

BERTINI - BENTIVOGLIO - FABENE - ALTABELLI - BANI - BARONI - BODO LUMARE
BONAVENTURA - BONSI - CARAMELLI CECCOLI - CARNEVALE - CICCARELLI
CIMINI - CORDENONSI - GALLI - GERBINO - GOVONI - GUIZZARDI - LA ROCCA - LUCA
MARIOTTI-MAROTTA-MATTIOLIBELMONTE-NARO-NICOLIN-NICOLINI-NISTRI-PINI
ROMAGNOLI-ROSATI-SICA-TAMAGNONE-TRUBIANI-VANNUCCHI-VERCELLI-ZANI

EMBRIOLOGIA UMANA

con 280 figure a colori e 20 tabelle

In copertina:

Le prime divisioni mitotiche e la compattazione dell'embrione.

Tutti i diritti riservati

È VIETATA PER LEGGE LA RIPRODUZIONE IN FOTOCOPIA
E IN QUALSIASI ALTRA FORMA
(microfilms, compact disk, videocassette ecc.)

Ogni violazione sarà perseguita secondo le leggi civili e penali

© 2019 EDIZIONI IDELSON-GNOCCHI 1908 srl

Sorbona • Athena • Grasso • Morelli • Liviana Medicina • Grafite

Via M. Pietravalle, 85 – 80131 Napoli

Tel. +39-081-5453443 pbx – Fax +39-081-5464991

<http://www.idelsongnocchi.it> E-mail: info@idelsongnocchi.it



<https://www.facebook.com/edizioniidelsongnocchi>



Autori

GIOVANNA GIUSEPPINA ALTABELLI

Dipartimento di Scienze Biomediche Avanzate, Università degli Studi di Napoli
“Federico II”

DANIELE BANI

Dipartimento di Medicina Sperimentale e Clinica, Università degli Studi di Firenze

TIZIANO BARONI

Dipartimento di Medicina Sperimentale, Università degli Studi di Perugia

MARINA BENTIVOGLIO

Dipartimento di Neuroscienze, Biomedicina e Movimento, Università degli Studi di
Verona

GIUSEPPE BERTINI

Dipartimento di Neuroscienze, Biomedicina e Movimento, Università degli Studi di
Verona

MARIA BODO LUMARE

Dipartimento di Medicina Sperimentale, Università degli Studi di Perugia

GIUSEPPE BONAVENTURA

Dipartimento di Medicina Sperimentale e Neuroscienze Cliniche BioNec, Uni-
versità degli Studi di Palermo

LAURA BONSI

Dipartimento di Medicina Specialistica, Diagnostica e Sperimentale, Università
degli Studi di Bologna

ELISABETTA CARAMELLI CECCOLI

Dipartimento di Medicina Specialistica, Diagnostica e Sperimentale, Università
degli Studi di Bologna

GIANLUCA CARNEVALE

Dipartimento Chirurgico Medico Odontoiatrico e di Scienze Morfologiche, Università degli Studi di Modena e Reggio Emilia

CARMELA CICCARELLI

Dipartimento di Scienze Cliniche Applicate e Biotecnologiche, Università degli Studi dell'Aquila

VINCENZO CIMINI

Dipartimento di Scienze Biomediche Avanzate, Università degli Studi di Napoli "Federico II"

MICHELANGELO CORDENONSI

Dipartimento di Medicina Molecolare, Università degli Studi di Padova

PAOLO FABENE

Dipartimento di Neuroscienze, Biomedicina e Movimento, Università degli Studi di Verona

CARLO GALLI

Dipartimento di Medicina e Chirurgia, Università degli Studi di Parma

ALDO GERBINO

Dipartimento di Biomedicina Sperimentale e Neuroscienze Cliniche, Università degli Studi di Palermo

PAOLO GOVONI

Dipartimento di Medicina e Chirurgia, Università degli Studi di Parma

STEFANO GUIZZARDI

Dipartimento di Medicina e Chirurgia, Università degli Studi di Parma

GIAMPIERO LA ROCCA

Dipartimento di Biomedicina Sperimentale e Neuroscienze Cliniche, Università degli Studi di Palermo

