

## Principali funzioni degli organelli cellulari

### **Plasmalemma o membrana cellulare**

- trasporto attivo (formazione gradiente osmotico, chimico ed elettrico)
- trasporto passivo attraverso canali (canali senza porta o con porta: a controllo di potenziale o di recettore)
- endocitosi ed esocitosi
- esposizione (fuori) di recettori per molecole 'segnale', ormoni, mediatori chimici e sostanze da endocitare
- legame (dentro) di componenti del citoscheletro
- scambio diretto di ioni e piccole molecole tra cellule adiacenti, mediante gap-junctions
- adesione al substrato e adesione a cellule adiacenti (glicocalice, lamina basale)
- conduzione dell'impulso nervoso

### **Reticolo endoplasmatico ruvido (RER)**

- sintesi di proteine da esocitare, enzimi lisosomali, proteine transmembrana, recettori, anticorpi
- glicosilazione iniziale delle proteine sintetizzate
- produzione di membrana per gemmazione di vescicole [vescicole intermedie]

### **Reticolo endoplasmatico liscio (REL)**

- sintesi di acidi grassi, gliceridi, lipidi semplici e complessi, acido l-ascorbico, colesterolo e steroidi
- metabolismo di lipidi, steroidi e monosaccaridi
- ossidazione e metabolismo di sostanze esogene (es. farmaci, sostanze tossiche ingerite)
- sintesi e metabolismo del glicogeno (sulla superficie rivolta verso il citoplasma)
- sequestro e rilascio di ioni calcio
- sistema di demarcazione dei megacariociti
- reticolo sarcoplasmatico del muscolo striato scheletrico e cardiaco

### **Complesso di Golgi**

- captazione vescicole intermedie provenienti dal RER
- captazione vescicole rivestite di origine endocitica
- formazione di vescicole di condensazione per la secrezione
- formazione di lisosomi
- formazione dei granuli dei granulociti
- formazione dell'acrosoma dello spermatozoo
- sintesi di poli- e mucopoli-saccaridi (polimerizzazione, aminazione, acetilazione e solforilazione di carboidrati)
- glicosilazione, solforilazione, fosforilazione di proteine e lipidi

### **Lisosomi**

#### *Attività intra-cellulare*

- endocitosi (con finalità trofiche, in tutti i tipi cellulari)
- endocitosi (con finalità metaboliche, es. elaborazione dell'ormone tiroideo)
- fagocitosi (con finalità di difesa, in macrofagi, granulociti e microglia)
- autofagocitosi (demolizione di strutture cellulari invecchiate o danneggiate, in tutti i tipi cellulari)
- apoptosi (eliminazione di cellule: v. regressioni morfogenetiche, controllo della proliferazione, ecc.)
- crinolisi (eliminazione dell'eccesso di prodotto di secrezione in particolari ghiandole)

#### *Attività extra-cellulare*

- riassorbimento della matrice ossea (osteoclasti) e cartilaginea (condroclasti)
- fecondazione (acrosoma dello spermatozoo)
- lisi dell'endometrio (sinciziotrofoblasto)

### **Prossisomi o microbodies**

- catabolismo purinico (urato ossidasi)
- demolizione del perossido di idrogeno (catalasi)
- sintesi di acido malico e acido succinico (ciclo dell'acido glicossilico)

### **Mitocondri**

- ossidazione di acido piruvico e/o beta-ossidazione degli acidi grassi con sintesi di acetil-CoA
- ciclo di Krebs con sintesi di NADH, FADH e GTP
- metabolismo ossidativo di lipidi e aminoacidi
- fosforilazione ossidativa e sintesi di ATP
- produzione di specie reattive di ossigeno (superossido e H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>)
- liberazione fattori che inducono l'apoptosi
- omeostasi del calcio
- biosintesi di ormoni steroidi
- trascrizione e traduzione di genoma mitocondriale
- accumulo di sostanze di riserva (granuli di vitello in ovociti)

### **Centriolo / Centrosoma**

- centro di organizzazione e accrescimento dei microtubuli (v. MTOC: microtubule organizing centre)
- centro di riferimento interno del citoscheletro in generale per controllare l'assetto interno ed il movimento cellulare
- centro di formazione delle ciglia e del flagello (come corpuscolo basale)

