

Humanembryologie

Lehrbuch und Atlas der vorgeburtlichen Entwicklung
des Menschen

Herausgeber: Klaus V. Hinrichsen

Unter Mitarbeit von:

Henning M. Beier, Haide Breucker, Bodo Christ, Hans-Rainer Duncker,
Milan Dvořák, Brita von Gaudecker, Herwig Hahn von Dorsche,
Adolf Friedrich Holstein, Heinz Jürgen Jacob, Monika Jacob, Gerhard Jorch,
Peter Kaufmann, Ivica Kostović, Gregor Prindull, Wolfgang Seidl, Gerd Steding,
Jan Tesařík, Hubert Wartenberg

Mit 801 Abbildungen in 1497 Teilabbildungen und 41 Tabellen

Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York
London Paris Tokyo Hong Kong Barcelona

Inhaltsverzeichnis

Autorenverzeichnis	XI	3.4	Imprägnation der Eizelle	78
Abkürzungsverzeichnis	XIII	3.5	Polyspermieblock	79
Vorwort (K. V. Hinrichsen)	1	3.6	Vorkernbildung	80
		3.7	Pathologische Befruchtungsverläufe	81
		3.8	Literaturverzeichnis	83
1. Grundlagen (K. V. Hinrichsen)	3			
1.1 Was ist und wozu studiert man Embryologie?	3	4. Praeimplantationsstadien (K. V. Hinrichsen)	86	
1.2 Genetik	7	4.1 Freie Blastocyste	86	
1.3 Grundvorgänge der Entwicklung	16	4.1.1 Blastomeren-Stadien	86	
1.4 Fehlbildungen	25	4.1.2 Compaction	89	
1.5 Probleme des Schwangerschaftsabbruches	32	4.1.3 Embryoblastbildung	89	
1.6 Literaturverzeichnis	34	4.1.4 Blastocystenbildung („Cavitation“)	90	
		4.1.5 Primäres Endoderm	92	
2. Methoden (K. V. Hinrichsen, mit einem Beitrag von B. Christ)	38	4.2 Anheftung der Blastocyste	92	
2.1 Altersbestimmung, Stadien, Maße	38	4.3 Fehlentwicklungen bei Praeimplantationsstadien	92	
2.2 Analytische Methoden	44	4.4 Literaturverzeichnis	93	
2.3 Darstellende Methoden	48			
		5. Implantationsstadien und frühe Keimesentwicklung (K. V. Hinrichsen, mit einem Beitrag von H. M. Beier)	94	
2.4 Experimentelle Embryologie (B. Christ)	55	5.1 Initiale Implantation	95	
2.5 Pränatale Diagnostik	61	5.2 Entwicklungsbiologie des frühen Keimes und der Implantation (H. M. Beier)	98	
2.6 Literaturverzeichnis	65	5.2.1 Leistungen und Reaktionen differenzierter Blastocystenzellen	98	
3. Reproduktionsbiologie – Physiologische Grundlagen für Befruchtung und Schwangerschaft – (H. M. Beier)	69	5.2.2 Der embryo-maternale Dialog	98	
3.1 Entstehung und Definition des wissenschaftlichen Gebietes der Reproduktionsbiologie	69	5.2.3 Immuntoleranz der Mutter gegenüber dem „Transplantat“ Embryo	102	
3.2 Hormonelle Steuerung der Fortpflanzung	69	5.2.4 Das Phänomen der „Synchronisierung“ von Embryo und Mutter	102	
3.2.1 Ovarialzyklus und Ovulation	71	5.2.5 Ovarielle und intrauterine Anpassung als mütterlicher Beitrag im embryo-maternalen Dialog	104	
3.2.2 Hormonelle Kontrolle der Zusammensetzung und Befruchtungsfähigkeit des Sperma	73	5.3 Bildung der Keimscheibe	106	
3.3 Entstehung und Vorbereitung der Keimzellen	74	5.4 Amniogenese	107	
3.3.1 Spermien-Reifung	75	5.5 Chorionhöhle	107	
3.3.2 Capacitation	76	5.6 Primärer und sekundärer Dottersack	109	
3.3.3 Acrosomenreaktion	76	5.7 Funktion des Dottersackes beim Menschen	110	

