



GUIA DOCENT

ESTRUCTURA I FUNCIO CEL.LULAR

Coordinació: ENCINAS MARTIN, MARIO

Any acadèmic 2023-24

Informació general de l'assignatura

Denominació	ESTRUCTURA I FUNCIO CEL.LULAR			
Codi	100501			
Semestre d'impartició	PRIMER QUADRIMESTRE			
Caràcter	Grau/Màster	Curs	Caràcter	Modalitat
	Grau en Medicina	1	TRONCAL/BÀSICA	Presencial
Nombre de crèdits assignatura (ECTS)	12			
Típus d'activitat, crèdits i grups	Només examen			
Coordinació	ENCINAS MARTIN, MARIO			
Departament/s	MEDICINA EXPERIMENTAL			
Distribució càrrega docent entre la classe presencial i el treball autònom de l'estudiant	H Presencials 120 H. No Presencials 180			
Informació important sobre tractament de dades	Consulteu aquest enllaç per a més informació.			
Idioma/es d'impartició	Català			
Distribució de crèdits	Classes Magistrals (Grup Gran) 6 ECTS Pràctiques Laboratori (Grup Petit) 2 ECTS Seminaris (Grup Mitjà) 4, ECTS			

ESTRUCTURA I FUNCIO CEL·LULAR 2023-24

Professor/a (s/es)	Adreça electrònica professor/a (s/es)	Crèdits impartits pel professorat	Horari de tutoria/lloc
ENCINAS MARTIN, MARIO	mario.encinas@udl.cat	0	

Informació complementària de l'assignatura

És una matèria del primer curs del Grau de Medicina que s'imparteix durant el primer semestre del curs acadèmic. Amb el pla de treball proposat es vol proporcionar, als alumnes que inicien el estudi de Medicina, els coneixements bàsics i necessaris que els han de permetre entendre els processos cel·lulars responsables del funcionament del cos humà i interpretar les bases cel·lulars de les malalties. A més, aquests coneixements s'hauran de saber utilitzar per resoldre problemes de salut, tot utilitzant un llenguatge científic bàsic relacionat amb la Biologia Cel·lular i la Fisiologia General.

A més de facilitar l'adquisició de competències bàsiques transversals, es pretén que els estudiants adquireixin competències terminològiques i els conceptes bàsics de Biologia Cel·lular i Fisiologia General, tant a nivell estructural com funcional. A nivell instrumental, a més de familiaritzar els alumnes amb les tècniques bàsiques emprades en l'estudi de les cèl·lules, es col·laborarà en l'adquisició de competències relacionades amb la seva capacitat de comunicació, el treball en equip i en la utilització de les TIC (Tecnologies de la Informació i Comunicació) per a l'obtenció i el maneig de la informació.

Per facilitar el seguiment d'aquesta matèria és aconsellable que els alumnes procedents de Batxillerat hagin cursat, a més de la Biologia, la matèria optativa Biologia Humana.

Com que una de les competències que han d'adquirir els estudiants de medicina és autoformar-se utilitzant les noves tecnologies, una part de la matèria s'impartirà de forma virtual a través del Campus Virtual de la UdL.

Objectius acadèmics de l'assignatura

1) A nivell de coneixements l'estudiant que superi l'assignatura ha de:

- Conèixer i saber aplicar els conceptes especificats en el programa teòric.
- Saber utilitzar els conceptes cel·lulars i les bases fisiològiques per interpretar aspectes fisiològics i de la patologia humana.
- Conèixer la terminologia i el llenguatge científic bàsic relacionat amb la Biologia Cel·lular i la Fisiologia.

2) Els principals objectius docents que es volen assolir amb les activitats programades són:

- Conèixer i saber identificar microscòpicament diferents tipus de cèl·lules.
- Conèixer a nivell ultraestructural els diferents elements cel·lulars i saber-los distingir.
- Conèixer l'organització molecular i els aspectes funcionals dels diferents òrgans i compartiments cel·lulars. A més, els alumnes hauran de saber aplicar aquests coneixements en la interpretació de situacions fisiopatològiques.

