

**BASI BIOLOGICHE
DELL'ATTIVITÀ
PSICHICA**

**PARTE PRIMA
BIOLOGIA CELLULARE**

Dello stesso Editore

- Adamo et al.** – Istologia per le lauree triennali
Alessio/Apostoli – Manuale di medicina del lavoro e igiene industriale
Antoniolli – Pedagogia per infermieri
Arienti – Un compendio di biochimica. Per le lauree triennali
Arienti/Fiorilli – Biochimica dell'attività motoria
Batschelet – Introduzione alla Matematica per Biologi
Black/Matassarini/Jacobs – Il trattato completo del nursing medico e chirurgico
Bolander – Il nursing di base
Brocks/Jawetz/Melnick/Adelberg – Microbiologia medica
Catani/Savini/Avigliano – Biochimica. Per le lauree triennali
Cella/Di Giulio/Gorio/Scaglione - Farmacologia generale e speciale per le lauree sanitarie
Cevenini/Sambri - Microbiologia e Microbiologia Clinica – Per i Corsi di Laurea in Professioni Sanitarie
Ciaramella – Soccorso di base. Nozioni e tecniche
Colombraro – ABC di pediatria per infermieri
Conz – Guida alla terapia dialitica
Cromer – Fisica - Per Medicina - Farmacia e Scienze Biologiche
De Felici et al. – Embriologia Umana
De Wit – L'essenziale del nursing e Guida allo studio
Dizionario medico enciclopedico illustrato a colori
Esposito et al. – Anatomia umana
Fantoni et al. – Biologia cellulare e genetica
Furlanut – Farmacologia generale e clinica per le lauree sanitarie
Furlanut – Farmacologia: principi e applicazioni
Ganong – Fisiologia medica
Giberti/Rossi – Manuale di psichiatria (VI edizione)
Giudice/Augusti Tocco/Campanella - Biologia dello sviluppo
Goglia – Anatomia e fisiologia
Goglia – Embriologia Umana
Imbasciati/Margiotta – Psicologia clinica
Jawetz – Microbiologia medica
Junqueira – Compendio di istologia
Mezzogiorno/Mezzogiorno – Anatomia Umana
Midrio et al. – Compendio di Fisiologia Umana
Nettina – Il Manuale dell'infermiere
Panizzi – Il manuale dell'Operatore Socio Sanitario
Pontieri – Patologia generale e Fisiopatologia Generale per le lauree triennali
Ponticelli/Usai – Chimica generale e inorganica. Per le lauree triennali
Raffaelli – L'infermieristica del dolore
Raimondi/Lucas – Manuale di scienza dell'alimentazione e dietetica per infermieri professionali e operatori sanitari
Reeder/Martin – Il nursing della maternità.
Roccella – Neuropsichiatria infantile
Rohen/Yokochi/Lütjen-Drecoll – Atlante a colori di Anatomia Umana descrittiva e topografica
Rubini – Elementi di fisiologia umana per le lauree triennali
Saladin – Anatomia e fisiologia
Samaja – Corso di biochimica per le lauree sanitarie
Segni e sintomi
Tatarelli – Manuale di psichiatria e salute mentale per le lauree sanitarie
Tommaseo - Dizionario dei sinonimi della lingua italiana in 2 volumi
Trapani/Wardle – La nuova grammatica inglese
Trevor/Katzung – Farmacologia: quesiti a scelta multipla e compendio della materia
Vigué/Martín – Grande atlante di Anatomia Umana descrittiva e funzionale
Virella – Immunologia generale per i CDU
Volpi – Igiene, profilassi, medicina sociale
Zanotti – Filosofia e teoria del nursing nella moderna concettualità del nursing professionale
Zardini et al. – Manuale di puericultura per infermieri, puericultrici, assistenti sanitarie
Zartini/Lutteri – Prontuario di dietetica infantile

F. MANGIA - A. BEVILACQUA

**BASI BIOLOGICHE
DELL'ATTIVITÀ
PSICHICA**

**PARTE PRIMA
BIOLOGIA CELLULARE**

PICCIN

Tutti i diritti sono riservati

È vietata per legge la riproduzione in fotocopia e in qualsiasi altra forma.
È vietato riprodurre, archiviare in un sistema di riproduzione o trasmettere sotto qualsiasi forma o con qualsiasi mezzo elettronico, meccanico, per fotocopia, registrazione o altro, qualsiasi parte di questa pubblicazione senza autorizzazione scritta dell'Editore.
Ogni violazione sarà perseguita secondo le leggi civili e penali.

