پوهندوی دوکتور سیدحسام «مل»

****

حجره و اجزای آن:

تعریف حجره : واحد ساختما نی و وظیفوی تمام موجودات حیه است که تیوری حجروی درسال 1665 توسط عالمی به نام رابرت هوک مطرح شد موصوف پارچه های کارک را درزیر مایکروسکوپ ابتدایی خود مشاهده نمود و چون شکلی شبیه به خانه زنبور عسل داشت، آنها را cell نامگذاری نمود.

یک حجره شامل اجزای زیر می باشد:

غشای حجره، سایتوپلازم(اجزای زنده وغیرزنده)، هسته و هسته چه.

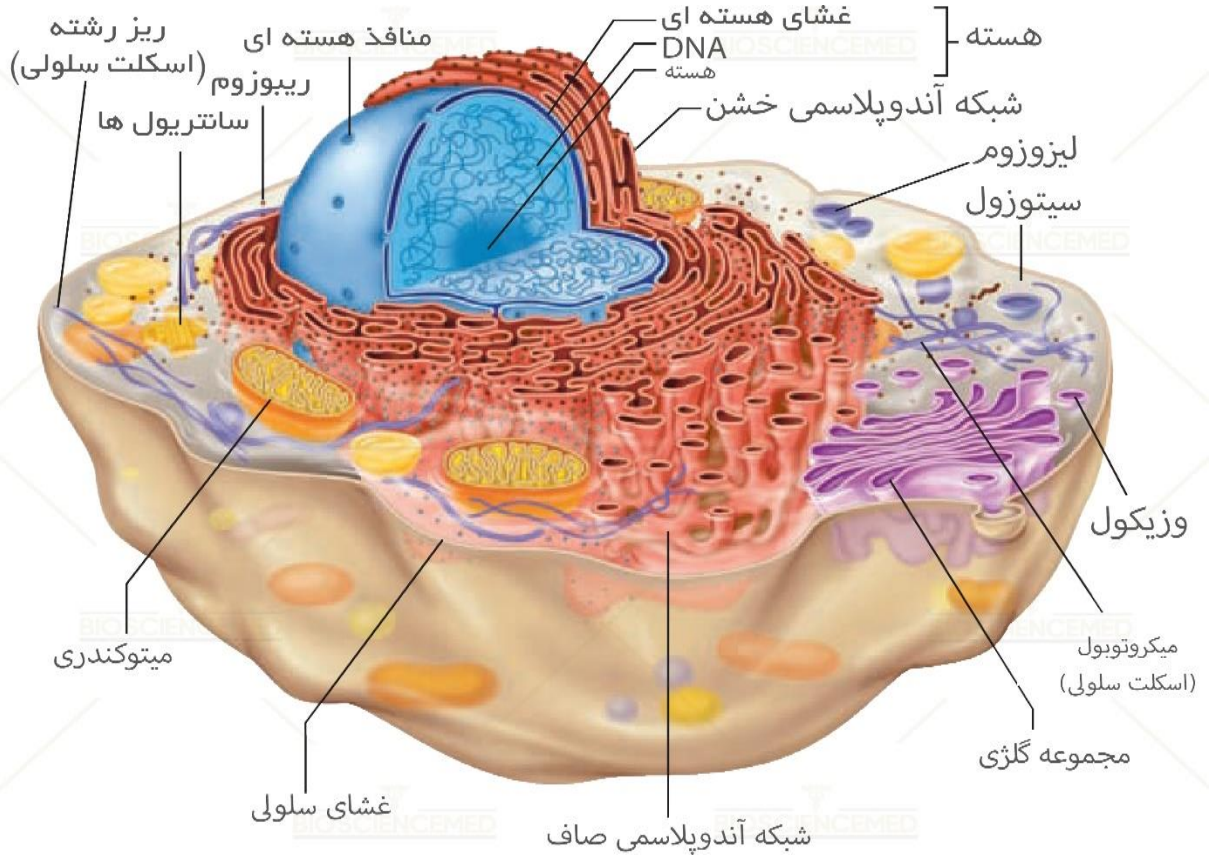
سایتوپلاسم :(Cytoplasm) ماده‌ای که فضای داخل حجره را پر می کند . ترکیب اصلی سایتوپلاسم، آب و پروتئینهای منحل در آب می‌باشند.بسیاری از فعالیتهای کیمیاوی زیستی در سایتوپلاسم یا اندامکهای (Organism) آن صورت می گیرد. شبکه ای از رشته‌ها و لوله‌های پروتئینی در سرتاسر سایتوپلاسم وجود دارد که به یکد یگر متصل می‌شوند واسکلت حجروی را می‌سا زند. سایتوپلاسم دارای غشایی به نام غشای سا یتوپلاسمی (Plasma membrane) می باشد که از فسفولیپید، کلسترول و گلیگو پروتئین تشکیل شده‌است یکی از ویژکی‌های سایتوپلاسم ساختار نیمه قابل نفوذ آن می باشد که تنها به مواد خاصی ازجمله آب پروتئین وآیون‌ها ومواد مورد نیا ز حجره اجا زه عبور داده می‌شود. سایتوپلاسم حجره جانداران یوکاریوت (مانند حجره انسان) برخلاف جانداران پروکاریوت (مانند : باکتری) در برخی موارد به طور مستقیم با اندامک‌های داخل حجره ارتباط مستقیم ندارند بلکه این اندامک‌ها غشای مخصوص به خود رادارند.

به اجزای درون حجره اندامک گفته می‌شود که معمولا عبا رتند از: سایتوپلاسم (Cytoplasm) (میان‌حجره)، هسته حجره (Nucleus) ، هسته چه(Nucleolus)، رایبوزوم (Ribosome)، وزیکول(Vesicle)، شبکه اندوپلاسمی خشن granular) Endoplasmic reticulum)، شبکه اندوپلاسمی صا ف ، دستگاه گلژی A)) granular Endoplasmic reticulum، سا یتواسکلتون(Cytoskeleton)، مایتوکاندریا(Mitochondria) ،واکیول(Vacuole) ، لایزوزوم(Lysosome) ، سانتریول(Centriole)، کلوروپلاست (Chloroplast) به همراه غشای حجروی.

اجزای مهم یک حجره حیوانی (شکل 1)

Nucleolus
Nucleus

Ribosome



Vesicle
Rough endoplasmic reticulum
Golgi apparatus (or "Golgi body")
Cytoskeleton
Smooth endoplasmic reticulum
Mitochondrion
Vacuole
Cytosol
Lysosome
Centriole

غشاء حجروی:(Cell membrane)

غِشاء حجروی یا غشاء پلاسمایی به پوسته نازک حجرات که از یک دولایه فسفولیپیدی تشکیل شده گفته می‌شود.