### **Citoscheletro**

#### *Filamenti intermedi*

- controllo della forma cellulare isto-specifica (marcatori tissutali)
- distribuzione delle forze tensorie sulla la membrana
- convergenza e ancoraggio sui desmosomi (citocheratine)
- mantenimento dell'assetto delle proteine transmembrana e dei canali ionici
- mantenimento dell'assetto dei pori nucleari (lami ne nucleari)

#### *Filamenti di actina*

- movimento e contrazione cellulare
- flusso del citosol (citoplasma solubile)
- movimento di organelli, vescicole, granuli di secreto, mitocondri, lisosomi, ecc.
- ancoraggio alla membrana (mediante proteine di adesione: spectrina, anchirina, miniosina,  $\alpha$ -actinina, vinculina, talina, integrina, ecc.)
- convergenza e ancoraggio sulle giunzioni aderenti (zonulae adhaerentes) e sui contatti focali (close contacts)

#### *Microtubuli*

- flusso citoplasmatico centripeto mediante proteine associate (MAP: dineina, verso estremità-) e centrifugo (kinesina, verso estremità+)
- flusso citoplasmatico mediante assemblaggio/disassemblaggio tubulina dall'estremità+ all'estremità- (nastro trasportatore)
- fuso mitotico
- formazione centriolo e del corpuscolo basale delle ciglia e del flagello

## Epiteli di rivestimento

[ t= solo tratti; c=ciliato; mv=con microvilli; sttcil=con stereociglia; cher=cheratinizzato]

### **Epitelio semplice pavimentoso**

- endotelio dei vasi sanguigni e linfatici
- mesotelio delle tonache sierose: pleure, pericardio e peritoneo
- foglietto parietale della capsula di Bowman
- alveoli polmonari
- superficie interna del timpano e labirinto membranoso
- superficie posteriore della cornea
- rete testis

### **Epitelio semplice isoprismatico o cubico**

- superficie dell'ovaio
- superficie profonda del cristallino
- epitelio pigmentato della retina
- tubulo contorto prossimale (mv) e distale del rene
- corpo ciliare
- plessi corioidei

### **Epitelio semplice batiprismatico o cilindrico**

- stomaco
- intestino tenue (mv) e crasso
- bronchioli (cil)
- utero e tube uterine (cil)
- cistifellea

### **Epitelio semplice iso/batiprismatico**

- tiroide
- ansa di Henle
- ependima (cil)
- vescichette seminali
- follicoli ovarici unilaminari
- dotti escretori delle ghiandole esocrine

### **Epitelio stratificato pavimentoso**

- bocca (palato, gengiva, labbra e lingua), faringe (t) ed esofago
- superficie anteriore della cornea
- vagina
- canale anale (t)
- uretra distale
- epidermide (cher)

### **Epitelio stratificato iso/batiprismatico**

- uretra (t)
- laringe (t), faringe (t) e faccia posteriore dell'epiglottide (cil)
- grossi dotti escretori delle ghiandole esocrine
- epididimo (stcil) (t)
- follicoli ovarici in accrescimento
- congiuntiva
- canale anale (t)

### **Epitelio di transizione**

- bacinetto renale, uretere, vescica e uretra (tratto iniziale)

### **Epitelio pseudostratificato o pluriseriato**

- cavita nasali, rinofaringe, laringe (t), trachea, e bronchi (tutti cil)
- epididimo (stcil) (t), deferente, uretra (t)
- tuba uditiva

## Ghiandole esocrine (quelle in corsivo non sono in programma)

M: morfologia; S: natura del secreto; E: modalita' di estrusione del secreto; L: localizzazione

### **Sudoripara**

- M tubulare semplice a glomerulo
- S sali e cataboliti
- E (a) varietà eccrina, (b) varietà apocrina
- L (a) derma comune, (b) derma della cute di mammella, inguine e ascella

### **del Cerume**

- M *tubulare semplice ramificata*
- S *sali, lipidi, cataboliti*
- E *apocrina*
- L *derma e ipoderma della cute del condotto uditivo esterno*

### **Sebacea**

- M acinosa semplice o ramificata
- S lipidi (sebo)
- E olocrina
- L derma cutaneo, annessa ai follicoli piliferi

