

Essential Cell Biology

Third Edition

Chapter 16 Cell Communication

پرسلولی شدن و ارتباط سلولی در حیوانات و گیاهان به طور مستقل تکامل یافته‌اند

بیش از یک میلیون سال است که حیوانات و گیاهان به صورتی کاملاً مستقل تکامل یافته‌اند و آخرین جد مشترک بین آنها یک یوکاریوت تک‌سلولی است. چون این دو قلمرو از مدت‌ها پیش از یکدیگر جدا شده‌اند، هر یک با ترکیبات مولکولی مخصوص به خودش به سمت عملکرد چندسلولی تکامل یافته است. بنابراین مکانیسم‌های ارتباطی سلول به سلول در گیاهان و حیوانات جداگانه تکامل یافته و باید انتظار داشت که کاملاً متفاوت باشد. اما به هر حال، گیاهان و حیوانات با یک مجموعه ژن‌های یوکاریوتی تکامل خود را آغاز نموده‌اند - شامل آنهایی که توسط موجود تک‌سلولی برای ارتباط در میان خودشان استفاده می‌شد - و بنابراین برخی سیستم‌های پیام‌رسانی آنها می‌تواند با هم مشابهت داشته باشد.

پرسلولی شدن و ارتباط سلولی در حیوانات و گیاهان به طور مستقل تکامل یافته‌اند

همانند حیوانات، گیاهان نیز از گیرنده‌های سطح سلولی موجود در غشا، به ویژه گیرنده‌های وابسته به آنزیم به طور وسیع استفاده می‌کنند. آرابیدوپسیس تالیانا (شکل ۳۳-۱) حاوی صدها ژن است که گیرنده‌های سرین / ترئونین کیناز را کد می‌کنند. البته این گیرنده‌ها از نظر ساختمانی با آنچه در حیوانات مشاهده می‌شود متفاوتند (که در این فصل بحث نمی‌کنیم). به نظر می‌رسد این گیرنده‌ها نقش مهمی در بسیاری از مسیرهای پیام‌رسانی، شامل آنهایی که رشد، تکوین و مقاومت به بیماری را کنترل می‌کنند، داشته باشند. برخلاف سلول‌های جانوری، به نظر نمی‌رسد که سلول‌های گیاهی از گیرنده‌های تیروزین کینازی، گیرنده‌های هسته‌ای از نوع هورمون استروئیدی یا AMP حلقوی استفاده کنند و گیرنده‌ی وابسته به پروتئین G کمی هم دارند.



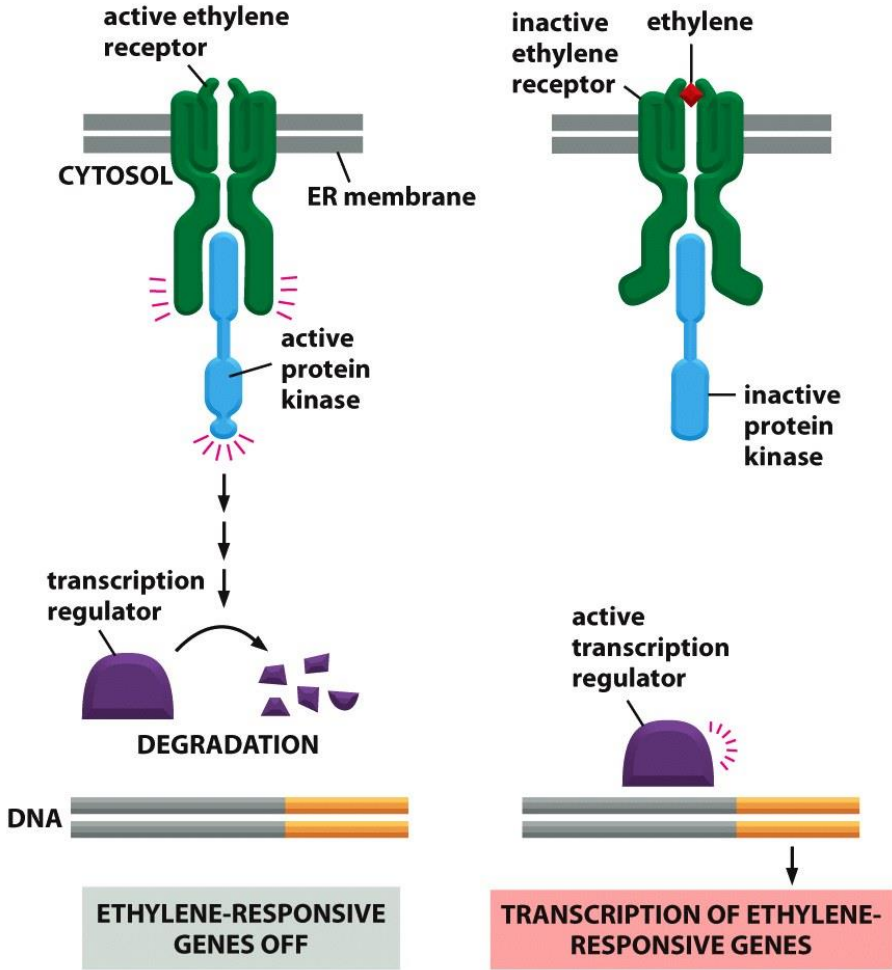
پرسلولی شدن و ارتباط سلولی در حیوانات و گیاهان به طور مستقل