5.8	Extraembryonaler Mesoblast	111	9.4.3	Primärzottenstadium	170
5.9	Bildung des Haftstieles	111	9.4.4	Sekundärzottenstadium	170
5.10	Frühe axiale Differenzierung	112	9.4.5	Tertiärzottenstadium	171
5.11	Implantationsstörungen	115	9.5	Differenzierung der Zottenbäume	172
5.12	Literaturverzeichnis	116	9.5.1	Normale Reifung und Differenzierung der Zotten	172
6.	Embryogenese (K. V. Hinrichsen)	118	9.5.2	Der Bau der reifen Placenta-Zotten	175
6.1	Bildung des mittleren Keimblattes	118	9.5.3	Zottenreifung und mütterlicher Blut- strom	177
6.1.1	Mesoblast-Einwanderung und Gastrulation	119	9.5.4	Funktionelle Reifung der Placenta- Zotten	181
6.1.2	Gliederung des Mesoblast	119	9.5.5	Fehldifferenzierungen des Zottenbaumes	182
6.1.3	Primärer und sekundärer Mesoblast	119	9.6	Wechselbeziehung zwischen Cyto- trophoblast und Syncytiotrophoblast	183
6.2	Neurulation	120	9.7	Entwicklung nicht-villöser Organ- abschnitte	186
6.2.1	Bildung der Neuralplatte	120	9.7.1	Chorion laeve und Amnion	186
6.2.2	Interaktion mit Chordalplatte und Praechordalplatte	123	9.7.2	Chorionplatte	188
6.2.3	Schluß des Neuralrohres	123	9.7.3	Trophoblastschale und Basalplatte	189
6.2.4	Neuroporus anterior (rostralis)	125	9.7.4	Septen und Zellinseln	190
6.2.5	Neuroporus posterior	125	9.7.5	Zellsäulen	191
6.2.6	Primäre und sekundäre Neurulation	126	9.8	Fibrinoid	191
6.3	Neuralleiste	126	9.9	Placenta und Eihäute bei Mehrlings- schwangerschaften	192
6.4	Individuation	128	9.10	Nachgeburtsperiode und Nachgeburt	194
6.5	Abfaltung des Embryo von der Keim- scheibe	129	9.11	Die Placenta-Entwicklung in Maß und Zahl	195
6.6	Literaturverzeichnis	137	9.12	Die Funktion der reifen Placenta	198
7.	Nabelbildung, Nabelschnur, Frucht- wasser (K. V. Hinrichsen)	139	9.13	Immunologie der Placenta	202
7.1	Nabelbildung	139	9.14	Literaturverzeichnis	204
7.2	Bildung der Nabelschnur	140	10.	Cardio-vaskuläres System (G. Steding, W. Seidl, mit einem Beitrag von B. Christ)	205
7.3	Störungen der Nabelbildung	145	10.1	Grundlagen der embryonalen Gefäß- bildung (B. Christ)	205
7.4	Fruchtwasser	146	10.2	Entstehung des Herzens	211
7.5	Literaturverzeichnis	147	10.2.1	Entstehung und Frühentwicklung der Pericardhöhle	212
8.	Entwicklung der Körperform (K. V. Hinrichsen)	148	10.2.2	Herkunft der Herzanlage	215
8.1	Pharyngula	148	10.2.3	Entstehung des tubulären Herzens	215
8.2	Frühe Körperform	149	10.2.4	Bildung des schleifenförmigen Herzens	217
8.3	Spätere Körpergestalt	158	10.3	Entwicklung der Lage und äußeren Form des Herzens	220
8.4	Literaturverzeichnis	158	10.3.1	Descensus des Herzens	220
9.	Placentation und Placenta (P. Kaufmann)	159	10.3.2	Entwicklung der äußeren Form des Herzens	222
9.1	Placenta-Klassifikation	161	10.4	Septierung des Herzens	223
9.1.1	Placenta-Formen	161	10.4.1	Prinzipien der Septierung	223
9.1.2	Formen der materno-fetalen Verzahnung	161	10.4.2	Entwicklung der Herzregionen	229
9.1.3	Bau der materno-fetalen Trennschichten	162	10.5	Entwicklung der Baumaterialien des Herzens	243
9.1.4	Materno-fetale Gefäß-Lagebeziehungen	164	10.5.1	Epicard, Pericard, Herzbeutel	243
9.1.5	Placenta-Klassifikation und Phylogenese	165	10.5.2	Differenzierung des Myocard	245
9.2	Datierungsprobleme in der menschlichen Schwangerschaft	166			
9.3	Lageentwicklung	167			
9.4	Formentwicklung	168			
9.4.1	Prälakunäre Periode	168			
9.4.2	Trabekelstadium	170			