ISBN 978-88-299-2120-1

Stampato in Italia

© 2011, by Piccin Nuova Libreria S.p.A., Padova

Ai nostri studenti

Prefazione

Nell'ultimo decennio l'università italiana è stata sottoposta a una serie di riforme degli ordinamenti, *in primis* la suddivisione delle vecchie lauree quinquennali in laurea triennale e in laurea specialistica, poi modificata in magistrale. Il succedersi di queste riforme, che spesso non ha lasciato il tempo necessario per un'analisi meditata dei risultati conseguiti e degli inconvenienti incontrati, ha comunque costretto la gran parte delle facoltà a rivedere profondamente e radicalmente le loro offerte formative. Gli studi psicologici hanno particolarmente risentito di questi cambiamenti, sia per la presenza di un numero talvolta eccessivo di insegnamenti privi di contenuti disciplinari ben definiti e stabilizzati nel tempo, sia per l'idea che la laurea triennale dovesse avere contenuti, almeno in via teorica, professionalizzanti. Anche per l'insegnamento della originaria Biologia Generale si sono dovuti rivedere in modo critico i contenuti, indirizzandoli in modo specifico alla formazione di un futuro psicologo destinato ad operare per lo più in un ambiente medico e con pazienti in molti casi trattati anche farmacologicamente, oltre che con psicoterapia.

Questo manuale rappresenta un primo tentativo di identificare, tra la massa sterminata delle possibili nozioni di biologia cellulare e di genetica, quelle che in modo

specifico sono necessarie per la formazione di psicologi che abbiano radici impiantate nelle neuroscienze e che nella futura attività professionale siano in grado di considerare il paziente nella sua interezza, non solo come "mente", ma anche come "corpo". Il compito è non facile, considerato che gli studenti di psicologia non hanno nozioni di chimica e delle altre materie scientifiche se non per quanto hanno appreso negli studi secondari e che gli insegnamenti di psicofisiologia e psicobiologia tipicamente si occupano del funzionamento del cervello e dell'intero sistema nervoso a un livello di integrazione di gran lunga superiore al livello cellulare e molecolare che li sottende. D'altra parte, il massiccio ingresso nelle neuroscienze della biologia molecolare e cellulare e la sempre maggiore comprensione del funzionamento del sistema nervoso che ne deriva pone oggi la necessità di trattare gli argomenti della biologia per gli studenti di psicologia a un livello talvolta avanzato. Pertanto questo manuale, per il momento consistente nella sola parte di biologia cellulare ma che sarà presto implementato con le tematiche della genetica, comprende sia gli indispensabili argomenti di base della struttura e delle funzioni delle macromolecole e della biologia della cellula eucariote, sia nozioni più specifiche di biologia del

neurone, ponendo particolare attenzione ai meccanismi di generazione e trasmissione dello stimolo nervoso e ai neurotrasmettitori e facendo riferimento, ove possibile, alle patologie psichiche che possono derivare da alterazioni delle funzioni di volta in volta considerate.

Ringraziamo sentitamente alcune persone, senza le quali questo manuale non sarebbe potuto apparire: la Prof.ssa Maria Teresa Fiorenza, per l'aiuto nella scelta degli argomenti e per averci permesso di

inserire nel testo un suo capitolo sullo sviluppo del sistema nervoso; il Dott. Massimo Piccin per la fiducia e lo sprone che ci ha dato nella più che lunga genesi del manuale; la Sig.ra Barbara Ceriali e il Sig. Roberto Marzola per aver dato veste grafica al volume. Saremo inoltre molto grati a tutti coloro che vogliono segnalarci ogni errore, inesattezza o svista che, nonostante i nostri sforzi, il manuale possa contenere.

Indice generale

Capitolo 1

ATOMI E MOLECOLE 1

1.1 La struttura dell'atomo 1

1.1.1 Il Big Bang e le particelle subatomiche..... 1

1.1.2 L'atomo e i suoi isotopi 1

1.1.3 Gli orbitali e i legami chimici .. 3

1.2 I legami chimici e le molecole..... 4

1.2.1 Il legame covalente..... 6

1.2.2 Gli ioni e il legame ionico 8

1.2.3 I legami deboli..... 9

1.3 I componenti elementari della materia vivente..... 10

1.3.1 I bioelementi 10

1.3.2 L'acqua 10

1.3.3 L'atomo di carbonio 16

1.3.4 I gruppi funzionali..... 19

Capitolo 2

LE MOLECOLE BIOLOGICHE 25

2.1 Gli zuccheri o carboidrati 25

2.1.1 In ambiente acquoso gli zuccheri costituiti da 5 o 6 atomi di carbonio assumono una configurazione ad anello..... 26