GIOVANNI LUCA

Dipartimento di Medicina Sperimentale, Università degli Studi di Perugia

RAFFAELLA MARIOTTI

Dipartimento di Neuroscienze, Biomedicina e Movimento, Università degli Studi di Verona

MARCELLO MAROTTA

Dipartimento di Medicina Clinica e Chirurgia, Università degli Studi di Napoli "Federico II"

MONICA MATTIOLI BELMONTE

Dipartimento di Scienze Cliniche e Molecolari, Università Politecnica delle Marche, Università degli Studi di Ancona

FABIO NARO

Dipartimento di Scienze Anatomiche, Istologiche, Medico-Legali e dell'Apparato Locomotore (SAIMLAL), Sapienza Università di Roma

VANESSA NICOLIN

Dipartimento di Scienze Mediche Chirurgiche e della Salute, Università degli Studi di Trieste

GABRIELLA NICOLINI

Dipartimento di Medicina e Chirurgia, Università degli Studi di Milano - Bicocca

SILVIA NISTRI

Dipartimento di Medicina Sperimentale e Clinica, Università degli Studi di Firenze

ALESSANDRO PINI

Dipartimento di Medicina Sperimentale e Clinica, Università degli Studi di Firenze

PAOLO ROMAGNOLI

Dipartimento di Medicina Sperimentale e Clinica, Università degli Studi di Firenze

CLAUDIA ROSATI

Dipartimento di Medicina Clinica e Chirurgia, Università degli Studi di Napoli "Federico II"

GIGLIOLA SICA

Fondazione Policlinico Universitario A. Gemelli IRCCS, Roma - Università Cattolica del Sacro Cuore

LUCA TAMAGNONE

Fondazione Policlinico Universitario A. Gemelli IRCCS, Roma - Università Cattolica del Sacro Cuore

ORIANA TRUBIANI

Dipartimento di Scienze Mediche, Orali e Biotecnologiche, Università degli Studi "G. d'Annunzio", Chieti

MARIA GIULIANA VANNUCCHI

Dipartimento di Medicina Sperimentale e Clinica, Università degli Studi di Firenze

ALESSANDRO VERCELLI

Dipartimento di Neuroscienze "Rita Levi Montalcini", Università degli Studi di Torino

BIANCA MARIA ZANI

Dipartimento di Scienze Cliniche Applicate e Biotecnologiche, Università degli Studi dell'Aquila

Indice generale

Presentazione

XXI

1. Ovogenesi <i>di Raffaella Mariotti</i>	1
1.1 Fase embrionale dell'ovogenesi	2
1.1.1 Origine dell'ovaio	2
1.1.2 Ovogoni e ovociti primari	3
1.1.3 Follicolo primordiale	4
1.2 Folliculogenesi	5
1.2.1 Dal follicolo primordiale al follicolo primario	5
1.2.2 Dal follicolo primario al follicolo antrale	6
1.2.3 Dinamica temporale della folliculogenesi	6
1.2.4 Deplezione del pool follicolare	9
1.3 Completamento dell'ovogenesi	10
1.3.1 La ripresa della meiosi	10
1.3.2 Ovulazione	10
1.3.3 Corpo luteo	11
2. Spermatogenesi <i>di Vincenzo Cimini</i>	13
2.1 La gonade maschile	13
2.1.1 Organizzazione del testicolo	13
2.1.2 Struttura della cellula di Leydig	14
2.2 Gametogenesi	15
2.2.1 Spermatogenesi	16
2.2.2 Spermiogenesi	16
2.2.3 Il citoplasma dello spermatoide	17
2.2.4 Condensazione della cromatina	17
2.2.5 Modificazioni epigenetiche della cromatina	19
2.2.6 Formazione della coda dello spermatozoo	19
2.3 Dal tubulo seminifero all'epididimo	20
2.3.1 Ciclo dell'epitelio seminifero	20
2.3.2 Controllo post-tubulare della maturazione degli spermatozoi	21
2.3.3 Organizzazione istologica dell'epididimo	22
2.3.4 Ruolo funzionale dell'epididimo	23
2.4 Sistemi di controllo della spermatogenesi	24
2.4.1 Controllo della spermatogenesi per via endocrina	24
2.4.2 Ruolo degli estrogeni	25
2.4.3 Controllo della spermatogenesi da altre molecole segnale	25
2.4.4 Regolazione della trascrizione durante la spermatogenesi	26

