

پروستاگلاندین‌ها باعث آغاز انقباض‌های رحمی می‌شود. انقباض‌های رحم باعث تولید اکسی‌توسین بیشتری از هیپوتالاموس مادر و در نتیجه انقباضات بیشتر رحم و آغاز بازخورد مثبت می‌گردد.

اصطلاحات آناتومیکی

آناتومی به‌عنوان یکی از شاخه‌های علوم، دارای زبان مخصوص به خود است. دانستن این زبان به منظور توصیف ساختارها و وقایع به شیوه‌ای دقیق و صحیح، لازم و ضروری است. مثلاً در توصیف موقعیت استخوان ران، بیان ساده‌ی این که استخوان ران در اندام‌های حرکتی عقبی و قبل از درشت نی و نازک نی قرار گرفته است، کافی نیست.

اصطلاحات مربوط به جهت و موقعیت

اصطلاحات آناتومیکی برای توصیف حیوانی که در موقعیت آناتومیکی نرمال است، استفاده می‌گردد. در مورد انسان که یک موجود دو پا است (بر روی دو پا راه می‌رود)، این به معنی یک موجود ایستاده به همراه بازوهای آویزان از پهلو و کف دست‌ها با قابلیت چرخش به جلو است. برای حیوانات چهارپا (بر روی چهار پا راه می‌روند)، موقعیت آناتومیکی نیازمند ایستادن بر روی هر چهار دست و پا می‌باشد. اصطلاحات مربوط به جهت و موقعیت در جدول ۱-۱ وجود دارد. استفاده از این اصطلاحات امکان توصیف دقیق ساختارهای بدن با استفاده از تعداد کلمات کمتر را فراهم می‌آورد. برای مثال، ممکن است گفته شود، "زانو بر روی پای جلو واقع شده و به‌طور متوسط بین تنه و سم قرار دارد" ولی با استفاده از اصطلاحات آناتومیکی می‌توان گفت "زانو در قسمت دیستال استخوان بازو و پروکسیمال زند زیرین و زند زیرین قرار دارد." استفاده از این اصطلاحات برای انسان ممکن است معانی متفاوتی ایجاد کند. برای مثال اصطلاح پشتی و خلفی، نشان‌گر ستون فقرات یا پشت در انسان است، ولی در چهارپایان اصطلاح پشتی اشاره به سمت طناب نخاعی و خلفی اشاره به سمت دم دارد.

صفحات بدن

در توصیف موقعیت‌های آناتومیکی در نظر گرفتن طبیعت سه بعدی دام ضروری است. بدن دارای سه صفحه است. زمانی که از یک مقطع که به ما اطلاعاتی در مورد موقعیت ساختارهای مختلف فراهم می‌کند، به حیوان نگاه می‌کنیم، باید بدانیم که کدام صفحه مشاهده می‌گردد. نشان‌دادن صفحات آناتومیکی در بسیاری از جنایات‌های تلوزیونی بسیار معمول شده است و بسیاری از معماهای پزشکی در تصویربرداری‌های مختلف MRI (تصویربرداری‌های مغناطیسی

تشدید شده) دیده می‌شود. این اصطلاحات در مورد اسب به طور مفصل در شکل ۷-۱ نشان داده شده است.

صفحه‌ی ساژیتال^۱ بدن را به دو قسمت راست و چپ از محور طولی تقسیم می‌کند (جدول ۲-۱، شکل ۷-۱). اگر صفحه دقیقاً بین خط میانی یا محور طولی بدن باشد، صفحه‌ی میانی یا میدساژیتال^۲ نامیده می‌شود. به بقیه‌ی صفحات ساژیتال به غیر از میدساژیتال، صفحات پاراساژیتال^۳ (پارا= نزدیک) گفته می‌شود.

صفحه‌ی قدامی^۴ شکمی^۵ به صورت موازی با سطح پشتی بدن امتداد یافته و در گوشه‌ی سمت راست صفحه‌ی میانی بدن قرار دارد. به عبارت دیگر، صفحه‌ی قدامی بدن را به دو بخش پشتی و شکمی تقسیم نموده و به موازات زمین ادامه می‌یابد. در انسان، این صفحه عمود بر زمین است.

1 sagittal plane
2 median, or midsagittal plane
3 Parasagittal plane
4 frontal
5 dorsal

جدول ۱-۱. اصلاحات مربوط به موقعیت و جهت

اصطلاح	معنی	مثال
پشتی ^۱	به طرف پشت، همچنین زیر پروکسیمال، انتهای میج و قوزک پا، پشتی به معنی به طرف سر بودن است (مثال، جابه جایی پشتی جمجمه).	ستون فقرات نسبت به جناغ سینه در موقعیت پشتی قرار دارد.
شکمی ^۲	به طرف شکم	پستان نسبت به دم در موقعیت شکمی قرار دارد.
سری ^۳	به طرف سر	گردن نسبت به دم در موقعیت جمجمه‌ای قرار دارد.
دمی ^۴	به طرف دم	دم نسبت به سر در موقعیت دمی قرار دارد.
پوزه‌ای ^۵	قسمتی از سر که به بینی نزدیک‌تر است.	پوزه نسبت به گوش در موقعیت پوزه‌ای قرار دارد.
پروکسیمال یا نزدیک ^۶	نزدیک به تنه یا میدا عضو	آرنج نسبت به قوزک پا در موقعیت نزدیک (پروکسیمال) قرار دارد.
دیستال یا دور ^۷	دور از تنه	قوزک پا نسبت به آرنج در موقعیت دور (دیستال) قرار دارد.
پالمار یا کف دستی	در زیر میج پروکسیمال به پایان رسیده و پالمار جایگزین آن می‌گردد.	ناخنک‌های جلویی در سطح کف دستی اندام‌های حرکتی جلویی قرار دارند.
پلانتار یا کف پایی	در زیر قوزک پا پروکسیمال به پایان می‌رسد، پلانتار جایگزین آن می‌گردد.	ناخنک‌های عقبی در سطح کف پایی قرار دارند.
میانی ^۸	به طرف محور طولی (خط میانی)	جناغ سینه نسبت به اندام‌های حرکتی، در موقعیت میانی قرار دارد.
جانبی ^۹	دور از محور طولی	استخوان کتف نسبت به ستون فقرات، جانبی‌تر است.
سطحی ^{۱۰}	نزدیک به سطح بدن	پوست سطحی‌تر از دنده‌ها است.
عمیق ^{۱۱}	دورتر از سطح بدن	قلب نسبت به دنده‌ها در موقعیت عمقی قرار دارد.
محوری و دور از محور ^{۱۲}	محدود شده به انگشتان، این اصطلاحات، موقعیت را نسبت به محور طولی اندام‌های حرکتی نشان می‌دهند. محوری و دور از محور به ترتیب نزدیک و دور از محور طولی قرار دارند.	لبه‌های جانبی سم نسبت به انگشت‌های سم‌ها در موقعیت دور از محور قرار گرفته‌اند.

