

# INDICE

## MATERIA VIVENTE

### 1 COMPOSIZIONE CHIMICA DEL PROTOPLASMA

Generalità	3
Componenti inorganici	3
Acqua	3
Legame chimico e ruolo biologico delle molecole	4
Sali minerali	6
Componenti organici	6
Carboidrati	7
Monosaccaridi	7
Oligosaccaridi e polisaccaridi	7
Glicosaminoglicani e proteoglicani	8
Glicoproteine	9

Lipidi	9
Lipidi non idrolizzabili	10
Lipidi semplici	12
Lipidi complessi	12
Proteine	14
Aminoacidi	14
Protidi	15
Struttura delle proteine	16
Enzimi e metabolismo cellulare	17
Acidi nucleici	19
Sistema dei fosfoadenilati	20
Struttura secondaria e significato del DNA	20
Tipi di RNA e sintesi proteica	24
<i>Specificità della sintesi proteica</i>	27

## APPROCCIO SPERIMENTALE ALLO STUDIO DELLA MATERIA VIVENTE

### 2 TECNICHE PER LO STUDIO DEI CAMPIONI BIOLOGICI

Generalità	31
Metodi per l'osservazione <i>a fresco</i> di campioni biologici	31
Colorazioni vitali e sopravvitali	31
Metodi di studio di campioni biologici dopo fissazione e colorazione	32
Significato e metodi della fissazione	32
Significato e metodi dell'inclusione	33
Significato e metodi della colorazione	34
Citochimica e istochimica	36
Localizzazione di attività enzimatiche	37
Immunoistochimica	38
Autoradiografia	39
Ibridazione <i>in situ</i>	40
Citometria a flusso	41

Culture <i>in vitro</i>	41
Allestimento delle colture cellulari	43
Principali strumenti di indagine morfologica	44
Microscopio ottico convenzionale	44
Microscopio a contrasto di fase	47
Microscopio a interferenza o interferenziale	48
Microscopio a fluorescenza	49
Microscopio elettronico a trasmissione	50
Microscopio elettronico a scansione	51
Indagine biochimico-molecolare	52
Cromatografia	53
Tecnica elettroforetica	54
<i>Western Blotting</i>	55
Eccitabilità degli elettroni e metodiche di indagine molecolare	56
Reazione polimerasica a catena	56

## ORGANIZZAZIONE DEL PROTOPLASMA

### 3 LIVELLI DI ORGANIZZAZIONE DELLA MATERIA VIVENTE

Generalità	61
Eccezioni alla teoria cellulare. Virus, viroidi e prioni	62

Cellule	63
Cellula procariotica	64
Cellula eucariotica	66
Ultrastruttura	67
Forma, dimensioni e numero	69

## CELLULA EUCARIOTICA

### 4 MEMBRANA PLASMATICA

<b>Generalità</b> .....	75
<b>Struttura</b> .....	75
<b>Composizione chimica</b> .....	77
Componente lipidica .....	77
Componente proteica .....	79
Componente glucidica .....	81
<b>Glicocalice</b> .....	82
Adesività intercellulare non giunzionale ..	83
<b>Fisiologia della membrana plasmatica</b> ....	83
Trasporto di sostanze attraverso	
il plasmalemma .....	84
Potenziale di membrana .....	88
Trasduzione del segnale .....	89
Meccanismi di trasduzione del segnale ..	89
<b>Specializzazioni della membrana plasmatica.</b>	
<b>Sistemi di giunzione intercellulare</b>	
<b>e di adesione al substrato</b> .....	91
Generalità .....	91
Giunzioni occludenti .....	93
Fasce aderenti .....	94
Desmosomi ed emidesmosomi .....	95
Placche di adesione .....	98
Giunzioni serrate .....	99