2.1.2 Il legame glicosidico e i disaccaridi di trasporto 27

2.1.3 I polisaccaridi 29

2.1.4 Gli oligosaccaridi 32

2.2 I lipidi 33

2.2.1 I trigliceridi o grassi: il deposito stabile dell'energia chimica dell'organismo 34

2.2.2 I fosfogliceridi: i principali costituenti delle membrane cellulari..... 36

2.2.3 I saponi..... 37

2.2.4 I doppi strati molecolari lipidici..... 38

2.2.5 Le membrane cellulari contengono vari tipi di lipidi anfipatici 39

2.2.6 Il colesterolo, la molecola capostipite degli steroidi..... 40

2.2.7 La fluidità del doppio strato lipidico è regolata con grande precisione 41

2.3 Le proteine 42

2.3.1 Gli amminoacidi 43

2.3.2 Il legame peptidico e la struttura primaria delle proteine 47

2.3.3 La struttura secondaria delle proteine: le α -eliche e i foglietti β -planari..... 49

2.3.4 La struttura terziaria e la formazione dei domini funzionali delle proteine 52

2.3.5 La struttura quaternaria: le proteine multimeriche 55

2.3.6 Le modificazioni post-traduzionali delle proteine 56

2.3.7 I complessi sopramolecolari .. 60

2.4 Gli acidi nucleici 61

2.4.1 La scoperta del ruolo e della struttura degli acidi nucleici 62

2.4.2 I nucleotidi..... 65

2.4.3 Il legame fosfodiesterico 68

2.4.4 L'acido desossiribonucleico o DNA 69

2.4.5 La replicazione del DNA..... 72

2.4.6 L'acido ribonucleico o RNA .. 74

2.4.7	La trascrizione del DNA in RNA	74	4.1.2	Le cellule sono classificate in procarioti ed eucarioti	96
Capitolo 3			4.1.3	Le cellule possono essere osservate al microscopio	97
L'ATTIVITÀ CHIMICA DEGLI			4.2	Il nucleo e la cromatina	98
ORGANISMI			4.3	Il flusso dell'informazione	
3.1	Le reazioni chimiche	79	genetica	103	
3.1.1	Le reazioni chimiche della materia vivente obbediscono ai principi della termodinamica	79	4.3.1	La prima fase dell'espressione genica: la trascrizione.	104
3.1.2	Le reazioni chimiche consistono in riarrangiamenti atomici conseguenti a urti casuali tra molecole	80	4.3.2	Nei procarioti i trascritti primari sono processati e utilizzati per la sintesi proteica nello stesso ambiente cellulare	105
3.1.3	La soglia di attivazione di una reazione chimica può di fatto precluderne lo svolgimento spontaneo nelle normali condizioni della cellula	82	4.3.3	Negli eucarioti i trascritti sono processati nel nucleo e poi esportati nel citoplasma	105
3.1.4	La direzione di svolgimento di una reazione dipende fortemente dalle concentrazioni dei reagenti e dei prodotti	82	4.3.4	La seconda fase dell'espressione genica: la traduzione	110
3.1.5	Le cellule controllano lo svolgimento delle proprie reazioni chimiche	83	4.4	La regolazione dell'espressione	
3.2	Gli enzimi	85	genica negli eucarioti	117	
3.2.1	Gli enzimi aumentano la velocità delle reazioni chimiche abbassandone la soglia di attivazione	85	4.4.1	La trascrizione è regolata da proteine che interagiscono con il DNA . . .	117
3.2.2	Gli inibitori enzimatici bloccano lo svolgimento di una reazione chimica legandosi al sito attivo dell'enzima	89	4.4.2	L'attività trascrizionale dipende dalla struttura della cromatina e dalla metilazione del DNA	120
3.2.3	Molti enzimi sono sottoposti a vari meccanismi di regolazione della loro attività catalitica	91	4.4.3	La regolazione dell'attività trascrizionale di una cellula eucariote dipende dalla disponibilità di fattori di trascrizione	122
3.2.4	Alcuni enzimi sono sottoposti a una particolare modalità di regolazione detta "allosterica"	92	4.4.4	I processi di maturazione degli RNA ne influenzano la stabilità.	123
Capitolo 4			4.4.5	Il processo di splicing permette ad alcuni geni di codificare più di un prodotto proteico	124
LA CELLULA EUCARIOTE			4.4.6	Il processo di editing permette ad un gene di codificare prodotti fra loro diversi	124
4.1	Una visione generale della cellula . .	95	4.5	Il sistema delle membrane	
4.1.1	Le cellule di tutti gli organismi presentano le stesse strutture di base.	96	cellulari	125	
			4.5.1	Il modello a mosaico fluido delle membrane.	126
			4.5.2	Il reticolo endoplasmatico, l'apparato di Golgi e il traffico di membrana	128
			4.5.3	La membrana plasmatica e i movimenti vescicolari. . . .	137

