

S. Bacci - S. Candiani - L. Dini - B. Canonico - A. Capaldo - M. Ceci - G. Chieffi  
F. Cima - M.M. Di Fiore - R.M. Facciolo - G. Fimia - V. Franceschini - V. Laforgia  
D. Malagoli - A. Mauceri - V. Mazzei - E. Panzarini - N. Romano - A.M. Tata - S. Valiante

# CITOLOGIA & ISTOLOGIA

*con 530 figure e 30 tabelle*

*Coordinamento scientifico a cura di*  
Luciana Dini e Nicla Romano



IDELSON-GNOCCHI

# INDICE GENERALE

*Prefazione*

XIX

## SEZIONE A - ORGANIZZAZIONE CELLULARE

### 1. EVOLUZIONE DELLA VITA: DAGLI ACIDI NUCLEICI ALLE CELLULE

1.1	Cosa è vita. Livelli di organizzazione in biologia	3
	<i>Origine della vita: dalle macromolecole organiche alle cellule</i>	6
1.2	Cellule procariotiche: archeobatteri ed eubatteri.	
	Teorie evolutive dell'evoluzione dalle cellule procariotiche alle cellule eucariotiche	17
	<i>Dai procarioti agli eucarioti</i>	21
1.3	La cellula eucariotica. Il citosol e gli organelli cellulari	27
	<i>Nucleo</i>	28
	<i>Mitocondrio</i>	29
	<i>Plastidi</i>	30
	<i>Reticolo endoplasmatico</i>	32
	<i>Apparato di Golgi</i>	32
	<i>Perossisomi</i>	34
	<i>Vescicole e vacuoli</i>	34
	<i>Forma e dimensioni delle cellule eucariotiche</i>	37
	<i>Evoluzione degli eucarioti: dall'unicellularità alla pluricellularità</i>	39
1.4	Teoria cellulare. Il problema degli agenti infettanti di livello subcellulare	42
	<i>Virus</i>	44
	<i>Viroidi</i>	47
	<i>Prioni</i>	47

<b>2.</b>	<b>DI COSA È FATTA UNA CELLULA: LE MACROMOLECOLE BIOLOGICHE COME SI STUDIA UNA CELLULA, PRINCIPI E TECNICHE</b>	
<b>2.1</b>	<b>La materia vivente</b>	49
	<i>L'acqua</i>	50
	<i>I sali inorganici</i>	52
	<i>Le macromolecole</i>	52
	<i>Carboidrati</i>	53
	<i>Lipidi</i>	56
	<i>Proteine</i>	58
	<i>Acidi nucleici</i>	61
<b>2.2</b>	<b>Principi e tecniche per lo studio della cellula</b>	64
	<i>La struttura della cellula: Tecniche di microscopia</i>	64
	<i>Il microscopio ottico</i>	66
	<i>Il Microscopio Elettronico</i>	76
<b>2.3</b>	<b>Tecniche biochimiche e di biologia molecolare</b>	84
	<i>Il frazionamento cellulare</i>	84
	<i>Analisi dell'espressione genica: quantificazione dei livelli di RNA e proteine</i>	84
<b>3.</b>	<b>I CONFINI ESTERNI ED INTERNI DELLA CELLULA</b>	
<b>3.1</b>	<b>Le membrane cellulari: generalità</b>	89
<b>3.2</b>	<b>Struttura delle membrane cellulari. La membrana plasmatica: struttura, funzione ed asimmetria</b>	89
	<i>Lipidi</i>	90
	<i>Proteine</i>	93
	<i>Carboidrati</i>	95
<b>3.3</b>	<b>Modello a mosaico fluido della membrana: discontinuità, fluidità, asimmetria e curvatura</b>	96
<b>3.4</b>	<b>Membrane intracellulari e organelli interni delimitati da membrane</b>	103
<b>3.5</b>	<b>Come una cellula prende contatto con l'ambiente circostante: le adesioni cellulari e cellula-matrice</b>	104
	<i>Giunzioni intercellulari</i>	105
	<i>Giunzioni cellula-matrice</i>	112
<b>3.6</b>	<b>La parete cellulare</b>	116