### 5 CITOPLASMA

#### Ialoplasma e organuli citoplasmatici

<b>Ialoplasma</b> .....	103
Caratteristiche fisiche e	
composizione chimica .....	104
Funzioni .....	104
<b>Ribosomi</b> .....	105
Composizione chimica .....	107
Morfologia .....	108
Localizzazione degli RNA	
e delle proteine .....	109
Funzioni dei ribosomi .....	109
Biogenesi dei ribosomi .....	110
<b>Reticolo endoplasmatico</b> .....	110
Reticolo endoplasmatico ruvido o	
rugoso o granulare (RER) .....	111
Reticolo endoplasmatico liscio o	
agranulare (REL) .....	112
Composizione chimica	
del reticolo endoplasmatico .....	114
Funzioni del reticolo endoplasmatico .....	114
<b>Complesso o apparato di Golgi</b> .....	119
Struttura .....	120
Compartmentazione delle	
cisterne golgiane .....	122
Funzioni .....	125
<b>Sistema membranoso interno</b>	
<b>e processo di secrezione</b> .....	126

<b>Lisosomi</b> .....	127
Formazione e funzioni dei lisosomi .....	129
Deficienze genetiche degli enzimi	
lisosomiali .....	132
<b>Trasporto intracellulare mediato</b>	
<b>da vescicole</b> .....	133
<b>Microbody o perossisomi</b> .....	134
Funzioni, biogenesi e origine .....	135
<b>Inclusioni citoplasmatiche</b> .....	135
Sostanze di riserva .....	135
Pigmenti .....	137

### 6 CITOPLASMA

#### Mitocondri e metabolismo energetico

<b>Mitocondri</b> .....	139
Forma, dimensioni, numero e	
localizzazione .....	139
Ultrastruttura .....	141
Composizione chimica .....	144
Modificazioni ultrastrutturali	
dei mitocondri in diverse condizioni	
e nei vari tessuti .....	145
Ciclo vitale, biogenesi e origine .....	146
Funzioni .....	149
Glicolisi .....	150
Ciclo di Krebs .....	152
Trasporto degli elettroni	
e fosforilazione ossidativa .....	153
Bilancio energetico mitocondriale .....	155
Altre funzioni dei mitocondri .....	156
Alterazioni patologiche dei mitocondri ..	157

### 7 CITOPLASMA

#### Citoscheletro e motilità cellulare

<b>Generalità</b> .....	159
<b>Actina e microfilamenti</b> .....	161
<b>Motilità cellulare actino-mediata</b> .....	165
Il fenomeno contrattile .....	166
<b>Tubulina e microtubuli</b> .....	167
MAPs e instabilità dinamica .....	171
Centri di organizzazione microtubulare	
(MTOCs) .....	171
<b>Motilità microtubulo-mediata</b> .....	172
Ciglia e flagelli .....	172
Struttura dell'assonema .....	174
Meccanismo del movimento .....	176
Traffico vescicolare microtubulo-mediato	
e flusso assonico .....	177
Centriolo, fuso mitotico e	
movimenti dei cromosomi .....	178
<b>Filamenti intermedi</b> .....	180
Composizione dei filamenti	
intermedi .....	181

**8 ESOCITOSI ED ENDOCITOSI**

Generalità	185
Esocitosi e gemmazione	186
Endocitosi	188
Fagocitosi	188
Pinocitosi	190
Endocitosi mediata da recettori	191
Endocitosi delle LDL e della transferrina	195

**9 NUCLEO****Morfologia e struttura**

Generalità	197
Involucro nucleare	199
Struttura e ultrastruttura	199
Funzioni	202
<b>Nucleoscheletro</b>	203
Cromatina	204
DNA	205
Istoni	206
Proteine non istoniche	207
Organizzazione della cromatina	208
Eucromatina ed eterocromatina	210
Cromosomi	211
<i>Organizzazione molecolare</i>	
<i>dei cromosomi</i>	215
<i>Le sequenze di DNA sono distribuite</i>	
<i>in modo ordinato nei cromosomi</i>	217
RNA nucleari	218
<b>Nucleolo</b>	218

**10 ATTIVITÀ NUCLEARI**

Ciclo cellulare	221
-----------------	-----

<b>Trascrizione degli RNA (fase G<sub>1</sub>)</b>	222
Organizzazione	
della parte fibrillare del nucleolo	223
Trascrizione e maturazione degli rRNA	223
Ridondanza e amplificazione	225
Trascrizione e <i>processing</i>	
degli RNA messaggeri	226
Trascrizione e maturazione dei tRNA	227
<b>Duplicazione del DNA nucleare (fase S)</b>	227
<b>Preparazione alla divisione (fase G<sub>2</sub>)</b>	230
<b>Divisione mitotica (fase M)</b>	230
Formazione dell'apparato mitotico	230
Stadi e significato della mitosi	231
<b>Divisione meiotica</b>	235
Fenomenologia della meiosi	235