جدول ۲-۱. صفحات بدن

جهت صفحه	صفحه	توضیح
عمود بر محور طولی	مقاطع	بدن را به دو بخش خلفی و قدامی تقسیم نموده و یک اندام حرکتی را از سمت راست به محور طولی پیوند می‌دهد.
موازات محور طولی	محور میانی	بدن را به دو نیمه‌ی مساوی راست و چپ تقسیم می‌کند.
	محور سائیتال	بدن را به دو نیمه‌ی غیرمساوی راست و چپ تقسیم می‌کند.
	محور قدامی (پشتی)	صفحه‌ی طولی به موازات سطح پشتی بدن و در گوشه‌ی راست صفحه‌ی میانی قرار دارد.

- 1 Dorsal
- 2 Ventral
- 3 Cranial
- 4 Caudal
- 5 Rostral
- 6 Proximal
- 7 Distal
- 8 Medial
- 9 Lateral
- 10 Superficial
- 11 Deep
- 12 Axial and abaxial

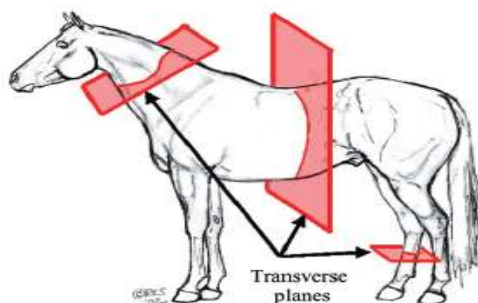
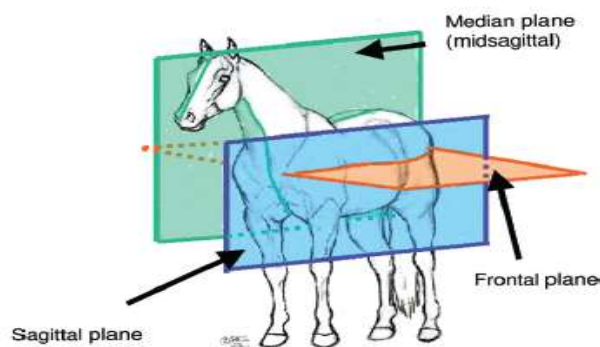
غشاهای و حفرات بدن

دو حفره‌ی پشتی و شکمی در یک دید میانی از حیوانی، دیده می‌شود. حفره‌ی پشتی از مغز و طناب نخاعی محافظت نموده و شامل حفره‌ی جمجمه‌ای به همراه استخوان جمجمه و ستون مهره‌ها یا همان ستون فقرات و حفره‌هایی است که نخاع در داخل آن قرار دارد. مغز و طناب نخاعی ساختارهایی به هم پیوسته بوده و حفرات جمجمه‌ای و ستون فقرات هم به صورت ممتد و پیوسته‌اند.

زمانی که به پایین محور طولی حیوان نگاه می‌کنیم، تنه‌ی حیوان را می‌توان به سه حفره تقسیم کرد. حفره‌ی قفسه‌ی سینه به وسیله‌ی دنده‌ها و ماهیچه‌های سینه‌ای احاطه شده است. این حفره خود به حفرات جنبی و میان سینه‌ای قابل تقسیم است، که هر کدام از این حفره‌های جنبی یکی از ریه‌ها را در بر گرفته است. مدیاستین مابین ریه‌ها قرار داشته و محل قرارگیری مری و نای و شامل حفره‌ی آبشامه است. حفره‌ی شکمی-لگنی به وسیله‌ی پرده‌ی دیافراگم از حفره‌ی سینه‌ای جدا می‌گردد. حفره‌ی شکمی-لگنی شامل دو جزء است: حفره‌ی شکمی که شامل معده، روده‌ها، طحال و کبد است و در بخش عقبی حفره‌ی لگنی قرار دارد. حفره‌ی لگنی توسط استخوان لگن احاطه شده است و شامل مثانه، قسمتی از اندام‌های تولید مثلی و راست روده است. دیواره‌های حفرات شکمی بدن، همانند سطح اندام‌های احشایی به وسیله‌ی یک غشای دو لایه‌ی نازک بنام غشای سروزی یا سروزا پوشیده شده است. بخشی از سروزا که حفره‌ی بدنی را پوشش می‌دهد، غشای جداری و بخش دیگر که پوشش دهنده‌ی اندام‌ها است، غشای احشایی نامیده می‌شود.

بهترین راه برای تجسم ارتباط بین دو لایه‌ی سروزی، تصور فشار با مشت به یک بالون باد کرده است. لایه‌ای از بالون که با مشت شما در تماس است، معادل لایه‌ی احشایی و قسمتی از بالون که در آن سوی مشت شما قرار دارد، معادل لایه‌ی جداری است. دو غشای

سروزی، مایع سروزی را به فضای بین دو لایه ترشح می‌کنند. این مایع به عنوان یک روان‌کننده‌ی برای کاهش اصطکاک بین لایه‌ی جداری و احشایی عمل می‌کند. این عمل، هنگام قرارگیری لایه‌های جداری و احشایی در کنار هم برای ضربه‌ی قلب و پرشدن ریه‌ها لازم و ضروری است. غشاهای سروزی دارای نام‌های خاصی‌اند که بستگی به موقعیت قرارگیری‌شان متفاوت است. به لایه‌ای که در اطراف قلب قرار می‌گیرد، آبشامه گفته می‌شود، بنابراین، آبشامه‌ی جداری حفره‌ی پریکارد را می‌پوشاند، درحالی‌که پریکارد احشایی چسبیده به قلب است. پرده‌ی جنب به ریه‌ها چسبیده و حفره‌ی قفسه‌ی سینه را می‌پوشاند، درحالی‌که صفاق حفره‌ی شکمی-لگنی را پوشش داده و به اندام‌های احشایی متصل است.