4.6 I mitocondri 137

4.6.1 La teoria endosimbiotica sull'origine dei mitocondri .. 138

4.6.2 I mitocondri permettono la sintesi aerobica di ATP ... 139

4.6.3 I mitocondri sono coinvolti nei processi di morte cellulare 141

4.7 Il citoscheletro 142

4.7.1 I microfilamenti 142

4.7.2 I filamenti intermedi 146

4.7.3 I microtubuli 147

4.8 Il ciclo cellulare 151

4.9 Le cellule del sistema nervoso 154

4.9.1 Le cellule nervose furono inizialmente studiate da Camillo Golgi e Santiago Ramón Y Cajal. 154

4.9.2 Le cellule neuronali 156

4.9.3 Neuroni e flusso dell'informazione nervosa ... 157

4.9.4 I neuroni possono essere classificati in modi vari 159

4.9.5 Le cellule della nevroglia o neuroglia 160

Capitolo 5
IL TRASPORTO DI IONI E MOLECOLE ATTRAVERSO LA MEMBRANA PLASMATICA 165

5.1 Il trasporto passivo 165

5.1.1 La diffusione semplice 167

5.1.2 La diffusione facilitata 168

5.2 Il trasporto attivo 170

5.2.1 I trasportatori di membrana . 171

5.3 I canali ionici 173

5.3.1 I canali regolati dal potenziale di membrana 177

5.3.2 I canali regolati da ligando .. 179

5.4 Le pompe ioniche 198

5.4.1 La pompa Na⁺-K⁺ 198

5.4.2 Le pompe protoniche 201

Capitolo 6
I FENOMENI ELETTRICI DELLA MEMBRANA PLASMATICA E LA TRASMISSIONE DELLO STIMOLO NERVOSO 203

6.1 I recettori legati ad attività enzimatica 204

6.2 I recettori accoppiati alla proteina G 204

6.2.1 Il cAMP è un importante "secondo messaggero" intracellulare 207

6.2.2 Le subunità G α possono attivare varie vie di trasduzione del segnale 208

6.3 Il potenziale di membrana a riposo 210

6.3.1 Gli ioni liberi si distribuiscono in modo asimmetrico tra interno ed esterno della cellula 210

6.3.2 Il potenziale di membrana a riposo e i potenziali all'equilibrio degli ioni liberi. 214

6.4 Il potenziale d'azione 218

6.4.1 Le fasi del potenziale d'azione 219

6.4.2 Il potenziale d'azione si autorigenera, procedendo in modo unidirezionale lungo l'assone 222

6.4.3 Nelle fibre mieliniche la conduzione dello stimolo nervoso è di tipo "saltatorio". 224

6.5 Le sinapsi chimiche 226

6.5.1 Le sinapsi chimiche fungono da elementi polarizzatori dello stimolo nervoso 226

6.5.2 I neurotrasmettitori "classici" 227

6.5.3 Il terminale presinaptico 230

6.5.4 Lo spazio intersinaptico. 235

6.5.5 Il terminale postsinaptico ... 235

6.5.6 L'eliminazione del neurotrasmettitore dallo spazio intersinaptico 238

6.6 Le sinapsi elettriche 240

Capitolo 7
LO SVILUPPO DEL SISTEMA NERVOSO 245
(M.T. Fiorenza)

7.1 La gastrulazione e l'induzione neurale 245

7.2 La segmentazione del tubo neurale 249

7.3 Regionalizzazione antero-posteriore e dorso-ventrale del tubo neurale 249

7.4 Neurogenesi e gliogenesi 250

7.5 Migrazione neuronale 252

7.6	La crescita dei neuriti	255	nel neurosviluppo	261
7.7	La sinaptogenesi	258	INDICE ANALITICO	263
7.8	Morte cellulare programmata			