10.5.3	Cardiac jelly	246	14.4	Myelopoese	335
10.5.4	Endocard	246	14.5	Blutgerinnung	336
10.5.5	Gefäße des Herzens	247	14.6	Literaturverzeichnis	339
10.5.6	Reizleitungssystem	248			
10.5.7	Innervation des Herzens	249	15. Lymphatische Organe		
10.6	Funktionsentwicklung des Herzens	250	(B. von Gaudecker)	340	
10.6.1	Erregungsbildung und Erregungsleitung im embryonalen Herzen	250	15.1 Thymus	340	
10.6.2	Die mechanische Herzaktion	255	15.1.1 Anlagematerial	340	
10.6.3	Die Strombahn im embryonalen Herzen	258	15.1.2 Lage- und Formentwicklung	342	
10.6.4	Herzleistungen	259	15.1.3 Strukturentwicklung	344	
10.7	Entwicklung der herznahen Gefäße	262	15.1.4 Funktionsentwicklung	347	
10.7.1	Erste embryonale Gefäße	262	15.1.5 Postnatale Entwicklung und Involution	352	
10.7.2	Entstehung der Pharyngealbogenarterien	264	15.2 Das Bursa-Problem	353	
10.7.3	Die Umgestaltung des pharyngealen Gefäßkorbes	267	15.3 Die peripheren lymphatischen Organe	354	
10.7.4	Entwicklung der großen herznahen Arterien	270	15.3.1 Anlagematerial	354	
10.8	Angeborene Fehlbildungen des Herzens und der großen Gefäße	273	15.3.2 Lymphknoten	355	
10.8.1	Prinzipien der Pathogenese	273	15.3.3 Darm- und Bronchus-assoziiertes lym- phatisches Gewebe (GALT und BALT)	361	
10.8.2	Einfache Herzfehlbildungen	275	15.3.4 Milz	365	
10.8.3	Komplexe Herzfehlbildungen	276	15.3.5 Funktionsentwicklung der peripheren lymphatischen Organe	373	
10.8.4	Fehlbildungen der herznahen großen Arterien	280	15.4 Fehlbildungen des Immunsystems	377	
10.8.5	Fehlbildungen der herznahen großen Venen	285	15.5 Literaturverzeichnis	378	
10.9	Literaturverzeichnis	287			
11. Arterien des Rumpfes und der Glied- maßen (K. V. Hinrichsen)		295	16. Zentralnervensystem (I. Kostović)	381	