شکل ۷-۱. صفحات بدن. سه صفحه‌ی اصلی (جلویی یا افقی، میانی یا میدساجیتال و ساجیتال) نشان داده شده است.

منابع

- Bernard, C. 1965. An Introduction to the Study of Experimental Medicine. Great Books Foundation, INC., Chicago, Illinois.
Cannon, W.B. 1932. The Wisdom of the Body. Norton, New York.

فصل دوم - سلول: اجزای فیزیولوژیکی مشترک

بیرونی دستگاه گوارش در مجاورت حفره‌ی داخلی بدن را می‌پوشاند. سرورزا با مزانتر گسترش یافته و محلی برای ورود عروق و رشته‌های عصبی به داخل لایه‌ی ماهیچه‌ای بیرونی و لایه‌ی زیرمخاطی بوده و از طریق اتصال به رباط‌ها حمایت می‌گردد.

با وجود پیچیدگی بافت‌ها و انواع سلول‌ها در دستگاه گوارش، و نیاز سلول‌های مختلف و انواع بافت‌ها برای حداکثر بهره‌وری، عملکرد پایه‌ی دستگاه گوارش وابستگی به عملکرد انتروسیته‌ها دارد. در نتیجه، درک اصول و سیستم‌های فیزیولوژیکی با درک عملکرد و فیزیولوژی سلول آغاز می‌گردد. موضوع مهم درک هم‌راستایی ساختار و عملکرد در سطوح مختلف سازمان‌دهی‌های مولکولی، سلولی، اندامی و سیستمی است.

با تمایز ساختاری و عملکردی سلول‌های بنیادی اولیه جنینی، سلول‌ها برای عملکرد خاص خود آماده می‌شوند. در گذشته عقیده بر این بود که سلول‌ها یکبار دچار تمایز شده و قابل برنامه‌ریزی مجدد نبوده و می‌توانند مسیرهای برنامه‌ریزی شده‌ی خاصی را دنبال کنند. احتمالاً در شرایط عادی، این موضوع درست باشد. با این حال، پیشرفت‌های اخیر در علوم زیست‌شناسی سلولی و مولکولی، این عقیده را زیر سوال برده است. در مثالی از این باب می‌توان به کلون کردن گوسفند دالی در سال ۱۹۹۶ از سلول‌های کشت‌شده‌ی فیبروبلاست و نمونه‌های دیگری از حیوانات شبیه‌سازی شده از سلول‌های کاملاً متفاوت اشاره کرد. امروزه مشخص است که به‌طور تقریبی تمامی بافت‌ها دارای جمعیت تمایز نیافته‌ی سلولی به عنوان سلول‌های بنیادی دارای توان القای تکثیر بوده و قادر به ایجاد و تکثیر دودمان جدیدی از سلول‌ها و تکثیر بافت هستند. کادر ۱-۲، مثال‌هایی از سلول‌های بنیادی پستانی را نشان می‌دهد. این مثال‌ها بر انعطاف‌پذیری غیرقابل انتظار سلول‌ها و بافت‌ها تاکید می‌کنند. ممکن است در آینده مهندسی ژنتیک با توجه به قواعد حاکم بر رشد و تمایز سلولی، قادر به تعویض بافت‌ها و اندام‌های آسیب دیده و بیمار باشد.

عملکرد صحیح تمامی سیستم‌های فیزیولوژیکی همانند سیستم گوارشی، سیستم تنفسی و یا سیستم قلبی-عروقی به واکنش و فعالیت سلول‌ها بستگی دارد. گروهی از سلول‌ها و تولیداتشان در کنار هم، چهار نوع بافت پوششی، عصبی، ماهیچه‌ای و همبند را به وجود می‌آورند. اندام‌ها با ترکیب بافت‌ها با ایجاد شده و ارتباط عملکردی آن‌ها با هم، سیستم‌های فیزیولوژیکی را سازمان‌دهی می‌کند. برای مثال، دستگاه گوارشی شامل دهان و حفره‌ی دهان، مری، معده، روده‌ی کوچک و روده‌ی بزرگ، به همراه اندام‌های پیوست (کبد، پانکراس، کیسه‌ی صفرا) است. این سازمان‌دهی امکان دریافت غذا، جویدن فیزیکی غذا، هضم شیمیایی و در نهایت جذب مواد مغذی از دستگاه گوارش به جریان خون را فراهم می‌نماید. دستگاه گوارش تکامل یافته، دارای عناصری از هر یک از چهار بافت اصلی می‌باشد.

غشای داخلی یا همان موکوس^۱ (برای مثال بافت اپیتلیال)، از یک لایه‌ی سلول‌های تخصص یافته‌ی اپیتلیال بنام انتروسیته‌ها تشکیل شده است. انتروسیته‌ها بر روی لایه‌ی نازکی از پروتئین‌های خارج سلولی زیر غشای پایه‌ای، قرار گرفته‌اند. لایه‌ی مخاطی همچنین دارای عناصر بافت همبند تخصص یافته شامل پروتئین‌های ساختاری مهمی همانند کلاژن، الاستین و مولکول‌های ترکیبی پروتئین-کربوهیدرات بنام پروتوگلیکان است. موکوس یا همان مخاط دارای جمعیتی از سلول‌های ماهیچه‌ای صاف به صورت پراکنده است که موکوس ماهیچه‌ای نامیده شده و دارای یک بافت همبند مشخص بنام لامینا پروپریا^۲ (پایه مخاط حقیقی) است. لایه‌ی زیرمخاطی بین انتروسیته‌ها و لایه‌ی بافتی اصلی دیگر (لایه‌ی ماهیچه‌ای)، قرار دارد. این منطقه یک محل عبور برای مویرگ‌ها و رگ‌های لنفاوی، فراهم نموده و محل قرارگیری غدد اگزوکرین است که ترشحات خود را به درون دستگاه گوارش می‌ریزند. لایه‌ی خارجی از دو لایه‌ی نزدیک به هم در یک ردیف تشکیل شده است. لایه‌ی ماهیچه صاف درونی‌تر (ماهیچه صاف حلقوی) در محیط مرکزی گوارشی قرار گرفته است. لایه‌ی ماهیچه صاف طولی در امتداد محور طولی مجرای گوارشی قرار گرفته است. لایه‌ی ماهیچه صاف هماهنگی بین انقباض و استراحت این دو لایه از سلول‌های ماهیچه‌ی صاف عامل اصلی حرکت رو به جلو خوراک و مخلوط شدن محتویات دستگاه گوارش است. یک لایه‌ی نازک از سلول‌های اپیتلیال به نام سرورزا، لایه‌ی

