

**Fisiologia  
Medica  
di Ganong**

## Dello stesso Editore

- ARIENTI – Le basi molecolari della nutrizione  
BRUNI/NICOLETTI - Dizionario di erboristeria e fitoterapia  
CARLSON – Fisiologia del comportamento  
CAROSI/PAULUZZI – Malattie infettive  
CELLA/DI GIULIO/GORIO/SCAGLIONE – Farmacologia generale e farmacoterapia per infermieri  
CHIARANDA – Guida illustrata delle emergenze + DVD  
COOPER/HAUSMAN – La cellula: un approccio molecolare  
COPPO/GIBERTINI - Dizionario delle analisi e ricerche cliniche d'uso corrente  
DE CARLI/BONCINELLI/DANIELI/LARIZZA – Genetica generale e umana  
DELFINO – Dizionario dei termini medici  
DIZIONARIO MEDICO-ENCICLOPEDICO ILLUSTRATO A COLORI  
D'AMICO – Chirurgia generale  
FANTONI/BOZZARO/DEL SAL/FERRARI/TRIPODI – Biologia cellulare e genetica  
FERRARI/PADRINI – Farmacologia clinica cardiovascolare  
FOYE – Chimica farmaceutica  
FREIFELDER - Biologia molecolare: l'essenziale  
FURLANUT – Farmacologia generale e clinica per le lauree sanitarie  
FURLANUT – Farmacologia: principi e applicazioni  
FRADÀ – Semeiotica medica nell'adulto e nell'anziano  
GILMAN/NEWMAN – Le basi essenziali di neuroanatomia clinica e neurofisiologia  
JANEWAY – Immunobiologia  
JAWETZ – Microbiologia medica  
KATZUNG – Farmacologia generale e clinica  
KATZUNG/TREVOR – Farmacologia: quesiti a scelta multipla e compendio della materia  
MANDELL – Atlante basilare delle malattie infettive  
MARINO – Vocabolario medico fraseologico inglese-italiano e italiano-inglese  
MARIUZZI – Anatomia e istologia patologica  
MEDURI/NOTARIO – Diagnostica clinica interattiva su CD-ROM + testo guida  
MIDRIO et al. – Compendio di fisiologia umana  
NETTINA – Il manuale dell'infermiere  
NORELLI/BUCCELLI/FINESCHI – Medicina legale e delle assicurazioni  
PANIZZI – Il manuale dell'operatore socio-sanitario  
PIER/LYCZACK/WETZLER – Immunologia, infezione, immunità  
PONTIERI – Patologia generale e fisiopatologia generale per i corsi di laurea in professioni sanitarie  
PONTIERI/RUSSO/FRATI – Patologia generale  
RHOADES/PFLANZER – Fisiologia generale e umana  
ROHEN/YOKOCHI/LÜTJEN-DRECOLL – Atlante a colori di anatomia umana  
RUBINI – Elementi di fisiologia umana  
SILIPRANDI/TETTAMANTI – Biochimica medica  
STRICKBERGER – Trattato di genetica  
VIGUÉ/MARTÍN – Atlante di anatomia umana  
WAXMAN – Neuroanatomia clinica

## TRATTATO DI MEDICINA INTERNA (nuova edizione) Fondato da P. LARIZZA

- Vol. I – Malattie del sangue e degli organi emopoietici. Immunologia clinica (2 tomi)  
Vol. II – Malattie infettive  
Vol. III – Malattie delle ghiandole endocrine, del metabolismo e della nutrizione  
Vol. IV – Malattie osteoarticolari e del connettivo, malattie da agenti fisici, chimici e ambientali. Capitoli panoramici su: malattie cutanee, oculari, otorinolaringoiatriche e ginecologiche  
Vol. V – Malattie dell'apparato respiratorio  
Vol. VI – Malattie del cuore e dei vasi (2 tomi)  
Vol. VII – Malattie del rene, delle vie urinarie e dell'apparato genitale maschile  
Vol. VIII – Malattie del canale digerente  
Vol. IX – Malattie del fegato, delle vie biliari e del pancreas  
Vol. X – Malattie del sistema nervoso

# Fisiologia Medica di Ganong

## **Kim E. Barrett, PhD**

*Professor  
Department of Medicine  
Dean of Graduate Studies  
University of California, San Diego  
La Jolla, California*

## **Susan M. Barman, PhD**

*Professor  
Department of Pharmacology/Toxicology  
Michigan State University  
East Lansing, Michigan*

