

Sisällys

I Kehitysbiologian perusteet

1 Solusta yksilöksi	12
<i>Irma Thesleff, Kirsi Sainio, Hannu Sariola</i>	
Monisoluisen organismin kehityksen perustapahtumat	13
Geenit sisältävät kehityksen ohjelman	17
Eriilaistuminen etenee vaiheittain	17
Kantasolut – monikykyisiä hyvässä ja pahassa	18
2 DNA ja geenisäätelyn periaatteet	20
<i>Mikko Frilander, Tapio Heino</i>	
Perintötekijöiden organisaatio	20
Kehittyneiden lajien geenit ovat epäjatkuvia	25
Geenien ilmentymisen ja säätelyn perusteet	26
Proteiineja koodaavat geenit ja RNA-geenit	27
Transkriptio ja sen säätely	29
Transkriptiotekijät	30
RNA:n muokkaaminen	36
Lähetti-RNA:n kuljetus sytoplasmaan	39
Translaatio ja sen säätely	39
Lähetti-RNA:n stabiilius sytoplasmassa	41

Proteiinisynteesin jälkeiset tapahtumat	41
Laaduntarkkailu	42

3 Solujen kommunikaatio ja induktiiviset vuorovaikutukset

<i>Irma Thesleff, Kirsi Sainio, Tapio Heino ja Juha Partanen</i>	
Viestien siirtyminen solusta toiseen	44
Viestien siirtyminen solun sisällä	46
Morfogeenit ja kaavoittumisen ja muotoutumisen mekanismit	47
Signaalikeskukset	48
Alkion varhaisen kaavoittumisen induktio	49
Kudosten väliset induktiiviset vuorovaikutukset elinten kehityksessä	50
Solujen kommunikaatiota välittävät molekyylit	53

4 Solujen keskeiset tapahtumat ja kantasolut

<i>Kirmo Wartiovaara, Juha Partanen, Tapio Heino</i>	
Solunjakautuminen	68
Solun polarisaatio	70
Solujen vaeltaminen	72
Ohjelmoitunut solukuolema	73
Kantasolut	74