**11 REGOLAZIONE GENICA,****DIFFERENZIAMENTO E APOPTOSI**

<b>Regolazione genica nei Procarioti</b>	241
<b>Regolazione genica negli Eucarioti</b>	242
Importanza del nucleo	242
Regolazione della trascrizione	242
Regolazione a livello post-trascrizionale e	
traduzionale	244
<b>Sviluppo e differenziamento</b>	244
Cenni di sviluppo	244
Differenziamento	245
Espressioni strutturali nel corso	
del differenziamento cellulare	248
Istodifferenziamento	248
Mantenimento dello stato differenziato	249
<b>Apoptosi</b>	250

## ORGANIZZAZIONE SOVRACELLULARE: I TESSUTI

**12 TESSUTO EPITELIALE**

<b>Introduzione</b>	257
<b>Epiteli di rivestimento</b>	258
Caratteri generali delle cellule epiteliali	259
Polarità morfofunzionale	259
Impalcatura interna	260
Specializzazioni della superficie	
cellulare	261
<i>Specializzazioni della superficie libera</i>	
<i>delle cellule epiteliali</i>	261
<i>Specializzazioni della superficie basale</i>	
<i>delle cellule epiteliali</i>	263
Membrana basale	263
Classificazione degli epiteli di rivestimento	264
Epiteli semplici	264
<i>Epitelio pavimentoso semplice</i>	264
<i>Epitelio cubico o isoprismatico</i>	
<i>semplice</i>	266

<i>Epitelio cilindrico</i>	
<i>o batiprismatico semplice</i>	267
<i>Epitelio pseudostratificato</i>	
<i>o a più file di nuclei</i>	269
Epiteli composti	271
<i>Epitelio cubico</i>	
<i>o isoprismatico stratificato</i>	272
<i>Epitelio cilindrico</i>	
<i>o batiprismatico stratificato</i>	272
<i>Epitelio di transizione o polimorfo</i>	
<i>o delle vie urinarie</i>	273
<i>Epitelio pavimentoso stratificato</i>	275
Rinnovamento cellulare negli	
epiteli di rivestimento	287
<b>Epiteli sensoriali</b>	288
Cellule gustative	289
Cellule acustiche	291
Cellule sensoriali dell'apparato vestibolare	291