3. Morfogenesi e controllo dello sviluppo <i>di Paolo Romagnoli, Alessandro Pini, Monica Mattioli Belmonte, Silvia Nistri</i>	29
3.1 Processi morfogenetici elementari	29
3.1.1 Proliferazione e apoptosi	31
3.1.2 Movimento	31
3.1.3 Polarizzazione	32
3.1.4 Modificazioni di strutture epiteliali	33
3.1.5 Divisione cellulare asimmetrica	35
3.1.6 Transizione epitelio-mesenchimale e mesenchimo-epiteliale	36
3.2 Meccanismi di controllo della morfogenesi e del differenziamento	37
3.2.1 Sviluppo embrionale a mosaico e regolativo	37
3.2.2 Destino prospettico e potenza prospettica	41
3.2.3 Morfògeni	41
3.2.4 Inibizione laterale	43
3.2.5 Interazioni tra epiteli e mesenchima	43
3.2.6 Polarità cranio-caudale, metameria	45
3.2.7 Simmetria bilaterale e rottura della simmetria	47
3.2.8 Segnali e loro vie di trasduzione	49
3.3 Proliferazione, differenziamento, staminalità	52
 4. Fecondazione <i>di Raffaella Mariotti</i>	 55
4.1 Transito e capacitazione degli spermatozoi	56
4.1.1 Sperma e eiaculazione	56
4.1.2 Trasporto degli spermatozoi nelle vie genitali femminili	56
4.1.3 La capacitazione	58
4.2 Arrivo dell'ovocita e fecondazione	59
4.2.1 Trasporto dell'ovocita verso l'ampolla	59
4.2.2 Reazione acrosomiale	
4.2.3 Fusione dei gameti	61
4.2.4 Reazione corticale	63
4.2.5 Lo zigote	64
 5. La prima settimana <i>di Fabio Naro, Gianluca Carnevale</i>	 65
5.1 Tappe di sviluppo della prima settimana	65
5.1.1 Formazione dei pronuclei	65
5.1.2 Formazione dello zigote e prima divisione mitotica	65
5.1.3 Segmentazione	66
5.1.4 Compattazione e stadio di morula	67
5.1.5 Blastocisti	68
5.1.6 Epiblasto e ipoblasto	68
5.1.7 Schiusa e adesione alla parete uterina	68
5.2 Il differenziamento	69
5.2.1 Potenzialità differenziativa	69
5.2.2 Cellule staminali	70
5.2.3 Epigenetica	70