3) A més, l'estudiant que superi la assignatura ha de assolir les següents competències:

- Saber utilitzar correctament el microscopi òptic.
- Saber realitzar les tècniques convencionals bàsiques emprades en la preparació de mostres per a ser observades al microscopi
- Saber descriure el que observa amb un microscopi òptic i identificar-ne els elements observats.
- Descriure i interpretar microfotografies de microscòpia electrònica.
- Utilitzar correctament l'entorn tecnològic bàsic en el qual es desenvoluparà la seva formació (Campus virtual, correu electrònic, dossiers electrònics) i manejar a nivell d'usuari paquets d'informàtics generals
- Adquisició d'hàbits per autoformar-se:
- Cercar, seleccionar i processar la informació relacionada amb la matèria utilitzant les TIC. Mostrar hàbits regulars d'estudi sostenible
- Saber recollir el aspectes més rellevants d'un text científic, elaborar un resum i exposar-lo al seus companys
- Treballar en equip en la resolució de problemes.

Competències

CG7. Comprendre i reconèixer l'estructura i funció normal de el cos humà, a nivell molecular, cel·lular, tissular, orgànic i de sistemes, a les diferents etapes de la vida.
1 Conèixer l'estructura i funció cel·lular
6 Comunicació cel·lular
7 Membranes excitable
8 Cicle cel·lular
9 Diferenciació i proliferació cel·lular
25 Homeòstasi
26 Adaptació a l'entorn
27 Fer servir el material i les tècniques bàsiques de laboratori

Continguts fonamentals de l'assignatura

Tema 1 Introducció als cos humà.

Els compartiments aquosos. Nivells d'organització. Forma i funció. Els compartiments aquosos. Medi intracel·lular. Medi extracel·lular (J. Boada).

Tema 2 Principis bioenergètiques aplicables als sistemes biològics.

ATP moneda energètica, Gradients electroquímics. Processos oxidoreducció (J. Boada)

Tema 3 La cèl·lula com unitat estructural i funcional del cos humà.

Nivells, molecular i cel·lular d'organització dels éssers vius.. Teoria cel·lular. Diversitat cel·lular. Especialització cel·lular: significat funcional, integració de les cèl·lules en teixits. . Concepte de teixit. Les cèl·lules mare com a eina terapèutica. Cèl·lula i malaltia (J. Ribera)

Tema 4 L'entorn cel·lular. La matriu extracel·lular.

Elements acel·lulars del nostre cos. La matriu extracel·lular (MEC): organització molecular, elements fibrosos: el col·lagen i l'elastina, substància fonamental amorfa: proteoglicans i glicosaminoglicans, proteïnes adhesió. La làmina basal. Vesícules extracel·lulars, El matrisoma. Interacció de les cèl·lules amb la MEC: migració cel·lular, reparació de teixits la MEC i la Medicina reparativa. Altres matrius extracel·lulars no col·lagèniques: biofilm (J. Ribera)

ESTRUCTURA I FUNCIO CEL·LULAR 2023-24

Tema 5 Membranes.

Diversitat de membranes. Aïllament de membranes pel seu estudi. Composició i organització molecular de les membranes, bicapes i monocapes. Liposomes, nanopartícules lipídiques sòlides. Lípids de membrana: fosfolipídics, esfingolípids, terpenoides i colesterol. Proteïnes de membrana: integrals, perifèriques i d'ancoratge. Glicocàlix. Propietats de les membranes degudes a la seva composició lipídica: fluïdesa, asimetria, microdominis i polaritat de les membranes. Funcions de la membrana plasmàtica. (J. Ribera)

Tema 6 Membrana cel·lular i adhesió cel·lular.

Integració de les cèl·lules en teixits. L'epiteli com a model d'elements d'adhesió cel·lular. Molècules d'adhesió cel·lular. Estructures cel·lulars relacionades amb l'adhesió cèl·lula a cèl·lula i de la cèl·lula amb la MEC. Molècules d'adhesió i migració cel·lular. Relació de les unions cel·lulars amb el citoesquelet. Adhesió cel·lular i les vies de comunicació cel·lular. L'adhesió cel·lular en la migració cel·lular durant la reparació de teixits, el desenvolupament i la disseminació de tumors. Malalties relacionades amb els mecanismes d'adhesió cel·lular (J. Ribera)

Tema 7 Moviment d'aigua a través de les membranes.

Mecanismes i models de transport que regulen els intercanvis entre els compartiments que separen les membranes. Permeabilitat de les membranes. Difusió i moviment d'aigua: osmosis. Aquaporines (J. Boada, J. Ribera)

Tema 8 Transport macromolecular a través de la membrana.