<b>Epiteli particolarmente differenziati e derivati epiteliali</b> .....	293
Smalto .....	293
Cristallino .....	295
Peli .....	295
Unghie .....	297
<b>13 ghiandole</b>	
<b>Generalità</b> .....	299
<b>Origine e differenziamento delle ghiandole</b> .....	301
<b>Ghiandole esocrine</b> .....	301
Classificazione delle ghiandole esocrine .....	301
Ghiandole unicellulari .....	303
Ghiandole pluricellulari .....	303
<i>Classificazione in base alla loro sede</i> .....	303
Organizzazione delle ghiandole pluricellulari extraparietali .....	304
<i>Classificazione in base alla forma degli adenomeri</i> .....	305
<i>Classificazione in base alla modalità di emissione del secreto</i> .....	309
<i>Cellule mioepiteliali</i> .....	318
<b>Ghiandole endocrine</b> .....	319
Organizzazione strutturale .....	320
Ipofisi .....	320
<i>Adenoipofisi</i> .....	321
<i>Neuroipofisi</i> .....	325
Paratiroidi .....	329
Ghiandole surrenali .....	331
Parte corticale .....	331
Parte midollare .....	331
Epifisi .....	333
Isole di Langerhans .....	333
Ghiandola interstiziale del testicolo .....	335
Tiroide .....	336
Attività endocrina del rene .....	338
Regolazione della pressione osmotica .....	338
Funzione eritropoietica .....	338
Attività endocrina delle gonadi femminili .....	338
Caratteri citologici delle ghiandole endocrine .....	340
Popolazioni cellulari a secrezione peptidica .....	340
Popolazioni cellulari a secrezione steroidea .....	342
Meccanismo d'azione degli ormoni .....	343
Ormoni proteici .....	343
Ormoni steroidei .....	345
<b>Sistema neuroendocrino diffuso</b> .....	346
Caratteristiche morfologiche generali .....	349
Ontogenesi e filogenesi .....	350
<b>14 TESSUTI CONNETTIVI</b>	
<b>Matrice extracellulare e cellule del tessuto connettivo</b>	
<b>Introduzione</b> .....	351
<b>Matrice extracellulare del tessuto connettivo</b> .....	352
Sostanza fondamentale .....	353
Glicosaminoglicani .....	353
Proteoglicani .....	356
Glicoproteine .....	356
Glicoproteine strutturali .....	357
<i>Fibronectina</i> .....	357
<i>Laminina</i> .....	358
<i>Nidogeno o entactina</i> .....	359
<i>Condronectina</i> .....	359
<i>Tenascina</i> .....	659
<i>Osteonectina/SPARC</i> .....	360
Fibre della matrice .....	360
Fibre collagene .....	360
<i>Tipi di collagene</i> .....	363
<i>Fibrillogenesi: assemblaggio delle fibre di collagene fibrillare</i> .....	364
Fibre reticolari .....	368
Fibre elastiche .....	369
Membrana basale .....	372
<b>Cellule del tessuto connettivo</b> .....	374
Fibroblasti .....	374
Macrofagi .....	376
Plasmacellule .....	378
Mastociti .....	380
Cellule endoteliali .....	383
Periciti .....	385
Cellule mesoteliali .....	386
<b>15 TESSUTI CONNETTIVI PROPRIAMENTE DETTI</b>	
<b>Mesenchima</b> .....	387
<b>Tessuto mucoso maturo</b> .....	387
<b>Tessuto connettivo fibrillare lasso</b> .....	388
<b>Tessuto connettivo fibrillare denso o compatto</b> .....	391
Tessuto connettivo fibroso a fibre parallele .....	391
Tessuto connettivo fibroso a fasci intrecciati .....	393
Tessuto connettivo fibroso a fasci incrociati .....	394
Tessuto connettivo fibroso capsulare .....	394
Tessuto connettivo fibroso lamellare .....	394
<b>Tessuti connettivi elastico e reticolare</b> .....	395
Tessuto elastico .....	395
Tessuto reticolare .....	396
<b>Tessuto adiposo</b> .....	396
Tessuto adiposo uniloculare .....	398
Organizzazione morfologica dell'adipocito .....	398
Istofisiologia .....	399