5.2.4 Metilazione del DNA	71
5.2.5 Modificazione post-traduzionale degli istoni	71
5.2.6 Riprogrammazione epigenetica	72
5.2.7 Imprinting genomico	73
5.2.8 Totipotenza e prime decisioni differenziative	75
6. La seconda settimana <i>di Gigliola Sica, Luca Tamagnone</i>	79
6.1 La preparazione all'impianto	79
6.1.1 Formazione del corpo luteo	79
6.1.2 L'endometrio durante la fase secretiva del ciclo uterino	79
6.1.3 Destino del corpo luteo	80
6.2 L'impianto dell'embrione	80
6.2.1 Apposizione	81
6.2.2 Adesione	82
6.2.3 Invasione	83
6.2.4 Reazione deciduale	83
6.2.5 Evoluzione della decidua	84
6.2.6 Completamento dell'annidamento	84
6.2.7 Stadio lacunare del sinciziotrafoblasto e primo abbozzo di circolazione placentare	85
6.3 Eventi relativi all'embrioblasto	86
6.3.1 Il disco bilaminare	86
6.3.2 Cavità amniotica e sacco vitellino primario	86
6.3.3 Funzioni del liquido amniotico	86
6.3.4 Mesoderma extraembrionale e cavità coriale	87
6.3.5 Sacco vitellino secondario	88
6.4 Tolleranza immunitaria e protezione dell'embrione	89
7. La terza settimana <i>di Tiziano Baroni</i>	93
7.1 Le fasi iniziali della gastrulazione	93
7.1.1 Linea primitiva e nodo primitivo	93
7.1.2 Solco primitivo e fossetta primitiva	94
7.2 Formazione dei foglietti embrionali	95
7.2.1 Formazione dell'endoderma	96
7.2.2 Formazione del mesoderma	96
7.2.3 Ectoderma, disco trilaminare	97
7.2.4 Differenziamento cellulare durante la gastrulazione	97
7.2.5 Destino della linea primitiva	99
7.3 La gastrulazione in dettaglio	99
7.3.1 Destino delle cellule dell'epiblasto	99
7.3.2 Placca precordale	100
7.3.3 Membrane buccofaringea e cloacale	100
7.3.4 Area cardiogenica	102
7.3.5 Allantoide	102
7.4 Processo notocordale e notocorda	102
7.4.1 Processo e canale notocordale	102

7.4.2 Canale neurenterico e placca cordale	103
7.4.3 Notocorda	104
7.5 Evoluzione del mesoderma	104
7.5.1 Mesoderma parassiale e somiti	105
7.5.2 Il mesoderma intermedio	106
7.5.3 Il mesoderma laterale ed il celoma intraembrionale	106
7.6. Neurulazione	107
7.6.1 La placca neurale	107
7.6.2 Il tubo neurale	108
7.6.3 Le creste neurali	109
8. La quarta settimana <i>di Gabriella Nicolini, Giuseppe Bertini</i>	111
8.1 Neurulazione	113
8.1.1 Formazione del tubo neurale	113
8.1.2 Neurulazione primaria e secondaria	114
8.1.3 Suddivisioni primarie e istodifferenziamento del sistema nervoso centrale	114
8.1.4 Cellule della cresta neurale	115
8.1.5 Destino finale dell'ectoderma	116
8.2 Ripiegamento dell'embrione	116
8.2.1 Ripiegamento trasversale	116
8.2.2 Ripiegamento longitudinale	116
8.2.3 Dal celoma embrionale alle cavità sierose	119
8.3 L'inizio dell'organogenesi	119
8.3.1 Intestino primitivo	119
8.3.2 Archi faringei	121
8.3.3 Diverticolo respiratorio o laringotracheale	122
8.3.4 Somiti	122
8.3.5 Arti	123
8.3.6 Derivati del mesoderma intermedio	124
8.3.7 Cuore e apparato circolatorio	124
8.3.8 Placodi acustici, ottici ed olfattivi	125
9. Annessi embrio-fetali e materno-fetali <i>di Stefano Guizzardi, Paolo Govoni</i>	127
9.1 Placenta primitiva	127
9.1.1 Il corion	127
9.1.2 Villi coriali e placenta primitiva	127
9.1.3 Funzioni della placenta primitiva	129
9.2 Placenta definitiva	129
9.2.1 Evoluzione del corion e della decidua gravidica	129
9.2.2 Struttura della placenta definitiva	131
9.2.3 Funzione di scambio di sostanze	133
9.2.4 Funzione protettiva della placenta	134
9.2.5 Funzione endocrina della placenta	135
9.3 Sacco vitellino	135
9.3.1 Sacco vitellino primario	135