Relació de la membrana amb els altres compartiments intracel·lulars. Entrada i sortida de substàncies per vesiculació. Endocitosis mitjançada per receptor. La clatrina, les adaptines i la dinamina. Les caveoles. L'endosoma. Exosomes i microvesícules. Endocitosis i estratègies d'infecció usades per virus i bacteris (J. Ribera)

Tema 9 Transport a nivell molecular.

Transport a nivell molecular: transportadors, canals i bombes. Acoblament de sistemes de transport molecular. Barrera hematoencefàlica (J. Boada)

Tema 10 El citoplasma.

El hialoplasma: Sol-Gel Composició i organització del citosol. Dipòsits intracitosòlics: grànuls de glicogen, gotes lipídiques. Degradació de proteïnes: el proteosoma (J. Ribera)

Tema 11 El ribosoma.

Introducció a la síntesi de proteïnes. El ribosoma. Diversitat: ribosomes citosòlics i mitoribosomes. Ribosomes i antibiòtics. Organització molecular. Poliribosomes. Biogènesi del ribosoma. (J. Ribera)

Tema 12 Propietats elèctriques de les membranes.

Bioelectricitat. Bases iòniques del potencial de membrana. Membranes excitable. Potencial electrònic. Potencial d'acció. (J. Boada)

Tema 13 La neurona com a model de cèl·lula excitable.

Aspectes morfofuncionals de les neurones. Polaritat de les neurones. Xarxes neuronals. La beina de mielina. Conducció saltatòria. Concepte de neurotransmissor i receptor. (J. Boada)

Tema 14 Homeòstasi i adaptació a l'entorn.

Medi intern i entorn. Conformisme versus adaptació. Concepte d'homeòstasi. Retroalimentació negativa. Retroalimentació positiva. Homeòstasi i malaltia. Al·lostasi. (J. Boada)

Tema 15 Bases fisiològiques de la comunicació cel·lular.

Etapas de la comunicació cel·lular. Senyalització extracel·lular. Comunicació paracrina. Comunicació endocrina. Comunicació autocrina. Comunicació sinàptica. (J. Boada)

Tema 16 Receptors de senyals de superfície.

Tipus de receptors: Canals, Proteïnes G trimètriques, Receptors enzimàtics: proteïnquinases. Senyalització intracel·lular: transducció de senyal. Segons missatgers (M. Encinas)

Tema 17 Citoesquelet I. Organització molecular

Elements que configuren l'armadura esquelètica de les cèl·lules: Els microtúbuls, els microfilaments, els filaments intermedis (FI). Dinàmica dels elements del citoesquelet, polimerització i despolimerització. La forma cel·lular i citoesquelet: el microvilli, centríols i la polaritat de les cèl·lules, centrosomes. Adhesió cel·lular i citoesquelet (M. Encinas)

Tema 18 Citoesquelet-II Motilitat Cel·lular.

Moviment cel·lular i citoesquelet. Polaritat dels elements del citoesquelet. Proteïnes motores. Motilitat cel·lular: Cilis i flagels, el sarcòmer, prolongacions citoplasmàtiques i migració cel·lular. Transport vesicular intracel·lular relacionat amb el citoesquelet. (M. Encinas)

Tema 19 Contracció muscular.

Bases moleculars i cel·lulars de la contracció muscular. Sinapsi neuromuscular. Múscul esquelètic. Múscul cardíac. Múscul llis. (J. Boada)

Tema 20 El mitocondri.

Conversió energètica en els éssers vius. Fonaments cel·lulars de la respiració. Consum d'oxigen i producció d'oxigen als éssers vius. El mitocondri com element clau en la producció energètica de les cèl·lules; ultraestructura i característiques morfofuncionals del mitocondri. La membrana externa i l'espai intermembranari. La membrana interna: les crestes, organització molecular, permeabilitat i transportadors, la cadena respiratòria, ATP-sintetasa. Moviment de protons a través de la membrana interna, termogènesi, regulació de la mort apoptòtica. La matriu mitocondrial: els mitoribosomes, metabolisme a la matriu, síntesi complex Fe-S. El mitocondri com a òrganul autònom: gens mitocondrials i herència materna, maquinària de síntesi de proteïnes mitocondrials. Proteïnes mitocondrials d'origen citoplasmàtic: TIM i TOM. Mitocondri i envelliment. Variants funcionals de mitocondris (J. Ribera)

Tema 21 El peroxisoma.

