

Inhaltsverzeichnis

Teil I Allgemeine Embryologie

1	Einführung in die molekulare Regulation und Signalbildung	18
1.1	Überblick	18
1.2	Transkription	19
1.2.1	DNA-Methylierung hemmt die Transkription	22
1.3	Andere Regulatoren der Genexpression	22
1.4	Induktion und Organbildung	23
1.5	Signalübertragung zwischen Zellen	24
1.5.1	Signaltransduktionswege	24
1.5.2	Parakrine Faktoren	26
1.5.3	TGF- β -Superfamilie	27
1.5.4	Weitere parakrine Signalmoleküle	27
2	Gametogenese: Entwicklung männlicher und weiblicher Keimzellen	29
2.1	Überblick	29
2.2	Urkeimzellen	31
2.3	Chromosomen und Vererbung	32
2.3.1	Mitose	32
2.3.2	Meiose	33
2.4	Fehlbildungen und Aborte als Folge chromosomaler und genetischer Faktoren	36
2.5	Morphologie der Keimzellreifung	48
2.5.1	Oogenese	48
2.5.2	Spermatogenese	52
3	1. Woche – von der Ovulation bis zur Implantation	58
3.1	Überblick	58
3.2	Ovarialzyklus	59
3.2.1	Ovulation	61
3.2.2	Corpus luteum	63
3.2.3	Transport der Oozyte	63
3.2.4	Corpus albicans	63
3.3	Befruchtung	63
3.3.1	Phase 1: Durchdringen der Corona radiata	65
3.3.2	Phase 2: Durchdringen der Zona pellucida	65
3.3.3	Phase 3: Fusion der Zellmembranen	66
3.4	Furchung	70

3.5	Entwicklung der Blastozyste	71	3.6	Uterus bei der Implantation	74
4	Zweischichtige Keimscheibe (2. Woche)	79			
4.1	Überblick	79	4.4	Entwicklungstag 11–12 ..	82
4.2	Entwicklungstag 8	80	4.5	Entwicklungstag 13	83
4.3	Entwicklungstag 9	81			
5	Dreiblättrige Keimscheibe (3. Woche)	91			
5.1	Überblick	91	5.5	Lageplan des Mesoderms während der Gastrulation	98
5.2	Gastrulation: Bildung der drei Keimblätter	92	5.6	Weiteres Wachstum der Keimscheibe	99
5.3	Entwicklung der Chorda ..	93	5.6.1	Weitere Entwicklung des Trophoblasten	102
5.4	Festlegung der Körperachsen	95			
6	Embryonalperiode (3.–8. Woche)	105			
6.1	Überblick	105	6.3.3	Parietales und viszerales Mesoderm	121
6.2	Derivate des Ektoderms ..	106	6.3.4	Blut und Blutgefäße	121
6.2.1	Molekulare Steuerung der Neuralinduktion	106	6.4	Derivate des Entoderms und laterale Abfaltung des Embryos	125
6.2.2	Neurulation – Bildung des Neuralrohrs	107	6.5	Die Rolle der Homöobox-Gene bei der Musterbildung	129
6.2.3	Neuralleistenzellen	111	6.6	Äußere Körperform während des 2. Monats ..	129
6.3	Derivate des Mesoderms ..	115			
6.3.1	Paraxiales Mesoderm	116			
6.3.2	Intermediäres Mesoderm ..	121			
7	Darmrohr und Körperhöhlen	137			
7.1	Überblick	137	7.3	Entstehung der Körperhöhle	139
7.2	Zwei übereinanderliegende Röhren	138	7.4	Auskleidung der Leibeshöhlen: Seröse Häute	140