9.3.2 Sacco vitellino secondario	135
9.3.3 Sacco vitellino residuo	136
9.3.4 Allantoide	136
9.4 Amnios e cordone ombelicale	136
9.5 Tolleranza materno-fetale	138
9.6 Gemelli	139
9.6.1 Gemelli dizigoti	139
9.6.2 Gemelli monozigoti	140
9.6.3 Fecondazione assistita e gravidanze multiple	141
 10. L'apparato muscolo-scheletrico assiale <i>di Maria Giuliana Vannucchi, Giuseppe Bertini</i>	 143
10.1 Origine del mesoderma	143
10.1.1 Le vie di migrazione durante la gastrulazione	143
10.1.2 Il foglietto mesodermico si organizza in tre parti distinte	144
10.2 Il mesoderma parassiale (o dorsale)	145
10.2.1 I somitomeri	145
10.2.2 I somiti	146
10.2.3 Evoluzione dei somiti	147
10.3 Formazione della colonna vertebrale	148
10.3.1 Gli sclerotomi	148
10.3.2 Le vertebre	150
10.4 Formazione delle coste e dello sterno	151
10.4.1 Abbozzi cartilaginei	151
10.4.2 Ossificazione e organizzazione definitiva	152
10.5 Formazione della muscolatura scheletrica assiale	153
10.5.1 Miotomo e dermatomo	153
10.5.2 Miotomo e suoi derivati	154
10.5.3 Derivati dell'epimero	154
10.5.4 Derivati dell'ipomero	155
10.5.5 Dal mioblasto alla fibra muscolare	156
 11. Il cuore <i>di Bianca Maria Zani, Carmela Ciccarelli</i>	 157
11.1 Formazione della cavità pericardica	157
11.2 Formazione del tubo cardiaco	158
11.2.1 Campi cardiogenici	158
11.2.2 Ripiegamento dell'embrione e fusione dei tubi endocardici	159
11.2.3 Ruolo del campo cardiogenico secondario	160
11.2.4 I tessuti della parete cardiaca in formazione	164
11.2.5 Il tubo cardiaco prima dei suoi ripiegamenti	166
11.2.6 Il sistema vascolare simmetrico	166
11.2.7 Ripiegamenti del tubo cardiaco	166
11.3 Formazione delle camere cardiache	167
11.3.1 Suddivisione del canale atrioventricolare	168
11.3.2 Formazione del seno venoso e degli atri definitivi	168
11.3.3 Sepimentazione dell'atrio primitivo	170

11.3.4 Formazione dei ventricoli	172
11.4 Sepimentazione del cono e del tronco arterioso	174
12. Il sistema circolatorio <i>di Marcello Marotta</i>	177
12.1 Origine dei vasi e regolazione del loro sviluppo	178
12.1.1 Vasculogenesi e angiogenesi	179
12.1.2 Regolazione della vasculogenesi	179
12.1.3 Regolazione dell'angiogenesi	180
12.1.4 Maturazione dell'endotelio	181
12.1.5 Angiogenesi regolata da fattori non genetici	182
12.1.6 Destino arterioso o venoso dei vasi	182
12.2 Emopoiesi embrionale	183
12.2.1 Emopoiesi vitellina	183
12.2.2 Progenitori dell'emopoiesi definitiva	184
12.2.3 Emopoiesi epatica	184
12.2.4 Emopoiesi midollare	184
12.3 Sviluppo delle arterie	185
12.3.1 Le aorte dorsali	185
12.3.2 Gli archi aortici	185
12.3.3 Rami dorsali, laterali e ventrali dell'aorta dorsale	187
12.3.4 Le arterie della testa	189
12.3.5 Le arterie degli arti	189
12.3.6 L'origine delle arterie coronarie	189
12.4 Sviluppo delle vene	192
12.4.1 Il sistema delle vene cardinali	192
12.4.2 Il sistema delle vene vitelline (onfalo-mesenteriche)	195
12.4.3 Il sistema delle vene ombelicali	195
12.4.4 Le vene polmonari	195
12.5 Sviluppo dei vasi linfatici	197
12.5.1 Sacchi linfatici	197
12.5.2 Dotti linfatici	198
12.6 Circolazione fetale	198
12.6.1 Flussi ematici in epoca prenatale	198
12.6.2 Modifiche della circolazione alla nascita	201
13. La faccia, le cavità nasali e la bocca <i>di Vanessa Nicolin, Oriana Trubiani</i>	203
13.1. Morfogenesi della faccia	203
13.1.1 Gli abbozzi del naso	203
13.1.2 Le guance	205
13.1.3 L'orecchio esterno	205
13.2 Morfogenesi delle cavità nasali	205
13.2.1 Cavità nasale primitiva	206
13.2.2 Setto nasale e cavità nasali definitive	206
13.2.3 Mucosa nasale	206
13.3 Morfogenesi della bocca	206
13.3.1 La cavità orale	206