Aspectes morfofuncionals: oxidació de compostos orgànics, oxidases i catalases. Paper del peroxisoma a la detoxificació i la síntesi de lípids. L'alfa i la beta-oxidació als peroxisomes. Biogènesi dels peroxisomes: peroxines, PTS. Malalties relacionades amb els peroxisomes.. (J. Ribera)

Tema 22 Bases cel·lulars de la hipòxia i l'estrès oxidatiu.

Cascada de l'oxigen. Resposta cel·lular a la hipòxia: HIF. Anòxia. Hiperòxia. Espècies reactives d'oxigen i nitrogen. Estrès oxidatiu. (J. Boada)

Tema 23 Sistema endomembranós.

Via secretora intracel·lular. Reticle endoplasmàtic: ultraestructura i característiques morfofuncionals, RER i REL. Síntesi de proteïnes al reticle: SRP i el pèptid senyal. Modificació de proteïnes i control de qualitat. Síntesi de lípids. Detoxificació. El reticle sarcoplasmàtic i els dipòsits de calci. Aparell de Golgi. Ultraestructura i característiques morfofuncionals. Modificació de proteïnes. Empaquetament i distribució de components que travessen pel Golgi. Tràfic vesicular. Endosomes. Característiques morfofuncionals. Tràfic intracel·lular. Vesícules recobertes: COP i clatrina. Les proteïnes SNARE. Mecanismes de fusió vesicular. Tràfic entre reticle i Golgi. ERGIC. Transcitosis. Digestió intracel·lular. Els Lisosomes. Característiques morfofuncionals: la bomba de protons. Digestió intracel·lular: fagocitosis, heterofàgia, autofàgia, crinofàgia i cossos residuals. Biogènesi. (M. Encinas)

Tema 24. Secreció cel·lular.

Cèl·lules secretores. Glàndules. Secrecions exocrines. Secrecions endocrines. Eixos endocrins (J. Boada).

Tema 25. El Nucli.

La cèl·lula eucariota i el nucli. Diversitat nuclear. Organització: Embolcall nuclear, la lamina nuclear, el porus nuclear, intercanvis nucleocitoplasmàtics, model nuclear de virus egress. La cromatina, composició, nivells d'organització: les histones i les seves modificacions, nucleosoma, fibra 30 nm, els llaços, cromosomes plomosos o escobreta. Organització espacial i

funcional de la cromatina nuclear: Activitat gènica, eucromatina, heterocromatina i tipus, el cromosoma X. Regions especialitzades del nucli: nuclèol, cossos de Cajal, speckles (J. Ribera)

Tema 26. La reproducció cel·lular.

El cicle cel·lular. Fases. Control del cicle: Els punts de restricció (checkpoints) ciclines i CDKs. Mecanismes de divisió cel·lular: Mitosi: fases, el fus mitòtic, el cromosoma metafàsic. Meiosi: fases. Significat funcional de la mitosi i la meiosi. (M. Encinas)

Tema 27. La mort cel·lular.

Tipus de mort cel·lular. Necrosis: peculiaritats i significat funcional. Apoptosi: peculiaritats. Bases morfològiques i moleculars: cossos apoptòtics, apoptosoma, caspases. Significat funcional Control genètic de l'apoptosi a C. elegans i mamífers. Apoptosi vs. necrosi. (M. Encinas)

Tema 28 Mètodes

Mètodes d'estudi i recerca en Biologia Cel·lular. Tema a desenvolupar com activitat pràctica al laboratori. (J. Ribera, J. Boada i M. Encinas)

Eixos metodològics de l'assignatura

Per assolir els objectius i adquirir les competències atribuïdes es programaran les següents activitats:

Classes magistrals. (CM)

- Aquestes es realitzaran amb tots els alumnes i no són obligatòries.
- Tenen com finalitat donar un visió general del contingut temàtic destacant-hi aquells aspectes que els seran útils en la seva formació en l'àmbit de la Medicina.
- **Aquest curs acadèmic aquestes activitats formatives es realitzaran per vídeoconferència.**

Seminaris

- Aquestes es realitzaran amb 1/6 dels estudiants, **són obligatòries i s'han de fer amb el grup corresponent. NO S'ADMETRAN ELS CANVIS DE GRUP**. Cada grup es subdividirà en 5 grups de treball que sempre estaran integrats pels mateixos alumnes. Aquestes seminaris, a criteri del professor, podran fer-se de forma individual.
- El seminaris tenen com a finalitat que els alumnes apliquin el conceptes teòrics i que aprofundeixin en aquells aspectes més rellevants i mes complexes dels diferents temes.
- **Aquestes seminaris seran presencial i són obligatoris per tots els alumnes**

Activitats virtuals.