## **Scott Boitano, PhD**

*Associate Professor; Physiology  
Arizona Respiratory Center  
Bio5 Collaborative Research Institute  
University of Arizona  
Tucson, Arizona*

## **Heddwen L. Brooks, PhD**

*Associate Professor  
Department of Physiology  
College of Medicine  
University of Arizona  
Tucson, Arizona*

**12<sup>a</sup> edizione italiana sulla 23<sup>a</sup> di lingua inglese**

**a cura di**

**M. MIDRIO**

**Con la collaborazione di**

**B. DE LUCA, M. AVOLI, S. FERRAINA,**

**G. CIBELLI, P. PAGLIARO, L. IMERI**

**PICCIN**

Titolo originale  
**Ganong's Review of Medical Physiology, Twenty-Third Edition**  
Copyright © 2010 by The McGraw-Hill Companies, Inc.

Tutti i diritti sono riservati

**È VIETATA PER LEGGE LA RIPRODUZIONE IN FOTOCOPIA  
ED 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.

#### **AVVERTENZA**

La Medicina è una scienza in continuo cambiamento. Non appena nuove ricerche ed esperienze cliniche allargano le nostre conoscenze, si richiedono modifiche nel trattamento e nella terapia farmacologica. L'editor e la casa editrice di questo volume hanno controllato le fonti ritenute affidabili per fornire informazioni complete ed in genere in accordo con gli standard validi al momento della pubblicazione. Tuttavia, in considerazione della possibilità di errori umani o modifiche nelle scienze mediche, né l'editor, né la casa editrice, né qualsivoglia altra persona implicata nella preparazione o pubblicazione di questo libro garantiscono che l'informazione ivi contenuta è per ogni riguardo accurata o completa e declinano ogni responsabilità per qualsivoglia errore od omissione o per i risultati ottenuti mercé informazioni contenute in questo testo. Si invitano i lettori a confermare le informazioni quivi contenute con altre fonti, per esempio ed in particolare, a controllare il foglietto illustrativo incluso nella confezione di ciascun farmaco che essi pianificano dover somministrare per esser certi che l'informazione contenuta in questo testo sia accurata e che non siano state apportate modifiche nella dose raccomandata o controindicazioni per la somministrazione. Questa raccomandazione è particolarmente importante relativamente a nuovi farmaci o farmaci non frequentemente utilizzati.

ISBN 978-88-299-2113-3

Stampato in Italia

---

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

Dedicato a

## WILLIAM FRANCIS GANONG

William Francis (“Fran”) Ganong era uno scienziato, educatore e scrittore fuori del comune.

La fisiologia ed in generale l’insegnamento della medicina erano la sua unica grande passione. Direttore per molti anni del Dipartimento di Fisiologia dell’Università di California, San Francisco, ha ricevuto numerosi riconoscimenti per l’insegnamento. La cosa che amava di più era lavorare coi suoi studenti.

Nel corso di 40 anni e di 22 edizioni, egli è stato il solo autore del libro più venduto di fisiologia medica, *Review of Medical Physiology*, ed un coautore di 5 edizioni di *Pathophysiology of Disease: An Introduction to Clinical Medicine*. Egli era uno dei “decani” degli autori del gruppo Lange che produceva testi di medicina concisi e libri di revisione, che ancor oggi restano straordinariamente popolari, sia nella versione cartacea che in formato digitale. Il Dr. Ganong ha avuto un impatto gigantesco sull’istruzione di innumerevoli studenti e clinici medici.

Un fisiologo generale per eccellenza ed un fisiologo neuroendocrino per specializzazione, Fran ha sviluppato e mantenuto una rara conoscenza dell’intero campo della fisiologia. Questo gli ha permesso di scrivere tutte le nuove edizioni (ogni 2 anni) di *Review of Medical Physiology* come unico autore, un’impresa rimarcata ed ammirata ogni volta che si discuteva del libro

tra fisiologi. Era uno scrittore eccellente ed in anticipo sul suo tempo con il suo obiettivo di ricavare da un soggetto complesso una presentazione concisa. Come il suo buon amico, il Dr. Jack Lange, fondatore della serie dei libri Lange, Fran era molto orgoglioso delle numerose traduzioni di *Review of Medical Physiology* ed era sempre molto felice quando riceveva la copia di una nuova edizione in qualunque lingua.