غشای حجروی همچنین به عنوان مرز میان اندامک‌های درون حجروی عمل می‌کند. در واقع غشاء سلول جداری است که محافظت ازسلول را برعهده دارد. سایتو پلاسم در داخل غشاء حجره است و محیط خارج حجروی در خارج از آن قرار دارد. غشاء حجره از یک لایه پروتئین و دولایه چربی تشکیل شده است. رفت و آمد مواد به داخل و خارج سلول از طریق کانال های غشاء سلول انجام می‌شود. از بین رفتن این غشاء آسیب پذیری سلول را سبب می شود. غشای پلا سما یی شامل یک دولایه فسفولیپیدی همراه با کلسترول و پروتئین‌های درون غشایی یا سطح غشایی می باشد.

به بیانی دیگر قسمت اعظم اندامک‌های سلول بوسیله غشاء ها یی مفروش شده اند که به طور عمده از لیپیدها و پروتئین‌ها تشکیل شده‌اند. این غشاءها شامل غشاء حجروی، غشاء هسته، غشای رتیکولوم اندوپلاسمیک و غشاءهای مایتوکاندریها، لایزوزومها و دستگاه گلژی هستند.

لیپیدهای غشاءها مانعی ایجاد می‌کنند که از حرکت آزاد آب و مواد محلول در آب از یک بخش سلول به یک بخش دیگر جلوگیری می کنند زیرا آب در چربی محلول نیست. اما باید دانست که مالیکول‌های پروتئینی در غشاء غالبا در سراسر عرض غشا ء نفوذ کرده و به این ترتیب مسیر های اختصاصی ،که غالبا منافذ (Pores) نامیده می‌شوند برای عبور مواد ویژه از غشاء به وجود می‌آورند. همچنین بسیا ری از سایر پروتئین‌های غشاء انزایمها هستند که تعداد زیادی از فعالیت های کیمیاوی مختلف را کاتالیز می‌کنند.

غشای حجره که به طور کامل حجره را احا طه می کند، یک ساختا ر انعطاف پذیر ارتجاعی نازک فقط به ضخامت ۷/۵ تا ۱۰ نانومتر است. غشاء تقریبًا از پروتئین‌ها و لیپیدها تشکیل شده‌است و ترکیب تقریبی عبارت است از: پروتئینها ۵۵ فیصد، فسفو لیپیدها ۲۵فیصد، کلسترول ۱۳ فیصد وسایر لیپیدها ۴ فیصد وکاربوهایدریت‌ها ۳ فیصد.

مانع لیپیدی غشای حجره از نفوذ آب جلوگیری می کند: ساختا ر پایه غشای حجره یک لایه چربی دو طبقها ست که یک ورقه نازک از لیپیدها فقط به ضخامت دو مولکول بوده و در سراسر سطح حجره تداوم داشته و یکپا رچه است. جابه جا در این ورقه نازک لیپیدی، مالیکول‌های پروتئینی درشت از نوع کروی شکل قرار دارند.

ساختارپایه لایه دوطبقه چربی از مولکول‌های فسفولیپید تشکیل شده‌است. یک انتهای هر مولکول فسفولیپید در آب محلول بوده یعنی آب دوست یا هایدروفیلیک (Hydrophilic) است. انتهای دگر فقط در چربی‌ها محلول بوده یعنی آب گریز یا هیدروفوبیک (Hydrophobic) است. انتهای فسفا تی فسفولیپید هیدروفیلیک و اسید چربی ان هیدروفوبیک است. چون قسمت‌های آب گریز آب گریز فسفولیپیدها به وسیله آب دفع می‌شوند اما به سوی یکدیگر جذب می‌شوند لذا دارای یک تمایل طبیعی هستند و آنها در پهلوی همدیگر در مرکز غشاء قرار دارند. بخش‌ها فسفاتی آب دوست دو سطح غشاء را که در تماس با ا اطراف است می‌پوشانند. لایه دو طبقه چربی در وسط غشاء به مواد طبیعی محلول در آب از قبیل آیونها، گلوکز و یوریا نفوذ پذیر است بر عکس، مواد منحل در شحم از جمله اکسیجن، کاربن دای اکساید و الکل می‌توانند با سهولت در این بخش از غشاء نفوذ کنند. یک صفت ویژه لایه دوطبقه چربی آن است که یک مایع ا ست نه یک جامد. بنابر این بخش‌هایی از غشاء می‌توانند عملا در سطح غشاء از یک نقطه به یک نقطه دیگرجریان پیدا کنند. پروتئین‌ها و سایر مواد محلول در غشای دو طبقه لیپیدی یا شناور در آن تمایل دارند که به کلیه غشای سلول انتشار یابند.

مالیکول‌های کلسترول در غشا نیز ماهیت چربی دارند زیرا هسته استروئیدی آنها بسیار محلول در چربی است. این مالیکول‌ها از یک نظر در لایه دو طبقه غشاء حل شده‌اند. این مالیکوها به طور عمده به تعیین میزان نفوذ پذیری لایه دو طبقه به اجزای محلول در آب و مایعات بدن کمک می‌کنند. کلسترول همچنین قسمت زیادی از قابلیت تحرک غشا را کنترل می‌کند.

پروتئین‌های غشای حجره

کتله های کروی شکل که در لایه دو طبقه چربی شناورند، اینها پروتئین‌های غشاء هستند که قسمت اعظم آنهاراگلیکوپروتئین‌ها تشکل می‌دهند. دونوع پروتئین درغشاء وجود دارد: پروتئین‌های انتگرال یا سرتاسری که در تمام ضخامت غشاء نفوذ می کنند و پروتئین‌های محیطی که فقط به یک سطح غشاء می‌چسبند و در ان نفوذ نمی‌کنند.

تعداد زیادی از پروتئین‌های انتگرال، کانال ها(یا منافذ) ساختاری ایجاد می‌کنند که از طریق آنها مالیکول‌های آب و مواد محلول درآب به ویژه آ یون‌ها می‌توانند بین مایع خارج حجره وی و داخل حجره انتشار یابند. این کانال‌های پروتئینی دارای خواص انتخا بی نیز هستند که دیفیوژن (Diffusion)انتخابی برخی مواد به میزان بیشتر از مواد دیگر را امکانپذیر می‌سازند. تعدادی دیگر از پروتئین‌های انتگرال به عنوان پروتئین‌های حامل برای انتقال دادن موادی عمل می‌کنند که در غیر این صورت نمی‌توانستند از لایه دو طبقه چربی نفوذ کنند. گاهی نیز این پروتئین‌های حامل مواد را در جهتی خلاف جهت انتشار طبیعی انها انتقال می‌دهند که « انتقال فعال» نامیده می‌شوند. تعداد دیگری از پروتئین‌های انتگرال به صورت انزایم‌ها عمل می‌کنند..