5 Malliorganismit ja vertaileva kehitysbiologia _____ 79

Tapio Heino, Kirsi Sainio, Jukka Jernvall, Mikko Frilander

Selkärangattomat lajit _____ 80

Selkärangaiset lajit _____ 90

Monisoluisten eliöiden genomien rakenne ja evoluutio _____ 97

Evoluutiivisten muutosten synty yksilönkehityksen aikana _____ 100

6 Geenitutkimus _____ 103

Marjo Salminen, Juha Partanen, Mikko Frilander, Tapio Heino

Geenien ilmentymisen tutkimusmenetelmät _____ 103

Geenien kokeellinen muuntaminen _____ 108

Tautigeenien genomilaajuinen tunnistus _____ 121

II Elinten kehitys

7 Sikiönkehitys ja sen häiriöt _____ 124

Hannu Sariola

Normaali sikiönkehitys _____ 124

Sikiönkehityksen häiriöt _____ 125

Kromosomipoikkeavuudet _____ 127

Teratogeenit _____ 129

Kehitysgenetiiikka _____ 130

Sikiödiagnostiikka _____ 130

8 Gametogeneesi ja hedelmöitys _____ 132

Kirsi Sainio, Hannu Sariola

Meioosi puolittaa sukusolujen kromosomiluvun _____ 132

Naisen sukusolujen kypsyminen _____ 135

Miehen sukusolujen kypsyminen _____ 136

Hedelmöitys mahdollistaa uuden yksilön kehittymisen _____ 138

9 Varhainen alkionkehitys _____ 141

Juha Partanen, Marjo Salminen, Kirsi Sainio

Preimplantaatiokehitys _____ 141

Sikiökalvojen ja istukan kehitys _____ 148

Alkion kaavoittuminen ja gastrulaatio _____ 149

Ektodermi _____ 155

Endodermi _____ 159

Mesodermi _____ 159

Alkion väliaikaiset rakenteet _____ 160

Hermoston jaokkeellisuus _____ 160

Somiitit _____ 160

Kiduskaaret ja kidustaskut _____ 163

10 Keskushermosto _____ 165

Marjo Salminen

Keskushermoston solutyypit ja niiden muodostus _____ 165

Keskushermoston muodon kehitys _____ 170

Erilaisten hermokudosten muodostuminen _____ 175

Hermosolujen ja aksonien ohjaus _____ 181

Kemiallisten synapsien muodostuminen _____ 182

Keskushermoston muokkautuminen, regeneraatio ja kantasolut _____ 184

11 Ääreishermosto _____ 187

Marjo Salminen

Somaattinen hermosto _____ 187

Autonominen hermosto _____ 191

Ääreishermoston tukisolut _____ 196

Ääreishermoston aksonien ohjautuminen ja kohde-elinperiaate _____ 196

Ääreishermoston synapsin muodostus _____ 199

Ääreishermoston regeneraatio _____ 200

12 Aistinelimet _____ 201

Marjo Salminen

Aistinelinten plakodit _____ 201

Makuaisti _____ 203

Hajuaisti _____ 204

Silmä _____ 207

Korva _____ 213

13 Kasvot ja kiduskaarista muodostuvat rakenteet	219	17 Hengityselimet ja ruoansulatuskanava	267
<i>Irma Thesleff</i>		<i>Hannu Sariola</i>	
Kiduskaaret ja stomodeum	219	Keuhkot	267
Aivolisäke	221	Ruoansulatuskanava	270
Kilpirauhanen	222	Maksa ja sappirakko	274
Kasvojen kehitys	223	Haima	274
Kasvojen ja kaulan rakenteiden kehityksen säätely	226	18 Sydän ja verisuonet	276
Kasvojen kehityshäiriötä	227	<i>Kirsi Sainio, Hannu Sariola</i>	
14 Iho, karvat, rauhaset ja hampaat	230	Verisuonten varhaiskehitys	276
<i>Irma Thesleff</i>		Verisuoniston muokkautuminen	279
Iho	231	Imusuonten erilaistuminen	283
Karvat, talirauhaset ja kynnet	232	Hematopoiesi	283
Maitorauhaset, sylkirauhaset ja hikirauhaset	233	Sydämen aiheen muodostuminen	284
Hampaat	235	Sydämen kehityshäiriöt	290
Ektodermaalisten elinten kehityksen tärkeät geenit ja kehityshäiriöt	237	Sydämen ja verenkiertojärjestelmän regeneraatio	293
15 Raajat	241	19 Munuainen, lisämunuainen ja virtsatiet	294
<i>Juha Partanen</i>		<i>Kirsi Sainio</i>	
Raajan osat ja raajasilmu	241	Munuainen	294
Raajan kudosten erilaistuminen	246	Munuaisen kehityksen geneettinen säätely	298
Lihakset, hermotus ja verisuonisto	246	Virtsarakon ja -putken erilaistuminen	300
Raajan regeneraatio	247	Lisämunuaisen erilaistuminen	301
Raajojen kehityshäiriöt	247	Virtsaelinten kehityshäiriöt	301
16 Luut, rustot ja lihakset	249	Välimesodermin johdannaisten regeneraatio	303
<i>Irma Thesleff, Marjo Salminen</i>		20 Sukupuolielimet ja sukupuolen määräytyminen	305
Luut ja rustot	249	<i>Hannu Sariola, Kirsi Sainio</i>	
Luun ja ruston kehityksen säätely, tärkeät geenit ja kehityshäiriöt	253	Kives	307
Luun ja ruston regeneraatio ja uusiutuminen kantasoluista	256	Munasarja	309
Lihakset	257	Ulkoisten sukupuolielinten varhainen erilaistuminen	310
Lihasten kantasolut ja regeneraatio	264	Sukupuolen määräytymisen häiriöt	313
		Sanasto	315
		Internet-osoitteita	326
		Hakemisto	328