تکامل یافته‌اند

یکی از بهترین مطالعات پیام‌رسانی در گیاهان درباره‌ی پاسخ سلول‌ها به اتیلن است. (اتیلن رفتارهای تکوین گیاهی مانند تولید دانه و رسیدن میوه را کنترل می‌کند). پرورش‌دهندگان گوجه از اتیلن برای رسیدن میوه‌ها حتی بعد از چیدن آنها استفاده می‌کنند. گیرنده‌های اتیلن به هیچ کدام از رده‌های پروتئین‌های گیرنده که بررسی کردیم تعلق ندارد. آنها پروتئین‌های دایمری درون‌غشایی هستند و جالب این‌که، گیرنده‌ی خالی است که فعال می‌شود. در غیاب اتیلن، گیرنده‌های خالی، یک پروتئین کیناز را فعال می‌کنند که نهایتاً باعث خاموش شدن ژن‌های پاسخ‌دهنده به اتیلن در هسته می‌شود. اما زمانی که اتیلن باشد، گیرنده و کیناز غیرفعال هستند و ژن‌های پاسخ‌دهنده به اتیلن رونویسی می‌شوند (شکل ۴۱-۱۶). این راهبرد که به وسیله‌ی، آن پیام‌ها باعث کنار گذاشتن مهار رونویسی می‌شوند، به طور عادی در گیاهان استفاده می‌شود.