پروتینهای محیطی به طور عمده روی سطح داخلی غشاء وجود دارند و اغلب به یکی از پروتین های انتگرال چسپیده اند. این پروتین های محیطی تقریبا به طور کامل به صورت انزایم یا سایر انواع کنترل کننده ها فعالیت می کنند.

کاربوهایدریت‌های غشاء – گلیکو کالیس سلولی:

کاربوهایدریت‌های غشاء تقریبا همیشه به صورت ترکیب با پروتئین‌ها به شکل گلیکوپروتئین‌ها و گلیکولیپیدها وجود دارند. در واقع قسمت اعظم پروتئین‌های انتگرال از نوع گلیکوپروتئینها و در حدود یک دهم مالیکول‌های لیپید از نوع گلیکولیپیدها هستند. بخش‌های) گلیکو ((Glyco)این مالیکول‌ها تقریبا همیشه به طرف سطح خارجی حجره برامدگی پیدا می‌کنند و از سطح حجره به طرف خارج وصل شده ا ند . بسیا ری از ترکیب‌های کاربوهایدریتی دیگر موسوم به پروتئوگلیکا نها که به طور عمده از مواد کاربوهایدریتی تشکیل شده‌اند که به هسته‌های کوچک پروتئینی متصل شده‌اند نیز غالبا به طور سست به سطح خارجی حجره متصل هستند. به این ترتیب تمامی سطح حجره غالبا **دارای یک پوشش سست کاربوهایدریتی موسوم به گلیکوکالیس است.**

این بخش‌های کاربوهایدریتی که به سطح خارجی سلول متصل شده‌اند دارای چندین عمل مهم هستند:

1- بسیاری ازآنها چا رچ الکتریکی منفی دارند و این موضوع به بیشتر حجره ها یک سطح با چارچ کلی منفی می‌بخشد که سایر اشیای منفی را دفع می‌کند.

2- گلیکو کالیس بعضی از حجرات به گلکو کالیس حجرات دیگر می‌چسبند و به این ترتیب حجرات را به یک دیگر می‌چسبانند.

3- بسیاری از کاربوهایدریت‌ها به عنوان مواد حامل برای گرفتن هورمون‌هایی ازجمله انسولین عمل می‌کنند. و پس از انجام این عمل این مجموعه پروتئین‌های چسبیده به سطح داخلی غشاء را فعال می‌کند که به نوبه خود یک سری متوالی از انزیم‌های داخل حجره وی را فعال می‌کنند.

بعضی از بخش‌های کاربوهایدریتی وارد فعالیتهای کیمیاوی می‌شوند

شبکه اندوپلاسمی:(Endoplasmic reticulum)

شبکه اندوپلاسمی) که آن را به اختصار ER می‌نامیم. (تولید پروتئین‌ها و چربی‌های تعداد زیادی ازاندام‌های حجروی را بر عهده دارد. شبکه اندوپلاسمی از چین خوردگی‌های فراوانی تشکیل شده که یک غشاء آنها را دربرگرفته‌است.علاوه بر این، شبکه اندوپلاسمی وظیفه دارد تا پروتئین‌ها و سایر کاربوهایدریت‌ها را به دستگاه گلژی،حجروی، لایزوزوم و هر جای دیگری که لازم باشد، منتقل کند. دو نوع شبکه اندوپلاسمی وجود دارد: نوع دانه دار یا خشن (Granular) که سطح آن با رایبوزوم‌ها پوشیده شده و نوع صاف A) (granularکه فاقد رایبوزوم ها می باشد. نوع دانه دارمحل پروتئین سازی است.

پروتئین‌هایی که درشبکه اندوپلاسمی دانه دارساخته می‌شوند به شبکه اندوپلاسمی لشم منتقل می‌شوند

شبکه اندوپلاسمی دانه‌دار یا خشن یا زبر:(Granular ER)

شبکهٔ اندوپلاسمی خشن یکی اعضای حجره می باشد.شبکهٔ اندوپلاسمی خشن را از آن جهت دانه دار می‌خوانند که درتصاویر میکروسکوپ الکترونی، روی آن دانه‌هایی دیده می‌شود. این دانه‌ها رایبوزومها هستند. شبکهٔ اندوپلاسمی خشن از کیسه‌های پهنی ساخته شده است که به یکدیگر متصل‌اند. شبکهٔ اندوپلاسمی خشن و شبکهٔ اندوپلا سمی نرم (صاف) از نظر شکل و فعالیت با هم متفاوتند، اما غشای سازندهٔ آنها، به هم پیوسته است. همچنین، غشای شبکهٔ اندوپلاسمی به غشای خارجی پوشش هسته پیوسته می‌باشد.

وظایف:(Function of GER)

شبکهٔ اندوپلاسمی خشن دو کار مهم برعهده دارد:

غشا سا زی: بعضی از پروتئین‌هایی که به وسیلهٔ رایبوزوم‌ها ساخته می‌شوند و نیز فسفولیپیدهایی که توسط انزیم‌های شبکهٔ اندوپلاسمی ساخته می‌شوند، درون غشای شبکهٔ اندوپلاسمی جای می‌گیرند. درنتیجه، غشای شبکهٔ اندوپلاسمی وسیع‌تر می‌شود، تا این که قسمتی از آن به دیگر ارگانیلها فرستاده می‌شود.

ساخت پروتئین: ساخت پروتئین‌هایی که قرار است به خارج از ترشح شوند(مثل پادتن‌ها) بر عهدهٔ شبکهٔ اندوپلاسمی خشن است.

شبکه اندوپلاسمی صاف یا لشم:(A granular ER)

شبکهٔ اندوپلاسمی نرم (صاف) یکی از اندامک‌های سلول می‌باشد.شبکهٔ اندوپلاسمی نرم شبکهٔ به هم پیوسته‌ای از لوله‌ها و کیسه‌های غشادار و بدون رایبوزوم است که درون غشای آن، انزایم‌های متعددی جای گرفته است. این انزایم‌ها کارهای اصلی این شبکه را انجام می‌دهند.

وظایف:(Function of AER)

یکی از مهم‌ترین کارهای شبکهٔ اندوپلاسمی لشم، ساخت موادی مانند اسیدهای چرب، فسفولیپیدها و استروئیدهاست. هر یک از این فرآورده‌ها توسط نوع خاصی سلول تولید می‌شود.
در سلول‌های جگر انسان این شبکه توسط انزایم‌های خاصی به تنظیم مقدار قندی که از حجره های جگر به خون وارد می‌شود، کمک می‌کند.

از دیگر کارهای این عضو می‌توان سمزدایی (Detoxication) را نام برد. این عضو توسط انزایم‌های خاصی داروها و دیگر مواد مضر را تجزیه می‌کند.