Tessuto adiposo multiloculare . . . . .	401	Reticolociti . . . . .	463
Istogenesi del tessuto adiposo . . . . .	402	Eritrociti con residui nucleari . . . . .	464
<b>Sistema reticoloendoteliale o dei fagociti mononucleati . . . . .</b>	<b>404</b>	Ciclo vitale e caratteristiche biologiche dell'eritrocito . . . . .	464
		Emoglobina . . . . .	465
<b>16 TESSUTO CARTILAGINEO</b>		<b>Leucociti o globuli bianchi . . . . .</b>	<b>465</b>
<b>Introduzione . . . . .</b>	<b>407</b>	Granulociti polimorfonucleati (PMN) . . . . .	466
<b>Cellule cartilaginee . . . . .</b>	<b>407</b>	Granulociti neutrofili . . . . .	466
<b>Matrice cartilaginea . . . . .</b>	<b>409</b>	Granulociti eosinofili . . . . .	470
<b>Cartilagine ialina . . . . .</b>	<b>411</b>	Granulociti basofili . . . . .	471
Cartilagine articolare . . . . .	411	<b>Leucociti mononucleati . . . . .</b>	<b>472</b>
Cartilagine metafisaria . . . . .	413	Linfociti . . . . .	472
<b>Cartilagine elastica . . . . .</b>	<b>414</b>	Monociti . . . . .	473
<b>Cartilagine fibrosa . . . . .</b>	<b>416</b>	<b>Piastrine . . . . .</b>	<b>476</b>
<b>Cartilagine cellulare, tessuto cordoide e tessuto condroide . . . . .</b>	<b>417</b>	Morfologia e struttura . . . . .	476
<b>Istogenesi, accrescimento e senescenza della cartilagine . . . . .</b>	<b>418</b>	Ruolo funzionale delle piastrine . . . . .	477
		<b>Linf . . . . .</b>	<b>478</b>
<b>17 TESSUTO OSSEO</b>		<b>19 EMOPOIESI</b>	
<b>Introduzione . . . . .</b>	<b>421</b>	<b>Introduzione . . . . .</b>	<b>481</b>
<b>Organizzazione generale . . . . .</b>	<b>422</b>	<b>Emopoiesi prenatale . . . . .</b>	<b>482</b>
<b>Tessuto osseo non lamellare . . . . .</b>	<b>423</b>	Emopoiesi vitellina . . . . .	482
<b>Tessuto osseo lamellare . . . . .</b>	<b>423</b>	Emopoiesi epatica . . . . .	483
Tessuto osseo spugnoso . . . . .	426	Emopoiesi timica . . . . .	484
Tessuto osseo compatto . . . . .	427	Emopoiesi midollare . . . . .	485
<b>Struttura e ultrastruttura del tessuto osseo . . . . .</b>	<b>432</b>	<b>Emopoiesi postnatale . . . . .</b>	<b>485</b>
Cellule . . . . .	432	Cellula staminale ( <i>stem cell</i> ) . . . . .	485
Osteoblasti . . . . .	432	Base morfostrutturale comune degli organi emopoietici . . . . .	487
Osteociti . . . . .	435	Eritropoiesi . . . . .	487
Cellule di rivestimento . . . . .	435	Granulocitopoiesi . . . . .	490
Osteoclasti . . . . .	435	Monocitopoiesi . . . . .	492
Differenziamento cellulare . . . . .	437	Linfocitopoiesi . . . . .	494
Matrice ossea . . . . .	438	<b>Megacariociti e origine delle piastrine . . . . .</b>	<b>494</b>
Periostio ed endostio . . . . .	440		
<b>Cemento . . . . .</b>	<b>441</b>	<b>20 TESSUTO LINFOIDE E LINFOCITOPOIESI</b>	
<b>Dentina . . . . .</b>	<b>441</b>	<b>Introduzione . . . . .</b>	<b>497</b>
<b>Ossificazione . . . . .</b>	<b>444</b>	<b>Diversità e funzioni dei linfociti . . . . .</b>	<b>497</b>
Ossificazione diretta . . . . .	444	<b>Marcatori dei linfociti umani . . . . .</b>	<b>499</b>
Ossificazione indiretta . . . . .	446	Linfociti T . . . . .	500
Ossificazione pericondrile . . . . .	446	Linfociti B . . . . .	500
Ossificazione endocondrale . . . . .	447	Cellule NK . . . . .	501
Ossificazione periostale . . . . .	450	<b>Morfologia dei linfociti maturi . . . . .</b>	<b>501</b>
Rimodellamento, omeostasi scheletrica e minerale . . . . .	452	Linfociti T . . . . .	502
<b>Processo di mineralizzazione . . . . .</b>	<b>455</b>	Linfociti B . . . . .	503
		Cellule NK . . . . .	503
<b>18 SANGUE E LINFA</b>		<b>Ontogenesi dei linfociti . . . . .</b>	<b>504</b>
<b>Introduzione . . . . .</b>	<b>459</b>	Linfociti T . . . . .	504
<b>Plasma sanguigno . . . . .</b>	<b>460</b>	Linfociti B . . . . .	507
<b>Eritrociti . . . . .</b>	<b>460</b>	Cellule NK . . . . .	510
Morfologia e struttura . . . . .	460	<b>Attivazione dei linfociti . . . . .</b>	<b>510</b>
<i>Citoscheletro dell'eritrocito . . . . .</i>	<i>462</i>	Linfociti T . . . . .	511
Caratteristiche fisiologiche dell'eritrocito . . . . .	463	Linfociti B . . . . .	512
		Cellule NK . . . . .	513