13.3.2 Formazione del palato	207
13.3.3 Formazione della lingua	207
14. La regione faringea o branchiale <i>di Daniele Bani, Michelangelo Cordenonsi</i>	211
14.1 Formazione degli archi faringei o branchiali	211
14.2 Evoluzione degli archi faringei	213
14.2.1 I arco faringeo	213
14.2.2 II arco faringeo	216
14.2.3 III arco faringeo	217
14.2.4 IV e VI arco faringeo	217
14.3 Evoluzione dei solchi faringei	217
14.4 Evoluzione delle tasche faringee	218
14.4.1 I tasca	220
14.4.2 II tasca	220
14.4.3 III tasca	220
14.4.4 IV-V tasca	220
14.5 Evoluzione del pavimento del faringe primitivo	221
14.5.1 La porzione anteriore della lingua	221
14.5.2 Origine della tiroide	221
14.5.3 Radice della lingua	222
15. L'apparato respiratorio <i>di Aldo Gerbino, Giampiero La Rocca, Giuseppe Bonaventura</i>	225
15.1 I primi abbozzi respiratori, laringei e tracheali	225
15.1.1 Laringe	227
15.1.2 Trachea	228
15.2 Sviluppo dell'albero broncopolmonare	228
15.3 La maturazione dei polmoni	229
15.3.1 Periodo pseudoghiandolare	229
15.3.2 Periodo canalicolare	230
15.3.3 Periodo del sacco terminale	230
15.3.4 Periodo alveolare	230
15.4 Basi molecolari dello sviluppo del sistema respiratorio	232
16. L'apparato digerente <i>di Elisabetta Caramelli Ceccoli, Laura Bonsi</i>	237
16.1 Cenni di organizzazione isto-anatomica	237
16.2 Prime fasi dello sviluppo	237
16.2.1 Formazione del tubo intestinale	237
16.2.2 Suddivisioni dell'intestino primitivo	238
16.2.3 Sviluppo dei mesenterî	239
16.3 Intestino anteriore	241
16.3.1 Intestino branchiale	241
16.3.2 Esofago	241
16.3.3 Stomaco	243
16.3.4 Mesenterî dello stomaco	244
16.3.5 Duodeno	245