## 4. CITOSCHELETRO E SPECIALIZZAZIONI DI MEMBRANA

4.1	Introduzione generale sul citoscheletro, struttura e funzione	119
4.2	I Microtubuli: funzione, struttura, polarità	121
	<i>Il ruolo dei microtubuli nella divisione cellulare</i>	128
	<i>Ciglia e flagelli</i>	130
4.3	I Microfilamenti: struttura, funzione e polarità	134
	<i>Proteine associate all'actina</i>	141
	<i>Motilità cellulare</i>	146
4.4	Filamenti intermedi: funzione e struttura	148
	<i>I filamenti intermedi: tipologie</i>	151
4.5	Motori molecolari	158
	<i>Chinesine e dineine</i>	158
	<i>Miosine</i>	161

## 5. QUALI SONO LE VIE PER PORTARE SOSTANZE ALL'INTERNO DELLA CELLULA

5.1	Meccanismi di trasporto attraverso le membrane	165
	<i>Diffusione semplice e facilitata, pressione osmotica</i>	165
5.2	Il trasporto passivo ed attivo	167
	<i>Trasportatori</i>	167
	<i>Proteine canale o canale acquosi</i>	168
	<i>I canali ionici</i>	171
	<i>Pompe ioniche</i>	178
	<i>Permeasi</i>	184
5.3	Entrata tramite la formazione di vescicole: pinocitosi, endocitosi e fagocitosi. Esempi di processi che utilizzano questi tipi di trasporto	185
	<i>Pinocitosi</i>	185
	<i>Endocitosi mediata da recettori</i>	189
	<i>Fagocitosi</i>	197

## 6. COME SI COSTRUISCE UNA CELLULA

6.1	Visione di insieme sulla sintesi delle proteine: dal DNA alle proteine	201
6.2	Nucleo: Struttura e funzione	201
	<i>Cromatina</i>	203
	<i>Nucleoscheletro</i>	208
	<i>Involucro nucleare</i>	211
6.3	Utilizzo dell'informazione genetica: dal DNA alle proteine	215
	<i>Replicazione del DNA</i>	215
	<i>I geni sono trascritti in molecole di RNA</i>	216

<b>6.4</b>	<b>Nucleolo</b>	222
<b>6.5</b>	<b>Sintesi proteica</b>	224
	<i>tRNA</i>	226
	<i>Ribosomi</i>	227
	<i>La traduzione: meccanismo della sintesi proteica</i>	229
<b>7.</b>	<b>COME LE PROTEINE E I LIPIDI VENGONO SMISTATI ALL'INTERNO ED ALL'ESTERNO DELLA CELLULA</b>	
<b>7.1</b>	<b>Importazione post-traduzionale delle proteine</b>	239
	<i>Traslocazione nel RE</i>	240
	<i>Traslocazione nei perissosomi</i>	240
	<i>Traslocazione nei mitocondri</i>	240
	<i>Traslocazione nei cloroplasti</i>	241
	<i>Traslocazione delle proteine nel nucleo</i>	243
<b>7.2.</b>	<b>Lo smistamento vescicolare delle proteine</b>	243
	<i>Lo smistamento co-traduzionale delle proteine</i>	244
	<i>Il traffico vescicolare dal RE all'Apparato di Golgi</i>	248
	<i>Come le vescicole nella via endocitotica vengono agganciate a quelle contenenti gli enzimi digestivi</i>	259
<b>7.3</b>	<b>Traffico dei lipidi</b>	260
<b>7.4</b>	<b>Secrezione costitutiva e secrezione regolata</b>	263
<b>7.5</b>	<b>Vescicole extracellulari: esosomi e microvescicole</b>	264
	<i>Biogenesi delle vescicole extracellulari</i>	268
	<i>Biogenesi delle microvescicole</i>	272
<b>8.</b>	<b>COME LA CELLULA GENERA ENERGIA NECESSARIA PER VIVERE</b>	
<b>8.1</b>	<b>Mitocondri</b>	274
	<i>Struttura dei mitocondri</i>	276
	<i>Trasporto delle proteine all'interno del mitocondrio</i>	279
	<i>Fusione e fissione mitocondriale</i>	280
<b>8.2</b>	<b>Il flusso di energia nella cellula</b>	280
	<i>Organismi che utilizzano la luce</i>	282
	<i>Organismi che utilizzano il glucosio</i>	282
	<i>Metabolismo energetico cellulare</i>	284
<b>8.3</b>	<b>Via di produzione dell'ATP dai lipidi: <math>\beta</math>-ossidazione degli acidi grassi</b>	293
<b>8.4</b>	<b>Perossisomi</b>	293
	<i>Forma, dimensioni e numero</i>	294
	<i>Biogenesi dei perossisomi ed importazione di proteine</i>	294