- Aquestes activitats es realitzaran a través Campus virtual UdL (Sakai) i avaluables. **Són obligatòries i a criteri del professor podran fer amb grups més petit o individual. Aquesta modalitat s'especificarà en cadascuna de les activitats virtuals.**
- Aprofitant aquest espai els alumnes faran diferents activitats vinculades amb la preparació de continguts temàtics, la aplicació de conceptes, el treball en equip i realització de treballs.

Tutories. (Tut)

- Aquest curs acadèmic es faran per vídeoconferència (telemàticament) i s'anunciaran a través de l'espai virtual.
- Tindrà com a finalitat fer una posada en comú dels continguts temàtics, orientar els aprenentatges evitant la dispersió, clarificar dubtes i establir un diagrama conceptual.

Pràctiques de laboratori. (PL).

- Aquest curs acadèmic degut a la complexitat de la situació es faran unes pràctiques concretes. Aquelles que permetin treballar en grups amb un mínim contacte. **Són obligatòries i avaluables.**
- Les pràctiques de laboratori tenen com a finalitat que els alumnes es familiaritzen amb les tècniques de microscòpia bàsiques, aprenguin a utilitzar el microscopi, coneguin els diferents tipus de microscopis i la seva utilització, apareguin a prepara mostres, que sàpiguin fer anar el microscopi i reconèixer els teixits bàsics.

És **OBLIGATORI** que els estudiants portin en el transcurs de les pràctiques docents:

- Bata laboratori blanca UdL unisex
- Ulleres de protecció
- Guants de protecció química

•

Es pot adquirir a la botiga **ÚDELS** de la UdL

Centre de Cultures i Cooperació Transfronterera – Campus Capped

Carrer de Jaume II, 67 baixos

25001 Lleida

<http://www.publicacions.udl.cat/>

Per a altres equips de protecció (per exemple mascaretes respiratòries, etc.), dependran del tipus de pràctica a realitzar. En aquest cas, el professor responsable informará si és necessari la utilització d'aquests EPI específics.

No portar els EPI descrits o no complir les normes de seguretat generals que es detallen a continuació comportará que l'estudiant no pugui accedir als laboratoris o que hagi de sortir del mateixos.

NORMES GENERALS DE SEGURETAT EN LES PRÀCTIQUES DE LABORATORI

- Mantenir el lloc de realització de les pràctiques net i ordenat. La taula de treball ha de quedar lliure de motxilles, carpetes, abrics...
- En el laboratori no es podrà venir amb pantalons curts ni faldilles curtes.
- Portar calçat tancat i cobert durant la realització de les pràctiques.
- Portar el cabell llarg sempre recollit
- Mantenir les bates cordades per protegir enfront d'esquitxades i vessaments de substàncies químiques.
- No portar polseres, penjolls o mànigues amples que puguin ser atrapats pels equips.
- Evitar portar lents de contacte, ja que l'efecte dels productes químics és molt més gran si s'introdueixen entre la lent de contacte i la còrnia.
- No menjar ni beure dins el laboratori
- Està prohibit fumar dins dels laboratoris
- Rentar-se les mans sempre que es tingui contacte amb algun producte químic i abans de sortir del laboratori.
- Seguir les instruccions del professor i consultar qualsevol dubte sobre seguretat

Pla de desenvolupament de l'assignatura

Degut a la situació tant complexa que estem vivint la programació i el sistema d'avaluació poden canviar, adaptant-se a la situació del moment. Els canvis a la programació es comunicaran per l'espai virtual. Una setmana abans d'iniciar-se el curs s'indicaran les modificacions de la programació per començar el curs. Si és que en hi ha.

Seguint les pautes de la programació:

Inicialment, i per cadascun dels temes, s'oferiran contingut teòrics a través de videoconferències. Sobre aquests continguts teòrics es desenvoluparan la resta d'activitats d'aprenentatge.

Per cadascun dels temes s'obrirà un debat al fòrum (Espai virtual) on es resoldran qüestions, pel professor i els propis alumnes, relacionades amb el tema.