1 Mucosa

2 Lamina propria

کادر ۱-۲. فیزیولوژی و آناتومی کاربردی

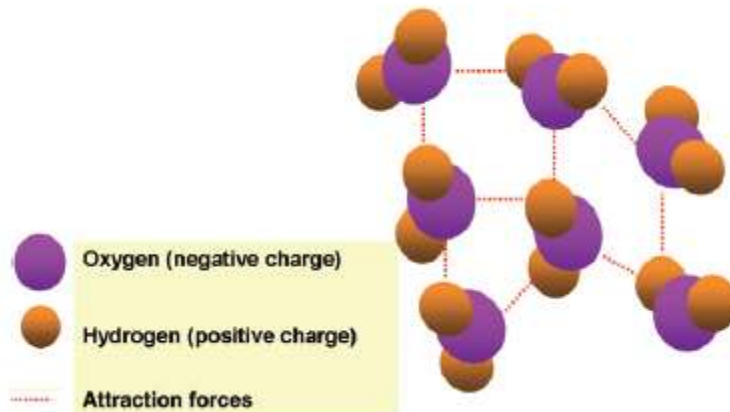
به تازگی اخبار زیادی در مورد سلول‌های بنیادی وجود دارد. بسیاری از این اخبار شامل تلاش برای تولید بافت‌ها یا اندام‌های جایگزین برای مبارزه با سرطان یا بیماری‌های دیگر است. در مورد فیزیولوژی عمومی چطور؟ آیا نمونه‌هایی وجود دارد؟ پاسخ به این سؤال مثبت است. یکی از مشخص‌ترین مثال‌ها برای وجود سلول‌های بنیادی، وجود سلول‌های بنیادی در غده‌ی پستانی است. محققان از موش‌هایی که از لحاظ ژنتیکی مشابه بودند، استفاده می‌کنند. ابتدا موش‌های گیرنده را تولید می‌کنند که اپیتلیوم غده‌ی پستانی‌شان در مرحله‌ی ابتدایی رشد، قبل از بلوغ با استفاده از عمل جراحی خارج شده است.

این دستاورد در حیوانات با چربی پستانی دست خورده (اصطلاحاً غده‌ی پستانی پاک شده یا زدوده شده)، باعث می‌شود که هیچ بافت پارانشیم پستانی باقی نماند. با استفاده از تکنیک‌های جداسازی سلول‌ها، دانشمندان دوباره کل پروتئین اپیتلیال (پارانشیم) غده‌ی پستانی را می‌سازند و با وارد کردن یک سلول بنیادی به داخل چربی پستانی زدوده شده، غده را وادار به سنتز شیر می‌کنند. زمینه‌ی تحقیقاتی دانشمندان دیگر بر شناسایی و دستکاری سلول‌های بنیادی در حیوانات اهلی برای بهبود تولید گوشت و شیر، استوار است.

آب: حلال عمومی

به این نکته ضروری است که همه‌ی مولکول‌های مهم فیزیولوژیکی در آب محلول نمی‌باشند. حدود ۹۰ درصد پلاسمای خون از آب تشکیل شده و بسیاری از مواد مغذی محلول (مثل گلوکز، اسیدهای آمینه)، مواد معدنی محلول (مثل سدیم، کلر و پتاسیم) و گازهای محلول (مثل اکسیژن، دی‌اکسیدکربن) را در خود انتقال می‌دهد. آب داخل سلولی و میان سلولی نیز به‌طور مشابه غنی از املاح است. سیستم ادراری وظیفه‌ی حفظ ذخایر آب بدن به‌منظور کسب اطمینان از حفظ حجم، فشار و اسمولاریته‌ی خون را برعهده دارد.

از آنجایی که بخش عمده‌ی بدن پستانداران (حدود ۷۰ درصد)، از آب تشکیل شده است بیوشیمی سلولی، تابع واکنش‌های فیزیولوژیکی مولکول‌های مهم و آب سیتوپلاسم سلولی، آب اطراف سلول‌ها (مایع میان بافتی)، یا محیط آبی اندامک‌های مختلف درون سلولی است. در یک مفهوم کلی، آب برای زنده‌مانی ضروری است و یادآوری برخی از ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی آب موید اهمیت فیزیولوژیکی آن است. باوجود ویژگی‌های بسیار مناسب آب به‌عنوان حلال بسیار عالی، توجه



شکل ۱-۲. آب و پیوندهای هیدروژنی

شده و آن را به یک مولکول قطبی تبدیل نموده‌اند. اتم اکسیژن ظرفیت بیشتری برای جذب الکترون داشته و دارای بار منفی جزئی است. بنابراین اتم‌های هیدروژن بار مثبت جزئی دارند. این قطبی بودن باعث قرارگیری مولکول‌های آب در کنارهم و ایجاد پیوندهای هیدروژنی می‌شوند (بارهای مخالف همدیگر را جذب می‌کنند). هرچند

آب به عنوان حلال بیولوژیکی عمومی شناخته می‌گردد، ولی چرا؟ پاسخ در خواص ساختاری مولکول‌های آب نهفته است. فرمول شیمیایی آب (H_2O) به خوبی شناخته شده است، اما شکل ۱-۲ نشان می‌دهد که آب دارای دم دوقطبی مجزا بوده و الکترون‌ها به صورت نامساوی بین اتم‌های اکسیژن و هیدروژن مولکول‌های آب تقسیم

که پیوندهای هیدروژنی در مقایسه با پیوندهای شیمیایی کووالانسی ضعیف هستند، ولی با این حال، به دلیل فراوانی بیشتر، از لحاظ فیزیولوژیکی اهمیت بسیاری دارند. پیوندهای هیدروژنی نقش مهمی در جاذبه‌ی بین مولکول‌های مختلف دارند. برای مثال، دو رشته‌ی سالم DNA از طریق پیوندهای هیدروژنی بین جفت بازها به هم متصل می‌شوند.