Era un autore modello, organizzato, dedicato, entusiasta. Il suo libro era il suo vanto e la sua gioia, e come altri autori di libri molto venduti, sembrava che lavorasse ogni giorno alla nuova edizione, aggiornando la bibliografia, riscrivendo quanto era necessario, e sempre pronto a rispettare i tempi per la pubblicazione della nuova edizione. Egli aveva fatto lo stesso con il suo altro libro, *Pathophysiology of Disease: An Introduction to Clinical Medicine*, un libro per il quale aveva lavorato meticolosamente negli anni successivi al suo collocamento formale a riposo ed alla nomina di professore emerito dell’UCSF.

Fran Ganong avrà sempre un posto al tavolo principale dei grandi sull’arte dell’istruzione e della comunicazione nella scienza medica. È morto il 23 dicembre 2007. Tutti quelli di noi che lo hanno conosciuto e che hanno lavorato con lui sentiranno molto la sua mancanza.

# Caratteristiche principali della 23<sup>a</sup> edizione di **Fisiologia Medica** di Ganong

- **Completamente aggiornata** per riportare le ultime ricerche e gli sviluppi di aree importanti come le basi cellulari della neurofisiologia.
- **Incorpora nei capitoli esempi tratti dalla medicina clinica** per illustrare concetti importanti di fisiologia.
- **Fornisce più informazioni dettagliate, clinicamente importanti, con un'alta resa per pagina** di ogni testo o rivista simile.
- **NUOVE illustrazioni a colori** – gli autori hanno lavorato con un eccezionale gruppo di disegnatori, fotografi, insegnanti e studenti di medicina per fornire un'impareggiabile raccolta di 600 illustrazioni e tabelle.
- **NUOVI riquadri con casi clinici** – esempi caratteristici di malattie che illustrano importanti principi fisiologici.
- **NUOVE domande di revisione** ad alto rendimento alla fine di ogni capitolo.

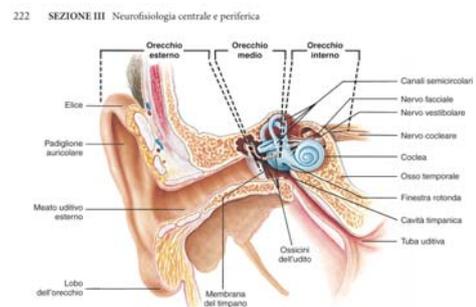


FIGURA 13-1 Le strutture delle parti esterna, media ed interna dell'orecchio umano. Per rendere chiari i rapporti, la coclea è stata ruotata leggermente ed i muscoli dell'orecchio medio sono stati omessi. (Da Fox SJ, Human Physiology, McGraw-Hill, 2008.)

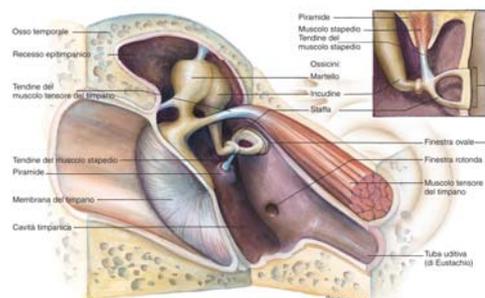
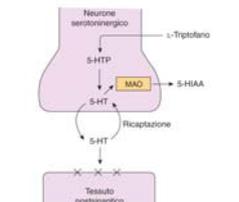


FIGURA 13-2 Veduta mediale dell'orecchio medio. Sono indicate le posizioni dei muscoli uditivi attaccati agli ossicini dell'orecchio medio. (Da Fox SJ, Human Physiology, McGraw-Hill, 2008.)

Le illustrazioni a colori arricchiscono il testo



**FIGURA 7-6. Eventi biochimici a livello delle sinapsi serotonergiche.** 5-HTT = 5-idrossitriptofano; 5-HT = 5-idrossitriptamina (serotonina); 5-HIAA = acido 5-idrossindolacetico; X = recettore per la serotonina. Per chiarezza sono stati omessi i recettori presinaptici.

accoppiati, tramite proteine G, all'adenilato ciclasi, ai canali per il K<sup>+</sup> e/o alla fosfolipasi C (Tab 7-2). La nomenclatura di questi recettori non è stata standardizzata, ma il recettore denominato M<sub>1</sub> nella Tab 7-2 è abbondante nel cervello. Il recettore M<sub>2</sub> si trova nel cuore. Il recettore M<sub>3</sub> si trova nel tessuto pancreatico degli acini e delle isole, dove media l'aumento della secrezione degli enzimi pancreatici e dell'insulina. I recettori M<sub>1</sub> e M<sub>2</sub> sono associati con il muscolo liscio.