16.3.6 Mesentere del duodeno	245
16.3.7 Fegato e cistifellea	245
16.3.8 Fegato e mesentere ventrale	247
16.3.9 Pancreas	247
16.3.10 Differenziamento dell'epitelio ghiandolare pancreatico	249
16.3.11 Controllo dello sviluppo del pancreas	250
16.4 Intestino medio	252
16.4.1 Ansa intestinale primaria	252
16.4.2 Ernia fisiologica e rotazione dell'ansa	252
16.4.3 Completamento dell'organizzazione	252
16.4.4 I mesenterici dell'intestino medio	254
16.5 Intestino posteriore	254
16.5.1 Evoluzione della cloaca	254
16.5.2 La linea pettinata	254
16.6 Differenziamento e morfogenesi dei tessuti intestinali	255
16.6.1 Il destino delle cellule dipende dalla posizione cranio-caudale	255
16.6.2 Ostruzione e ricanalizzazione del tubo intestinale	255
16.6.3 Formazione dei villi intestinali	256
16.6.4 Cripte intestinali e rinnovamento epiteliale	256
17. L'apparato urinario e il surrene <i>di Maria Bodo Lumare, Giovanni Luca</i>	259
17.1 Formazione ed evoluzione del cordone nefrogeno	259
17.1.1 Il pronefro	259
17.1.2 Il mesonefro	260
17.1.3 Il metanefro	262
17.2 Sviluppo del rene	263
17.2.1 Il sistema collettore	263
17.2.2 Evoluzione dell'abbozzo metanefrico e sviluppo dei nefroni	264
17.2.3 Architettura del rene fetale	265
17.2.4 Migrazione e rotazione dei reni	266
17.3 Sviluppo della vescica e dell'uretra	267
17.3.1 Seno urogenitale primitivo	267
17.3.2 Sbocco degli ureteri nella vescica	268
17.4 Sviluppo delle ghiandole surrenali	269
17.4.1 Origine della corticale e della midollare	269
17.4.2 Fusione dei due abbozzi ed evoluzione tardiva del surrene	271
18. L'apparato genitale <i>di Claudia Rosati, Giovanna G. Altobelli</i>	275
18.1 Cellule germinali primordiali	275
18.1.1 Migrazione delle cellule germinali primordiali	275
18.1.2 Colonizzazione delle future gonadi	276
18.2 Sviluppo delle gonadi	278
18.2.1 Mesoderma intermedio e primordi genito-urinari	278
18.2.2 Gonadi indifferenziate	278
18.2.3 Differenziamento dei testicoli	280
18.2.4 Differenziamento delle ovaie	282

18.3 Migrazione delle gonadi	284
18.3.1 Discesa dei testicoli	284
18.3.2 Discesa delle ovaie	286
18.4 Organogenesi delle vie genitali	286
18.4.1 Dotti genitali indifferenziati	286
18.4.2 Differenziamento delle vie genitali maschili	286
18.4.3 Differenziamento delle vie genitali femminili	287
18.5 Organogenesi dei genitali esterni	287
18.5.1 Stadio indifferenziato	287
18.5.2 Differenziamento dei genitali esterni maschili	288
18.5.3 Differenziamento dei genitali esterni femminili	290
 19. Il sistema tegumentario <i>di Vincenzo Cimini</i>	 291
19.1 Epidermide	291
19.1.1 La prima stratificazione dell'epidermide	291
19.1.2 Maturazione dell'epidermide	292
19.1.3 Creste epiteliali palmari e plantari	294
19.1.4 Omeostasi dell'epidermide	296
19.2 Altre cellule dell'epidermide	297
19.2.1 Formazione dei melanociti	297
19.2.2 Formazione delle cellule di Langerhans	298
19.2.3 Formazione delle cellule di Merkel	300
19.3 Derma	300
19.3.1 Sviluppo del derma	300
19.3.2 Interazioni tra epidermide e derma	301
19.4 Annessi cutanei	301
19.4.1 Sviluppo del pelo	301
19.4.2 Istodifferenziazione del placode pilifero	302
19.4.3 Ciclo del follicolo pilifero	304
19.4.4 Cellule staminali del follicolo pilifero	305
19.4.5 Sviluppo delle ghiandole sebacee	305
19.4.6 Sviluppo della ghiandola mammaria	305
 20. Lo sviluppo degli arti <i>di Marcello Marotta</i>	 309
20.1 Lo sviluppo della forma	309
20.1.1 L'abbozzo degli arti è un sistema tridimensionale	314
20.1.2 La cresta ectodermica apicale regola lo sviluppo prossimo-distale	315
20.1.3 La zona di attività polarizzante	317
20.1.4 I geni HOX sono implicati nello sviluppo dei segmenti degli arti	319
20.1.5 Le dita si sviluppano per azione coordinata di segnali diversi	320
20.2 Lo sviluppo dello scheletro appendicolare	322
20.2.1 Formazione delle cartilagini	322
20.2.2 Centri di ossificazione	322
20.2.3 Le articolazioni si formano dalle interzone	323
20.3 Lo sviluppo delle strutture muscolo-tendinee, dei vasi e dei nervi	324
20.3.1 I tendini	324