به خاطر دو قطبی بودن مولکول آب، یک بار منفی خالص از به هم پیوستن اتم‌های اکسیژن در مولکول آب ایجاد شده و این جدایی و تفکیک بار، اجازه‌ی تشکیل پیوندهای جاذب را به مولکول‌های آب داده و بسیاری از خواص آب به عنوان حلال عمومی ویژگی مشترک مولکول‌های نامحلول در آب همانند روغن‌ها را توضیح می‌دهد. بسیاری از روغن‌ها و چربی‌های معمول، متشکل از زنجیره‌های هیدروکربنی با توزیع مساوی الکترون‌ها بین اتم‌ها بوده و بنابراین دارای بار بسیار اندک بوده و یا کاملاً غیرقطبی هستند. این مولکول‌های غیرقطبی قادر به برقراری پیوند با مولکول‌های آب نبوده و آبگریز نامیده می‌شوند. در مقابل، مولکول‌های قطبی به آسانی با آب پیوند برقرار نموده و آب‌دوست نامیده می‌شوند. بسیاری از ماکرومولکول‌های سلولی و بافت‌ها، دارای هر دو ناحیه‌ی آب‌گریز و آب‌دوست است. برای مثال، شکل سه بعدی پروتئین در سلول توسط نیروهای فیزیکی تعیین می‌گردد که این ساختمان سه بعدی آمینو اسیدهای آبگریز را از مولکول‌های آب در امان نگه داشته و هم‌زمان به پیوندهای هیدروژنی اسیدهای آمینه‌ی آب دوست اجازه واکنش با آب را می‌دهد. این ویژگی بنیادی آب باعث تمایل شدید آب به تشکیل لایه‌ها و پوسته‌هایی در اطراف ماکرومولکول‌هایی مثل اسیدهای نوکلئیک، پروتئین‌ها یا پروتئوگلیکان‌ها و در نتیجه ایجاد عملکرد، سازمان‌دهی و ساختار منسجم سلولی می‌گردد. متخصصان بیوشیمی، از این ویژگی‌ها برای جداسازی ماکرومولکول‌ها از سلول‌ها و بافت‌های هم‌وزن بهره می‌برند. برای مثال، اگر محافظت بار اسیدهای نوکلئیک یا پروتئین‌ها به وسیله‌ی آب یا افزودن حلال قابل ادغام با آب، کاهش یابد، پیوندهای هیدروژنی کاهش یافته و با افزایش تعامل اسید نوکلئیک یا پروتئین، مولکول‌های درشت ته‌نشین خواهند شد. معمولاً این فرایند با افزودن اتانول و استون رخ می‌دهد. گرمای ویژه، هدایت حرارتی و چسبندگی سطحی از دیگر خواص مهم فیزیولوژیکی آب محسوب می‌شود. آب قادر به جذب مقادیر قابل توجهی انرژی گرمایی بدون تغییر قابل توجهی در دمای آب است. از آن‌جا که بیشتر فرآیندهای شیمیایی حساس به درجه حرارت هستند، بنابراین خاصیت بافوری آب از این‌نظر بسیار مهم است. در نهایت موفقیت بیشتر پستانداران خون‌گرم در مقایسه با پستانداران خون‌سرد

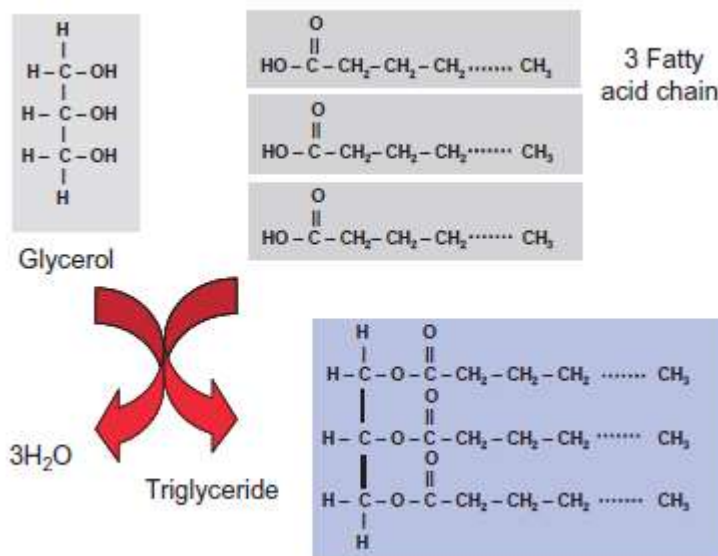
نشان‌دهنده‌ی مکانیسم‌های فیزیولوژیکی برای حفظ درجه حرارت بدن بوده و انرژی مورد نیاز برای تبخیر آب نیز نسبتاً بالا است. به این فکر کنید که چرا هنگامی که دستتان توسط یک پنبه الکل خیس می‌گردد سریع‌تر احساس سرما می‌کنید تا نسبت به زمانی که دستتان توسط یک ماده‌ی مرطوب کننده‌ی ساده‌ی آب خیس می‌گردد. این خاصیت می‌تواند هم مزیت و هم عیب باشد که بستگی به شرایط فیزیولوژیک دارد. در محیط‌های گرم یا کار کردن بیش از حد، تنظیم درجه‌ی حرارت به منظور کاهش بار حرارتی بستگی به عرق کردن و در بسیاری از حیوانات بستگی به له‌له‌زدن دارد. عرق کردن بیش از حد یا له‌له‌زدن بیش از حد باعث از دست رفتن آب بدن می‌گردد. بنابراین به افرادی که به تازگی وارد محیط‌های گرم و خشک بیابانی شده‌اند، بایستی یادآور شد که مقدار زیادی آب برای جلوگیری از دهیدراته شدن بنوشند. بسیاری از حیوانات دارای رفتارها و مکانیسم‌های فیزیولوژیکی خاص و سازگاری‌هایی برای به حداقل رساندن هدر رفت نامحسوس آب و حداکثر نمودن کارایی استفاده از آب هستند. خواص سطحی آب تحت‌تأثیر حرکت مایع و ظرفیت سطحی بافت برای اثر متقابل با آب قرار دارد. این پدیده به خوبی در حلال ایجاد شده در قسمت بالایی لوله‌ی آزمایش پر از آب قابل مشاهده است. یک مثال دیگر: تشکیل زنجیره‌ی قطره‌ی باران بر روی ماشین واکس زده است، واکس یک ماده‌ی بسیار آب‌گریز است بنابراین مولکول‌های آب در داخل قطره‌های باران بیش از جذب به مولکول‌های غیرقطبی موم، به یکدیگر جذب می‌شوند. شکل کروی قطره‌ها ناشی از پیوندهای فیزیکی بین مولکول‌هاست و عاملی برای به کمترین حد رساندن نیروهای نامطلوب است. کشش سطحی بیان‌گر وجود این نیروها بوده و به صورت نیوتن (N) به ازای هر متر بیان می‌شود. آب خالص دارای کشش سطحی ۷ نیوتن بر متر است، ولی مواد شوینده رقیق آن را به حدود ۴ نیوتن بر متر کاهش می‌دهند. خواص سطحی آب نقش حیاتی در بسیاری از فرآیندهای فیزیولوژیکی ایفا می‌کنند. مولکول‌های دوگانه‌دوست با فعالیت سطحی دارای بخش قطبی و غیرقطبی مجزا از هم بوده و سبب کاهش کشش سطحی شده و در سطوح مرطوب و در سطح مشترک مایع - بخار سبب اختلال در ارتباط بین مولکول‌های آب و کاهش توان کشش سطحی را می‌شوند. برای مثال ظرفیت آلتول‌های ریه برای گسترش در نوزاد تازه به دنیا آمده وابسته به پوشش سطح داخلی کیسه‌های هوایی آلتولی با سورفاکتانت است. حداقل کشش سطحی ریه حدود ۰/۵ نیوتن بر متر است. سلول‌های تخصص یافته‌ی آلتولار (سلول‌های نوع II که در میان سلول‌های اپی تلیال معمولی پراکنده‌اند) سورفاکتانت ترشح می‌کنند. تولید سورفاکتانت به وسیله‌ی

