

Inhaltsverzeichnis

| | | | | | |
|----------|--|-----------|----------|--|------------|
| 1 | Einführung | 1 | 4 | Dritte Woche: Keimblätter und erste Organanlagen | 67 |
| 1.1 | Grundbegriffe der embryonalen Entwicklung | 2 | 4.1 | Gastrulation: Festlegung der Körperachse und Bildung der Keimblätter | 67 |
| 1.1.1 | Begriffsdefinitionen | 2 | 4.1.1 | Primitivstreifen | 68 |
| 1.1.2 | Lage- und Richtungsbezeichnungen | 9 | 4.1.2 | Entstehung der <i>Chorda dorsalis</i> (Notochorda) | 72 |
| 1.1.3 | Entwicklungsphasen | 9 | 4.2 | Neurulation: Bildung des Neuralrohrs | 76 |
| 1.2 | Geschichte der Embryologie | 12 | 4.2.1 | Primäre Neurulation | 76 |
| 1.2.1 | Altertum | 12 | 4.2.2 | Neuralleistenbildung | 78 |
| 1.2.2 | Mittelalter | 12 | 4.3 | Differenzierung des Mesoderms | 78 |
| 1.2.3 | Renaissance und Neuzeit | 13 | 4.3.1 | Bildung der Somiten | 80 |
| 1.2.4 | Das 19. bis 21. Jahrhundert | 14 | 4.3.2 | Differenzierung des Seitenplattenmesoderms mit Bildung des Zöloms | 80 |
| 2 | Erste Woche: Beginn der menschlichen Entwicklung | 19 | 4.3.3 | Molekulare Rechts-links-Differenzierung | 81 |
| 2.1 | Gametogenese | 20 | 4.4 | Differenzierungsvorgänge im extraembryonalen Mesoderm: die Allantois | 81 |
| 2.1.1 | Meiose | 20 | 4.5 | Frühentwicklung des Herz-Kreislauf-Systems | 82 |
| 2.1.2 | Spermatogenese | 24 | 4.5.1 | Vaskulogenese und Angiogenese | 83 |
| 2.1.3 | Oogenese | 25 | 4.5.2 | Primordiales Herz-Kreislauf-System | 83 |
| 2.1.4 | Männliche und weibliche Gameten im Vergleich | 26 | 4.6 | Differenzierung der Chorionzotten | 83 |
| 2.2 | Uterus, Eileiter und Ovarien | 27 | 4.7 | Derivate der Keimblätter | 85 |
| 2.2.1 | Uterus | 27 | 5 | Vierte bis achte Woche: Organogenese | 89 |
| 2.2.2 | Eileiter (<i>Tuba uterina</i>) | 27 | 5.1 | Embryonale Abfaltung | 89 |
| 2.2.3 | Ovarien | 29 | 5.1.1 | Abfaltung in der Medianebene | 91 |
| 2.3 | Weiblicher Zyklus | 29 | 5.1.2 | Abfaltung in der mittleren Transversalebene | 93 |
| 2.3.1 | Ovarieller Zyklus | 29 | 5.2 | Meilensteine der vierten bis achten Woche | 94 |
| 2.3.2 | Ovulation (Follikelsprung) | 33 | 5.2.1 | Vierte Woche | 95 |
| 2.3.3 | Menstruationszyklus | 34 | 5.2.2 | Fünfte Woche | 95 |
| 2.4 | Keimzellentransport | 36 | 5.2.3 | Sechste Woche | 96 |
| 2.4.1 | Eizelltransport | 36 | 5.2.4 | Siebte Woche | 98 |
| 2.4.2 | Spermientransport | 36 | 5.2.5 | Achte Woche | 98 |
| 2.5 | Spermienreifung | 37 | 5.3 | Bestimmung des embryonalen Entwicklungsalters | 105 |
| 2.6 | Lebensdauer der Keimzellen | 38 | 5.3.1 | Methoden zur Größenbestimmung | 105 |