7.5	Zwerchfell und Brusthöhle	143	7.5.2	Lage und Innervation des Zwerchfells	146
7.5.1	Entwicklung des Zwerchfells	144			
8	Fetalperiode (3. Monat bis Geburt)	149			
8.1	Überblick	149	8.2.2	Berechnung des Geburtstermins	153
8.2	Entwicklung des Fetus ..	149			
8.2.1	Monatliche Veränderungen	150			
9	Entwicklung der Eihäute und der Plazenta	156			
9.1	Überblick	156	9.4.4	Funktion der Plazenta	165
9.2	Extraembryonale Häute und Plazenta	157	9.4.5	Veränderungen der Plazenta gegen Ende der Schwangerschaft	168
9.2.1	Entwicklung des Trophoblasten	157	9.5	Amnion und Nabelschnur	169
9.3	Chorion frondosum und Decidua basalis	160	9.5.1	Amnionflüssigkeit	171
9.4	Plazenta	160	9.6	Eihäute bei Zwillingen ..	172
9.4.1	Aufbau der Plazenta	160	9.6.1	Zweieiige Zwillinge	172
9.4.2	Reife Plazenta	162	9.6.2	Eineiige Zwillinge	174
9.4.3	Blutzirkulation in der Plazenta	163	9.7	Geburt	178
10	Angeborene Fehlbildungen und pränatale Diagnostik ..	180			
10.1	Überblick	180	10.3	Pränatale Diagnostik	195
10.2	Angeborene Fehlbildungen	181	10.3.1	Sonografie	195
10.2.1	Definition und Häufigkeit ..	181	10.3.2	Untersuchung des mütterlichen Blutes	197
10.2.2	Einteilung der Fehlbildungen	181	10.3.3	Amniozentese	198
10.2.3	Äußere Faktoren	184	10.3.4	Chorionbiopsie	198
10.2.4	Väterliche Ursachen für Fehlbildungen	194	10.3.5	Indikationen für pränatale Diagnostik	199
			10.4	Fetale Therapie	199
			10.4.1	Transfusion des Fetus	199

10.4.2	Medikamentöse Behandlung des Fetus	199	10.4.4	Stammzell- und Gentherapie.	200
10.4.3	Fetale Chirurgie	199			

Teil II Spezielle Embryologie

11	Achsenskelett	202			
11.1	Überblick	202	11.3	Wirbelsäule	214
11.2	Schädel.	202	11.4	Rippen und Brustbein . . .	216
11.2.1	Neurokranium	202			
11.2.2	Viszerokranium	204			
12	Muskelsystem	218			
12.1	Überblick	218	12.6	Musterbildung der Muskulatur	221
12.2	Quer gestreifte Muskulatur	219	12.7	Kopf- und Gesichtsmuskulatur	222
12.3	Innervation der axialen Skelettmuskulatur	220	12.8	Extremitätenmuskulatur	222
12.4	Skelettmuskeln und Sehnen	221	12.9	Herzmuskulatur	222
12.5	Molekulare Steuerung der Muskelentwicklung	221	12.10	Glatte Muskulatur	223
13	Extremitäten	225			
13.1	Überblick	225	13.3	Muskulatur der Extremitäten	229
13.2	Allgemeine Entwicklung der Extremitäten	225	13.3.1	Molekulare Steuerung der Extremitätenentwicklung	231
14	Kardiovaskuläres System	239			
14.1	Überblick	239	14.4	Bildung der Herzscheife.	246
14.2	Entstehung und Musterbildung des primären Herzfeldes	241	14.5	Molekulare Regulation der Herzentwicklung	250
14.3	Entwicklung und Lage des Herzschlauchs	244	14.6	Entwicklung des Sinus venosus	251

14.7	Entwicklung der Herzsepten	253	14.9	Entwicklung des Gefäßsystems	270
14.7.1	Entwicklung der Septen im Vorhof	254	14.9.1	Entwicklung der Arterien . .	271
14.7.2	Unterteilung des Atrio-ventrikularkanals	256	14.9.2	Entwicklung der Venen . . .	279
14.7.3	Entwicklung des Septums im Truncus arteriosus und Conus cordis	262	14.10	Fetaler Kreislauf und Umstellung bei der Geburt	284
14.7.4	Bildung des Ventrikelseptums	265	14.10.1	Fetaler Kreislauf	284
			14.10.2	Umstellung bei der Geburt .	284
14.8	Entwicklung des Erregungsleitungssystems des Herzens	270	14.11	Lymphatisches System . .	285
15	Respirationstrakt	288			
15.1	Überblick	288	15.4	Trachea, Bronchien und Lungen	292
15.2	Bildung der Lungenknospen	289	15.4.1	Reifung der Lunge	295
15.3	Larynx	291			
16	Verdauungssystem	299			
16.1	Überblick	299	16.5.1	Ösophagus	303
16.2	Einteilung des Magen-Darm-Trakts	300	16.5.2	Magen	304
16.3	Molekulare Regulation der Darmentwicklung . . .	300	16.5.3	Duodenum	311
16.4	Mesenterien	302	16.5.4	Leber und Gallenblase	312
16.5	Vorderdarm	303	16.5.5	Pankreas	315
			16.6	Mitteldarm	318
			16.7	Enddarm	326
17	Urogenitalsystem	330			
17.1	Überblick	330	17.2.3	Derivate der Ureterknospe .	335
17.2	Harnorgane	332	17.2.4	Entwicklung der Nephronen	336
17.2.1	Entwicklung der exkretorischen Einheit	332	17.2.5	Molekulare Regulation der Nierenentwicklung	337
17.2.2	Nierensysteme	332	17.2.6	Azensus der Niere	341
			17.2.7	Funktion der Niere	342
			17.2.8	Harnblase und Urethra	343