11.1 Die Aorta und ihre Äste	296		16.1 Anlagematerial und Lageentwicklung	382	
11.2 Arterien der Gliedmaßen	300		16.1.1 Die Gehirnanlage während der frühesten Embryonalperiode (3. Woche)	382	
11.2.1 Armarterien	301		16.1.2 Zelluläre Vorgänge im Neuralrohr	383	
11.2.2 Beinarterien	301		16.2 Formentwicklung des Gehirns	384	
11.3 Literaturverzeichnis	304		16.2.1 Embryonalperiode	384	
12. Venen (K. V. Hinrichsen)	305		16.2.2 Fetalperiode	390	
12.1 Hirnvenen und Durasinus	305		16.3 Formentwicklung des Rückenmarks	396	
12.2 Vena cava superior	312		16.3.1 Embryonalperiode	396	
12.3 Vena cava inferior	312		16.3.2 Fetalperiode	396	
12.4 Lungenvenen	316		16.3.3 Späte Fetalperiode und Frühreife	396	
12.5 Literaturverzeichnis	318		16.4 Strukturentwicklung und Histogenese des Zentralnervensystems	396	
13. Fetalen Kreislauf (K. V. Hinrichsen)	319		16.4.1 Allgemeine Übersicht über die Histo- genese	396	
13.1 Placentarkreislauf	319		16.4.2 Histogenese der Hirnrinde – Grund- muster der Rindenentwicklung	402	
13.2 Fetale Kreislauf-Kurzschlüsse	323		16.4.3 Histogenese des Neocortex	407	
13.3 Perinatale Kreislauf-Umstellung	324		16.4.4 Histogenese des Allocortex während des fetalen Lebens	415	
13.4 Literaturverzeichnis	326		16.4.5 Entwicklung des Mesocortex (Gyrus cinguli, Gyrus parahippocampalis, Riechfeld)	418	
14. Blut (G. Prindull)	327		16.4.6 Entwicklung des Palaeocortex während des fetalen Lebens	418	
14.1 Hämatopoetische Stammzellen	329		16.4.7 Entwicklung der Basalganglien und der subcorticalen telencephalen Kerne	418	
14.2 Erythropoese	331		16.4.8 Strukturentwicklung der Basalganglien- abschnitte des Allocortex (Corpus amygdaloideum)	422	
14.3 Die physiologische Neugeborenen- anämie	335				