است. در این ارتباط، ابتدا در مورد لیپیدها به ویژه فسفو لیپیدها بحث خواهیم کرد. لیپیدها گروه‌های بسیار ناهمگنی از مولکول‌ها هستند. ویژگی‌های رایج‌شان شامل نامحلول بودن در آب و محلول بودن در حلال‌های غیرقطبی آلی مثل اتر، اتانول یا کلروفرم است. لیپیدها شامل چربی‌ها، روغن‌ها، موم‌ها و ترکیبات مرتبط هستند. شکل ۲-۲ ساختار کلی مولکول‌های لازم برای تولید چربی‌های معمول به نام تری‌آسیل‌گلیسرول یا تری‌گلیسیریدها را نشان می‌دهد. چربی‌های خنثی استرهای هستند که از ۲ واحد ساختمانی شامل گلیسرول و یک یا تعدادی از اسیدهای چرب متفاوت تشکیل شده‌اند. گلیسرول یک الکل ۳ کربنه است که اغلب از کاتابولیسم قندهای شش کربنه (هگزوز) مشتق می‌شود.

گلوکوکورتیکوئیدها (هورمون‌های استروئیدی تولید شده توسط غده‌ی آدرنال) در نزدیکی زمان زایمان تحریک می‌شود. مشکلات تنفسی در حیوان‌هایی که نارس به دنیا می‌آیند، به دلیل عدم تولید مقادیر کافی سورفاکتانت است.

اندامک‌های سلولی

ساختارهای مشاهده شده در داخل سلول همانند هسته، میتوکندری و ریبوزوم‌ها اندامک نامیده می‌شوند. بیشتر این اندامک‌ها توسط غشایی احاطه شده‌اند. اندامک‌های دیگر مثل ویزیکول‌های ترش‌خوری و لیزوزوم‌ها به‌خاطر پیوندهای بین دوغشای خود منحصر به فرد هستند، بنابراین شناخت و درک غشاها برای فهم صحیح فیزیولوژی مهم



شکل ۲-۲. ساختار و سنتز تری‌گلیسرید

جدول ۲-۲. رایج‌ترین اسیدهای چرب اشباع

نام اسید چرب	فرمول	خواص
استیک اسید	CH ₃ COOH	محصول عمده فرایند تخمیر شکمبه‌ای، منبع انرژی برای تولید ATP
پروپیونیک اسید	C ₂ H ₅ COOH	محصول نهایی فرایند تخمیر شکمبه‌ای، پیش‌ساز اصلی گلوکونئوز در نشخوارکنندگان
بوتیریک اسید	C ₃ H ₇ COOH	محصول عمده فرایند تخمیر شکمبه‌ای
کاپروئیک اسید	C ₅ H ₁₁ COOH	محصول عمده فرایند تخمیر شکمبه‌ای
کاپریلیک اسید	C ₇ H ₁₅ COOH	به مقدار کم در بسیاری از چربی‌ها وجود دارد.
پالمتیک اسید	C ₁₅ H ₃₁ COOH	اسیدچرب مشترک در تمام چربی‌های گیاهی و حیوانی
استئاریک اسید	C ₁₇ H ₃₅ COOH	اسیدچرب مشترک در تمام چربی‌های گیاهی و حیوانی

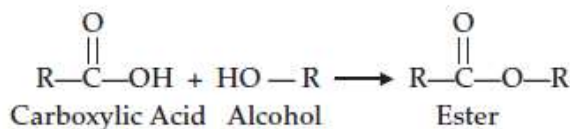
مدل موزایک سیال

پیوند گلیسرول با ۳ اسید چرب باعث ایجاد تری گلیسرید^۳ می‌گردد، اگر با دو اسید چرب پیوند برقرار کند، دی گلیسرید^۴ و در صورت پیوند با یک اسید چرب مونوگلیسرید نامیده می‌شود. به طور طبیعی تعداد کمی از تری گلیسریدها در هر سه موقعیت اسیدی‌شان دارای اسید چرب مشابه‌اند. بیشتر آن‌ها آسید گلیسرول‌های مرکب هستند. فرمول عمومی فسفولیپیدها که اغلب دارای انتهای اسید فسفوریک هستند در شکل (۲-۳) نشان داده شده است. الکل مشترک در بسیاری از فسفولیپیدها گلیسرول است، ولی در برخی از فسفولیپیدها همانند اسفنگوفسولیپیدها^۵ الکل اسفنگوزین^۶ وجود دارد. فسفولیپیدها اغلب به شکل یک توپ که نماینده‌ی سر قطبی مولکول و دو دم انتهایی که نماینده‌ی زنجیره‌های هیدروکربنی غیرقطبی اسیدهای چرب است، نشان داده می‌شوند. همراه با پروتئین‌های مرتبط و برخی دیگر از لیپیدها، وجود فسفولیپیدها برای تشکیل غشای دو لایه و سایر غشاهای سلولی ضروری است.