**Serotonina**

La serotonina (5-idrossitriptamina; 5-HT) è presente in massima concentrazione nelle piastrine del sangue e nel tubo digerente, dove si trova nelle cellule enterocromaffini e nel plesso mienterico. Si trova anche nel tronco cerebrale, nei nuclei del rafe della linea mediana che proiettano verso parti dell'ipotalamo, del sistema limbico, del neopallio, del cervelletto e del midollo spinale (Fig. 7-2). La serotonina si forma dall'idrossilazione e dalla decarbossilazione dell'aminoacido essenziale triptofano (Fig. 7-1 e 7-6). Dopo il rilascio dai neuroni serotonergici, gran parte della serotonina viene ripresa tramite un meccanismo di ricaptazione attiva ed è inattivata dalla monoaminoossidasi (MAO) con formazione di acido 5-idrossindolacetico (5-HIAA). Questa sostanza è il metabolita urinario principale della serotonina, e l'eliminazione urinaria di 5-HIAA è usata come indice del metabolismo della serotonina nell'organismo. La triptofano-idrossilasi del sistema nervoso centrale

**INSERTO CLINICO 7-2**

**Ruolo della serotonina nell'umore e nel comportamento**

L'agente allucigeno **dietilamide dell'acido lisergico (LSD)** è un agonista della serotonina che produce i suoi effetti attivando i recettori 5-HT<sub>1</sub> nel cervello. Le allucinazioni transitorie e le altre aberrazioni mentali prodotte da questo farmaco sono state scoperte quando il ricercatore che l'ha sintetizzato ne ha inalato un poco per caso. La sua scoperta ha portato l'attenzione sulla correlazione tra comportamento e variazioni del contenuto di serotonina nel cervello. Anche la **piloclina** (e la sua forma fosforilata, psicoclina), una sostanza contenuta in certi funghi, e la **N,N-dimetil-triptamina (DMT)** sono allucigeni e, come la serotonina, sono derivati della triptamina. La **2,5-dimetossi-4-metil-amfetamina (DOM)** e la **mesalina** e i suoi congeneri, gli altri allucigeni veri, sono fenilettilamine invece di indolamine. Tuttavia, tutti questi allucigeni sembra che esercitino i loro effetti legandosi a recettori 5-HT<sub>1</sub>. La **3,4-metilenediossietilamfetamina**, un farmaco conosciuto come **MDMA** o **ecstasy**, è una droga molto diffusa. Essa produce euforia, ma questa è seguita da difficoltà di concentrazione, depressione e, nelle scimmie, insonnia. La droga causa la liberazione di serotonina, seguita da deplezione del trasmettitore; l'euforia può essere causata dalla liberazione ed i sintomi tardivi dalla deplezione. I farmaci che aumentano i livelli extracellulari di noradrenalina esaltano l'umore, mentre i farmaci che diminuiscono i livelli extracellulari della catecolamina causano depressione. Tuttavia, gli individui con deficit congenito di dopamin-β-idrossilasi (DBH) sono normali per quanto riguarda l'umore. I farmaci che inibiscono la ricaptazione della noradrenalina erano importanti nel trattamento della depressione, ma questi farmaci inibiscono anche la ricaptazione della serotonina. Oggi è noto anche che il livello del metabolita principale della serotonina, il **5-HIAA**, è basso nel sistema nervoso delle persone depresse, i farmaci come la **fluoxetina (Prozac)**, che inibiscono la ricaptazione della serotonina senza influenzare la ricaptazione della noradrenalina, sono efficaci come antidepressivi. Così, il centro di interesse nel trattamento della depressione clinica è passato dalla noradrenalina alla serotonina.

umano è leggermente diversa dalla triptofano-idrossilasi dei tessuti periferici, ed è codificata da un gene diverso. Questo è probabilmente il motivo per cui l'inattivazione del gene *TPH1*, che codifica per la triptofano-idrossilasi