در نسج عضلانی آیون کلسیم برای انقباض عضلات لازم است. این آیون در شبکهٔ اندوپلاسمی نرم این ماهیچه‌ها(که شبکهٔ سارکوپلاسمی نیز خوانده‌میشود) ذخیره می‌شود. این شبکه فاقد رایبوزوم بوده، ادامه شبکه اندوپلاسمی دانه دار است. در نواحی میانی سیتوپلاسم شبکه اندوپلاسمی صاف و حفره‌ای بیشتر است. از وظایف شبکه اندوپلاسمی صاف می‌تواند سنتز چربی‌ها، هایدرولیزگلوکز- ۶ فسفات و متابولیسم گزنوبیوتیک‌ها یا مواد آلی خارجی مانند حشره کش‌ها را نام برد. در حجراتی که متابولیسم چربی‌ها در آن روی می‌دهد و سلول‌های ماهیچه‌ای، شبکه اندوپلاسمی لشم گسترش بیشتری دارد. شبکه اندوپلاسمی لشم واجد ناحیه‌ای موسوم به Transition است که از این ناحیه وزیکول‌های حاوی مواد از شبکه اندوپلاسمی جدا و به دستگاه گلژی فرستاده می‌شود.

اعمال شبکه آندوپلاسمی(عمومی):

دخالت در میتابولیسم قندها :انزایم گلوکز ۶ – فسفاتاز در سطح داخلی یا غشای شبکه اندوپلاسمی قرار دارد و گروه فسفات را از کاربن شماره ۶ گلوکز جدا می‌کنند. گلوکز را به فضای درونی شبکه و گروه فسفات را به سوی سایتوزول هدایت می‌کند. همچنین با وجودانزایم گلیکوزیل ترانسفر ازدر شبکه اندوپلاسمی بخشی از گلیکوزیلیشن (Glycosilation) پلی‌پپتیدها و لیپیدها در این محل صورت می‌گیرد.

دخالت در میتابولیسم لیپیدها :عده‌ای ازانزایم‌های سنتزکننده اسیدهای چرب (Fatty acid) در شبکه اندوپلاسمی بخصوص شبکه اندوپلاسمی صاف وجود دارد که ترای گلیسریدها، گلیکولیپیدها واستروئیدها رامی‌سازند. همچنین انزایم‌های تجزیه کننده چربی‌ها نیز در شبکه اندوپلاسمی وجود دارد.

دخالت در میتابولیسم پروتئین‌ها: در قسمت درونی شبکه اندوپلاسمی پپتیدازها وجود دارند. همچنین انزیم اکسید کننده اسید آمینه مانند سرین اکسیداز شناخته شده‌ا ست. مرحله اول گلیکوزیلیشن یا انتقال الیگوسکاریدها به پروتئین در شبکه اندوپلاسمی صورت می‌گیرد. این شبکه با داشتن رایبوزوم در سنتز پروتئین‌ها بخصوص پروتئین‌های ترشحی نقش دارند. عمل افزودن سولفات به پروتئین‌ها و یا لیپیدها در شبکه اندوپلاسمی و دستگاه گلژی صورت می‌گیرد.
دخالت در جابجایی مواد (ترکیبات قندی و عبور دادن زنجیره پلی پپتاید در حال تشکیل به درون شبکه، پمپ کلسیم به درون شبکه، عبور دادن گلوکزبه درون شبکه مربوط به انتقال عرضی می با شد. انتقا ل امواج الکتریکی داخل حجروی با انتقال چارچ الکتریکی بخصوص در سلول‌های عصبی و عضلانی.

عمل سم زدایی :(Detoxication) زهریا ت ابتدا بوسیله پروتئینی): سایتوکوروم P_ ۴۵۰ کبدی هیدروکسید می‌شود که به این ترتیب حلالیت آنها در فاز آبی بالا می‌رود. سپس به منظور دفع در کبد به اسید گلوکورونیک وصل می‌شود.

تجزیه هموگلوبین خون: شبکه اندوپلاسمی حجرات کبدی درجداسازی گروه هِم(Haem) از گلوبین (Globin)نقش دارد.
غیر اشباع کردن اسیدهای چرب: تبد یل مالیکول‌های آبگریز (hydrophobia) به مالیکول‌های آب دوست(Hydrophilic) ، تغییر در استروئیدها و فعال کردن کارسینوژن‌ها(سرطان زا) از فعالیتهای احتراقی شبکه اندوپلاسمی ا ست. یکی دیگر از اعمال شبکه اندوپلاسمی ذخیره مواد در شبکه سارکوپلاسمی می‌باشد.

نقش‌های اختصاصی شبکه اندوپلاسمی در حجرات گیاهی:

دخالت در تشکیل پلاسمودسماتا :(Plasmodesmata)در مرحله تلوفاز، حجرات گیاهی بخش‌هایی از شبکه اندوپلاسمی بین تعداد زیادی فراگموزوم قرار می‌گیرد و محل‌های ارتباطی حجرات گیاهی را فراهم می‌کند.

دخالت در ساخت و ترشح کالوز.(Calluse)

تشکیل میکروبادی، تشکیل مواد ترشحی در حجرات ترشحی، محل رسوب مواد در دیواره انساج وعایوی چوبی، دربرگرفتن استاتولیت‌ها حجرات کلاهک ریشه از وظایف شبکه اندوپلاسمی حجرات گیاهی است.

دستگاه گلژی :(Golgi body)

در سال ۱۸۹۸ کامیلو گلژی حجره شناس ایتالیایی با اشباع کردن حجرات عصبی جغد از نمکهای نقره و بررسی میکروسکوپی این حجرات ذراتی تیره، هلالی شکل و به صورت شبکه درهم رفته‌ای را در مجاورت هسته هر حجره مشاهده کرد که آن را دستگاه شبکه‌ای داخلی نامید. این مجموعه بعدها به افتخار گلژی، دستگاه گلژی نامیده شد.

آیا همه حجرات دستگاه گلژی دارند؟

با مطالعه حجرات توسط مایکروسکوپ های نوری و الکترونی به این نتیجه رسیده‌اند که دستگاه گلژی هم در حجرات جانوری و هم در حجرات گیاهی وجود دارد و یکی از اجزا مهم ساختمانی حجرات است که بویژه در اعمال ترشحی حجرات فعالیت زیادی دارد.

این عضودر حجروی ها (نظیر باکتری‌ها) وجود ندارد.

ا ین دستگاه می‌تواند به صورت شبکه ای در مجا ورت هسته ، یا به صورت بخش‌های هلالی شکل و مجزا از یکدیگر به نام دیکتیوزوم‌ها در برشهای حجرات دیده شوند. دیکتیوزوم‌ها در گیاهان پیشرفته، الجی ها و نیز در خزه گیاهان مشاهده شده‌اند. در قارچها یا فنجی ها ، دیکتیوزومها کمیا ب هستند و در پروکاریوتها تاکنون دیکتیوزومی شناخته نشده‌است.