### **Mammaria** (in attività)

- M otricolari composte, in gruppi di 15-20 piccole ghiandole separate
- S (a) lipidi, (b) caseina, lisozima, lattosio, ecc. e sali
- E (a) apocrina, (b) eccrina
- L derma della mammella

### **di Von Ebner**

- M *tubulo-acinosa composta*
- S *lipasi*
- E *eccrina sierosa*
- L *tonaca mucosa profonda della lingua, sotto i calici gustativi*

### **di Meibomio**

- M *acinosa semplice ramificata*
- S *lipidi (sebo)*
- E *olocrina*
- L *derma della cute della palpebra superiore*

### **Parotide**

- M acinosa composta
- S amilasi
- E eccrina sierosa
- L extraparietale, sbocco sulla mucosa boccale

### **Sottomandibolare e Sottolinguale**

- M tubulo-acinose composte
- S zimogeno e mucopolisaccaridi
- E eccrine miste, con acini sierosi, acini mucosi e acini misti
- L extraparietali, sbocchi sulla mucosa boccale

### **Salivari minori (labiali, palatine, lingueali, ecc.)**

- M tubulo-acinose composte
- S mucopolisaccaridi
- E eccrine mucose
- L tonaca mucosa della bocca

### **Lacrimale**

- M acinosa composta
- S lisozima
- E eccrina sierosa
- L tonaca mucosa e sottomucosa congiuntivale

### **Esofagee e Tracheali**

- M *tubulo-alveolari composte*
- S *mucopolisaccaridi*
- E *eccrine mucose*
- L *tonaca mucosa e sottomucosa dei rispettivi organi*

### **Piloriche e cardiaci**

- M *tubulari ramificate*
- S *mucopolisaccaridi*
- E *eccrine mucose*
- L *tonaca mucosa delle rispettive regioni gastriche*

### **Gastriche del fondo e del corpo dello stomaco**

- M tubulare semplice con
  - cellule del colletto, mucoidi, allo sbocco della ghiandola
  - cellule parietali, o delomorfe, o acidofile, o ossintiche, secernenti HCl, piu' concentrate verso la superficie
  - cellule principali, o adelomorfe, o basofile, o zimogeniche, eccrine, secernenti pepsinogeno, piu' concentrate verso la base
  - cellule apud, endocrine, secernenti verso il polo basale
  - cellule staminali, basali
- L tonaca mucosa del fondo e del corpo dello stomaco, con sbocco alla base delle fossette gastriche

### **Intestinali o cripte del Lieberkuhn**

- M tubulare semplice con
  - cellule mucipare caliciformi, piu' frequenti nell'intestino crasso
  - cellule assorbenti o enterociti, piu' frequenti nell'intestino tenue
  - cellule del Paneth, sierose, piu' frequenti in profondita'
  - cellule apud, endocrine, secernenti verso il polo basale
  - cellule staminali, basali
- L tonaca mucosa intestinale; sbocco alla base dei villi nel tenue

### **Duodenale propria o del Brunner**

- M tubulare ramificata o tubulare composta
- S mucopolisaccaridi neutri
- E eccrina mucoide
- L sottomucosa duodenale; sbocco alla base dei villi

### **Pancreas esocrino**

- M acinosa composta
- S tripsinogeno, lipasi, amilasi, ecc.
- E eccrina sierosa
- L extraparietale, con due doti principali sulla mucosa duodenale

### **dell'Utero**

- M tubulare semplice
- S mucopolisaccaridi neutri
- E eccrina mucoide
- L tonaca mucosa e sottomucosa dell'utero (endometrio)

## **Ghiandole endocrine**

epifisi, ipofisi, tiroide, paratiroidi, isole di Langerhans, surrene, corpo luteo (si rimanda al testo)

## **Tessuti Connettivi**

### **Tessuto connettivo lasso tipico**

- tonache proprie e sottomucose
- stroma e connettivo interstiziale degli organi
- tonaca intima e avventizia delle arterie (quella media è muscolo liscio)
- tonaca intima, media e avventizia delle vene
- guaine delle fibre nervose e muscolari (endonervio ed endomisio)
- stroma sottocutaneo

### **Tessuto mucoso**

- gelatina di Wharton del cordone ombelicale
- polpa dentaria (adulto)
- orecchio interno (adulto)
- umor vitreo dell'occhio