Per aprofundir en els continguts temàtics i aplicar els coneixements teòrics es realitzaran els seminaris, de forma presencial. Prèviament a la data del seminari els alumnes hauran de resoldre un qüestionari de forma individualitzada, a través d'una activitat virtual amb data d'inici i de lliurament.

Aquest curs acadèmic, per les dificultats tècniques, les pràctiques es realitzaran en grups molt reduïts i una bona part d'aquestes seran demostratives.

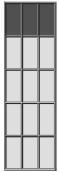
Prèviament a cada avaluació es realitzaran tutories de forma telemàtica per poder clarificar aquells aspectes de la matèria sobre els quals l'alumne tingui dubtes.

L'avaluació de la matèria tindrà una part continua i no recuperable (50% de la matèria) i un altra de continguts teòrics recuperable (50% de la matèria)

Sistema d'avaluació

La nota final serà la suma dels diferents aspectes avaluats:

- 1) Els coneixements adquirits a les classes de teoria i als seminaris s'avaluaran conjuntament en **dos examens parcials** de tipus test. Par a poder fer promig entre els dos parcials **ambdós s'hauran d'haver superat amb una nota igual o superior a 5**, si no és el cas l'assignatura es considerarà suspesa. La nota promig d'aquests dos exàmens suposa el **85% de la nota final** (cada examen parcial té el mateix pes a l'hora de fer promig). Cas de suspendre algun parcial aquest es pot recueprar per separat a l'examen de recuperació.
- 2) Els coneixements adquirits a les sessions de **pràctiques** de laboratori s'avaluaran en un examen tipus test a realitzar en el mateix moment que el segon parcial. La nota d'aquest examen suposarà el **15% de la nota final**, per tant aquest examen **no és recuperable**. No hi ha nota mínima per a aquest examen a l'hora de computar el seu resultat a la nota final.



Bibliografia i recursos d'informació

Cell Biology Books

- J. de Juan Herrero, E. Fernández, FJ Iborra, J. Ribera (2021) [Biología Celular. Conceptos esenciales](#) (2021) Medica Panamericana
- H. Lodish; A. Berk; CA. Kaiser; M. Krieger; A. Bretscher; H. Ploegh; KC. Martin; M. Yaffe; A. Amon (2021). [Molecular Cell Biology](#) (9th). Macmillan Learning Editor
- B. Alberts, A. Johnson, J. Lewis, P. Walter, M. Raff, K. Roberts (2017) [Molecular Biology of the Cell](#). (6th). Ed Taylor & Francis Group
- G. Karp, J. Iwasa, W. J. Marshall. (2019) [Karp's Cell and Molecular Biology](#) (9th)Ed. Wiley
- G: Cooper (2018). [The Cell: A Molecular Approach](#) (8th). Ed Sinauer
- B. Alberts, K. Hopkin, A D Johnson, D. Morgan, M. Raff, K. P. Walter (2019) [Essential Cell Biology](#). (5th) WW Norton & co
- M L Casem (2016) [Case Studies in Cell Biology](#). (1st) Elsevier
- T. Pollard, W. Earnshaw, J. Lippincott-Schwartz, G. Johnson (2016) [Cell Biology](#) (3rd). Ed. Elsevier
- Pavelka M, Roth J (2005), [Functional Ultrastructure](#). An Atlas of Tissue Biology and Pathology. Ed Springer.
- Berkaloff A, Bourget J, Favard P, Lacroix JC (1981-83), [Biologie et physiologie cellulaires](#). (4 volumes). Éd. Hermann

Cell Biology Review Journals

- [Nature reviews molecular cell biology](#)
- [Trends in Cell Biology](#)
- [Journal of Cell Science](#)
- [The Annual Review of Cell and Developmental Biology](#)
- [Current Opinion in Cell Biology](#)

Microscopy Atlas

- [Looking at education through the microscope](#). SE. Prameela, PM. McGuiggan, A. Brusini, TW. Glenn. TP. Weih (2020). Nature Reviews Materials volume 5: 865–867.
- [Advanced Microscopy for the Teaching Laboratory](#). Dr. Jastrow's Elektron Microscopic Atlas.
- Microscopic Anatomy. RC. Wagner. FE. Hossler [Cell Ultrastructure](#) and [Cell and Tissue ultrastructure](#)
- Microfotografies microscopi òptic i electrònic, [La cèl·lula](#)