<i>Funzione dei perossisomi</i>	295
<b>8.5 Plastidi</b>	298
<i>Cloroplasti</i>	299
<i>Cromoplasti</i>	301
<i>Leucoplasti</i>	302
<b>9. COME UNA CELLULA RICEVE MESSAGGI DALL'ESTERNO E LI ELABORA PER MODIFICARE LE SUE FUNZIONI</b>	
<b>9.1 Recettori di membrana e trasduzione del segnale</b>	303
<b>9.2 Recettori intracellulari e regolazione della espressione genica</b>	308
<b>9.3 Ruolo delle vescicole extracellulari nella comunicazione/segnalamento cellula-cellula</b>	312
<i>Meccanismi di interazione vescicole extracellulari-cellula bersaglio, internalizzazione e destino delle vescicole all'interno della cellula</i>	313
<i>Effetti delle vescicole extracellulari nelle cellule bersaglio</i>	314
<b>10. COME LA CELLULA RISPONDE AGLI STRESS</b>	
<b>10.1 Rimozione componenti citoplasmatici danneggiati: autofagia</b>	319
<i>La macroautofagia</i>	320
<i>La microautofagia</i>	321
<i>L'autofagia mediata da chaperoni</i>	321
<i>Regolazione della macroautofagia</i>	321
<b>10.2 Detossificazione cellulare: perossisomi, reticolo endo-plasmatico liscio</b>	323
<i>Detossificazione dell'alcol etilico</i>	324
<b>10.3 "Controllo qualità" delle proteine</b>	327
<i>Controllo di qualità delle proteine nel RE: risposta UPR</i>	328
<i>Controllo di qualità delle proteine del RE: ERAD (ER-Associated Degradation)</i>	330
<b>10.4 Risposta al danno al DNA</b>	334
<b>10.5 Morte cellulare programmata</b>	338

## SEZIONE B - RINNOVAMENTO CELLULARE

### 11. COME UNA CELLULA GENERA NUOVE CELLULE

<b>11.1 Il ciclo cellulare e la mitosi</b>	345
<i>Le fasi della mitosi</i>	347
<i>Il fuso mitotico</i>	352

<i>Regolazione del ciclo cellulare mitotico</i>	354
<b>11.2 Le cellule germinali e la meiosi</b>	358
<i>Le fasi della meiosi</i>	358
<b>11.3 Gametogenesi</b>	362
<i>Ovogenesi</i>	363
<i>Spermatogenesi</i>	365
<b>11.4 Introduzione allo sviluppo embrionale</b>	369
<i>Tappe dell'embriogenesi</i>	369
<i>I meccanismi dello sviluppo</i>	374
<i>Sviluppo ed evoluzione (EVO-DEVO)</i>	377
<b>11.5 Cellule staminali e riprogrammazione cellulare</b>	378
<i>Cellule staminali embrionali e adulte</i>	379
<i>Le cellule staminali pluripotenti indotte (iPs)</i>	382

## SEZIONE C - ORGANIZZAZIONE CELLULARE DAI TESSUTI AGLI ORGANI

### 12. TESSUTO EPITELIALE

<b>12.1 Epiteli di rivestimento</b>	388
<i>Epiteli semplici o monostratificati</i>	389
<i>Endoteli e mesoteli</i>	393
<i>Epiteli composti o pluristratificati</i>	393

### 13. EPITELI GHIANDOLARI

<b>13.1 Ghiandole esocrine ed endocrine</b>	403
<b>13.2 Le ghiandole esocrine</b>	404
<i>Modalità di secrezione esocrina</i>	409
<b>13.3 Le ghiandole endocrine</b>	411
<i>Ghiandole cordonali</i>	411
<i>Ghiandole follicolari</i>	416
<i>Ghiandole insulari</i>	420
<i>Ghiandole interstiziali</i>	420
<i>Ghiandole a organizzazione diffusa</i>	423

### 14. I TESSUTI CONNETTIVI

<b>14.1 La matrice extracellulare</b>	426
<i>La sostanza fondamentale o amorfa</i>	427
<i>Glicoproteine</i>	431

