

Indice

1. STUDIO DELL'ANATOMIA DEI VERTEBRATI ...	1		
1.1 Principi dell'anatomia comparata	1	.2 Documentazione fossile dell'estinzione	52
.1 Forma, funzione ed evoluzione	2	<i>Riquadro 1.8</i> – Estinzioni di massa	52
.2 Metodo comparativo	3	Lecture consigliate	53
.3 Vertebrati: campo di studio privilegiato ...	5	2. STORIA EVOLUTIVA DEI VERTEBRATI	55
<i>Riquadro 1.1</i> – Breve storia		2.1 Diversificazione dei cordati	
dell'anatomia comparata	6	e origine dei cranioiti	55
1.2 Concetti di base in anatomia comparata	9	.1 Phylum dei cordati: le sinapomorfie	56
.1 Terminologia anatomica		.2 Urocordati: caratteristiche	58
e piani di dissezione nei vertebrati	9	.3 Cefalocordati: caratteristiche	59
<i>Riquadro 1.2</i> – Applicazioni pratiche		.4 Cranioiti	61
dell'anatomia comparata	10	Origine delle creste neurali	61
.2 Somiglianza morfologica	12	<i>Riquadro 2.1</i> – Gli enigmatici animali	
<i>Riquadro 1.3</i> – Omologia:		della fauna dello Yunnan	62
evoluzione di un concetto	13	Caratteristiche dei cranioiti	62
1.3 Caratteristiche dei vertebrati	15	Origine dei vertebrati	63
1.4 Classificazione dei vertebrati	18	2.2 Vertebrati	64
.1 Tassonomia linneana	18	.1 Agnati	65
.2 Posizione dei vertebrati tra i viventi	20	Ostracodermi:	
.3 Principali taxa di vertebrati viventi	22	diversificazione degli agnati	65
1.5 Evoluzione	24	Agnati attuali: caratteristiche	
.1 Evoluzionismo di Lamarck	24	e posizione filogenetica	68
.2 Teoria fissista	26	<i>Riquadro 2.2</i> – Esiste il clade dei ciclostomi? ...	70
.3 Variazione e selezione naturale	26	.2 Gnatostomi	71
.4 Forze dei processi evolutivi	28	Gnatostomi primitivi	72
<i>Riquadro 1.4</i> – Lamarck aveva ragione?	29	Condroitti: diversificazione	
<i>Riquadro 1.5</i> – Eterocronia	32	dei pesci cartilaginei	74
.5 Evoluzione: un processo costante?	34	Osteitti	76
1.6 Speciazione	35	.3 Tetrapodi: origine e colonizzazione	
.1 Specie tipologica e biologica	36	dell'ambiente terrestre	83
.2 Speciazione		Anfibi: linee estinte e attuali	84
con o senza isolamento geografico	37	Rettilomorfi: origine degli amnioti	87
.3 Specie filogenetica	40	<i>Riquadro 2.3</i> – Origine dei serpenti:	
1.7 Filogenesi	40	marina o fossoria?	100
.1 Analisi cladistica	41	Lecture consigliate	108
.2 Sistematica cladistica		3. PRIMI STADI DI SVILUPPO DEI VERTEBRATI ...	109
e classificazione dei vertebrati	41	3.1 Embriogenesi: generalità	109
.3 Similarità globale e filogenesi	43	.1 Evoluzione della multicellularità	110
1.8 Documentazione fossile	44	.2 Specificazione autonoma	
<i>Riquadro 1.6</i> – Come nasce un fossile	46	e specificazione condizionata	112
.1 Fossili e teoria evolucionistica	51	<i>Riquadro 3.1</i> – Induzione	113
<i>Riquadro 1.7</i> – Eventi TECO	51		

3.2	Gametogenesi	113	4. TEGUMENTO	165
.1	Spermatogenesi	115	4.1 Tegumento:	
	Stadi della spermatogenesi	115	strato limite tra organismo e ambiente	165
.2	Oogenesi	118	.1 Funzioni del tegumento	166
	Stadi dell'oogenesi	118	.2 Epidermide	167
.3	Uovo indiviso: tipi di uova	121	.3 Derma	169
	Vitellogenesi	122	.4 Ipoderma	169
	Membrane ovariali	123	4.2 Pesci	170