ساختمان دستگاه گلژی :(Structure of Golgi body)

مشاهده د ستگاه گلژی با مایکروسکوپ الکترونی تشخیص سه بخش را امکان پذیر می‌سازد: ساکول‌ها، دیکتیوزوم‌ها و مجموعه آنها.

ساکول یا سیسترن یا سیسترنا (Cistern)کیسه‌های پهن و قرصی شکل غشایی هستند که بخش میانی صاف و وسعتی حدود یک میکرومتر دارند. اما کناره‌های کیسه بسیار چین خورده و متراکم است که قدرت جوانه زدن دارند و وزیکولهای (Vesicle) کوچکی را ایجاد می‌کنند. هر ساکول حا لت کما نی دارد و یک سطح آن برآمده و سطح دیگر فرورفته ا ست. ضخامت غشای ساکول همانند غشای شبکه اندوپلاسمی ا ست . سطح سیسترن یا ساکول صاف و بدون رایبوزوم است.

منشا دستگاه گلژی :

مسئله منشا دیکتیوزومها هنوز مورد بحث است و در این زمینه فرضیه‌ها و نظریه‌های چندی ارائه شده‌است. بدیهی است که هر حجره در شرایط عادی بطور معمول تعدادی از دیکتیوزوم‌های خود را از حجره والدی به ارث برده‌است. سه نظریه مهم از این قرارند:

1 - ایجاد وزیکولها و یا حفره‌هایی از شبکه اندوپلاسمی صا ف و یا گاهی از پوشش هسته‌ای که بر سطح نزدیک یا سطح تشکیل دیکتیوزوم افزوده می‌شود. البته این پدیده امروز مورد بحث است و تا ئید عمومی ندارد زیرا حفره‌های گذر یا انتقا لی جدا شده از شبکه اندوپلاسمی بیشتر جذب کناره‌های کیسه‌های دیکتیوزومی می‌شوند و عاملی برای پایداری و امکان جوانه زنی کیسه‌ها را فراهم می‌کند.

2 - تشکیل از نو با زیر بنای به هم پیوستن قطعاتی از شبکه اندوپلاسمی دستگاه گلژی را بوجود می‌آورد.

3 - دیکتیوزوم‌های جدید از تقسیم دیکتیوزوم‌های پیشین بوجود می‌آید.

اعمال دستگاه گلژی: این دستگاه اعمال زیاد و مهمی را انجام می‌دهد و از آن هدایت گرحجروی یاد می‌کنند. اعمال آن را فهرست وار بیان می‌کنیم:

ایجاد تغییر و آماده سازی محصولات تازه سنتز شده حجره وی.

گلیکوزیلیشن (افزودن قند) پروتئین‌های ترشحی: این عمل در شبکه اندوپلاسمی دانه‌دار آغاز می‌شود اما طویل شدن و تغییرات زنجیره پلی ساکارید در گلژی انجام می‌گیرد.

سولفاتشن: افزودن گروه‌های سولفات به پروتئین‌ها در سطح دور یا ترانس (Trance) انجام می‌گیرد.

افزودن گروه های فسفات به پروتئین‌ها.

راهنمایی پروتئین‌ها به سوی هدف نهایی.

دخالت در سازماندهی برخی از اندامک‌های حجره وی از جمله لایزوزومها.
دخالت در تشکیل، گسترش و رشد غشای سلولی.
تشکیل آکروزوم سر اسپرماتوزوئید (Spermatozoid) و دخالت در عمل ا لقاح.
دخالت در ترشحات نیورونی یا تشکیل کیسه‌های سیناسپی محتوی نوروترانسیمتر.
ترشح موسیلاژها و مواد ژله‌ای با زیر بنای پلی سکاریدهای تیزابی بویژه در سلولهای گیاهی
دخالت در تولید و ترشح فلس و پوشش سیلیسی سطح الجی ها.
دخالت درعمل بیرون راندن مواد توسط حجرات.
ایجاد تغییرات کیمیاوی در مالیکول‌ها.
ترشح، نقش اصلی دستگاه گلژی:
نقش اصلی دستگاه گلژی ترشح پروتئین‌های ترشحی و انزایم‌های موجود در لایزوزومها و پراکسیزومها است. ترشح می‌تواند پیوسته یا ناپیوسته باشد.

ترشح پیوسته: مواد ترشحی بلافاصله پس از تولید و بدون آنکه انباشته شوند ترشح می‌گردند.
ترشح ناپیوسته: مواد ترشحی انباشته می‌شوند و به صورت ذرات ترشحی یا زیموژن هستند.

مایتوکاندریا :(Mitochondria)

در حجره، نوعی دستگاه انتقال انرژی است که موجب می‌شوند انرژی کیمیاوی موجود در مواد غذایی با عمل فسفوریلیشن اکسیداتیو، به صورت پیوندهای پرانرژی فسفات (ATP) ذخیره شود. این اندامک در تمام حجرات دارای تنفس هوازی (Aerobic) به جز در باکتری‌ها که انزایم‌های تنفسی آنها در غشای سیتوپلاسمی جایگزین شده اند وجود دارد.
نام «مایتوکُاندری» ترکیبی است از دو واژه یونانی Mito به معنای رشته و chondrion به معنی دانه. چون این اندامک اغلب رشته ای یا به صورت دانه‌های کوچک در سیتوپلاسم همه سلولهای یوکاریوتی وجود دارد.

تاریخچه :

اولین بررسی‌های انجام شده بر روی مایتوکاندریاها، در سال ۱۸۹۴ به‌وسیله آلتمن صورت گرفت که آنها را بیوپلاست یا جایگاههای زنده نامید. و نظر داد که بین فعالیتها ی اکسا یش و کاهش سلول و مایتوکاندریا وابستگی وجود دارد. در سا ل (۱۸۹۷) ابتدا با بررسیهای بیشتر آنها را مایتوکاندریا نامید و در ۱۹۰۰، میکائیلیس به کمک معرف رنگی سبز ژانوس مایتوکاندریا را در سلولهای زنده مشاهده کرد. واربورگ در سا ل ۱۹۱۳ انزیمهای تنفسی را در این اندامک نشان داد. سرانجام برای اولین بار، در سال ۱۹۳۴، بنسلی و هر، توانستند آنها را از حجرات کبدی جدا کرده و بعد آن بررسیهای بیشتر و عملی‌تر روی آن صورت گرفت.

شکل و اندازه مایتوکاندریا و تغییرات آنها :

شکل مایتوکاندریاها متغیر اما اغلب رشته‌ای یا دانه‌ای می‌باشند. مایتوکاندریاها در برخی مراحل عمل خود می‌توانند به شکلهای دیگری درآیند. مثلا، یک مایتوکاندریا طویل ممکن است در یک انتهای خود متورم شده و به صورتی شبیه گرز درآید. (مثلاً در حجرات کبدی چند ساعت بعد ورود غذا) یا ممکن است میان تهی شده و شکلی شبیه راکت تنیس به خود بگیرد. گاهی مایتوکاندریاها حفره مانند شده و دارای بخش مرکزی روشنی می‌شود. اما بعد از مدتی، تمام این تغییرات به حالت اول برمی‌گردد.