| 2.7 | Befruchtung (Konzeption) | 38 | 6 | Von der neunten Woche bis zur Geburt: Fetalperiode | 111 |
| 2.7.1 | Schritte der Befruchtung | 38 | 6.1 | Bestimmung des Fetalalters | 112 |
| 2.8 | Furchungsteilungen der Zygote | 45 | 6.1.1 | Schwangerschaftstrimenone | 114 |
| 2.9 | Bildung und Differenzierung der Blastozyste | 47 | 6.1.2 | Maße und Merkmale von Feten | 114 |
| 3 | Zweite Woche: Implantation, Differenzierung der Keimscheibe | 53 | 6.2 | Wichtigste Ereignisse der Fetalperiode | 115 |
| 3.1 | Implantation und deziduale Reaktion des mütterlichen Gewebes | 53 | 6.2.1 | Neunte bis zwölfte Woche | 115 |
| 3.2 | Keimscheibe, Amnionhöhle und Dottersack .. | 54 | 6.2.2 | 13. bis 16. Woche | 115 |
| 3.3 | Differenzierung der Chorionhöhle | 57 | | | |
| 3.4 | Differenzierung der Keimscheibe | 60 | | | |
| 3.5 | Implantationsstellen der Blastozyste | 61 | | | |
| 3.6 | Zusammenfassung der Vorgänge bei der Implantation | 65 | | | |

XII Inhaltsverzeichnis

| | | | | | |
|----------|---|-----|-----------|--|-----|
| 6.2.3 | 17. bis 20. Woche | 116 | 8 | Kongenitale Fehlbildungen des Menschen | 169 |
| 6.2.4 | 21. bis 25. Woche | 117 | | | |
| 6.2.5 | 26. bis 29. Woche | 119 | 8.1 | Klassifikationen und Terminologie angeborener Fehlbildungen | 169 |
| 6.2.6 | 30. bis 34. Woche | 121 | | | |
| 6.2.7 | 35. bis 38. Woche | 121 | 8.2 | Entwicklungsstörungen durch genetische Faktoren | 171 |
| 6.3 | Errechneter Geburtstermin | 122 | | | |
| 6.4 | Einflüsse auf das fetale Wachstum | 123 | 8.2.1 | Prinzipien der Genregulation und Signaltransduktion während der Entwicklung | 172 |
| 6.4.1 | Rauchen | 123 | | | |
| 6.4.2 | Mehrlingsschwangerschaften | 123 | 8.2.2 | Numerische Chromosomenstörungen | 173 |
| 6.4.3 | Gesellschaftsdrogen | 123 | 8.2.3 | Strukturelle Chromosomenstörungen | 180 |
| 6.4.4 | Beeinträchtigte uteroplazentäre und fetoplazentäre Durchblutung | 123 | 8.2.4 | Anomalien durch Genmutationen | 183 |
| 6.4.5 | Genetische Faktoren und Wachstumsverzögerung | 123 | 8.3 | Entwicklungsstörungen durch Umweltfaktoren | 184 |
| 6.5 | Untersuchungen zur Beurteilung des Fetalstatus | 124 | 8.3.1 | Teratogenetische Grundprinzipien | 187 |
| 6.5.1 | Diagnostische Amniozentese | 124 | 8.3.2 | Bekannte Teratogene des Menschen | 188 |
| 6.5.2 | Chorionzottenbiopsie | 125 | 8.4 | Entwicklungsstörungen durch multifaktorielle Vererbung und fetale Programmierung | 199 |
| 6.5.3 | Chordozentese (Nabelschnurpunktion) | 125 | | | |
| 6.5.4 | Zellkulturen | 125 | 9 | Leibeshöhlen und Zwerchfell | 203 |
| 6.5.5 | Alpha-Fetoprotein-Bestimmung | 125 | 9.1 | Zöлом als Vorläufer der embryonalen Leibeshöhlen | 204 |
