

Darvas Zsuzsa – László Valéria

Sejtbiológia



Semmelweis Kiadó

Írták: **DR. DARVAS ZSUZSA** egyetemi docens
Semmelweis Egyetem
Genetikai, Sejt-
és Immunbiológiai Intézet

DR. LÁSZLÓ VALÉRIA egyetemi docens
Semmelweis Egyetem
Genetikai, Sejt-
és Immunbiológiai Intézet

Az első kiadást
lektorálta: **DR. CSABA GYÖRGY** egyetemi tanár
DR. FÜLÖP KRISTÓF egyetemi docens
DR. DOBOZY OTTÓ egyetemi docens
DR. KOVÁCS PÉTER egyetemi docens
DR. IGAZ PÉTER PhD, belgyógyász-szakorvos
Semmelweis Egyetem

© *Dr. Darvas Zsuzsa, Dr. László Valéria 2005, 2011*

ISBN 963 39214 79 5

ISBN e-book 978 963 331 030 4

Az e-könyv alapja: Darvas Zsuzsa – László Valéria: Sejtbiológia 2005-ös kiadás.

A könyv és adathordozó (legyen az e-könyv, CD vagy egyéb digitális megjelenés) szerzői jogi oltalom és kizárólagos kiadói felhasználási jog alatt áll. Az e-könyv kódrendszer – DRM, avagy digitális másolásvédelem – feltörése bűncselekmény! Bármely részének vagy egészének mindennemű többszörözése kizárólag a szerzők és a kiadó előzetes írásbeli engedélye alapján jogszerű.



Felelős kiadó: Tánkos László igazgató

E-könyvre átdolgozta: Békésy János

Borító: Tánkos László

SKD: 039-e

Tartalom

I. BEVEZETÉS: AZ EUKARIÓTA SEJT	1
A kompartmentek közötti kapcsolat, a sejten belüli transzport	1
II. A PLAZMAMEMBRÁN FELÉPÍTÉSE ÉS MŰKÖDÉSE	11
Membránlipidek	12
Membránfehérjék	13
A plazmamembrán fluiditása és szerveződése	14
A sejtburrok (external coat vagy glikokalix)	16
A plazmamembrán transzportfolyamatai	17
Egyszerű diffúzió	17
Passzív transzport (facilitált diffúzió)	17
Aktív transzport	19
III. A SEJTMAG FELÉPÍTÉSE ÉS MŰKÖDÉSE	23
A sejtmag szerkezete és főbb feladatai	23
A sejtmaghártya, a nukleáris lamina és a magpórus	24
A magpórusok szerkezete és működése	26
A nukleáris transzport mechanizmusa	26
A magon belüli szub-, illetve alkompartmentek	31
A DNS működés közben: az RNS képződés (transzkripció) folyamata	37
A mag legjobban ismert és szervezett alkompartmentje: a magvacska (nukleolusz)	43
Az eukarióta génműködés szabályozása	46
Az eukarióta génműködés transzkripció szintű szabályozása	47
Az eukarióta (részben az emberi) genom összetétele	58
IV. AZ ENDOPLAZMÁS RETIKULUM (ER)	61
A sima felszínű endoplazmás retikulum (SER)	62
A durva felszínű endoplazmás retikulum (DER)	63
A fehérjeszintézis (transzláció)	64
A fehérjeszintézis lépései	66
Fehérjeszintézis DER-hez kötött riboszómán	70
Egyéb poszttranszlációs (fehérjeszintézis utáni) módosítások	73
A fehérjeszintézis gátlása	74