اندازه :

اندازه مایتوکاندریاها نیز متغیر است و در بیشتر سلولها ضخامت آنها ۵۰ µm و طول تا ۷ µm می‌رسد. اما متناسب با شرایط محیطی و نیز مرحله عمل حجره ، فرق خواهد کرد.
درسلولهایی که هم نوع هستند یا دارای عمل مشترک می‌باشند دارای اندازه ثابت می‌باشند.
ساختمان مایتوکاندریا :

غشای خارجی حدود ۷۵ – ۶۰ آنگستروم ضخامت دارد و از نوع غشاهای زیستی با ساختمان سه لایه‌ای می‌باشد. این غشا صاف و فاقد چین خوردگی است و هیچ رایبوزومی به آن نچسبیده، گاهی توسط شبکه اندوپلاسمی احاطه می‌شود اما هیچگاه پیوستگی بین این دو دیده نشده‌است.
فضای خارجی : زیر غشای خارجی، فضایی در حدود ۲۰۰ - ۱۰۰ آنگستروم وجود دارد که به آن اطاق خارجی گفته می‌شود. که شامل دو بخش است: فضای بین دو غشا و فضای درون تاجها . (Crest) اما در برخی جاها غشای داخلی و خارجی بهم چسبیده و اندازه این فضا تقریباً صفر می‌شود. در این مناطق در مجاورت دو غشا ، تراکمی از رایبوزوم‌های سایتوپلاسمی دیده می‌شود. به خاطر همین در نظر گرفته شده که این مناطق، محل عبورپروتئینهای موردنیاز ازسایتوزول به مایتوکاندریا میباشند. دراین فضا، ترکیباتی مثل آب، نمکهای معدنی وآیونها ، پروتئینه ا، قندها، و چربیها ، SO2، O2، ATP و ADPوجود دارند. مقدار آب، بر اندازه کریستاها و در نتیجه بر ساخت ATP تأثیر گذار است.
غشای داخلی ضخامتش مثل غشای خارجی ا ست اما ترکیب کیمیاوی آن فرق می‌کند. دارای چین‌خوردگیهای فراوانی است که به چینها، تاج گفته می‌شود. این چینها برخلاف سلولهای گیاهی، در حجرات جانوری منظم قرار گرفته‌اند.

فضای داخلی : فضای درونی مایتوکاندریاکه بوسیله غشای داخلی دربرگرفته شده، اطاق داخلی گویند. که از ماده زمینه‌ای با بستره (Matrix) دربر گرفته شده‌ا ست که ترکیب و ویژگیهای کلی آن، شبیه سایتوزول می‌باشد و دارای انزایمهای خاص و رایبوزوم خاص خود) ۷۰ Sشبیه سلولهای پروکاریوتی (می‌باشد. تعداد DNA ، بر حسب نوع و سن حجره فرق می‌کند و مثل پروکاریوتها، دارای سایتوزین (Cytosine)و گوانین (Govanin) زیادی است در نتیجه در مقابل گرما مقاوم می‌باشد.

موادارثی مایتوکاندریا :(Genetic of Mitochondria)

بررسیها نشان می‌دهد که DNA سازی در مایتوکاندریا صورت می‌گیرد. طبق این بررسی به وجود DNA در مایتوکاندریا پی می‌بریم. علاوه بر همانند سازی RNA و DNA سا زی، پروتئین سازی هم در مایتوکاندریا صورت می‌گیرد. این فرایند توسط انزیمها و مالیکولهای خاص خود اندامک صورت می‌گیرد DNA .مایتوکاندریا اغلب موجودات حلقوی است. جایگاه DNA در ماده زمینه مایتوکاندریا و بعضی مواقع چسبیده به غشای داخلی مایتوکاندریا است. ژنوم مایتوکاندریای سلولهای اغلب جانوران از ۲۰ – ۱۵ هزار جفت نوکلئوتاید (Nucleotide) تشکیل یافته ا ست و ژنوم مایتوکاندریا در پستانداران حدود ۱۰۵ برابر کوچک تر از ژنوم هسته ای است.

محصولاتی که توسط DNA مایتوکاندریا رمز می‌شوند شاملRNA های رایبوزومی مایتوکاندریا tRNA ها و برخی از پروتئینهای مسیر تنفس می‌باشد. بعضی از پروتئینهای مایتوکاندریا نیز در هسته رمز می‌شوند و پس از ساخته شدن در سایتوزول وارد اندامک

می‌شوند. مثال مفروض از صفتی که توسط ژنوم مایتوکاندریا تعیین می‌شود، جهت پیچش صدف در حلزون است که از وراثت سایتوپلاسمی تبعیت می کند. در حقیقت این صفات توسط ژنوم مایتوکاندریا که همراه مایتوکاندریاهای موجود در سایتوپلاسم وارد حجره تخم می‌شوند، انتقال می‌یابد و توارث به صورت تک والدی در اکثر آنها می‌باشد.

نقش زیستی مایتوکاندریا:

تنفس هوازی حجرات.

تمام مواد انرژی زا، ضمن تغییرات متابولیکی درون سیتوپلاسمی با واسطه ناقلین اختصاصی به بستره میتوکندری می‌رسد. گلوکز بعد از تبدیل به استیل کو آنزیم A طی گلیکولیز به میتوکندری وارد می‌شود تا در چرخه کربس استفاده شود و اسیدهای چرب به‌وسیله کارنی تین به داخل میتوکندری حمل شده که اینها هم سرانجام به استیل کو آنزیم Aتبدیل می‌شوند.اسیدهای آمینه بعد از ورود به بستره به استیل کو آنزیم A تبدیل می‌شوند. با انجام هر چرخه کربس که با استفاده از یک استیل کوآنزیم A در بستره میتوکندری آغاز می‌شود، علاوه بر CO_2 و H_2O سه مولکول نیکوتین آمید آدنین دی نوکلئوتید و یک مولکول $FADH_2$ ویک مولکول GTP تولید می‌شود. این ناقلین انرژی در زنجیره انتقال الکترون استفاده شده و موجب تولید ATP می‌شوند.

سنتز اسیدهای چرب

یکی از راههای تولید اسید چرب، سیستم میتوکندریایی می‌باشد که عکس اکسیداسیون یا تجزیه آنها می‌باشد.

دخالت میتوکندری در گوارش چربیها

در هنگام گرسنگی، میتوکندریها به طرف ذرات چربی حرکت کرده و روی ذرات چرب خم شده و آنزیمهای میتوکندریایی شروع به هضم چربی و آزادسازی انرژی می‌کنند.