<i>Le fibre collagene</i>	436
<i>Fibre reticolari</i>	439
<i>Fibre elastiche</i>	441
<i>La membrana basale e le glicoproteine di connessione</i>	445
<b>14.2 Cellule dei connettivi</b>	450
<i>Fibroblasti e fibrociti</i>	450
<i>Macrofagi tissutali</i>	450
<i>Mastociti e granulociti</i>	455
<i>Plasmacellule e linfociti T</i>	458
<i>Cellule adipose</i>	459
<b>14.3 Tessuti connettivi propriamente detti</b>	460
<i>Tessuti connettivi lassi</i>	461
<i>Il tessuto connettivo fibroso denso o compatto</i>	465
<b>15. TESSUTI CONNETTIVI SPECIALIZZATI DI SOSTEGNO</b>	
<b>15.1 Tessuto cartilagineo</b>	469
<i>Caratteristiche generali</i>	469
<i>Le cellule della cartilagine</i>	470
<i>Istogenesi ed accrescimento della cartilagine</i>	475
<i>La matrice della cartilagine</i>	476
<i>Cartilagine ialina</i>	476
<i>Cartilagine elastica</i>	478
<i>Cartilagine fibrosa</i>	478
<i>Tessuto condroide o pseudocartilagineo</i>	479
<i>Tessuto cordoide o vescicoloso</i>	479
<b>15.2 Il tessuto osseo</b>	480
<i>Caratteristiche generali</i>	480
<i>Organizzazione del Tessuto Osseo</i>	482
<b>15.3 Tessuto osseo compatto e tessuto osseo spugnoso</b>	482
<b>15.4 Microscopia del tessuto osseo</b>	485
<i>Tessuto osseo non lamellare</i>	485
<i>Tessuto osseo lamellare</i>	485
<b>15.5 La matrice del tessuto osseo</b>	488
<b>15.6 Cellule del tessuto osseo</b>	490
<i>La componente cellulare dell'osso</i>	490
<i>Istogenesi</i>	496
<i>Ossificazione diretta o intramembranosa</i>	497
<i>Ossificazione indiretta o condrale</i>	498
<b>15.7 Rimodellamento del tessuto osseo e calcificazione</b>	503



<b>16. TESSUTI CONNETTIVI SPECIALIZZATI A FUNZIONE TROFICA E SISTEMA CIRCOLATORIO</b>	
16.1 Sistema circolatorio	506
<i>Arterie, vene e capillari</i>	506
16.2 Il sangue	510
<i>Elementi figurati del sangue</i>	510
16.3 Sistema linfatico e linfa	527
16.4 Midollo osseo ed ematopoiesi	530
16.5 Tessuto linfoide e organi linfoidi	533
<b>17. TESSUTO MUSCOLARE</b>	
17.1 Tessuto muscolare striato	539
<i>Tessuto muscolare striato scheletrico</i>	539
<i>Tessuto muscolare striato cardiaco</i>	559
17.2 Tessuto muscolare liscio	564
<i>Struttura ed ultrastruttura</i>	564
17.3 Rigenerazione del muscolo	565
<b>18. TESSUTO NERVOSO</b>	
18.1 Caratteristiche generali	569
18.2 Struttura del neurone	571
<i>Corpo cellulare</i>	572
<i>Citoscheletro</i>	575
<i>Dendriti</i>	575
<i>Assone</i>	576
<i>Flusso assonico</i>	578
18.3 Classificazione dei neuroni	579
18.4 Neuroglia o glia	581
<i>Cellule della neuroglia del SNC</i>	581
<i>Cellule della neuroglia del SNP</i>	585
18.5 Fibre nervose	586
<i>Guaina mielinica</i>	587
18.6 Conduzione dell'impulso nervoso	592
18.7 Struttura e funzione delle sinapsi	594
18.8 Terminazioni nervose periferiche recettori nervosi	600
<i>Terminazioni nervose negli epiteli e nei connettivi</i>	601
<i>Terminazioni nel tessuto muscolare scheletrico</i>	606
<i>Terminazioni nervose nel tessuto ghiandolare</i>	607
<i>Cellule sensoriali per la vista, l'udito, il gusto</i>	609
<i>Indice analitico</i>	613