V. A GOLGI-APPARÁTUS FELÉPÍTÉSE ÉS MŰKÖDÉSE	75
A Golgi-apparátus felépítése	75
A Golgi-apparátus működése	76
Transzport a TGN-ből: lizoszomális transzport, szekréció és exocitózis	79
Szekréció másképpen: az ER-Golgi útvonal kikerülése	82
VI. ENDOSZOMÁLIS–LIZOSZOMÁLIS KOMPARTMENT ÉS AZ ENDOCITÓZIS	85
Az endocitózis/pinocitózis típusai	85
Klatrin burkos vezikulum útján történő endocitózis	86
Nem klatrin burkos vezikulummal történő endocitózis	87
A saját anyag bekebelezése: autofágia	91
Fehérje bekerülése a lizoszómába az endoszómák megkerülésével: karrier mediált proteolízis	92
Az endoszomális–lizoszomális kompartment	93
Az endoszomális–lizoszomális kompartment felépítése	93
Az endoszomális–lizoszomális kompartment működése	94
A fehérjék bontásának nem lizoszomális útja: a proteaszóma	97
VII. A VEZIKULÁRIS TRANSZPORT	101
A vezikuláris transzport fő molekulái, jellemzői	101
A vezikuláris transzport mechanizmusa	104
A klatrin burkos vezikulumok képződése és lefűződése	104
A COP burkos vezikulumok képződése és lefűződése	105
A vezikulumok kikötődése és a membránok fúziója	107
A vezikuláris transzportfolyamatok szabályozása	110
VIII. A MITOKONDRIMUM	111
A mitokondrium felépítése	111
A mitokondrium működése	112
Az oxidatív foszforiláció	112
A mitokondriális fehérjeszintézis	114
A mitokondriális lipidszintézis	114
A mitokondriumok legfontosabb transzport folyamatai	114
A mitokondriális fehérjeimport	115
A mitokondriális genom (mtDNS)	117
A mitokondriumok osztódása	118
A mitokondrium eredete	119
IX. A PEROXISZÓMA	121
X. A SEJTVÁZ	123
Mikrotubulusok	124
Mikrotubulus asszociált fehérjék (MAPs-ok)	128
Mikrofilamentumok (aktin filamentumok)	130

Az aktinhoz kapcsolódó fehérjék (ABPs)	132
A kérgi aktin réteg	134
Intermediér filamentumok	136
XI. A SEJTEK EGYMÁSHOZ ÉS KÖRNYEZETÜKHÖZ VALÓ KAPCSOLÓDÁSA	139
A sejt-sejt közötti kapcsolatban résztvevő molekulák (cell adhesion molecules: CAM)	139
Az extracelluláris mátrix (ECM) és a sejt-ECM közti kapcsolatban résztvevő molekulák (substrate adhesion molecules: SAM)	143
Sejtkapcsoló struktúrák	146
A sejtkapcsoló struktúrák típusai	147
XII. A SEJTEK MOZGÁSA	155
Csillós és ostoros mozgás	155
A csilló és az ostor felépítése	155
A mozgás mechanizmusa	156
Amöboid mozgás (migráció)	158
A sejt polarizációja és az állábak kinyújtása	159
Új kapcsolódások kialakulása	159
A sejt hátulsó felének a mozgás irányába történő húzása, húzódása	159
Az izommozgás	160
A vastag miofilamentum	162
A vékony miofilamentum	163
Egyéb, a szarkomerek felépítésében fontos fehérjék	163
Az izomkontrakció	164
Egyéb izommozgások	166
XIII. A SEJTEK MŰKÖDÉSÉNEK SZABÁLYOZÁSA	169
A ligandok és receptoraik	170
Ligandok hatása receptorok nélkül	171
Az intracelluláris receptorok	171
A membránreceptorok	172
A G fehérjékhez kapcsolt receptorok	173
A szignál transzdukció jelentősége	178
XIV. A SEJTCIKLUS ÉS SZABÁLYOZÁSA	181
A korai embrionális sejtciklus	183
A standard sejtciklus	183
A soksejtűek sejtjeire jellemző sejtciklus	184
G ₀ -G ₁ átmenet	189
G ₁ -S átmenet, S-fázis	191
G ₂ -M átmenet	192
M-fázis	194
A kromoszóma kialakulása	195
A sejtmaghártya eltűnése és újraképződése	197
A mitotikus orsó felépítése és szerepe a mitózisban	198