3.3	Fecondazione	124	.1 Epidermide dei pesci	170
.1	Modalità di fecondazione		.2 Derma dei pesci	170
	e formazione dello zigote	127	Scaglie	171
	<i>Riquadro 3.2 – Metamorfosi degli anfibi</i>	129	.3 Ipoderma dei pesci	174
	Fecondazione e formazione		4.3 Anfibi	174
	dello zigote di anfibio	130	.1 Epidermide degli anfibi	174
	Fecondazione e formazione		.2 Derma e ipoderma degli anfibi	174
	dello zigote di uccello	130	4.4 Rettili	175
	Fecondazione e formazione		.1 Epidermide dei rettili	176
	dello zigote umano	131	.2 Derma e ipoderma dei rettili	178
	<i>Riquadro 3.3 – Clonazione</i>		4.5 Uccelli	178
	a scopo riproduttivo	132	.1 Epidermide degli uccelli	179
3.4	Segmentazione	133	Penne	179
.1	Modalità di segmentazione	134	Unghie	180
	Segmentazione oblastica subeguale		.2 Derma e ipoderma degli uccelli	181
	di tunicati e cefalocordati	134	4.6 Mammiferi	182
	Segmentazione oblastica ineguale		.1 Epidermide dei mammiferi	182
	di anfibio	135	Strati dell'epidermide	183
	Segmentazione meroblastica di pesce	135	Citotipi	183
	Segmentazione meroblastica di uccello	136	.2 Derma e ipoderma dei mammiferi	184
	Segmentazione oblastica rotazionale		.3 Ghiandole	185
	umana	138	Ghiandole sebacee	185
3.5	Gastrulazione	140	Ghiandole sudoripare	185
.1	Morfologia comparata della gastrulazione	140	.4 Peli	188
	Gastrulazione di tunicati e cefalocordati ..	141	.5 Unghie	189
	Gastrulazione di pesci teleostei e selaci	142	Unghie laminari	189
	Gastrulazione di anfibio	144	Unghie a zoccolo	190
	Gastrulazione di rettili e uccelli	145	.6 Corna	191
	Gastrulazione di mammiferi	146	.7 Fanoni	191
.2	Caratteristiche generali		5. SISTEMA SCHELETRICO	193
	del processo di gastrulazione	148	5.1 Generalità	193
.3	Formazione e destino		5.2 Tessuti scheletrici	196
	dei foglietti embrionali	149	.1 Tessuto cordoide	196
	Differenziamento dell'ectoderma	149	.2 Tessuto cartilagineo	197
	<i>Riquadro 3.4 – Apoptosi e autofagia</i>		.3 Tessuto osseo	198
	nello sviluppo embrionale		Tipi di tessuto osseo	198
	e nel differenziamento cellulare	151	<i>Riquadro 5.1 – Scheletrocronologia</i>	199
	Differenziamento del mesoderma		<i>Riquadro 5.2 – Può l'osso aiutare a comprendere</i>	
	e formazione dei somiti	154	se i dinosauri fossero endotermi?	202
	Differenziamento dell'endoderma	155	.4 Dentina	203
	Territori presuntivi	155	.5 Smalto	203
	<i>Riquadro 3.5 – Rigenerazione e morfogenesi</i> ..	156	5.3 Classificazione morfologica delle ossa	
3.6	Annessi embrionali	158	e processi di ossificazione	204
.1	Annessi embrionali degli anamni	158	5.4 Articolazioni	205
.2	Annessi embrionali degli amnioti	159	5.5 Scheletro cefalico: il cranio	207
	Placentazione dei mammiferi euteri	161	.1 Cefalizzazione	208
	Lecture consigliate	163		

Cranio dei vertebrati: rielaborazione da precedenti strutture metameriche o novità evolutiva?	210	Adattamento al salto	280
.2 Suddivisione delle componenti craniche ...	212	Adattamento al volo	280
<i>Riquadro 5.3</i> – Che cos'è un arco faringeo?	213	Ritorno secondario alla vita acquatica	282
.3 Splancocranio	214	Adattamento alla vita arboricola	283