16.5	Entwicklung des Diencephalon	423	18.10	Fehlbildungen am Auge	498
16.5.1	Thalamus	423	18.11	Literaturverzeichnis	499
16.5.2	Hypothalamus	427			
16.5.3	Subthalamus	428	19.	Ohrentwicklung (K. V. Hinrichsen) . .	501
16.6	Histogenese im Hirnstamm	429	19.1	Ohrbläschen und frühe Gliederung des	
16.6.1	Mesencephalon	431		Labyrinthes	501
16.6.2	Rhombencephalon		19.2	Bogengänge und statisches Organ . . .	504
	(Medulla oblongata und Brücke) . . .	433	19.3	Cochlea und Cortisches Organ	505
16.6.3	Kleinhirn	434	19.4	Mittelohr	509
16.7	Strukturentwicklung und Histogenese		19.5	Entwicklung des äußeren Ohres	512
	im Rückenmark	436	19.6	Fehlentwicklungen im Ohrbereich . .	513
16.8	Hirnhäute und Gefäßversorgung –		19.7	Literaturverzeichnis	514
	Entwicklung der cerebro-mesenchy-				
	malen Grenzfläche	440	20.	Intestinaltrakt (K. V. Hinrichsen) . . .	516
16.9	Entwicklungsstand des Zentralnerven-		20.1	Gliederung des Darmes	516
	systems zur Zeit der Geburt	442	20.2	Kopfdarm	518
16.9.1	Hirnrinde und unterlagernde weiße		20.3	Entwicklung der Zunge	521
	Substanz	442	20.4	Kopfspeicheldrüsen	525
16.9.2	Basalganglien	442	20.5	Kopfdarmderivate	526
16.9.3	Diencephalon	443	20.6	Halsfisteln	534
16.9.4	Rhombencephalon und Medulla . . .	443	20.7	Vorderdarm: Oesophagus, Magen,	
16.10	Funktionelle Differenzierung des			Duodenum	535
	Zentralnervensystems	443	20.8	Entwicklung des Mitteldarmes und	
16.10.1	Funktionelle Entwicklung der Hirnrinde			Darmdrehung	541
	und komplexe Verhaltensmuster . . .	443	20.9	Hinterdarm	548
16.10.2	Entwicklung der Reflexe und der		20.10	Strukturelle und funktionelle Differen-	
	Funktionen des Rückenmarks	444		zierung des Intestinaltraktes	551
16.11	Fehlbildungen und kritische Entwick-		20.11	Fehlbildungen im Intestinaltrakt . . .	561
	lungsperioden des Zentralnervensystems	444	20.12	Entwicklung der Leber	564
16.11.1	Störungen der Neurulation und der		20.13	Entwicklung des Pankreas	566
	frühen regionalen Differenzierung . .	445	20.14	Literaturverzeichnis	568
16.11.2	Störungen der Proliferation	445			
16.11.3	Störungen der Zellwanderung	446	21.	Respirationstrakt (H.-R. Duncker) . .	571
16.11.4	Störungen der Differenzierung	446	21.1	Einleitung	571
16.12	Literaturverzeichnis	446	21.2	Kehlkopf und Trachea	571
			21.3	Lungen: Pleura	572
17.	Peripheres Nervensystem		21.4	Lungen: Gefäße	574
	(K. V. Hinrichsen)	449	21.5	Lungen: Innervation	575
17.1	Spinalnerven	454	21.6	Lungen: Bronchialbaum	577
17.2	Hirnnerven	463	21.6.1	Vergleichend-anatomische Vorbe-	
17.3	Truncus sympathicus	469		merkungen	577
17.4	Literaturverzeichnis	473	21.6.2	Praenatale Entwicklung der mensch-	
				lichen Lunge	581
Sinnesorgane (18. Augenentwicklung			21.7	Perinatale Periode	592
und 19. Ohrentwicklung)	476		21.8	Postnatale Periode	593
18.	Augenentwicklung (K. V. Hinrichsen)	477	21.9	Unterteilung des Coelom	596
18.1	Augenbläschen, Augenbecher	477	21.9.1	Pericard und pericardio-peritoneale	
18.2	Frühe Differenzierung der Retina . . .	484		Kanäle	596
18.3	Linse	488	21.9.2	Pleurahöhlen	597
18.4	Cornea, Iris und vordere Augenkammer	489	21.9.3	Zwerchfell	597
18.5	Sclera und Choroidea	491	21.10	Fehlbildungen der Lunge und des	
18.6	Ciliarapparat und Glaskörper	493		Zwerchfells	603
18.7	Sehnerv	494	21.11	Literaturverzeichnis	604
18.8	Lider und Tränenapparat	495			
18.9	Äußere Augenmuskeln	497			