### **Tessuto reticolare**

- lamina reticolare della membrana basale degli epitelii
- guaina reticolare delle fibre muscolari scheletriche e nervose
- stroma reticolare della muscolatura liscia e cardiaca
- stroma reticolare del tessuto adiposo
- stroma reticolare degli organi ghiandolari, emopoietici, del polmone, del rene e del fegato

### **Tessuto pigmentato**

- stroma dell'iride e della coroide
- derma (più abbondante nelle razze di colore)

### **Tessuto adiposo bianco**

- pannicolo adiposo sottocutaneo
- ipoderma delle regioni articolari
- loggia renale
- loggia orbitale dell'occhio
- mediastino, borsa omentale e mesentere
- regioni retroperitoneale, ascellare e inguinale
- stroma del midollo osseo giallo (a carattere invasivo)
- stroma di ghiandole salivari (a carattere invasivo)

### **Tessuto adiposo bruno (nel feto)**

- regioni cervicale, interscapolare, ascellare e mediastinica
- regioni perirenale e retropubica
- lungo il decorso dei vasi maggiori

### **Tessuto connettivo compatto**

- derma
- capsule fibrose degli organi
- epinervio e perinervio, epimisio e perimisio
- periostio e pericondrio (zone più esterne)
- aponeurosi, ligamenti e tendini (fibre parallele)
- tonaca albuginea del testicolo
- stroma della cornea e sclera (fibre intrecciate)

### **Tessuto elastico**

- legamento nucale dei ruminanti
- legamenti gialli delle vertebre
- fascia dello Scarpa
- lamina elastica interna e esterna e lamelle elastiche della tonaca media delle arterie
- sottili lamine elastiche delle vene
- corda vocale vera
- legamento stiloioideo

**Cartilagine ialina**

- superfici articolari
- cartilagini costali
- anelli tracheali
- cartilagini del naso, laringee (tiroidea e cricoidea) e bronchiali
- cartilagine epifisaria (durante l'accrescimento dell'osso in lunghezza)

**Cartilagine elastica**

- padiglione auricolare
- meato uditivo esterno ed interno
- tuba di Eustachio
- cartilagini corniculate e cuneiformi della laringe
- epiglottide

**Cartilagine fibrosa**

- menischi
- dischi intervertebrali
- sinfisi pubica
- articolazione tra prima costa e sterno
- zone di inserzioni tendinee sull'osso
- legamento rotondo del femore

**Tessuto osseo lamellare a fibre intrecciate**

- osso primitivo dell'embrione e del feto
- suture craniche
- labirinto osseo dell'orecchio
- alveoli dentari
- regioni di inserzioni tendinee

**Tessuto osseo spugnoso**

- zona centrale delle ossa brevi e delle ossa piatte
- zona centrale e superficie articolare delle epifisi delle ossa lunghe

**Tessuto osseo compatto**

- parti superficiali delle ossa brevi e delle ossa piatte
- superficie dell'epifisi tranne la zona articolare
- diafisi delle ossa lunghe

**Tessuto mieloide**

nel feto:

- tutto il midollo osseo (emopoietico)

nell'adulto:

*rosso o emopoietico*

- midollo di coste, sterno, corpi vertebrali, ossa corte,
- epifisi prossimali di femore ed omero, diploe della volta cranica
- *giallo o adiposo*
- tutte le altre sedi

**Tessuto linfoide (organi linfoidi secondari)**

- zone periferiche della polpa bianca e zone di polpa rossa della milza (b)
- manicotti linfoidi periarteriali della polpa bianca della milza (t)
- zona corticale (con centri germinativi) e midollare dei linfonodi (b)
- aree paracorticali dei linfonodi (t)
- follicoli linfatici disseminati lungo le tonache mucose delle vie aeree e del canale digerente distinguendo:
  - zona paraepiteliale del follicolo (b)
  - zona connettivale profonda (t)

## Principali differenze tra muscolo cardiaco e scheletrico

### **Cardiaco**

fibrocellule individuali  
 fibrocellule poco allineate  
 cellule tendenti a divergere  
 nuclei centrali  
 miofibrille poco numerose, molto larghe e mal delimitate  
 striatura solo trasversale  
 diadi, coincidenti con la linea Z  
 tubulo T ampio  
 rapporto diadi/sarcomero 1:1  
 reticolo sarcoplasmatico senza cisterne fenestrate  
 mitocondri in file irregolari  
 dischi intercalari  
 placche motrici ridotte  
 bassa densità di innervazione  
 innervazione del SNA

