

Taschenlehrbuch Embryologie

**Die normale menschliche Entwicklung
und ihre Fehlbildungen**

Thomas W. Sadler

begründet von Jan Langman

Deutsche Übersetzung und Bearbeitung von
Ulrich Drews und Beate Brand-Saberi

13., inhaltlich unveränderte Auflage

350 Abbildungen



Georg Thieme Verlag
Stuttgart • New York

Inhaltsverzeichnis

Teil I Allgemeine Embryologie

1	Einführung in die molekulare Regulation und Signalbildung				18
1.1	Überblick	18	1.5	Signalübertragung zwischen Zellen	24
1.2	Transkription	19	1.5.1	Signaltransduktionswege ..	24
1.2.1	DNA-Methylierung hemmt die Transkription	22	1.5.2	Parakrine Faktoren	26
1.3	Andere Regulatoren der Genexpression	22	1.5.3	TGF- β -Superfamilie	27
			1.5.4	Weitere parakrine Signalmoleküle	27
1.4	Induktion und Organbildung	23			
2	Gametogenese: Entwicklung männlicher und weiblicher Keimzellen				29
2.1	Überblick	29	2.4	Fehlbildungen und Aborte als Folge chromosomaler und genetischer Faktoren	36
2.2	Urkeimzellen	31	2.5	Morphologie der Keimzellreifung	48
2.3	Chromosomen und Vererbung	32	2.5.1	Oogenese	48
2.3.1	Mitose	32	2.5.2	Spermatogenese	52
2.3.2	Meiose	33			
3	1. Woche – von der Ovulation bis zur Implantation				58
3.1	Überblick	58	3.3	Befruchtung	63
3.2	Ovarialzyklus	59	3.3.1	Phase 1: Durchdringen der Corona radiata	65
3.2.1	Ovulation	61	3.3.2	Phase 2: Durchdringen der Zona pellucida	65
3.2.2	Corpus luteum	63	3.3.3	Phase 3: Fusion der Zellmembranen	66
3.2.3	Transport der Oozyte	63			
3.2.4	Corpus albicans	63	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	Achsen skelett	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-ventrikularkanal	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
14.8	Entwicklung des Erregungsleitungssystems des Herzens	270	14.10.2	Umstellung bei der Geburt .	284
15	Respirationstrakt	288	14.11	Lymphatisches System . .	286
15.1	Überblick	288			
15.2	Bildung der Lungenknospen	289	15.4	Trachea, Bronchien und Lungen	292
15.3	Larynx	291	15.4.1	Reifung der Lunge	295
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
17	Urogenitalsystem	330	16.6	Mitteldarm	318
17.1	Überblick	330	16.7	Enddarm	326
17.2	Harnorgane	332			
17.2.1	Entwicklung der exkretorischen Einheit	332	17.2.3	Derivate der Ureterknospe .	335
17.2.2	Nierensysteme	332	17.2.4	Entwicklung der Nephrone.	336
			17.2.5	Molekulare Regulation der Nierenentwicklung	337
			17.2.6	Asensus 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, Mantel- schicht 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 Nerven- system (Sympathikus)	445
			19.5.2	Parasympathisches Nerven- system (Parasympathikus). .	449

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