**I casi clinici illustrano i principi essenziali di fisiologia**

**TABELLA 18-1** Sommario dei principali meccanismi regolatori ipotalamici.

Funzione	Afferenze da	Aree di integrazione
<b>Termoregolazione</b>	Termocettori in cute, tessuti profondi, midollo spinale, ipotalamo e altre parti del SNC.	Ipotalamo anteriore; risposta al caldo; ipotalamo posteriore; risposta al freddo.
<b>Controllo neuroendocrino di:</b>		
Catecolamine	Aree limbiche implicate nelle emozioni.	Ipotalamo dorsale e posteriore.
Vasopressina	Osmocettori, "recettori di volume", altri recettori.	Nuclei supraottico e paraventricolare.
Ossitocina	Recettori tattili in mammella, utero, genitali.	Nuclei supraottico e paraventricolare.
Ormone stimolante la tiroide (TSH), tramite TRH	Termocettori nei neonati, forse altri recettori.	Nuclei paraventricolari e aree circostanti.
Ormone adrenocorticotropo (ACTH) e β-lipotropina (β-LPH), tramite CRH	Sistema limbico (stimoli emotivi); formazione reticolare (stimoli "sistemici"); cellule di ipotalamo e preoptico, sensibili al livello ematico di cortisolo; nuclei soprachiasmatici (ritmo circadiano).	Nuclei paraventricolari.
Ormone follicolo stimolante (FSH) e ormone luteinizzante (LH), tramite GnRH	Cellule ipotalamiche sensibili agli estrogeni, occhi, recettori tattili di cute e genitali nelle specie con ovulazione riflessa.	Area preottica, altre aree.
Prolattina, tramite PH e PRH	Recettori tattili della mammella, altri recettori sconosciuti.	Nucleo arcuato; altre aree (ipotalamo inibisce la secrezione).
Ormone della crescita, tramite somatostatina e GRH	Recettori sconosciuti.	Nucleo paraventricolare e nucleo arcuato.
<b>Comportamenti "appetitivi":</b>		
Sete	Osmocettori, probabilmente situati nell'organo vascolare della lamina terminale; captazione di angiotensina II nell'organo sottoforniciale.	Ipotalamo laterale superiore.
Fame	Cellule "glucostatiche" sensibili alla velocità di utilizzazione del glucosio; recettori per la leptina; recettori per altri polipeptidi.	Nuclei ventromediali, arcuato e paraventricolare; ipotalamo laterale.
Comportamento sessuale	Cellule sensibili ad estrogeni e androgeni; poche fibre, o forse nessuna, provengono dall'ipotalamo.	Ipotalamo anteriore ventrale; nel maschio, anche la corteccia piriforme.
<b>Reazioni di difesa (paura, rabbia)</b>	Organi sensoriali e neocorteccia, vie ignote.	Diffuse, nel sistema limbico e nell'ipotalamo.
<b>Controllo dei ritmi corporei</b>	Retina, tramite fibre retino-ipotalamiche.	Nuclei soprachiasmatici.

Il **fascio ipotalamo-ipofisario**. La maggior parte delle fibre provenienti dal nucleo soprattorico terminano nel lobo posteriore, mentre alcune fibre provenienti dal nucleo paraventricolare terminano nell'eminenza mediana. I capillari sboccano nei vasi sinusoidali portali che, scendendo per il peduncolo ipofisario, portano il sangue ai capillari del lobo anteriore. Questo sistema nasce da capillari e termina in capillari senza passare per il cuore; pertanto, è un vero sistema portale. Negli uccelli ed in alcuni mammiferi, uomo compreso, non esiste alcuna altra irrorazione arteriosa per il lobo anteriore, fatta eccezione per i vasi della capsula e le anastomosi con i capillari del lobo posteriore. La parte dell'ipotalamo ventrale dalla quale originano i vasi portali

e dal circolo di Willis terminano in una rete di capillari fenestrati, chiamata **plexo primario**, sulla faccia ventrale dell'ipotalamo (Fig. 18-1). Anse capillari penetrano anche nell'eminenza mediana. I capillari sboccano nei vasi sinusoidali portali che, scendendo per il peduncolo ipofisario, portano il sangue ai capillari del lobo anteriore. Questo sistema nasce da capillari e termina in capillari senza passare per il cuore; pertanto, è un vero sistema portale. Negli uccelli ed in alcuni mammiferi, uomo compreso, non esiste alcuna altra irrorazione arteriosa per il lobo anteriore, fatta eccezione per i vasi della capsula e le anastomosi con i capillari del lobo posteriore. La parte dell'ipotalamo ventrale dalla quale originano i vasi portali