(A) ABSENCE OF ETHYLENE

(B) PRESENCE OF ETHYLENE

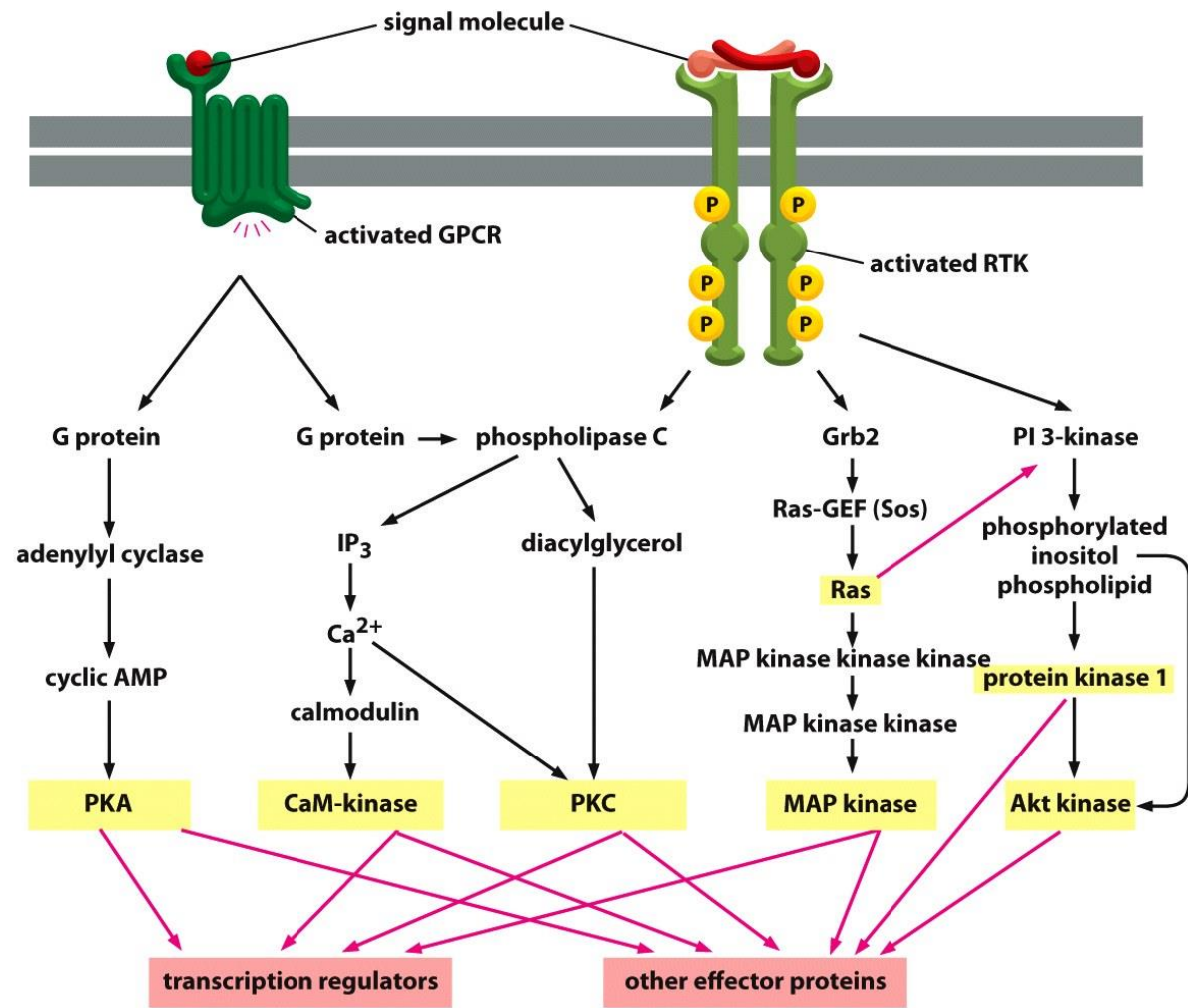


شبکه‌های پروتئینی کینازی به منظور کنترل رفتارهای پیچیده‌ی سلولی،

اطلاعات را یکپارچه می‌کنند

در این فصل به بیان چندین مسیر اصلی پیام‌رسانی از سطح سلول به داخل سلول پرداختیم. شکل ۴۲-۱۶ به مقایسه‌ی چهار مسیری که در مورد آن پیشتر توضیح دادیم می‌پردازد. این مسیرها عبارتند از مسیرهایی که از گیرنده‌های وابسته به پروتئین G شروع می‌شوند و از طریق آدنیلیل سیکلاز و فسفولیپاز C پیش می‌روند، و مسیرهایی که از گیرنده‌های تیروزین کیناز آغاز شده و از طریق فسفولیپاز C، یا Ras و یا PI3K عمل می‌کنند. هر مسیر جدای از مسیر دیگر است اما از اجزاء مشترکی برای انتقال پیام استفاده می‌کنند و به طرز حیرت‌آوری در بسیاری از اصول عملکردشان مشابه می‌باشند. مسیره‌های مختلف در بعضی از اجزا مشترک می‌باشند و تمام آنها پروتئین کینازهای فعال شده هستند که به نظر می‌آید در هر رخدادی در سلول نقش تنظیم‌کنندگی دارند.