20.3.2 I muscoli degli arti	325
20.3.3 La vascolarizzazione	325
20.3.4 L'innervazione	328
21. Il dente <i>di Carlo Galli</i>	329
21.1 Struttura e organizzazione dei denti	329
21.1.1 Tessuti del dente	329
21.1.2 Dentizione	330
21.1.3 Arcate dentarie e tipi di dente	330
21.2 Primi eventi morfogenetici	332
21.2.1 Benderella primitiva	332
21.2.2 Lamina dentale e lamina vestibolare	332
21.2.3 Lamine accessorie e lamine secondarie	333
21.3 L'abbozzo del dente	333
21.3.1 Stadio di gemma dentale	333
21.3.2 Stadio di cappuccio (o coppa)	333
21.3.3 Stadio a campana	337
21.4 La formazione della dentina	338
21.4.1 Le fasi iniziali della dentinogenesi	338
21.4.2 L'accrescimento della dentina	339
21.4.3 Dentina intertubulare e peritubulare	339
21.4.4 Dentina primaria, secondaria e terziaria	340
21.5 La formazione dello smalto (amelogenesi)	340
21.5.1 Stadio pre-secretorio	340
21.5.2 Stadio secretorio	341
21.5.3 Stadio di maturazione	342
21.6 Formazione della radice del dente	343
22. Sistema nervoso <i>di Marina Bentivoglio, Giuseppe Bertini, Paolo Fabene</i>	345
22.1 Fasi di sviluppo del sistema nervoso	346
22.2 Sviluppo del midollo spinale	347
22.3 Sviluppo dell'encefalo	347
22.3.1 Diencefalo	350
22.3.2 Telencefalo	350
22.4 Cellule del SNC	351
22.5 Cellule del SNP	353
22.6 Nervi cranici	353
23. Lo sviluppo degli organi di senso <i>di Alessandro Vercelli</i>	355
23.1 Sviluppo dell'occhio	355
23.1.1 Sviluppo della retina	358
23.1.2 Sviluppo del cristallino	362
23.1.3 Sviluppo della tonaca fibrosa e della tonaca vascolare	365
23.1.4 Sviluppo dell'iride	366
23.1.5 Sviluppo degli annessi oculari	366
23.2 Sviluppo dell'orecchio	367
23.2.1 Orecchio interno	368

23.2.2 Orecchio medio	371
23.2.3 Orecchio esterno	372
23.3 Sviluppo dell'organo dell'olfatto	373
23.4 Sviluppo dei calici gustativi	375

Indice analitico	377
-------------------------	------------

Presentazione

Questo volume di Embriologia Umana si fonda sull'esperienza maturata in una precedente opera dello stesso Editore. Docenti e studenti ben sanno quanto la materia sia straordinariamente affascinante ma anche complessa, e il nuovo testo è stato redatto con l'intento di mantenere una narrativa per quanto possibile lineare, armonizzando i diversi capitoli nella terminologia e nello stile. I meccanismi molecolari dello sviluppo, oggetto di ricerca scientifica in costante evoluzione, sono qui trattati in modo sintetico come guida utile per un successivo approfondimento specialistico. Il volume è specificamente rivolto agli studenti dei Corsi di Laurea Magistrale (con particolare riferimento ai corsi a ciclo unico: Medicina e Chirurgia, Odontoiatria e protesi dentaria), ma troverà largo utilizzo anche in altri corsi universitari.

Un ringraziamento doveroso a tutti gli autori per la cura e la pazienza con cui hanno redatto, modificato e aggiornato i testi e il corredo iconografico con la speranza di offrire agli studenti un panorama completo dell'Embriologia Umana.