22. Endokrine Organe (K. V. Hinrichsen, mit einem Beitrag von H. Hahn von Dorsche)	607
22.1 Hypothalamus-Hypophysen-System	607
22.2 Glandula thyroidea	616
22.3 Glandulae parathyroideae	621
22.4 Inselorgan (H. Hahn von Dorsche)	626
22.5 Glandulae suprarenales und chrom- affines System	632
22.6 Diffuses neuroendokrines System (DNES)	644
22.7 Literaturverzeichnis	646
23. Gesichtsentwicklung (K. V. Hinrichsen)	650
23.1 Relief der Gesichtsregion bis zur Bildung der Nasengrube	650
23.2 Erste Bildung der Nase: Nasengang und primäre Choanen	658
23.3 Entstehung des frühen Gesichtsreliefs	664
23.4 Gaumenbildung	668
23.5 Ausbildung der Wangen und der Mund- spalte	674
23.6 Tränen-Nasen-Rinne	675
23.7 Entwicklung des äußeren Ohres	677
23.8 Ausbildung des definitiven Gesichtes	678
23.9 Grundvorgänge der Gesichtsentwicklung und Fehlbildungen	682
23.10 Literaturverzeichnis	691
24. Schädelentwicklung (K. V. Hinrichsen)	693
24.1 Schädelbasis	695
24.2 Pharyngealskelet	699
24.3 Schädeldach	700
24.4 Definitive Schädelform	703
24.5 Formvarianten und Fehlbildungen am Schädel	704
24.6 Literaturverzeichnis	704
25. Zahnentwicklung (K. V. Hinrichsen)	706
25.1 Frühe Stadien der Zahnanlagen bis zur Hartsubstanzbildung	706
25.2 Dentinbildung	711
25.3 Schmelzbildung	711
25.4 Wurzelbildung	715
25.5 Ersatzzahnbildung	717
25.6 Zahndurchbruch	720
25.7 Zahnformeln	721
25.8 Störungen der Zahnentwicklung	721
25.9 Literaturverzeichnis	722
26. Entwicklung der Harnorgane (H. J. Jacob und M. Jacob)	723
26.1 Einleitung	723
26.2 Pronephros (Vorniere)	724
26.3 Wolffscher Gang	729
26.4 Mesonephros (Urnieren)	732
26.5 Metanephros (Nachnieren)	734
26.5.1 Interaktionen zwischen den ver- schiedenen Geweben	735
26.5.2 Entwicklung der harnableitenden Nierenabschnitte	735
26.5.3 Bildung der harnproduzierenden Nierenabschnitte	737
26.5.4 Renculi	740
26.5.5 Ascensus der Niere	740
26.6 Ureter	741
26.7 Harnblase und Urethra	741
26.8 Fehlbildungen der Harnorgane	742
26.8.1 Agenesien	742
26.8.2 Doppelbildungen der Harnorgane	742
26.8.3 Verschmelzungsnieren	742
26.8.4 Dystopie der Niere und des Ureters	742
26.8.5 Zystennieren	742
26.8.6 Extravesikale Mündung des Ureters	742
26.8.7 Variationen der Gefäßversorgung	742
26.8.8 Fistelbildungen	743
26.8.9 Harnblasenektopie und -ekstrophie	743
26.9 Literaturverzeichnis	743
27. Entwicklung der Genitalorgane und Bildung der Gameten (H. Wartenberg, mit Beiträgen von H. Breucker und A. F. Holstein sowie M. Dvořák und J. Tesařík)	745
27.1 Entwicklung der Gonaden und deren sexuelle Differenzierung zu Hoden oder Ovar	747
27.1.1 Herkunft der Geschlechtszellen (Keimbahn)	747
27.1.2 Bildung der indifferenten Gonade	752
27.1.3 Sexuelle Differenzierung in Hoden und Ovar	753
27.2 Hodenentwicklung	756
27.2.1 Praenatale Entwicklung des Hodens	756
27.2.2 Praespermatogenese	760
27.2.3 Hodendescensus und Entwicklung des Hodens im Kindesalter bis zur Pubertät	761
27.3 Der männliche Gamet und seine Entwicklung (Spermatogenese) (H. Breucker und A. F. Holstein)	764
27.3.1 Das Spermatozoon im Ejakulat	765
27.3.2 Spermatogenese beim Erwachsenen	767
27.3.3 Sertoli-Zellen	776
27.3.4 Leydig-Zellen	777
27.3.5 Hormonelle Steuerung der Spermato- genese	778
27.4 Entwicklung des Ovar	779