در حقیقت پیچیدگی این مسیرها بیشتر از حدی است که ما این‌جا شرح دادیم. اول آنکه ما بسیاری از مسیره‌های پیام‌رسان درون‌سلولی در دسترس سلول را توضیح ندادیم، که حتی اکثر آنها برای تکوین صحیح ضروری هستند و در سلول‌های سرطانی مختل می‌شوند (ر.ش. شکل ۴۹-۲۰). دوم آن‌که مسیره‌های اصلی در قسمت‌هایی با هم برهم‌کنش دارند که آن را توضیح ندادیم. این برهم‌کنش‌ها به روش‌های مختلف می‌باشند که عمده‌ترین آنها به‌واسطه‌ی پروتئین کینازهای هر مسیر است. این کینازها، اجزاء سایر مسیره‌های پیام‌رسانی را همانند اجزاء مسیر پیام‌رسانی خودشان فسفریله و تنظیم می‌کنند.

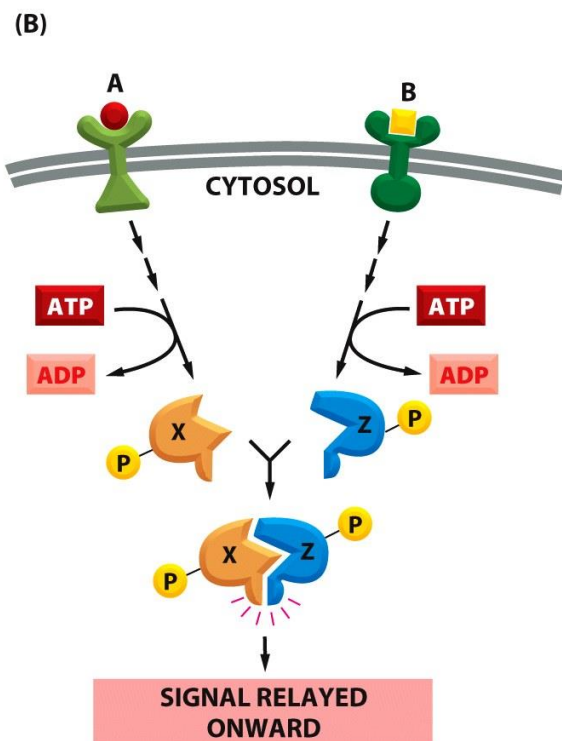
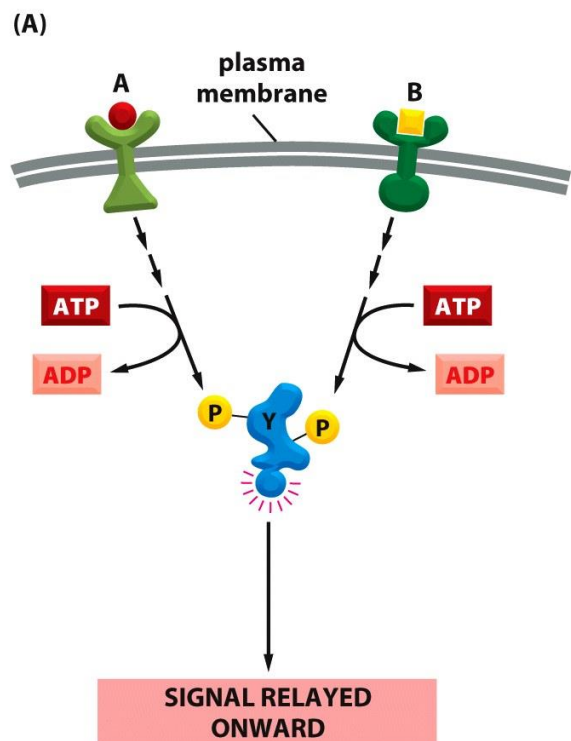