<i>Riquadro 5.4</i> – Contributi embrionali		Adattamento alla vita fossoria	283
al dermatocranio	215	.5 Arto dei tetrapodi	284
Ciclostomi	215	Origine dalla pinna	
Gnatostomi	217	dei crossopterigi ripidisti	284
<i>Riquadro 5.5</i> – L'origine della bocca articolata		<i>Riquadro 5.11</i> – Evoluzione dell'arto	
negli gnatostomi	218	dalle pinne pari: una sintesi	
.4 Neurocranio	223	delle scoperte da Eusthenopteron	
Ciclostomi	224	ai primi tetrapodi ittistegidi	285
Condroitti	224	Pentadattilia	287
<i>Riquadro 5.6</i> – Le trabecole e il problema		Evoluzione della posizione dell'arto	287
dell'arco premandibolare (arco 0)	225	Modalità di locomozione	288
Osteitti e tetrapodi	228	Lecture consigliate	289
<i>Riquadro 5.7</i> – Cinesi cranica		6. SISTEMA MUSCOLARE	291
nei vari gruppi di vertebrati	231	6.1 Generalità e principali categorie	291
.5 Dermatocranio	237	6.2 Muscolo scheletrico	293
Complessi principali	237	.1 Organizzazione del muscolo scheletrico ...	294
Osteitti	239	Struttura del muscolo scheletrico	294
Crossopterigi ripidisti e tetrapodi primitivi	240	.2 Classificazioni del muscolo scheletrico	298
Lissanfibi	241	Azioni muscolari	298
Amnioti primitivi	242	Orientamento delle fibre muscolari	300
Diversificazione degli amnioti	244	<i>Riquadro 6.1</i> – L'importanza dell'architettura	
<i>Riquadro 5.8</i> – Il cranio		muscolare nella contrazione	301
nei mammiferi attuali	248	6.3 Anatomia comparata del sistema muscolare	302
5.6 Scheletro assiale postcraniale	255	<i>Riquadro 6.2</i> – Come stabilire	
.1 Colonna vertebrale	255	le omologie fra i muscoli	303
Tipi di vertebre	256	.1 Muscolatura branchiomericale	304
<i>Riquadro 5.9</i> – Recenti ipotesi sull'evoluzione		Muscoli associati all'arco orale	304
della colonna vertebrale	257	Muscoli associati all'arco ioideo	306
Regionalizzazione e specializzazioni		Muscoli associati	
della colonna vertebrale	258	dal terzo al settimo arco faringeo	308
Sviluppo embrionale delle vertebre	264	.2 Muscolatura ipobranchiale	308
.2 Sterno	266	.3 Muscoli estrinseci dell'occhio	310
.3 Coste	268	.4 Muscolatura assiale	310
5.7 Scheletro appendicolare	269	<i>Riquadro 6.3</i> – Evoluzione della muscolatura	
.1 Pesci	270	dagli agnati agli gnatostomi:	
Pinne	270	un contributo fornito dalle ricerche	
Cinture	272	di biologia dello sviluppo	311
<i>Riquadro 5.10</i> – Origine ed evoluzione		Tetrapodi	313
della pinna pari: una lunga controversia		.5 Muscolatura appendicolare	313
che comincia a dipanarsi	273	Tetrapodi	313
.2 Tetrapodi	274	<i>Riquadro 6.4</i> – Specializzazioni	
Arti	274	della muscolatura scheletrica	
Cinture	275	nei tetrapodi: il caso degli uccelli	317
.3 Sviluppo embrionale		.6 Muscolatura cutanea (o pellicciaia)	319
dello scheletro appendicolare	277	<i>Riquadro 6.5</i> – Perché i muscoli facciali	
Tetrapodi	277	sono particolarmente differenziati	
Pesci	278	nell'uomo?	320
.4 Specializzazione dell'arto dei tetrapodi	278	Mammiferi	321
Adattamento alla corsa	279	<i>Riquadro 6.6</i> – Organi elettrici	322
		Lecture consigliate	323

7. SISTEMA CIRCOLATORIO	325		