| 6.5.6 | Spektralfotometrie | 126 | | | |
| 6.5.7 | Ultraschalldiagnostik | 126 | 9.2 | Einheitliche embryonale Leibeshöhle | 204 |
| 6.5.8 | Magnetresonanztomografie (Kernspintomografie) | 126 | 9.3 | Abtrennung der Pleurahöhlen | 209 |
| 6.5.9 | Amniografie und Fetografie | 127 | 9.3.1 | Pleuroperikardmembranen | 210 |
| 6.5.10 | Fetoskopie | 127 | 9.3.2 | Pleuroperitonealmembranen | 210 |
| 6.5.11 | Fetale Überwachung | 127 | 9.4 | Entwicklung des Zwerchfells | 211 |
| 6.5.12 | Intrauterine fetale Transfusion | 128 | 9.4.1 | Embryologische Zwerchfellkomponenten | 211 |
| | | | 9.4.2 | Lageveränderungen, Muskulatur und Innervation des Zwerchfells | 212 |
| | | | 9.4.3 | Angeborene Zwerchfellhernien | 213 |
| 7 | Plazenta und Eihäute | 131 | | | |
| 7.1 | Plazenta | 131 | 10 | Hals- und Gesichtsentwicklung | 219 |
| 7.1.1 | Dezidua | 132 | 10.1 | Schlundbögen | 221 |
| 7.1.2 | Entwicklung der Plazenta | 132 | 10.1.1 | Bestandteile der Schlundbögen | 222 |
| 7.1.3 | Plazentarkreislauf | 137 | 10.1.2 | Schicksal der Schlundbögen | 223 |
| 7.1.4 | Funktionen der Plazenta | 140 | 10.2 | Schlundtaschen | 228 |
| 7.2 | Geburt (Entbindung, Partus) | 144 | 10.2.1 | Erste Schlundtasche | 228 |
| 7.2.1 | Phasen der Entbindung | 145 | 10.2.2 | Zweite Schlundtasche | 228 |
| 7.2.2 | Plazenta und Eihäute nach der Geburt | 147 | 10.2.3 | Dritte Schlundtasche | 228 |
| 7.2.3 | Nabelschnur | 150 | 10.2.4 | Vierte Schlundtasche | 230 |
| 7.3 | Amnion und Amnionflüssigkeit | 153 | 10.2.5 | Fünfte und sechste Schlundtasche | 230 |
| 7.3.1 | Bildung der Amnionflüssigkeit | 153 | 10.3 | Schlundfurchen | 231 |
| 7.3.2 | Fruchtwasserrückresorption | 154 | 10.4 | Schlundmembranen | 231 |
| 7.3.3 | Zusammensetzung der Amnionflüssigkeit | 155 | 10.5 | Anomalien von Kopf und Hals | 231 |
| 7.3.4 | Bedeutung der Amnionflüssigkeit | 155 | 10.6 | Schilddrüse | 235 |
| 7.4 | Dottersack | 156 | 10.6.1 | Histogenese der Schilddrüse | 236 |
| 7.5 | Allantois | 156 | 10.6.2 | Schilddrüsenanomalien | 236 |
| 7.6 | Mehrlingsschwangerschaften | 158 | 10.7 | Zunge | 238 |
| 7.6.1 | Zwillingsschwangerschaften | 158 | 10.7.1 | Papillen und Geschmacksknospen | 239 |
| 7.6.2 | Andere Mehrlingsschwangerschaften | 162 | 10.7.2 | Innervation der Zunge | 239 |

| | | | | | |
|---------|--|-----|--------|---|-----|
| 10.8 | Speicheldrüsen | 241 | 14.2.3 | Erregungsleitungssystem und KoronargefäÙe .. | 386 |
| 10.9 | Gesicht | 241 | 14.3 | Fehlbildungen des Herzens und der großen GefäÙe | 387 |
| 10.10 | Nasenhöhle | 248 | 14.4 | Derivate der Schlundbogenarterien | 396 |