ذخیره و تجمع مواد در میتوکندریها:

میتوکندریها می‌توانند در اطاق داخلی خود مواد مختلف را انباشته کنند که این مواد عبارت‌اند از: ترکیبات آهن‌دار، چربیها، پروتئینها، کاتیونها و آب. در اثر ذخیره این مواد، میتوکندریها اغلب به حالت یک غشایی و شبیه باکتریها ی کوچک دیده می‌شوند و به تدریج، کریستاها محو می‌شوند اما بعد از حذ ف این مواد، دوباره همه به حالت اول برمی‌گردد.

محل مایتوکاندریاها در حجره

اغلب در اطراف هسته دیده می‌شوند اما در شرایط مرضی در حواشی سیتوپلاسم ظاهر می‌شوند. این پراکنش، تحت تأثیر مقدار گلیکوژن و اسید چرب می‌تواند قرار بگیرد. در طول میتوز میتوکندریها در مجاورت دوک جمع می‌شوند و وقتی تقسیم پایان می‌یابد، در دوسلول دختر،پراکنش تقریباً یکسانی پیدا می‌کند.پراکنش میتوکندریها را می‌توان بر حسب

عمل آنها از نظر تامین انرژی، مطرح کرد که میتوکندریها در داخل سلولها جابجا شده و خود را به جایی که نیاز به ATP بیشتر است می‌رسانند.

تعداد مایتوکاندریاها در سلول

تشخیص ارزش مایتوکاندریایی یک سلول دشوار است. اما اغلب بر حسب نوع سلول مرحله عمل سلول متفاوت می‌باشد. در یک سلول معمولی کبد بیشترین تعداد و در حدود ۱۰۰۰ تا ۱۶۰۰ عدد وجود دارد که در اثر تحلیل رفتن سلول و نیز سرطانی شدن آن کاهش می‌یابد. و در مقابل، تعداد میتوکندری در بافت لنفی، خیلی کمتر است. در سلولهای گیاهی، کمتر ازجانوری می‌باشد چون بسیاری از اعمال میتوکندریها، به‌وسیله کلروپلاست انجام می‌شود.

منشا مایتوکاندریا:

دو نظریه بیان شده‌است: یکی اینکه مایتوکاندریاها ممکن است از قالبهای ساده‌تری ساخته شوند) تشکیل (Denovo ودیگراینکه مایتوکاندریاهای جدید از تقسیم مایتوکاندریاهای قبلی بوجود می‌آیند. به این صورت که تعداد آنها، درطول مایتوزو نیز در اینترفاز افزایش یافته و بعد بین دو حجره دختر، توسعه می‌یابند.

منشا پروکاریوتی مایتوکاندریا:

فرضیه‌ای در این رابطه مطرح شده‌است که: در گذشته بسیار دور، جو زمین فاقد اکسیژن بوده و جاندارانی که در آن زمان می زیسته‌اند بی‌هوازی (anaerobic) بودند. با گذشت زمان و ضمن فعالیتهای کیمیاوی، جو زمین دارای اکسیژن شده و به تدریج جانداران آن زمان و بویژه پروکاریوتها (Prokaryote) به علت ساختمان ساده خود، هوازی (Aerobic) شده‌اند. بعدها این پروکاریوتها هوازی شده ،توسط سلولهای یوکاریوتی (Eukaryote) بلعیده شدند و از این همزیستی (Symbiosis) سلولهای یوکاریوتی هوازی ایجاد شدند. پس اجداد مایتوکاندریا براساس این فرضیه، باکتریهای اولیه می‌باشند.

پروکاریوت: پروکاریوت‌ها در زیست‌شناسی موجوداتی هستند که هسته چه ندارند. هسته آن‌ها فاقد غشاء است واندامکهای غشاء دار نیزندارند. پروکاریوت‌ها همچنین مایتوز (Mitosis) و پروتئین هسته‌ای و حرکت آمیبی ندارند. پروکاریوت‌ها به دو دسته‌ی آرکی باکترها و یو باکترها تقسیم می‌شوند که از لحاظ ساختمان شبیه به هم هستند. اما rRNA ی متفاوتی دارند. ویژگی‌های همانندسازی آرکی باکترها بیشتر شبیه به یوکاریوت‌ها است.

یوکاریوت : یوکاریوتها حجراتی هستند که در آن‌ها ماده ژنتیکی در یک غشاء محفوظ شده که هسته نام دارد. موجودات کثیرالحجروی همگی یوکاریوت هستند و در مقابل یوکاریوت گروهی به پروکاریوت قراردارد که دراین‌ها ماده ژنتیکی به طورآزادانه در سطح سیتوپلاسم قرار دارد.یوکاریوت ها دارای کروموزوم خطی هستند و همچنین دارای اندامک های غشاداری از قبیل مایتوکاندریا می‌باشند. رایبوزوم های سلول های یوکاریوتی پیچیدگی بیش تری نسبت به رایبوزوم های حجرات پروکاریوتی دارند و کمی بزرگترند.

لایزوزوم:(Lysosome)

از اندامک‌های داخل حجره جانوران است. لایزوزومها (کافندەتن‌ها) دارای انزایمهای هضمی گوناگون به ویژه انزیم‌های تجزیه‌کننده آب (Hydrolytic)هستند. لایزوزوم کیسه ای حاوی انزیم های مختلف است.این انزیم‌ها برای هضم مالیکولهای بزرگ به کار می‌روند. بیش از 40 انزیم در لایزوزوم وجود دارد که از میان آنها می‌توان به پروتئاز ها، نوکلئاز ها و فسفولیپاز ها اشاره کرد . بهترین عملکرد این انزیم‌ها در محیط اسیدی (PH=5) صورت می‌گیرد.

پس اگر این انزایم ها به سایتوپلاسم نفوذ کنند، آسیب چندانی نمی رسانند. این انزیم‌ها در شبکه اندوپلاسمی ساخته می‌شوند و پس از ورود به د ستگاه گلژی ، توسط وزیکولها به لیزوزوم منتقل می‌شوند.

اگر این انزیم‌ها نباشند، به مرور مالیکولهای بزرگی که امکان هضم آنها وجود ندارد، در سیتوزول جمع می‌شوند. این مالیکولها در فعالیت و فعالیتهای موجود در حجره اختلال ایجاد می‌کنند و سلول با مشکل مواجه می‌شود.

لایزوزومها با مایکروسکوپ الکترونی به صورت گرانولهای متراکمی مشاهده می‌شوند که 0.5 تا 0.05 میکرون قطر دارند و بوسیله غشا محصور شده اند. لایزوزومها حاوی تقریبا 50 نوع انزیم می‌باشند که همه آنها در PH اسیدی فعالند. بنابراین لایزوزوم دستگاه هضمی حجره محسوب می‌شود و قادر به هضم مواد خارجی وارده به حجره و ارگانلهای فرسوده شده می‌باشند.