7.1 Funzioni e componenti del sistema circolatorio	325		
<i>Riquadro 7.1 – Cenni storici</i>	326		
.1 Sangue	327		
Eritrociti	327		
Leucociti	328		
Trombociti	329		
Plasma	329		
.2 Vasi sanguigni	329		
Capillari	329		
Arterie e vene	331		
.3 Cuore	332		
7.2 Sviluppo embrionale del sistema circolatorio	333		
<i>Riquadro 7.2 – Battito cardiaco</i>	334		
.1 Sviluppo dei vasi sanguigni	335		
.2 Sviluppo del cuore	336		
7.3 Circolazione, cuore e archi aortici	340		
.1 Pesci	340		
Ciclostomi	341		
Condroitti	341		
Osteitti	342		
<i>Riquadro 7.3 – Sistemi circolatori aperti,</i> <i>chiusi e non completamente chiusi</i>	344		
.2 Tetrapodi	345		
Anfibi	345		
Rettili	347		
Uccelli e mammiferi	351		
<i>Riquadro 7.4 – Circolazione e termoregolazione</i>	352		
.3 Flessibilità del sistema circolatorio dei vertebrati	353		
<i>Riquadro 7.5 – Circolazione fetale</i>	354		
7.4 Evoluzione del sistema arterioso	355		
7.5 Evoluzione del sistema venoso	359		
.1 Sistema sottointestinale-vitellino	359		
.2 Sistema delle vene cardinali	359		
.3 Sistema delle vene addominali	361		
7.6 Sistema linfatico	361		
7.7 Organi emopoietici	364		
Letture consigliate	366		
8. SISTEMA RESPIRATORIO	367		
8.1 Generalità	367		
.1 Sviluppo	370		
8.2 Sistema respiratorio dei pesci	371		
.1 Branchie	371		
Ciclostomi	372		
Condroitti	373		
Osteitti	375		
<i>Riquadro 8.1 – Branchie e inquinamento</i>	377		
.2 Organi accessori per la respirazione aerea .	378		
8.3 Polmoni	379		
<i>Riquadro 8.2 – Vesciche gassose</i>	381		
.1 Pesci	381		
Pesci polmonati	381		
Vescica natatoria	383		
.2 Tetrapodi	385		
Anfibi	386		
Rettili	390		
Uccelli	392		
<i>Riquadro 8.3 – Dinosauri</i>	393		
Mammiferi	397		
Letture consigliate	402		
9. SISTEMA DIGERENTE	403		
9.1 Generalità	403		
.1 Funzioni del sistema digerente	405		
.2 Organizzazione generale del sistema digerente	406		
<i>Riquadro 9.1 – Sistema enteroendocrino</i>	407		
9.2 Cavità orale	407		
.1 Palato	408		
Morfologia microscopica	409		
.2 Lingua	409		
Tetrapodi	409		
.3 Ghiandole della cavità orale	412		
Tetrapodi	412		
.4 Denti	413		
Morfologia macroscopica e microscopica ..	413		
Sviluppo	414		
Posizione	415		
Impianto	415		
Rinnovamento	416		
Forma e funzione dei denti	417		
9.3 Faringe	422		
<i>Riquadro 9.2 – Derivati faringei</i>	424		
.1 Morfologia microscopica	425		
9.4 Esofago	425		
.1 Funzioni	425		
.2 Morfologia microscopica	426		
Mammiferi	428		
9.5 Stomaco	429		
.1 Pesci	430		
.2 Anfibi e rettili	430		
.3 Uccelli	430		
.4 Mammiferi	431		
Morfologia microscopica	431		
<i>Riquadro 9.3 – Alimentazione vegetariana</i>	433		
Morfologia macroscopica	433		
9.6 Intestino	434		
.1 Ciclostomi	435		
.2 Condroitti	435		
.3 Osteitti	436		
.4 Anfibi e rettili	437		
.5 Uccelli	437		
.6 Mammiferi	438		
Intestino tenue	438		
<i>Riquadro 9.4 – Microbiota intestinale</i>	439		
Intestino crasso	439		
9.7 Fegato	440		
.1 Funzioni	440		

.2	Morfologia macroscopica e microscopica ..	441	Ghiandole specializzate	476
	Ciclostomi	441	Vesciche urinarie	477
	Pesci	442	Lecture consigliate	478
	Rettili e anfibi	442		