| 10.10.1 | Nasennebenhöhlen | 249 | 14.4.1 | Normale Entwicklung der Schlundbogenarterien | 396 |
| 10.11 | Gaumen | 252 | 14.4.2 | Anomalien der Schlundbogenarterien | 400 |
| 10.11.1 | Primärer Gaumen | 252 | 14.5 | Fetaler und postnataler Kreislauf | 403 |
| 10.11.2 | Sekundärer Gaumen | 252 | 14.5.1 | Fetaler Kreislauf | 406 |
| 11 | Atemtrakt | 263 | 14.5.2 | Kreislaufumstellung bei der Geburt | 409 |
| 11.1 | Frühentwicklung des unteren Atemtrakts .. | 263 | 14.5.3 | Rudimente der fetalen vaskulären Strukturen .. | 410 |
| 11.2 | Kehlkopf | 263 | 14.6 | Lymphsystem | 412 |
| 11.3 | Luftröhre | 265 | 14.6.1 | Lymphsäckchen und Lymphgänge | 413 |
| 11.4 | Bronchien | 267 | 14.6.2 | Lymphozyten | 414 |
| 11.5 | Lungen | 267 | 14.6.3 | Milz und Tonsillen | 414 |
| 11.6 | Anpassungsvorgänge während der Geburt .. | 272 | 15 | Skelettsystem | 419 |
| 12 | Verdauungstrakt | 277 | 15.1 | Knochen und Knorpel | 419 |
| 12.1 | Vorderdarm | 280 | 15.1.1 | Histogenese des Knorpels | 420 |
| 12.1.1 | Ösophagus | 280 | 15.1.2 | Histogenese des Knochens | 420 |
| 12.1.2 | Magen | 281 | 15.2 | Gelenke | 424 |
| 12.1.3 | Zwölffingerdarm | 286 | 15.2.1 | Syndesmosen | 424 |
| 12.1.4 | Leber, Gallenblase und Gallengänge | 288 | 15.2.2 | Synchondrosen | 424 |
| 12.1.5 | Bauchspeicheldrüse | 291 | 15.2.3 | Diarthrosen | 424 |
| 12.2 | Milz | 293 | 15.3 | Achsenskelett | 424 |
| 12.3 | Mitteldarm | 295 | 15.3.1 | Wirbelsäule | 425 |
| 12.3.1 | Physiologischer Nabelbruch und Darmdrehung .. | 295 | 15.3.2 | Rippen | 428 |
| 12.3.2 | Fixierung des Darms | 295 | 15.3.3 | Sternum | 429 |
| 12.3.3 | Blinddarm und Wurmfortsatz | 299 | 15.3.4 | Schädel | 429 |
| 12.4 | Hinterdarm | 305 | 15.4 | Extremitätenskelett | 434 |
| 12.4.1 | Kloake | 305 | 16 | Muskulatur | 439 |
| 13 | Urogenitalsystem | 315 | 16.1 | Skelettmuskulatur | 439 |
| 13.1 | Harnorgane | 315 | 16.1.1 | Dermomyotome | 440 |
| 13.1.1 | Nieren und Ureteren | 315 | 16.1.2 | Schlundbogenmuskulatur | 441 |
| 13.1.2 | Harnblase | 328 | 16.1.3 | Äußere Augenmuskeln | 441 |
| 13.1.3 | Urethra | 333 | 16.1.4 | Zungenmuskulatur | 441 |
| 13.2 | Nebennieren | 333 | 16.1.5 | Extremitätenmuskeln | 441 |
| 13.3 | Genitalorgane | 336 | 16.2 | Glatte Muskulatur | 442 |
| 13.3.1 | Gonaden | 336 | 16.3 | Herzmuskulatur | 442 |
| 13.3.2 | Genitalgänge | 342 | 17 | Extremitäten | 447 |
| 13.3.3 | Äußeres Genitale | 347 | 17.1 | Frühe Stadien der Extremitätenentwicklung .. | 447 |
| 13.4 | Leistenkanal | 354 | 17.2 | Späte Stadien der Extremitätenentwicklung .. | 451 |
