

ENSEIGNEMENT DE SCIENCES DE LA VIE ET DE LA TERRE (SVT)
°° SCIENCES DE LA VIE °°
>> Cours <<

Chapitre 6 : plan complet

Organisation fonctionnelle de la cellule

Objectifs : extraits du programme
Introduction

- I. Des cellules limitées par une membrane, variablement compartimentées et présentant une information génétique
 - A. Une limitation des cellules et des compartiments par des membranes biologiques
 - B. Une haute compartimentation des cellules eucaryotes impliquant une spécialisation et une coopération des volumes cellulaires
 1. Nature et conséquences fonctionnelles de la compartimentation
 - a. Notions de compartiment et d'organites
 - b. Intérêts de la compartimentation cellulaire
 - c. Limites et contraintes de la compartimentation cellulaire
 2. Le cytosol ou hyaloplasme, liquide fondamental de la cellule contenant des enzymes nombreuses et des ribosomes
 3. Le noyau, organite bimembranaire rassemblant l'essentiel du matériel génétique de la cellule
 4. Un ensemble de compartiments plutôt monomembranaires impliqués dans les flux vésiculaires : le système endomembranaire
 - a. Le réticulum endoplasmique granuleux (REG) ou rugueux (RER), ensemble de citernes couvertes de ribosomes où mûrissent les protéines sécrétées, membranaires ou du système endomembranaire
 - b. Le réticulum endoplasmique lisse (REL), réseau tubulaire où a lieu la synthèse des lipides membranaires (voire des hormones stéroïdes ou des triglycérides) et le stockage de calcium (notion de calciosome)
 - c. L'appareil de GOLGI, ensembles des dictyosomes où sont modifiées les protéines sécrétées / membranaires / du réseau endomembranaire et où certains composés matriciels glucidiques sont synthétisés [incl. vésicules d'exocytose]
 - d. Les lysosomes, organites de taille vésiculaire, acides, riches en enzymes hydrolytiques digérant les molécules endocytées et les organites endommagés [cellules animales]
 - e. La vacuole (ou les vacuoles), compartiment turgescent à rôles multiples (osmose, réserve, recyclage moléculaire, squelette...) [cellules végétales]
 5. Les péroxysomes, organites de taille vésiculaire assurant le métabolisme des ROS et d'autres réactions, dont une partie de la photorespiration végétale [+ notion de *microbody*]
 6. Des organites semi-autonomes pluricompartimentés intervenant dans le métabolisme énergétique : mitochondries et plastes
 - a. Les organites semi-autonomes : organites capables de produire des polypeptides et issus d'une endosymbiose
 - b. L'endosymbiose (primaire ou secondaire) des organites semi-autonomes : arguments et modalités
 - α. Notion d'endosymbiose et arguments
 - β. Endosymbiose primaire (cas des mitochondries de tous les Eucaryotes et des plastes de la Lignée verte) vs. endosymbiose secondaire (cas des plastes d'autre lignées)
 - c. Les mitochondries, organites assurant la respiration cellulaire et participant à des réactions anaboliques [toutes cellules eucaryotes]
 - d. Les chloroplastes, organites réalisant la photosynthèse [cellules végétales]
 - e. L'existence d'autres types fonctionnels de plastes dans des cellules autres que les cellules chlorophylliennes [cellules végétales]
 7. Bilan : vue d'ensemble des organites
 - C. Une organisation des cellules bactériennes notamment caractérisée par une compartimentation faible
 1. Une membrane plasmique, une paroi et d'éventuelles expansions
 - a. Une membrane plasmique semblable à celle des Eucaryotes
 - b. Une paroi à rôle squelettique de deux types : GRAM + et GRAM –
 - c. Des échanges autorisés par la membrane et la paroi, ainsi que la respiration cellulaire
 - d. L'existence possible d'une expansion de la paroi (capsule, mucilages...) et la capacité de former des biofilms
 2. Une compartimentation faible à inexistante
 - a. L'absence fréquente de système endomembranaire chez les Eubactéries, mais une ébauche de compartimentation chez les Gram – liée au périplasma
 - b. Un cytoplasme généralement monocompartimenté comprenant du cytosol, des ribosomes, des inclusions et l'information génétique
 - c. La présence de thylakoïdes chez les Cyanobactéries
 3. La présence possible d'expansions (pili, flagelles bactériens)
 - D. Une information génétique dans chaque cellule
 1. Chez les Eucaryotes : une information génétique compartimentée, scindée en une composante principale nucléaire et une composante mineure dans les organites semi-autonomes
 2. Chez les procaryotes : une information génétique cytoplasmique scindée en une composante principale, le chromosome bactérien (dans le nucléoïde), et une composante mineure fréquente, les plasmides
- II. Des cellules organisées par un squelette interne dynamique qui intervient dans leur fonctionnement : le cytosquelette
 - A. Le cytosquelette eucaryote : un réseau protéique impliqué dans la structuration et le fonctionnement cellulaires
 1. Une armature protéique en réseau à localisation surtout cytosolique : trois types de constituants principaux en interaction avec des protéines associées
 - a. Les éléments de cytosquelette (*stricto sensu*) : trois grands types de constituants
 - α. Les microtubules (MT) : des filaments cylindriques creux et orientés, composés de treize protofilaments de dimères de tubulines α-β
 - β. Les filaments intermédiaires (FI) : des composés protéiques variés typiquement assemblés en dimères / tétramères / protofilaments / filaments [non orientés]
 - γ. Les microfilaments (MF = μM) d'actine : deux chaînes torsadées orientées (actine filamenteuse = actine F) composées d'actine globulaire (actine G)
 - b. Les protéines accessoires (= annexes = associées) du cytosquelette : une grande diversité d'agents protéiques interagissant avec le cytosquelette
 - α. Les protéines de pontage : des protéines assurant l'association des éléments de cytosquelette en faisceaux ou en réseau