	Uccelli e mammiferi	442		
9.8	Cistifellea	445	11. SISTEMA GENITALE	481
9.9	Pancreas	445	11.1 Generalità	481
.1	Funzioni	445	.1 Gonadi	482
.2	Morfologia macroscopica e microscopica ..	446	Origine e sviluppo	482
9.10	Sviluppo embrionale del sistema digerente	448	Abbozzi delle gonadi	483
.1	Sviluppo del fegato	449	Differenziamento ovarico	484
.2	Sviluppo del pancreas	449	Differenziamento testicolare	484
	Lecture consigliate	450	Anomalie nel differenziamento delle gonadi	484
10. SISTEMA URINARIO	451	Morfologia dell'ovario	486
10.1	Generalità	451	Morfologia del testicolo	487
10.2	Evoluzione del rene dei vertebrati	452	<i>Riquadro 11.1</i> – Il testicolo cistico di Torpedo marmorata	488
.1	Origine embrionale delle strutture renali ..	453	<i>Riquadro 11.2</i> – Le cellule di Sertoli: cellule non solo di sostegno dell'epitelio germinativo	490
	Pronefro	454	Numero e posizione delle gonadi	491
	Mesonefro	454	.2 Vie genitali	492
	Metanefro	456	Gonade indifferenziate	492
.2	Vascolarizzazione del parenchima renale ..	457	Sviluppo delle vie genitali nel maschio	493
	<i>Riquadro 10.1</i> – Fasi della nefrogenesi	458	Sviluppo delle vie genitali nella femmina ..	495
10.3	Aspetti strutturali del nefrone	460	.3 Cloaca e suoi derivati	499
.1	Corpuscolo renale	460	Mammiferi	500
	Aspetti comparativi del glomerulo	461	.4 Ghiandole annesse al sistema genitale	502
.2	Tubulo renale	462	.5 Organi copulatori	502
	Tubulo prossimale	463	Organi copulatori pari di condroitti e squamati	502
	Tubulo intermedio	463	Pene impari di cheloni, coccodrilli e uccelli	503
	Tubulo distale	463	Pene impari di mammiferi	503
	Tubulo di connessione e dotto collettore ...	464	11.2 Determinazione del sesso	504
.3	Complesso iuxtglomerulare	464	.1 Determinazione ambientale del sesso	507
10.4	Anamni: il mesonefro	466	Determinazione del sesso dipendente dalla temperatura ...	507
10.5	Amnioti: il metanefro	467	.2 Determinazione genetica del sesso	508
10.6	Osmoregolazione ed escrezione dei cataboliti azotati	470	Geni coinvolti nella determinazione del sesso	509
.1	Aspetti dell'osmoregolazione nei pesci	470	Determinazione genetica del sesso dei pesci	509
	Pesci marini	470	11.3 Comportamenti riproduttivi	510
	Pesci dulciacquicoli	471	.1 Pesci	512
	Pesci anadromi e catadromi	472	.2 Anfibi	513
.2	Aspetti dell'osmoregolazione nei tetrapodi	472	.3 Rettili	513
	Anfibi	472	.4 Uccelli	514
	Rettili	472	.5 Mammiferi	514
	Uccelli e mammiferi	473	<i>Riquadro 11.3</i> – Regolazione ormonale del ciclo riproduttivo femminile	515
.3	Ormoni e osmoregolazione	473	Lecture consigliate	517
.4	Escrezione dei prodotti azotati	474		
	Ammoniotelismo	474	12. SISTEMA ENDOCRINO	519
	Ureotelismo	474	12.1 Generalità	519
	Uricotelismo	475		
.5	Strutture accessorie per osmoregolazione ed escrezione	475		
	Branchie	475		
	Epidermide	475		
	Intestino	475		

12.2 Funzione ed evoluzione delle ghiandole endocrine	521	.3 Linfociti	563
12.3 Neurosecrezione	523	Linfociti T	565
.1 Sistema ipotalamoipofisario	523	Linfociti B	566
.2 Neuroipofisi e adenoipofisi	524	Cellule con recettori a limitata diversificazione	567