17.3	Genitalsystem	346	17.3.4	Äußere Genitalien	359
17.3.1	Gonaden	346	17.3.5	Descensus testis	366
17.3.2	Genitalgänge	350	17.3.6	Deszensus des Ovars	369
17.3.3	Vagina	356			
18	Kopf und Hals	370			
18.1	Überblick	370	18.5	Molekulare Regulation der Gesichtsentwicklung	381
18.2	Schlundbögen	373	18.6	Zunge	388
18.2.1	1. Schlundbogen	374	18.7	Schilddrüse	389
18.2.2	2. Schlundbogen	377	18.8	Gesicht	391
18.2.3	3. Schlundbogen	377	18.9	Zwischenkiefersegment .	393
18.2.4	4. und 6. Schlundbogen . .	377	18.10	Sekundärer Gaumen . . .	393
18.3	Schlundtaschen	378	18.11	Nasenhöhlen	399
18.3.1	1. Schlundtasche	378	18.12	Zähne	400
18.3.2	2. Schlundtasche	379	18.12.1	Molekulare Regulation der Zahnentwicklung	403
18.3.3	3. Schlundtasche	379			
18.3.4	4. Schlundtasche	379			
18.4	Schlundfurchen	380			
19	Zentralnervensystem	404			
19.1	Überblick	404	19.3	Gehirn	419
19.2	Rückenmark	407	19.3.1	Rhombenzephalon	420
19.2.1	Neuralepithel, Mantelschicht und Marginalzone .	407	19.3.2	Mesenzephalon	424
19.2.2	Grund- und Flügelplatte, Deck- und Bodenplatte . .	408	19.3.3	Prosencephalon	426
19.2.3	Histologische Differenzierung	410	19.3.4	Molekulare Regulation der Gehirnentwicklung	434
19.2.4	Lageveränderung des Rückenmarks	414	19.4	Hirnnerven	441
19.2.5	Molekulare Mechanismen bei der Differenzierung des Rückenmarks	414	19.5	Autonomes Nervensystem	445
			19.5.1	Sympathisches Nervensystem (Sympathikus)	445
			19.5.2	Parasympathisches Nervensystem (Parasympathikus) .	449

20	Ohr	451
20.1	Überblick	451
20.2	Innenohr	451
20.2.1	Ohrbläschen	451
20.2.2	Sacculus, Kochlea und Corti-Organ	452
20.2.3	Utriculus und Bogengänge ..	454
20.3	Mittelohr	456
20.3.1	Paukenhöhle und Tuba auditiva	456
20.3.2	Gehörknöchelchen	457
20.4	Äußeres Ohr	458
20.4.1	Äußerer Gehörgang	458
20.4.2	Trommelfell	458
20.4.3	Ohrmuschel	458
21	Auge	462
21.1	Überblick	462
21.2	Augenbecher und Linsen- bläschen	462
21.3	Retina, Iris und Ziliar- körper	463
21.4	Linse	467
21.5	Choroidea, Sklera und Kornea	467
21.6	Glaskörper	468
21.7	N. opticus	468
21.8	Augenlider	469
21.9	Molekulare Regulation der Augenentwicklung ..	469
22	Haut und Anhangsorgane	474
22.1	Überblick	474
22.2	Haut	474
22.2.1	Epidermis	474
22.2.2	Dermis	476
22.3	Haare	477
22.4	Schweißdrüsen	479
22.5	Brustdrüse	480
Anhang		
	Antworten zu den Fragen	484
	Glossar	500
	Abbildungsquellen	518
	Sachverzeichnis	522