- β. Les protéines de coiffe : des protéines empêchant la dépolymérisation des extrémités de microtubules ou de microfilaments
 - γ. Les protéines de stabilisation ou de déstabilisation : des protéines contrôlant la stabilité des éléments de cytosquelette
 - δ. Les protéines d'association aux membranes (protéines d'ancrage) et les protéines de liaisons aux jonctions cellulaires (protéines de liaisons)
 - ε. Les protéines motrices (= nanomoteurs = moteurs moléculaires) : des protéines qui se déplacent (de manière ATP-dépendante) sur le cytosquelette et assurent la motilité cellulaire
 - 2. Des éléments qui s'assemblent selon des modalités précises et avec une dynamique particulière (*in vivo* ou *in vitro*)
 - a. Les microtubules : des éléments polymérisables et dépolymérisables (en lien avec la GTP / la GDP)
 - b. Les microfilaments d'actine : des éléments polymérisables et dépolymérisables (en lien avec l'ATP / l'ADP)
 - c. Les filaments intermédiaires : des éléments autoassemblés mais dissociables par phosphorylation
 - 3. Des composés structurant et organisant la cellule
 - a. Cas des microtubules
 - α. Dans les cellules animales
 - i. Dans la plupart des cellules : une armature en étoile rayonnant à partir du centrosome
 - ii. Dans la plupart des cellules épithéliales : une armature dont les unités présentent une disposition essentiellement parallèle
 - iii. Dans les expansions cytoplasmiques motiles pourvues d'un axonème ou undulipodia (cils, flagelles)
 - β. Dans les cellules végétales : un positionnement circulaire périphérique en interphase (et une disposition variable en division)
 - b. Cas des microfilaments d'actine
 - α. Dans les cellules animales épithéliales : un réseau plutôt périphérique participant au maintien de la forme cellulaire et structurant les microvillosités
 - β. Dans d'autres types de cellules : une organisation et une dynamique en lien avec la fonction
 - γ. Dans les cellules végétales : un réseau qui organise en partie l'intérieur de la cellule (si l'on excepte le rôle de la vacuole turgescente)
 - c. Cas des filaments intermédiaires : dans le noyau de toutes les cellules eucaryotes (lamines nucléaires) et dans le cytosol des cellules animales
 - 4. Des composés impliqués dans le fonctionnement et le dynamisme cellulaires
 - a. Le trafic vésiculaire et le déplacement d'organites
 - α. Un déplacement sur le réseau de microtubules (dynéines, kinésines), notamment dans les cellules animales
 - β. La possibilité d'utiliser le réseau d'actine, particulièrement dans les cellules végétales (myosines) : l'exemple de la cyclose
 - b. Les processus de motilité cellulaire, déformation et migration
 - α. La contraction musculaire permise par le couple actine-myosine
 - β. Le déplacement des cils et flagelles permis par le couple microtubules-dynéine au sein de l'axonème
 - γ. La déformation et la migration de cellules animales permises par une réorganisation des éléments de cytosquelette et des jonctions transitoires avec la matrice extracellulaire
 - c. Les processus dynamiques associés aux divisions cellulaires
 - α. La migration des chromosomes au cours de la division : un couplage entre la polymérisation-dépolymérisation des microtubules du fuseau de division et des protéines motrices
 - β. La constriction entre cellules filles lors de la cytodivision animales : un couplage actine-myosine
 - γ. La séparation des cellules filles lors de la cytodivision végétale : un couplage microtubules / protéines motrices
 - δ. La vésicularisation du noyau et sa reformation : la phosphorylation-déphosphorylation des lamines nucléaires
- B. Le cytosquelette bactérien : l'identification de protéines homologues aux protéines cytosquelettiques eucaryotes**
1. La protéine FtsZ, protéine homologue de la tubuline
 2. Les protéines FtsA, MreB et ParM, protéines homologues de l'actine
 3. La crescentine, protéine homologue des filaments intermédiaires
 4. Des protéines cytosquelettiques propres sans homologie avec le cytosquelette eucaryote