Ormoni della neuroipofisi	526	.4 Cellule presentanti l'antigene	568
Ormoni dell'adenoipofisi	527	Cellule dendritiche	569
.3 Sistema neurosecernente caudale: l'uofisi	531	Cellule dendritiche follicolari	569
.4 Complesso pineale	532	13.3 Organi linfoidi primari	570
12.4 Ghiandole adrenali	533	.1 Linfopoiesi T: il timo	570
.1 Tessuti interrenale e cromaffine	533	Sviluppo	570
Mammiferi	534	Posizione	571
Ormoni	536	Morfologia microscopica	572
12.5 Ghiandole di derivazione faringea	537	Maturazione dei linfociti	572
.1 Tiroide	537	.2 Evoluzione della linfopoiesi B	575
Ormoni	539	Gnatostomi primitivi	575
.2 Corpi ultimobranchiali e ghiandole paratiroidi	540	Anfibi	576
Corpi ultimobranchiali	540	Rettili e uccelli	576
Ghiandole paratiroidi	541	Mammiferi	578
12.6 Funzione endocrina di strutture associate al sistema digerente	542	13.4 Organi linfoidi secondari	579
.1 Pancreas endocrino	542	.1 Milza	581
Ormoni	542	Morfologia microscopica	581
.2 Sistema gastroenteropancreatico	544	.2 Linfonodi	586
<i>Riquadro 12.1</i> – Peptidi bioattivi e regolazione della digestione	545	Uccelli	586
12.7 Funzione endocrina delle gonadi	546	Mammiferi	586
.1 Ormoni prodotti dall'ovario	546	.3 Tessuto linfoide associato alle mucose	588
.2 Ormoni del testicolo	548	Tessuto linfoide associato al sistema digerente	589
12.8 Altre funzioni endocrine	549	<i>Riquadro 13.1</i> – Ricircolazione dei linfociti	592
.1 Corpuscoli di Stannius	549	Tessuto linfoide associato al tegumento	593
.2 Reni	550	13.5 Evoluzione dell'immunità adattativa nei vertebrati	593
Calcitriolo	550	.1 Ciclostomi e gnatostomi	593
Eritropoietina	550	.2 Funzioni dei linfociti T ed evoluzione dell'istocompatibilità	594
Renina	551	Cndroitti elasmobranchi	595
.3 Cuore	552	Osteitti teleostei	595
.4 Tessuto adiposo	553	Anfibi	596
<i>Riquadro 12.2</i> – Interferenti endocrini	554	Rettili	596
Lecture consigliate	555	Mammiferi	596
13. SISTEMA IMMUNITARIO	557	.3 Linfociti B ed evoluzione delle immunoglobuline	597
13.1 Funzioni e caratteristiche della risposta immunitaria	557	Cndroitti	599
.1 Immunità innata	557	Osteitti	599
Risposte cellulari	558	Anfibi	600
Risposte umorali	559	Rettili	600
Ruolo dell'immunità innata	559	Uccelli	600
.2 Immunità adattativa	560	Mammiferi	602
13.2 Cellule della risposta immunitaria	561	Lecture consigliate	604
.1 Monociti e macrofagi	561	14. SISTEMA NERVOSO - GENERALITÀ, MIDOLLO SPINALE E NERVI PERIFERICI	605
.2 Granulociti	562	14.1 Generalità	605
Granulociti neutrofili	562	.1 Cellule del sistema nervoso	606
Granulociti acidofili	563		
Granulociti basofili	563		

<i>Riquadro 14.1</i> – Origine dell'organizzazione del sistema nervoso dei vertebrati	607	.1	Principali vie ascendenti dal midollo spinale	674
Neurone	609	.2	Vie visive	676
Cellule gliali	611	.3	Vie acustiche	678
<i>Riquadro 14.2</i> – Una conquista dei vertebrati: la mielinizzazione degli assoni	613	.4	Vie olfattive e sistema limbico	678
14.2 Sviluppo del sistema nervoso	615	15.4	Circuiti e vie motorie	680