TARTALOM

A metafázis–anafázis átmenet	201
A citokinézis	202
Ellenőrzési pontok	203
XV. A MEIÓZIS	205
A meiózis szakaszai	205
Oogenezis	209
Spermatogenezis	210
A meiózis szabályozása	211
XVI. A SEJTEK ÖREGEDÉSE	213
A melléktermék felhalmozódási elmélet	214
Keresztkötési elmélet	215
Szabad gyökök elmélet	215
A hiba- és a javítási elméletek	215
Kalória megvonás	216
A genetikai óra	217
Klotho gén	220
XVII. A SEJTEK HALÁLA	223
Az apoptózis indukciója	226
Az programozott sejthalál (apoptózis) szerepe az állatok egyedfejlődésében	229
Az apoptózis szerepe néhány betegség kialakulásában	230
XVIII. AZ EUKARIÓTA SEJT EREDETE	231

Előszó helyett

Itt szeretnénk köszönetet mondani kollégáinknak, akik ezt az igazán hálátlan és nehéz feladatot, amit a lektorálás jelent, elvégezték. Számos jó tanáccsal és a szükséges kritikával segítették a munkánkat, ami számunkra nem volt könnyű feladat.

Reméljük, hogy a hallgatóknak nemcsak egy olyan jegyzetet készítettünk, amelyet meg kell tanulniuk, de sikerült belevinnünk azt az érzést is, amely a jegyzet megírásakor és átírásakor eltöltött minket. Ez az érzés a csodálat. Milyen csodálatos kis egység a sejt, milyen tökéletesen és logikusan szervezett!

Mi sem, és így a hallgató sem menekülhet meg a molekuláris szemlélettől, amely manapság a biológia és az orvostudomány minden területén uralkodóvá vált. Igyekeztünk csak annyi molekulát és molekuláris mechanizmust megemlíteni, amelyet feltétlenül szükségesnek tartottunk a sejtben zajló folyamatok megismeréséhez és megértéséhez. Kívánjuk, hogy a leírtak segítsék a hallgatókat más tárgyak anyagának megértésében és elsajátításában is. A jegyzet immáron negyedik, javított kiadását tartják a kezükben és persze ez is több (kb. 20 oldallal) mint az előző. Mentségünkre legyen mondva a többlet nemcsak több szöveget, de több képanyagot és ábrát is jelent. Reméljük ez segít jobban megérteni a sejtekben zajló, néha bizony komplikált eseményeket.

Minden kedves kollégánknak és hallgatóinknak köszönjük az értékes együttműködést!

a szerzők



TER
OX
ly

A Semmelweis Kiadó új szolgáltatásai:

- **könyveit, jegyzeteit kinyomtathatja digitális műhelyünkben!**

Rendelésfelvétel:

LEGENDUS
Könyvesbolt

Budapest, Nagyvárad tér 4.
Semmelweis Egyetem, NET Aula
Tel., fax: 210-4408

EOK
Könyvesbolt

Budapest IX., Tűzoltó utca 37-47.
Tel.: 459-1500/60000

- **nyomdai szolgáltatások!**

Tájékoztatjuk Tisztelt Olvasóinkat, hogy a Semmelweis Kiadó hivatalosan átvette a házinyomda eddig végzett tevékenységeit. Ezeket a továbbiakban digitális műhelyünk szolgáltatja! A részletekről érdeklődjön az alábbi elérhetőségeken:

POSZTER
BOX
Digitális műhely

Konferencia-, művészeti, dekorációs posztterek nyomtatása, tervezése papírra, vászonra hozott téma alapján vagy a kínálatból
Prezentációkészítés
Fénymásolás
Digitális nyomtatás

A Semmelweis Egyetem központjában!
1089 Budapest, Nagyvárad tér 4.
Semmelweis Egyetem, NET, 1. emelet,
a büfével szemben
Tel: 459-1500/56218, 06 20 374-0160
E-mail: bralaj@net.sote.hu