رایبوزوم:(Ribosome)

رایبوزیم به مالیکولهای RNA گفته می‌شود که خاصیت انزیمی دارد .رایبوزیم‌ها نخستین ماکرومالیکول‌های زیستی هستند که توانایی هما نند سازی داشته اند. گمان می‌شود رایبوزوم ها در ساخت DNA های اولیه، نقش داشته‌اند.

وزیکول:(Vesicle)

وزیکول یا ریزکیسه یک حباب مایع در سلول‌ها است. به طور دقیق‌تر وزیکول یک کیسهٔ غشا مانندرون سلولی می‌باشد که به حمل و نقل و ذخیره مواد می پردازد. وزیکول حداقل از یک لایهٔ دوجدارهٔ فسفولیپیدی تشکیل شده است.

انواع مختلفی از وزیکول وجود دارد مثل واکیول، لایزوزوم، وزیکول انتقالی، وزیکول ترشحی و.....وزیکول‌ها در قسمت‌های مختلفی از سلول مثل شبکه اندوپلاسمی، دستگاه گلژی، غشای سلول و... ساخته می‌شوند.

انواع رشته‌های اسکلت حجروی:

دانشمندان توانسته‌اند با جداسازی اسکلت حجروی از سایر محتویات سایتوزول نشان دهند که این ساختار ازسه نوع رشته‌های پروتئینی به نام مایکروتوبول‌ها (Microtubule) ، مایکروفلامنت‌ها (Microfilament) و سانتریول‌ها تشکیل شده اند.
هر نوع رشته پروتئینی از واحدهای متفاوتی تشکیل شده است و دارای پروتئینهای ضمیمه می‌با شند.
عملکرد پروتئینهای ضمیمه: پروتئینهای ضمیمه بعضی از این رشته‌های مختلف را به یکدیگرمتصل می‌کنند.بعضی رشته‌ها رابه سایرساختمانهای حجروی مثل غشای پلاسمایی وصل می‌کنند. دیگر تعیین کننده تجمع رشته‌ها در نقاط خاصی از حجره هستند و بعضی باعث حرکت مژه‌ها می‌شوند.

مایکروتوبول‌ها (Microtubule):

مایکروتوبولها یکی از اجزای اسکلت حجروی (Cytoskeleton) می با شند.
مایکروتوبول ها در بیشتر اعما ل حیا تی حجره ما نند تقسیم هسته سلول به دو قسمت (Mitosis)، اسکلت حجره و انتقال وزیکولی نقش دارند که در سایتوزول تمام حجره‌های یوکاریوتی از آمیب گرفته تا حجره نباتات و جانوران عالی وجود دارند. (به استثناء حجره های سرخ خون) جزئیات ساختاری مایکروتوبول‌ها در حجره‌های موجودات مختلف یکسان ا ست. مایکروتوبول‌ها رشته‌های بلند و توخالی هستند که اندازه آنها به حداکثر 200 میکرومتر می رسد. قشر خارجی آنها 25 نانومتر و قشر داخلی شان 15 نانومتر می‌باشد. هر مایکروتوبول از 13 رشت ه به نام پیش رشته تشکیل شده است که به موازات محور طولی ریز لوله قرار گرفته‌اند.
پیش رشته‌ها از دو نوع پروتئین کروی مشابه به نام توبولین آلفا (α) و توبولین بتا (β) تشکیل شده‌اند. تشابه ردیف اسیدهای آمینه این دو توبولین حدود 50 درصد است. در واقع واحد تشکیل دهنده پیش رشته‌ها دایمر βα است و این دایمر نیز اصطلاحا توبولین خوانده می‌شود. در هر پیش رشته توبولین به صورت پشت سر هم یعنی αβ←αβ قرار گرفته‌اند.
تنوع مایکروتوبول‌ها عمدتا به دلیل وجود پروتئینهای ضمیمه متفاوت در آنهاست و این پروتئینهای ضمیمه هستند که خصوصیات ویژه یک مایکروتوبول‌ها را تعیین می‌کنند.

خاصیت قطبی بودن مایکروتوبول‌ها: یک خصوصیت کلیدی مایکروتوبولها قطبیت آنهاست. در شرایط درون شیشه، دراز یا کوتاه شدن مایکروتوبولها با اضافه یا حذف شدن توبولینها در دو انتهای ریز لوله صورت می‌گیرد.

نقش مایکروتوبولها: مایکروتوبول‌های اسکلت حجروی در انتقال مواد نقش دارند.دوک میتوز ، تاژک (Flagella) و مژه (Cilia) مثالهایی از این گونه ساختمانها هستند.
مایکروفیلامنت‌ها (Microfilament):

مایکروفیلامنت‌ها که رشته‌های اکتین (Actins)نیز خوانده می‌شوند زنجیره‌هایی به اندازه هفت نانومتر هستند که در تمام حجره‌های یوکاریوتی به یافت می‌شوند. رشته‌های اکتین از واحدهای پروتئینی کروی به نام اکتین تشکیل شده‌اند که به صورت منظم به دنبال یکدیگر قرار گرفته‌اند. رشته‌های اکتین مانند مایکروتوبول‌ها قطبی هستند.

رشته‌های اکتین شبکه‌های اکتینی را ایجاد می کنند. این رشته‌ها مانند مایکروتوبولها در حجره‌های مختلف ساختاری مشابه دارند و تنوع آنها به دلیل وجود پروتئینهای ضمیمه آنها ست.یکی از مهمترین پروتئینهای ضمیمه میوزین (Myosin) ا ست که درانقباض عضلانی نقش دارد

اهمیت اکتین:
نقش اکتین در ریز پرز (Villa)حجره‌های پوششی روده ، حرکت آمیبی و فعال‌سازی پلاکتها (Platelet) و تقسیم سایتوپلاسم و در نهایت عملکرد عضله نقش دارد همچنین آنها همراه با مایکروتوبول‌ها در شکل دهی و حرکت حجره‌ها نقش دارند.

سانتریول‌ها :(Centriol)

سانتریول‌ها د سته سوم از رشته‌های پروتئینی اسکلت حجروی هستند . قطر آنها 10 نانومتر، ضخیمتر از مایکروفلامنت‌ها و باریکتر از مایکروتوبول‌هاست. امروزه معتقدند که این رشته‌ها یکی از اجزای مهم ساختمانی اکثر حجره‌ها و انساج جانوری می‌باشند. این رشته‌های پروتئینی به مقدار زیاد در انساج یافت می‌شوند که در معرض فشارهای فیزیکی قرار می‌گیرند. بنابراین یکی از نقشهای عمده آنها استحکام بخشیدن به انساج است.
Pharmacy

با تقدیم احترامات ---------- {2024-03-08}