**Tabelle e grafici riassuntivi inglobano informazioni importanti**

**COLLICOLI SUPERIORI**

I collicoli superiori, che regolano i movimenti saccadici, sono innervati da fibre M dei nervi ottici, ma ricevono anche una ricca innervazione dalla corteccia cerebrale. In ciascun collicolo superiore vi è una mappa dello spazio visivo, una mappa della superficie corporea e una mappa relativa ai rumori nello spazio. Vi è una mappa motoria che proietta sulle regioni del tronco cerebrale che controllano i movimenti oculari. Vi sono anche proiezioni, tramite il fascio tetto-pontino, per il cervelletto e, tramite il fascio tetto-spinale, per le aree implicati nei movimenti riflessi della testa e del collo. I collicoli superiori sono permanentemente attivi per posizionare gli occhi, ed hanno uno dei più alti livelli di flusso sanguigno e di metabolismo in tutto il cervello.

**RIASSUNTO DEL CAPITOLO**

- Le parti più importanti dell'occhio sono la sclera (copertura protettiva), la cornea (trasmette i raggi luminosi), la coroida (nutrimento), la retina (cellule recettive), il cristallino e l'iride.
- La via visiva va dai bastoncelli e dai coni alle cellule bipolari, alle cellule gangliari e poi, attraverso il tratto ottico, al corpo genicolato laterale del talamo ed al lobo occipitale della corteccia cerebrale. Le fibre di ogni emiretina nasale si incrociano nel chiasma ottico; le fibre della metà nasale di una retina e dalla metà temporale dell'altra formano sinapsi sulle cellule del corpo genicolato i cui assoni formano il fascio genicolato-calcarino.
- La deviazione dei raggi luminosi (rifrazione) permette di mettere a fuoco un'immagine accurata sulla retina. La luce è rifratta sulla superficie anteriore della cornea e sulle superfici anteriore e posteriore del cristallino. Per portare i raggi che provengono da oggetti vicini a fuoco sulla retina, la curvatura del cristallino è aumentata, con un processo chiamato accomodazione.
- Nell'ipermetropia, il bulbo oculare è troppo corto ed i raggi luminosi sono messi a fuoco dietro la retina. Nella miopia, il diametro anteroposteriore del bulbo oculare è troppo lungo. L'astigmatismo è una condizione comune nella quale la curvatura della cornea non è uniforme. La presbiopia è la perdita dell'accomodazione per la visione da vicino. Lo strabismo è una deviazione degli assi visivi in un tentativo di correggere l'acuità visiva.
- I canali per il Na<sup>+</sup> nel segmento esterno dei bastoncelli e dei coni sono aperti al buio, di modo che una corrente finisce dal segmento interno a quello esterno. Quando la luce colpisce il segmento esterno, alcuni dei canali per il Na<sup>+</sup> vengono chiusi e le cellule si iperpolarizzano.
- In risposta alla luce, le cellule orizzontali sono iperpolarizzate, le cellule bipolari sono iperpolarizzate o depolarizzate e le cellule amacrine sono depolarizzate e sviluppano poten-

- ziali a punta che possono agire come potenziali generatori per gli impulsi preposti prodotti nelle cellule gangliari.
- I neuroni nello strato 4 della corteccia visiva rispondono a stimoli nei loro campi recettivi con centri "on" e bordi subitrici o centri "off" e bordi occultrici. I neuroni negli altri strati sono chiamati cellule semplici se rispondono a strisce di luce, linee, o bordi, ma solo quando questi hanno un orientamento particolare. Anche le cellule complesse hanno bisogno di un orientamento preferito di uno stimolo lineare, ma sono meno dipendenti dalla localizzazione dello stimolo nel campo visivo.
- Le proiezioni da V1 possono essere divise in una via dorsale o parietale (che riguarda principalmente il movimento) ed una via ventrale o temporale (che riguarda la forma ed il riconoscimento delle facce).
- La diminuzione della soglia visiva dopo aver passato lunghi periodi di tempo in una stanza poco illuminata è detta adattamento al buio.
- La teoria di Young-Helmholtz della visione dei colori postula l'esistenza di tre tipi di coni, ognuno contenente un fotopigmento diverso, che sono soprattutto sensibili ad uno dei tre colori primari, la sensazione di ogni dato colore essendo determinata dalla frequenza relativa degli impulsi da ognuno di questi sistemi di coni.
- I movimenti saccadici (movimenti improvvisi a scatti) avvengono quando lo sguardo si sposta da un oggetto all'altro; essi riducono l'adattamento nelle vie visive che avverrebbe se lo sguardo fosse fissato sullo stesso oggetto per un lungo periodo. I movimenti saccadici di inasprimento sono movimenti degli occhi quando si guardano oggetti in movimento. I movimenti vestibolari avvengono in risposta a stimoli dai canali semicircolari per mantenere la fissazione visiva, quando la testa si muove. I movimenti di convergenza portano gli assi visivi uno verso l'altro, quando l'attenzione è focalizzata su oggetti vicini all'osservatore.