27.4.1	Fetale Entwicklung des Ovar	779	29. Entwicklung der Extremitäten (B. Christ)	838
27.4.2	Ovogenese und Entwicklung des juvenilen Ovar bis zur Pubertät	781	29.1 Entstehung der Extremitäten	838
27.5	Follikulogenese und Eizellreifung (M. Dvořák und J. Tesařík)	786	29.2 Verschiedene Aspekte der Extremitätenentwicklung	840
27.5.1	Praefollikuläre Stadien und Herkunft der Follikelzellen	787	29.3 Wachstum der Extremitätenanlagen	841
27.5.2	Primordialfollikel	788	29.4 Formentwicklung des Armes	844
27.5.3	Primärfollikel	791	29.5 Formentwicklung des Beines	847
27.5.4	Sekundärfollikel	793	29.6 Zelltod und Extremitätenentwicklung	849
27.5.5	Tertiärfollikel	797	29.7 Entwicklung des Extremitätenskelets	850
27.5.6	Ovulation	799	29.8 Entwicklung der Extremitäten- muskulatur	853
27.5.7	Corpus luteum	800	29.9 Entwicklung der Blutgefäße in den Extremitäten	858
27.5.8	Atresie	800	29.10 Entwicklung der Extremitätennerven	858
27.5.9	Altersabhängige Charakteristika der Follikelentwicklung	801	29.11 Fehlbildungen der Extremitäten	860
27.6	Entwicklung der inneren Genitalorgane	803	29.12 Literaturverzeichnis	860
27.6.1	Entwicklung der inneren Genitalorgane während der bisexuellen Phase	803	30. Entwicklung der Haut (B. Christ)	863
27.6.2	Entwicklung und Differenzierung des Nebenhodens, des Ductus deferens und der Vesicula seminalis	808	30.1 Entwicklung der Epidermis	863
27.6.3	Entwicklung der Müllerschen Gänge zu den Eileitern und der Gebärmutter	808	30.2 Entwicklung der Dermis	867
27.7	Entwicklung der äußeren Genitalorgane	814	30.3 Entwicklung der Hautanhangsgebilde	867
27.7.1	Bildung und frühe Differenzierung des Sinus urogenitalis und der äußeren Genitalorgane	814	30.4 Literaturverzeichnis	870
27.7.2	Männliche Differenzierung des Sinus urogenitalis und der äußeren Geschlechtsorgane	816	31. Frühgeborene — der vorzeitige Start ins extrauterine Leben (G. Jorch)	871
27.7.3	Weibliche Differenzierung des Sinus urogenitalis und der äußeren Geschlechtsorgane	819	31.1 Heutiger Stand der Neonatologie	871
27.8	Literaturverzeichnis	820	31.2 Körperliche Funktionen	873
28. Entwicklung der Rumpfwand (B. Christ)	823	31.2.1 Atmungsorgane	873	
28.1	Somitenbildung und frühe Somiten- differenzierung	823	31.2.2 Kreislauf	873
28.2	Entwicklung der Wirbelsäule	827	31.2.3 Infektabwehr	875
28.3	Fehlbildungen der Wirbelsäule	831	31.2.4 Wasser- und Energiehaushalt	876
28.4	Entwicklung der cervicooccipitalen Übergangsregion	831	31.2.5 Ernährung	876
28.5	Entwicklung der Rückenmuskulatur	834	31.3 Zentralnervöse Funktionen	877
28.6	Entwicklung von Brust- und Bauchwand	834	31.3.1 Schlaf-Wach-Rhythmus	877
28.7	Literaturverzeichnis	837	31.3.2 Tonus und Haltung	877
			31.3.3 Spontanbewegungen	877
			31.3.4 Reaktionsverhalten	877
			31.4 Das reife Neugeborene	879
			31.5 Störungen der normalen Entwicklung	880
			31.6 Literaturverzeichnis	881
			Sachverzeichnis	883
			Verzeichnis der Abbildungen von Embryonen nach dem Carnegie-Stadien-System nach Seitenzahlen	909