### **Scheletrico**

fibre sinciziali multinucleate  
 fibre strettamente parallele  
 fibre cilindriche  
 nuclei subsarcolemmali  
 miofibrille numerose, sottili e ben separate  
 striatura trasversale e longitudinale  
 triadi, coincidenti con le estremità della banda A  
 tubulo T sottile  
 rapporto triadi/sarcomero 2:1  
 reticolo sarcoplasmatico con cisterne fenestrate  
 mitocondri in file regolari, ai lati della linea Z  
 giunzioni intercellulari assenti  
 placche motrici normali  
 innervazione unitaria (ogni fibra è innervata)  
 innervazione del SNP

## Principali tipi di terminazioni nervose

	<b>effettici o efferenti</b> <i>SNP/SNA</i>	<b>sensitive o afferenti</b> <i>tutte SNP</i>
<b>libere</b> <i>negli spazi intercellulari</i>	Epiteli ghiandolari (fibre eccito-secretrici) (SNA)	Epiteli di rivestimento ( <i>dolore, caldo, freddo</i> ) Connettivo (tendini, derma, cornea, dentina e polpa dentaria, perimio ed endomisio) ( <i>dolore</i> ) Muscolo striato, liscio e cardiaco ( <i>dolore</i> )
<b>strutturate</b> <i>associate a cellule gliali o connettivali specializzate</i>	Placca motrice del muscolo scheletrico (SNP) Sinapsi con le fibrocellule del muscolo liscio (SNA) Sinapsi con le fibrocellule del muscolo cardiaco (SNA)	Fusi neurotendinei e muscolotendinei ( <i>tensione e distensione</i> ) Fusi neuromuscolari ( <i>tensione</i> ) Corpuscoli di senso: Merkel (confine tra epid. e derma) ( <i>tatto</i> ) Meissner (papille dermiche) ( <i>tatto</i> ) Vater-Pacini (t.c.lasso sottocutaneo) ( <i>tensione, pressione</i> ) Golgi-Mazzoni, Krause (ubiquitari) ( <i>tatto</i> ) Ruffini (derma) ( <i>tatto</i> )

## Caratteristiche del SNC, SNP e SNA

### **Territori**

SNC: encefalo e midollo spinale

SNP: nervi cranici e spinali

SNA: gangli e nervi simpatici e parasimpatici

*NB. I nervi spinali sono strutture miste, comprendendo fibre afferenti ed efferenti del SNP e fibre del SNA*

### **Localizzazione dei corpi cellulari**

SNC: sostanza grigia (corteccia e "nuclei") dell'encefalo, cervelletto e sostanza grigia del midollo

SNP: corna anteriori del midollo (neuroni di moto)

gangli spinali (neuroni di senso)

SNA: encefalo e midollo (neuroni pre-gangliari)

gangli autonomici (neuroni post-gangliari)

### **Guaina mielinica, costituita da**

SNC: cellule di oligodendrogli (1 cellula per più assoni)

SNP/SNA: cellule di Schwann (1 cellula per ogni assone, presenti incisure di Schmidt-Lanterman e spirali paranodali)

### **Guaina mielinica**

#### **presente in**

SNC: sostanza bianca (assoni dei neuroni del I tipo di Golgi)

SNP: fibre di moto (massimo spessore) e di senso (spessore minore)

SNA: fibre pre-gangliari (v. ramo comunicante bianco)

#### **assente in**

SNC: sostanza grigia (assoni di neuroni del II tipo di Golgi)

SNP: nervo olfattivo

SNA: fibre post-gangliari (v. ramo comunicante grigio)

### **Altri rivestimenti**

SNC: lamina basale

astrociti e oligodendrogli (attorno al corpo cellulare, dendriti ed assone)

SNP/SNA: lamina basale

endonervio, detto

- guaina di Key e Retzius nelle fibre mieliniche

- guaina sussidiaria di Ruffini (più spessa) nelle fibre amieliniche

perinervio, detto guaina di Henle a livello delle terminazioni

epinervio