14.3 Elementi costitutivi dei sistemi nervosi centrale e periferico	618	.1	Circuiti locali del midollo spinale e del tronco encefalico	681
.1 Meningi	619	.2	Vie discendenti dai centri superiori	681
.2 Sistema ventricolare	619	.3	Centri motori ad attività modulatoria	684
.3 Barriera ematoencefalica	619	15.5	Tendenze evolutive dell'encefalo dei vertebrati	684
.4 Sostanza bianca e sostanza grigia	621	Lecture consigliate	685	
.5 Nervi periferici e gangli	621	16. ORGANI DI SENSO	687	
14.4 Midollo spinale e nervi spinali	622	16.1	Generalità	687
.1 Generalità	622	16.2	Sensibilità esteroceettiva generale	688
Sostanza grigia	622	16.3	Sensibilità propriocettiva	690
Sostanza bianca	624	16.4	Sensibilità esteroceettiva speciale: chemiocezione	691
.2 Evoluzione	626	.1	Calici gustativi	692
Pesci	626	.2	Organo dell'olfatto	693
Tetrapodi	628	Epitelio olfattivo	693	
.3 Nervi spinali	628	Meccanismi della ricezione degli odori	694	
.4 Riflessi spinali	631	Ciclostomi	695	
14.5 Nervi cranici	633	Condroitti	695	
.1 Principali caratteristiche dei nervi cranici	635	Osteitti	696	
14.6 Sistema nervoso autonomo	638	Anfibi	696	
Lecture consigliate	641	Rettili	697	
15. SISTEMA NERVOSO - ENCEFALO	643	Uccelli	698	
15.1 Suddivisioni di base dell'encefalo dei vertebrati	643	Mammiferi	699	
<i>Riquadro 15.1</i> – Vecchie e nuove teorie sull'evoluzione dell'encefalo	644	16.5	Sensibilità esteroceettiva speciale: occhio	700
15.2 Struttura, funzione e adattamenti dei principali centri encefalici	646	.1	Occhio	701
.1 Romboencefalo	647	Sviluppo embrionale	702	
Oblongata	647	Retina	703	
Cervelletto	653	Coroide	705	
.2 Mesencefalo	657	Sclera	706	
Tegmento	657	Cristallino	708	
Tetto	658	Parti accessorie dell'occhio	708	
.3 Diencefalo	659	.2	Occhi mediani	709
Epitalamo	660	Ciclostomi	710	
Talamo	661	Gnatostomi	710	
Subtalamo	663	16.6	Sensibilità esteroceettiva speciale: orecchio	710
Ipotalamo	663	.1	Morfologia macroscopica e microscopica	711
.4 Telencefalo	664	Orecchio interno	712	
Bulbi olfattivi	664	Orecchio medio	720	
<i>Riquadro 15.2</i> – Un "cervello" in continua espansione: la neurogenesi nell'encefalo dei pesci adulti	666	Orecchio esterno	722	
Pallio	668	16.7	Sistema della linea laterale	722
Subpallio	673	16.8	Elettrocettori	724
15.3 Vie sensoriali	674	.1	Pesci	724
		.2	Monotremi	726
		.3	Cetacei	726
		Lecture consigliate	726	

17. GENETICA DELLE POPOLAZIONI E FILOGENESI

17.1	Microevoluzione, macroevoluzione e filogenesi	727	18.4	Architettura genomica	765
17.2	Genetica delle popolazioni	728	.1	Geni strutturali e geni regolatori	766
.1	Frequenze genotipiche e frequenze alleliche	728	.2	Geni dello sviluppo deputati all'assemblaggio dei moduli corporei	768
.2	Equilibrio di Hardy-Weinberg	729		<i>Riquadro 18.1</i> – Studio delle funzioni geniche in assenza di mutanti naturali	769
.3	Forze evolutive	730		Modalità d'azione dei geni HOX	771
	Selezione naturale	731	18.5	Concetto di omologia alla luce di Evo-Devo	773
	Deriva genetica	731	.1	Omologia e meccanismi geneticomolecolari	774
	Mutazione	732		Fessure faringee in emicordati e cordati ...	774
	Migrazione	732		Encefalo dei vertebrati e tubo neurale dell'anfiosso	774