III. Les cellules, des systèmes thermodynamiques ouverts traversés par des flux de matière, d'énergie et d'information

- A. Des cellules eucaryotes traversées par des flux impliquant des échanges avec l'extérieur et une coopération entre compartiments**
1. Spécialisation et coopération des compartiments entre eux et avec le milieu extracellulaire
 - a. Une complémentarité nécessaire
 - b. Les modalités des flux entre compartiments ou avec l'extérieur de la cellule : transferts transmembranaires, translocation, trafic vésiculaire
 2. Mise en évidence d'un flux sécrétoire (= cycle sécrétoire) dans les cellules acineuses pancréatiques : les expériences historiques de PALADE (années 1960)
 - a. Principe des expériences
 - α. Principe du *pulse-chase* : le suivi d'un élément radioactif dans le temps et l'espace
 - β. Obtention de résultats : autoradiographie, comptage de grains d'argent, ultracentrifugation avec dosage de radioactivité
 - b. Résultats et interprétation
 3. La nature des principaux flux dans les cellules eucaryotes (au travers de l'exemple de l'entérocyte et de la cellule chlorophyllienne)
 - a. Des flux de matière
 - b. Des flux d'énergie
 - α. Une production catabolique d'ATP dans les deux types de cellules
 - β. Une production photosynthétique de métabolites dans la CPP
 - c. Des flux d'information
 - α. Un flux génétique : une expression séquentielle et compartimentée de l'information génétique
 - β. Un flux d'informations issues de signaux extérieurs à la cellule (communications intercellulaires ou stimuli environnementaux)
- B. Des cellules procaryotes traversées par des flux cytoplasmiques et des échanges avec le milieu extracellulaire (dont le domaine pariétal)**
1. Des échanges de matière au niveau membranaire et pariétal
 2. Des flux d'énergie avec la production catabolique d'ATP au niveau membranaire (en lien avec le périplasme où sont concentrés les protons)
 3. Des flux d'information
 - a. Un flux génétique : une traduction co-transcriptionnelle dans le cytosol
 - b. Un flux d'informations issues de signaux extérieurs à la cellule

Pour faire une fiche de révision : quelques pistes

Références

Plan du chapitre

Plan simplifié (3 niveaux de plan)

Plan très simplifié (2 niveaux de plan)



T. JEAN (2023)