سازمان دهی کلاسیک غشای پلاسمایی به عنوان یک مدل موزایک سیال توصیف شده و آمیزه‌ای از پروتئین‌های کروی است که در دریایی از فسفولیپیدها به حالت معلق قرار دارند. غشاها به وسیله‌ی سرهای قطبی ۲ لایه از فسفو لیپیدها سازمان‌دهی می‌شوند که این فسفولیپیدها هر کدام، یکی به طرف محیط آبی مابعد میان بافتی و دیگری به طرف محیط آبی سیتوپلاسم تمایل پیدا کرده‌اند. زنجیره‌های هیدروکربنی آب‌دوست اسیدهای چرب باهم واکنش می‌دهند و غشا یک ظاهر ۳ لایه ای پیدا می‌کند - سرهای آب‌دوست در دو سمت و دم‌های اسیدهای چرب در مرکز قرار می‌گیرند.

این سازمان‌دهی در بافت‌ها به خوبی حفظ شده است و با قرار دادن برش‌های نازک رزین‌های پلاستیکی (۹۰۰ نانومتر) و با بررسی در زیر میکروسکوپ الکترونی مشخص شده است. گاهی اوقات این سازمان-دهی را به ساندویچ کره‌ی بادام‌زمینی تشبیه می‌کنند، که کره‌ی بادام-زمینی حکم دم‌ها و دو برش نان به عنوان سرهای فسفولیپیدها تشبیه می‌شوند. این ساختار بنیادی در مورد تمامی غشاهای سلولی صادق است، اما در ترکیب خاصشان تفاوت‌هایی وجود دارد برای مثال تفاوت‌هایی در ترکیب غشای سیستم گلژی با غشای پلاسمایی وجود دارد. پروتئین‌های مرتبط با غشاء به طرف سطح خارجی یا داخلی غشا تمایل پیدا کرده‌اند و سایر پروتئین‌ها به طور کامل در فاصله‌ی معینی از غشا قرار دارند. با توجه به آرایش خاص این پروتئین‌ها،

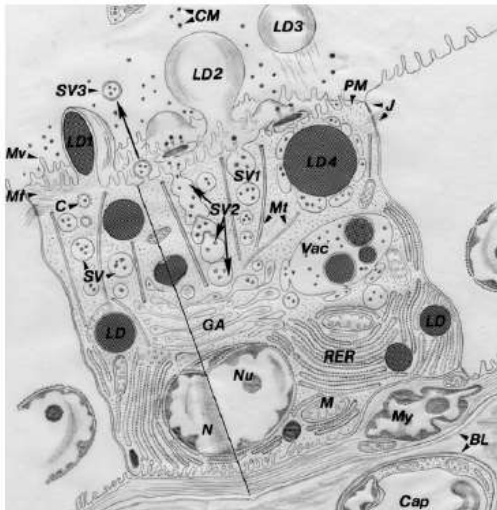
اسیدهای چرب، زنجیره‌های خطی هیدروکربنی دارای یک جزء اسید کربوکسیلیک در انتهای مولکول هستند. این گروه واکنش پذیرترین یا کاربردی‌ترین بخش مولکول است. اسیدهای چرب دارای طول زنجیر متفاوتی هستند، اما شاخه‌ی گلیسرول تری گلیسرید همیشه ثابت است. همچنین اسیدهای چرب به لحاظ داشتن تعداد پیوندهای دوگانه بین اتم‌های کربنشان نیز با همدیگر متفاوت‌اند. به اسیدهای چرب فاقد پیوند دوگانه اسیدهای چرب اشباع گفته می‌شود. به آن‌هایی که فقط یک پیوند دوگانه دارند، غیراشباع یگانه^۱ و به آن‌هایی که بیشتر از یک پیوند دوگانه دارند، اسیدهای چرب غیراشباع چندگانه^۲ گفته می‌شود. درجه‌ی اشباع و طول زنجیر اسیدهای چرب مهمترین عوامل تأثیرگذار برخواص اسیدهای چرب است. برای مثال اسیدهای چرب با طول زنجیر کمتر از شش کربن، محلول در آب و مواد فرار هستند، در حالی که اسید چرب بلند زنجیر، غیر محلول در آب و مواد فرار می‌باشند. جدول ۱-۲ لیستی از اسیدهای چرب اشباع معمول همراه با فرمول ساختاری و برخی از خواص آن‌ها را نشان می‌دهد. اسامی متداول بسیاری از اسیدهای چرب به صورت گسترده‌ای استفاده می‌گردد، اما نام‌های سیستمیک، پی بردن به ساختار اسید چرب را آسان‌تر می‌کنند. برای مثال اسید پالمیتیک نام متداول اسید چرب ۱۶ کربنه‌ی هگزا دکانویک اسید است. این ترکیب، اسید کربوکسیلیک هگزا دکان را نشان می‌دهد (هگزا به معنی ۶ و دکا به معنی ۱۰ است و ان نشان‌دهنده‌ی گروه آلکان است). این اسید چرب همچنین می‌تواند به شکل C16:0، نوشته شود که به معنی دارا بودن ۱۶ کربن در زنجیره‌ی کربنی و بدون پیوندهای دوگانه است. به‌طور رسمی تری گلیسرید، تری آسید استر خوانده می‌شود و از الکل گلیسرول و تعدادی از اسیدهای چرب خاص ایجاد می‌گردد. این واکنش شامل یک واکنش دهیدراسیون (مولکول آب آزاد می‌گردد، به عنوان مثال واکنشی که موجب به دست آمدن آب از کاتابولیسم چربی شیر در نوزادان شیرهای آبی می‌شد را به یاد بیاورید) بین یک کربن گلیسرول و اسید کربوکسیلیک هر کدام از زنجیره‌های اسید چرب است که باعث ایجاد پیوند استراز می‌گردد، این واکنش به‌طور کلی به صورت معادله‌ی زیر نشان داده می‌شود:



3 Triglyceride
4 Diglyceride
5 Sphingophospholipids
6 Sphingosine

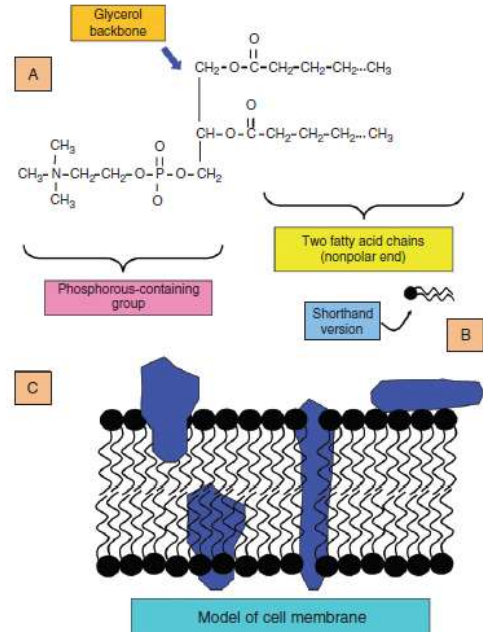
1 Monosaturated
2 Polysaturated

سلول‌ها سنتز شده و با بزرگ شدن تدریجی به منظور ترشح به سطح آپیکال سلول‌ها مهاجرت می‌کنند. در این ارتباط، قطرات چربی شروع به بیرون زدن از سلول کرده و توسط غشای پلاسمایی احاطه می‌شوند. این فرآیند تا زمان خروج قطرات از غشای پلاسمایی ادامه می‌یابد. در این هنگام غشای گلبول‌های چربی شیر از منشا غشای پلاسمایی سلولی تشکیل می‌شود. اندامک‌ها و فعالیت ترشحی سلول اپی تلیال پستانی در شکل ۴-۲ نشان داده شده است. پدیده‌ی مشابهی در بسیاری از سلول‌های ترشحی دیگر همانند پانکراس، کبد، غدد بزاقی و غده‌ی هیپوفیز نیز رخ می‌دهد.



شکل ۴-۲. نمودار بالا مسیر اصلی برای سنتز و ترشح سلولی را نشان می‌دهد. پیش‌سازهای شیر در مویرگ‌ها (cap) در طول سلول‌های اندوتلیال و لایه‌ی پایه (انتقال یافته و به بافت همبند مابین آلوئولی می‌رسند. مواد غذایی در سراسر لایه پایه آلوئولی یا همان میوآپتلیال غشای پلاسمایی پایه (pm) عبور کرده و وارد سیتوپلاسم می‌شوند. پروتئین‌های شیر در داخل شبکه‌ی آندوپلاسمی زبر (RER) سنتز و وارد لومن شبکه‌ی آندوپلاسمی زبر شده و در نهایت وزیکول ترشحی ایجاد شده در سیستم گلژی همراه با میسل‌های کازئین و لاکتوز به غشای پلاسمایی آپیکال مهاجرت و در نهایت محتوای وزیکول را طی فرآیند آگزوسیتوز معمولی آزاد می‌کند. در سایر روش‌های ترشحی، وزیکول برای ترشح به شکل زنجیره تغییر شکل داده و یا از غشای دو لایه‌ی متصل به میسل‌ها انتشار می‌یابد. چربی شیر در منطقه‌ی از شبکه‌ی آندوپلاسمی صاف سنتز شده و سپس به شکل قطرات چربی رشد می‌کند، این قطعات نیز به غشای آپیکال انتقال یافته و پس از احاطه شدن توسط غشای پایه با بیرون‌زدگی از سلول از محل باریک اتصال‌شان به سلول کنده شده و همراه با غشا پایه اطراف وارد لومن شده و در صورت قرارگیری وزیکول ترشحی اطراف قطرات چربی، همراه با سایر قطرات چربی و غشای آپیکال در یک گروه قرار گرفته و در نهایت با آمیخته شدن با وزیکول‌های ترشحی به لومن غده ترشح می‌شوند. در شکل سایر اندامک‌های سلولی شامل میتوکندری (M) هسته (N) هستک (Nu) میکروتوبول‌ها (Mt) میکروفیلانمت‌ها (Mf) وزیکول‌های پوششی (C) و اتصالات محکم (J) نیز نشان داده شده است.

پروتئین‌های سرتاسری^۱ غشا نامیده می‌شوند. اگر پروتئین‌ها در سرتاسر غشا قرار بگیرند، اسیدهای آمینه‌ی قطبی کمتری در داخل دمه‌های هیدروکربنی مرکزی واقع شده و همراه با آمینواسیدهای قطبی کنار سرهای قطبی یا سطوح آبدار غشا قرار گرفته‌اند.



شکل ۳-۲. پانل A ساختار یک فسفولیپید معمولی را نشان می‌دهد. شباهت به ساختار گلیسرید آشکار است. پانل B تصویر کوتاهی از ساختار فسفولیپید را نشان می‌دهد که اغلب برای نشان دادن ترتیب فسفولیپیدها برای ایجاد غشای دو لایه‌ی سلولی استفاده می‌گردد. پانل C سازمان‌دهی فسفولیپیدها و پروتئین‌ها در یک غشای معمولی را نشان می‌دهد. سرهای قطبی فسفولیپیدها به طرف محیط آبی تمایل پیدا کرده‌اند و دمه‌های آب‌گریز به طرف همدیگر در مرکز غشای دو لایه تمایل پیدا کرده‌اند. پروتئین‌های مرتبط با غشاء (در شکل به رنگ آبی نشان داده شده است)، بسته به ماهیت پروتئین یا به سمت‌هایی که بیشتر قطبی‌اند، تمایل دارند و یا به سمت بخش‌های غیر قطبی.

به‌عنوان مثال از انواع پروتئین‌های غشای پلاسمایی می‌توان به گیرنده‌های هورمون یا عوامل رشد (GFs) و گیرنده‌هایی که برای حمل و نقل مواد مغذی و متابولیت‌ها مورد نیاز است، اشاره نمود. غشاهای سلولی مایع، پویا و فعال هستند. ترکیبات غشا قابل تعویض با بسیاری از اجزا سلولی است. برای مثال در غده‌ی پستانی پستانداران شیرده، اجزای تشکیل دهنده‌ی شیر در وزیکول‌های ترشحی دستگاه گلژی بسته‌بندی می‌شوند. این وزیکول‌های حاوی محصول، به تدریج خود را به سطح آپیکال می‌رسانند، که محتویات خود را به داخل فضای ذخیره‌سازی غده‌ی پستانی از طریق فرآیند آگزوسیتوز آزاد می‌کنند. در این فرآیند غشای اطراف وزیکول با بخشی از غشای پلاسمایی ادغام می‌گردد. علاوه بر این، قطرات لیپید در

¹ integral protein