شبکه‌های پروتئینی کینازی به‌منظور کنترل رفتارهای پیچیده‌ی سلولی،

اطلاعات را یکپارچه می‌کنند

بنابراین، بین مسیرهای مختلف و در حقیقت بین کل سیستم‌های کنترل‌کننده‌ی سلول گفتگوی دوطرفه وجود دارد (شکل ۴۲-۱۶). برای آن‌که ایده‌ای از مقیاس سیستم تنظیم‌کننده‌ی سلول حاصل شود، ذکر این نکته لازم است که تخمین زده شده است که حدود ۲٪ از سی هزار ژن، پروتئین کینازهایی را کد می‌کنند و بیش از هزار نوع مختلف پروتئین کیناز ممکن است در هر سلول پستاندار وجود داشته باشد. تحت چنین شرایطی چگونه می‌توانیم کلاف پیچیده‌ی ارتباطات کنترلی را درک کنیم و عملکرد پیچیده‌ی ارتباطی چه می‌باشد؟

یک سلول پیام‌هایی از منابع زیادی دریافت می‌کند و باید اطلاعات منابع مختلف زیادی را در هم ادغام نماید و از آنها برای ایجاد یک پاسخ مناسب یعنی بقاء یا مرگ، تقسیم یا تمایز، تغییر شکل، ترشح یک محصول شیمیایی و غیره استفاده کند (فیلم‌های ۸-۱۶، ۷-۱۶). از طریق گفتگوی دوجانبه بین مسیرهای پیام‌رسانی، سلول قادر است دو یا چند واحد اطلاعاتی را در کنار هم قرار دهد و به آن واکنش دهد. بنابراین بعضی پروتئین‌های درون‌سلولی می‌توانند نظیر ابزارهای یکپارچه‌کننده عمل کنند، زیرا هر پروتئین دارای چندین محل فسفریلاسیون بالقوه می‌باشد که هر کدام می‌توانند توسط یک پروتئین کیناز متفاوت فسفریله شوند. بنابراین اطلاعات ارسالی از منابع مختلف می‌توانند توسط چنین پروتئین‌هایی همگرا شوند و سپس به یک پیام تبدیل گردند و به‌سمت جلو ارسال شوند (شکل ۴۳-۱۶ و نیز ر.ش. شکل ۱۳-۱۶).



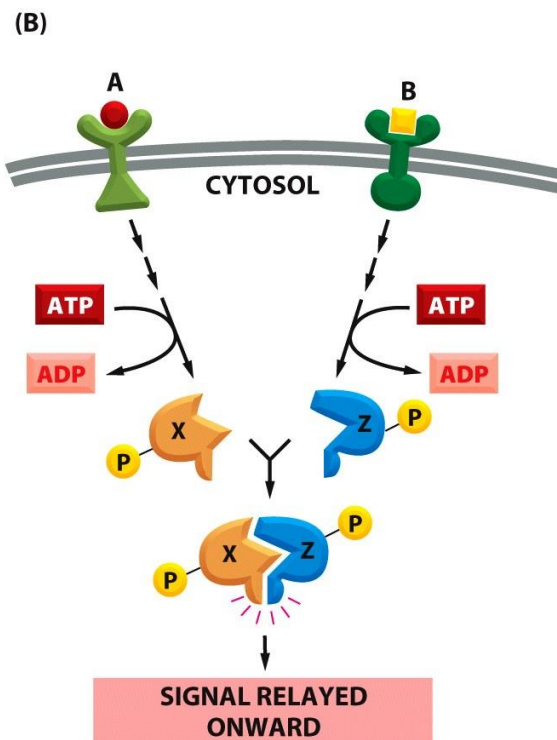
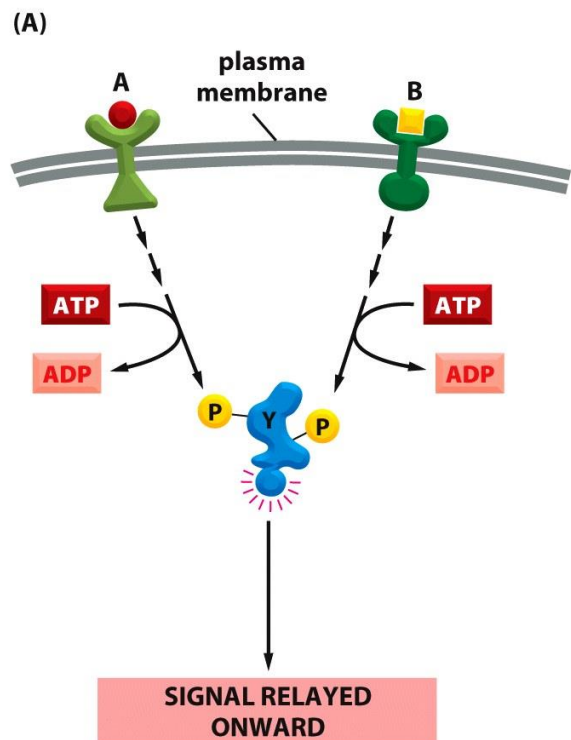
شبکه‌های پروتئینی کینازی به‌منظور کنترل رفتارهای پیچیده‌ی سلولی،