	Accoppiamento non casuale	732		Noduli cartilaginei delle missine e vertebre dei vertebrati	775
17.3	Introduzione alla filogenesi	733		Sviluppo dell'occhio in mammiferi e insetti	775
17.4	Caratteri e modelli impiegati nella ricostruzione filogenetica	736		Penne, squame e derivati tegumentari	776
.1	Allineamenti multipli di geni e proteine ...	739	18.6	Basi genetiche delle modificazioni nel piano corporeo dei vertebrati	778
.2	Codifica dei caratteri omologhi non molecolari e loro combinazione con i dati molecolari	740	.1	Modificazioni dei geni regolatori e novità morfologiche	780
.3	Modelli di evoluzione molecolare	740		Cartilagine e processi di biomineralizzazione	780
	Modelli di sostituzione nucleotidica	741		Riorganizzazione del cranio viscerale	780
	Modelli di sostituzione aminoacidica	743		Modificazione delle strutture derivanti dalle cartilagini palatoquadrata e mandibolare o di Meckel e dall'arco ioideo	781
	Eterogeneità del processo di sostituzione ...	743		Evoluzione delle pinne pari	782
	Analisi dei superallineamenti	743		Evoluzione della pinna pelvica	783
	Eterotachia	744		Lecture consigliate	785
17.5	Metodi di ricostruzione filogenetica	744	19. EVOLUZIONE DELL'UOMO		787
.1	Metodi basati su un algoritmo di <i>clustering</i>	744	19.1	Inquadramento sistematico dell'ordine dei primati	787
.2	Metodi basati su un algoritmo di ottimizzazione	746	.1	Strepsirrini	788
	Evoluzione minima	746	.2	Aplorrini	790
	Massima parsimonia	747		Tarsi	790
	Massima verosimiglianza	749		Platirrini	791
	<i>Riquadro 17.1</i> – Principali software per analisi filogenetiche	751		Catarrini	791
	Inferenza bayesiana	751	19.2	Morfologia e fasi arboree dell'evoluzione	793
	Vantaggi e svantaggi	752	.1	Evoluzione degli arti	794
17.6	Test statistici applicati alle ricostruzioni filogenetiche	752	.2	Evoluzione degli organi di senso speciale	795
.1	Accuratezza	752	.3	Evoluzione dell'encefalo	797
.2	Precisione	753	.4	Caratteristiche della biologia riproduttiva	797
17.7	Ipotesi filogenetiche alternative	753	.5	Somiglianze tra uomo e scimmie antropomorfe	798
17.8	Mappatura dell'evoluzione dei caratteri su un albero filogenetico	756	19.3	Svolta climatica del Miocene ed evoluzione del bipedismo	798
17.9	Orologi molecolari	757		<i>Riquadro 19.1</i> – Differenze genetiche fra l'uomo e i pongidi africani	799
	Lecture consigliate	758			
18. ANATOMIA COMPARATA ED EVO-DEVO		759			
18.1	Biologia evolutiva dello sviluppo: la scienza dell'Evo-Devo	759			
18.2	Stadio filotipico e vincoli di sviluppo	761			
18.3	Architettura animale: modularità e organizzazione del piano corporeo	763			

.1 Bipedismo: cambiamenti muscoloscheletrici	802	Homo habilis e Homo rudolfensis	810
.2 Bipedismo: preadattamento allo sviluppo di capacità cognitive complesse	805	Homo ergaster e Homo sapiens	811
<i>Riquadro 19.2</i> – Primati terricoli	806	Evoluzione del linguaggio	811
19.4 Testimonianze fossili	807	Lettere consigliate	814
.1 Primi ominidi	808	Acronimi	815
Lucy e gli australopiteci	808	Glossario	817
.2 Genere <i>Homo</i>	809	Indice analitico	845