| 14 | Herz-Kreislauf-System | 361 | 17.3 | Innervation der Extremitäten | 454 |
| 14.1 | Frühentwicklung des Herzens und der GefäÙe | 362 | 17.4 | Blutversorgung der Extremitäten | 457 |
| 14.1.1 | Venenzuflüsse des Herzens | 363 | 17.5 | Fehlbildungen der Extremitäten | 457 |
| 14.1.2 | Schlundbogenarterien und Äste der dorsalen Aorta | 367 | 18 | Nervensystem | 465 |
| 14.2 | Herz | 368 | 18.1 | Ursprung des Nervensystems | 465 |
| 14.2.1 | Blutzirkulation im primitiven Herzen | 371 | 18.2 | Zentralnervensystem | 468 |
| 14.2.2 | Septierung des primitiven Herzens | 374 | 18.2.1 | Rückenmark (Myelon) | 470 |

XIV Inhaltsverzeichnis

| | | | | | |
|---------|-----------------------------------|-----|-------------------|--|-----|
| 18.2.2 | Frühstadien der Gehirnentwicklung | 479 | 20 | Haut und Hautanhangsorgane, Brustdrüsen und Zähne | 533 |
| 18.2.3 | Rautenhirn (Rhombenzephalon) | 483 | 20.1 | Haut | 533 |
| 18.2.4 | Mittelhirn (Mesenzephalon) | 485 | 20.1.1 | Epidermis | 534 |
| 18.2.5 | Vorderhirn (Prosenzephalon) | 486 | 20.1.2 | Dermis | 535 |
| 18.2.6 | Angeborene Hirnfehlbildungen | 493 | 20.2 | Hautanhangsorgane | 537 |
| 18.3 | Peripheres Nervensystem | 501 | 20.2.1 | Haare | 537 |
| 18.3.1 | Ganglien | 501 | 20.2.2 | Nägel | 540 |
| 18.3.2 | Spinalnerven | 503 | 20.2.3 | Hautdrüsen | 540 |
| 18.3.3 | Hirnnerven | 503 | 20.3 | Brustdrüsen | 542 |
| 18.4 | Autonomes Nervensystem | 506 | 20.4 | Zähne | 544 |
| 18.4.1 | Sympathisches Nervensystem | 506 | | | |
| 18.4.2 | Parasympathisches Nervensystem | 506 | 21 | Funktionelle Prinzipien der Entwicklungsbiologie | 555 |
| 19 | Auge und Ohr | 511 | 21.1 | Modellorganismen | 555 |
| 19.1 | Auge mit Hilfseinrichtungen | 511 | 21.2 | Zellbiologie der Entwicklung | 556 |
| 19.1.1 | Retina | 513 | 21.2.1 | Stammzellen | 556 |
| 19.1.2 | Ziliarkörper | 517 | 21.2.2 | Induktion | 558 |
| 19.1.3 | Iris | 518 | 21.2.3 | Interzelluläre Kommunikation | 558 |
| 19.1.4 | Augenlinse | 519 | 21.3 | Molekularbiologische Mechanismen der Entwicklung | 559 |
| 19.1.5 | Glaskörper | 520 | 21.3.1 | Kontaktgebundene interzelluläre Signalwege | 559 |
| 19.1.6 | Augenkammern | 520 | 21.3.2 | Extrazelluläre Signale und ihre Rezeptoren | 562 |
| 19.1.7 | Hornhaut (Kornea) | 521 | 21.3.3 | Regulation der Genaktivität | 567 |
| 19.1.8 | Choroidea und Sklera | 521 | 21.3.4 | Mikro-RNA | 569 |
| 19.1.9 | Augenlider | 522 | | | |
| 19.1.10 | Tränendrüsen | 523 | Zeittafeln | | 573 |
| 19.2 | Ohr | 523 | Register | | 579 |
| 19.2.1 | Innenohr | 523 | | | |
| 19.2.2 | Mittelohr | 525 | | | |
| 19.2.3 | Außenohr | 526 | | | |