اطلاعات را یکپارچه می‌کنند

در حقیقت، پروتئین‌های یکپارچه‌کننده‌ی پیام

می‌توانند پیام را به اهداف پایین‌دست بسیاری مخابره کنند. به این ترتیب، سیستم پیام‌رسانی درون‌سلولی می‌تواند همانند شبکه‌ای از سلول‌های عصبی در مغز یا ریزپردازنده‌های کامپیوتر عمل کند و اطلاعات پیچیده را تفسیر نماید و پاسخ‌های پیچیده بدهد.

کشفیات ما در مورد مسیرهای مورد استفاده در پردازش سیگنال‌های محیطی، ما را از گیرنده‌های سطح سلول به سمت پروتئین‌هایی که در اعماق سلول سیستم‌های کنترلی پیچیده را تشکیل می‌دهند، هدایت می‌کنند. ما آرایش‌های وسیعی از شبکه‌های پیام‌رسانی را آزمایش کرده‌ایم که فرآیندهای متفاوتی را از جمله ذخیره‌ی اطلاعات و پاسخ مناسب و مفید برای موجود را پردازش و ترکیب می‌کند. اما دانسته‌های ما درباره‌ی این شبکه‌ی پیچیده همچنان در حال تحول است. ما هنوز در حال کشف اتصالات بین زنجیره‌ها و اجزاء پیام‌رسانی جدید و ارتباطات جدید و حتی مسیرهای جدید پیام‌رسانی هستیم و باید در مورد مسیرهای پیام‌رسانی سلول‌های حیوانی اطلاعات بیشتری را به‌دست آوریم. همچنین اطلاعات کمی از مسیرهای پیام‌رسانی در گیاهان داریم.



شبکه‌های پروتئینی کینازی به‌منظور کنترل رفتارهای پیچیده‌ی سلولی، اطلاعات را یکپارچه می‌کنند

رمزگشایی از مسیرهای پیام‌رسانی زمینه‌ی پویایی از تحقیقات را شامل می‌شود و همه‌روزه کشفیات جدید در سیستم‌های گیاهی و جانوری انجام می‌شود. پروژه‌های تعیین توالی ژنوم، لیست‌های طولانی را از اجزایی که در انتقال پیام در گونه‌های مختلف موجودات دخیل هستند، تهیه کرده‌اند. حتی در صورت نشان دادن تمام اجزاء هنوز این مسأله باقی است که چگونه آنها با هم جور می‌شوند و در کنار هم باعث می‌شوند که سلول، آرایش‌های متنوعی از پیام را با هم تلفیق کند و از راه مناسب به آنها پاسخ دهد. در این راستا فهم این که سلول‌ها چگونه فکر می‌کنند مشکلی است مانند فهمیدن این که ما به‌عنوان انسان چگونه فکر می‌کنیم. مثلاً هر چند می‌دانیم که چگونه نوروترانسمیترها نورون‌های خاص را فعال می‌کنند و چگونه یک نورون با نورون دیگری ارتباط برقرار می‌کند، اما ابداً فهم اساسی از این که چگونه این اجزا با هم کار می‌کنند تا ما بتوانیم تدبیر داشته باشیم، بحث کنیم، بخندیم، دوست داشته باشیم و سعی کنیم اساس ذات جهان و زندگی روی زمین را بشکافیم، ممکن نیست.