<b>Circolazione dei linfociti e organizzazione del tessuto linfoide</b> . . .	515	Fusi neuromuscolari . . . . .	573
<b>21 TESSUTO NERVOSO</b>		Organo muscolo-tendineo di Golgi . . . . .	575
Tessuti degli organi nervosi . . . . .	521	<b>Tessuto gliale o nevroglia</b> . . . . .	576
<b>Morfogenesi del tessuto nervoso</b> . . . . .	522	Generalità . . . . .	576
Evoluzione delle cellule del tubo neurale . . .	523	Organizzazione morfofunzionale	
<b>Struttura del tessuto nervoso</b> . . . . .	524	della nevroglia . . . . .	576
Neurone come entità morfologica		Nevroglia prenatale . . . . .	576
e citochimica . . . . .	525	Nevroglia postnatale . . . . .	577
Numero, grandezza e forma dei neuroni .	527	<i>Glia del sistema nervoso centrale</i> . . . . .	577
Struttura e ultrastruttura dei componenti		<i>Glia del sistema nervoso periferico</i> . . . . .	583
del neurone . . . . .	528	Interazioni neurone-glia . . . . .	583
Membrana del neurone . . . . .	528	Interazioni neurone-glia nella vita	
Corpo cellulare o pirenoforo . . . . .	532	prenatale . . . . .	584
Prolungamenti dei neuroni . . . . .	537	Interazioni neurone-glia nella vita	
<i>Dendriti</i> . . . . .	537	postnatale . . . . .	584
<i>Assone</i> . . . . .	538	<b>Barriera ematoencefalica</b> . . . . .	586
Flusso assonico . . . . .	540	<b>22 TESSUTO MUSCOLARE</b>	
Classificazione dei neuroni . . . . .	542	<b>Introduzione</b> . . . . .	589
<b>Fibre nervose</b> . . . . .	544	<b>Tessuto muscolare striato</b> . . . . .	590
Classificazione e distribuzione		Tessuto muscolare striato scheletrico . . . . .	591
delle fibre nervose . . . . .	545	Organizzazione generale . . . . .	592
Fibre nervose mieliniche . . . . .	545	Fibra muscolare striata scheletrica . . . . .	594
Fibre nervose amieliniche . . . . .	546	<i>Miofibrille</i> . . . . .	594
Classificazione in base al diametro . . . . .	546	<i>Miofilamenti</i> . . . . .	596
Neurilemma . . . . .	547	<i>Citoscheletro delle fibre muscolari</i>	
Guaina mielinica . . . . .	549	<i>striate scheletriche</i> . . . . .	599
Formazione della guaina mielinica . . . . .	549	<i>Reticolo sarcoplasmatico</i> . . . . .	601
Nodi di Ranvier . . . . .	551	Meccanismo della contrazione . . . . .	603
Incisure di Schmidt-Lantermann . . . . .	553	Tipi di fibre muscolari scheletriche . . . . .	605
Composizione chimica della mielina . . . . .	553	Giunzioni neuromuscolari . . . . .	606
<b>Nervi periferici</b> . . . . .	555	<i>Propagazione dell'impulso nervoso</i> . . . . .	608
Organizzazione dei nervi periferici . . . . .	556	Tessuto muscolare cardiaco . . . . .	609
Gangli . . . . .	556	Struttura e ultrastruttura del cardiocito . . . . .	609
<b>Sinapsi</b> . . . . .	557	<i>Dischi intercalari</i> . . . . .	612
Zona presinaptica . . . . .	559	Sistema di conduzione del cuore . . . . .	613
Fessura sinaptica . . . . .	560	<b>Tessuto muscolare liscio</b> . . . . .	614
Zona postsinaptica . . . . .	560	Struttura e ultrastruttura	
Modalità di funzionamento delle sinapsi . . .	562	delle fibrocellule muscolari lisce . . . . .	616
<i>Sinapsi e trasmissione interneuronica</i>		Contrazione del muscolo liscio . . . . .	620
<i>dell'impulso</i> . . . . .	564	Cellule mioepiteliali . . . . .	621
<i>Sinaptogenesi</i> . . . . .	568	<b>Istogenesi e rigenerazione del tessuto</b>	
<b>Terminazioni nervose sensitive</b> . . . . .	568	<b>muscolare</b> . . . . .	621
Terminazioni libere . . . . .	569	Tessuto muscolare striato scheletrico . . . . .	621
Terminazioni capsulate o corpuscoli		Tessuto muscolare cardiaco . . . . .	624
sensitivi . . . . .	571	Tessuto muscolare liscio . . . . .	624
Terminazioni sensitive nei muscoli		<b>INDICE ANALITICO</b> . . . . .	625
scheletrici . . . . .	573		