**DOMANDE A SCELTA MULTIPLA**

- Per tutte le domande, scegliere la singola migliore risposta, salvo diversa indicazione.
- Un esame della vista in un uomo di 80 anni mostra che ha una riduzione della capacità di vedere gli oggetti nei quadranti superiori ed inferiori dei campi visivi sia sinistra che entrambi gli occhi, ma che nelle regioni centrali del campo visivo permangono un certo grado di vista. La diagnosi è
    - scotoma centrale
    - emiotopia estrema con risparmio della macula
    - lesione del chiasma ottico
    - emiotopia minima con risparmio della macula
    - retinopatia
  - L'accomodazione visiva comporta
    - un aumento della tensione sui legamenti del cristallino
    - una diminuzione della curvatura del cristallino
    - il rilassamento del muscolo dello sfintere dell'ide
    - la contrazione del muscolo ciliare

**I capitoli si chiudono con riassunti del capitolo e con domande di revisione**

## Gli Autori

### KIM E. BARRETT



Kim Barret ha ricevuto il suo PhD in chimica biologica dall'University College of London nel 1982. Dopo il periodo di addestramento al National Institutes of Health, che ha seguito il dottorato, è entrata nella facoltà dell'University of California, San Diego, School of Medicine, nel 1985, salendo al suo ruolo attuale di Professor of Medicine nel 1996. Dal

2006, è diventata preside delle Scuole di Specializzazione dell'Università. I suoi interessi di ricerca sono focalizzati sulla fisiologia e la fisiopatologia dell'epitelio intestinale, e su come la sua funzione è alterata da batteri commensali, probiotici e patogeni, e in condizioni specifiche di malattia, come le malattie infiammatorie intestinali. Ha pubblicato quasi 200 articoli, capitoli e revisioni, ed ha ricevuto parecchi riconoscimenti per la qualità delle ricerche, comprese le Bowditch and Davenport Lectureships dall'American Physiological Society ed il titolo di Doctor of Medical Sciences, *honoris causa*, dalla Queens University, Belfast. Come insegnante si è dedicata, ottenendo riconoscimenti, all'insegnamento a studenti di medicina, di farmacologia e delle scuole di specializzazione, ed ha insegnato vari argomenti della fisiologia medica e sistemica a questi gruppi per più di 20 anni. Le sue esperienze di insegnamento l'hanno portata a pubblicare come autore un primo volume (*Gastrointestinal Physiology*, McGraw-Hill, 2005) ed ha avuto l'onore di essere invitata a curare la nuova edizione del Ganong.

### SUSAN M. BARMAN



Susan Barman ha ricevuto il suo PhD in fisiologia dalla Loyola University School of Medicine in Maywood, Illinois. Poi è andata alla Michigan State University (MSU) dove è attualmente Professor nel Department of Pharmacology/Toxicology and the Neuroscience Program. Si è interessata per tutta la sua carriera del controllo nervoso della funzione cardiorespiratoria, con enfasi sulla caratterizzazione e sull'origine delle scariche che avvengono naturalmente dei nervi simpatici e frenici. Ha ricevuto un prestigioso National Institutes of Health MERIT (Method to Extend Research in Time) Award. Ha ricevuto anche un Outstanding University Woman Faculty Award from the MSU Faculty Professional Women's Association e un MSU College of Human Medicine Distinguished Faculty

Award. È stata molto attiva nell'American Physiological Society (APS) e recentemente ha fatto parte del suo consiglio. È stata anche Presidentessa della Central Nervous System Section of APS e Presidentessa di Women in Physiology e dei Section Advisory Committees of APS. Nel suo tempo libero fa passeggiate, esercizi aerobici ed attività che tengono in esercizio la mente, come esercizi di enigmistica di vario tipo.

### SCOTT BOITANO



Scott Boitano ha ricevuto il suo PhD in genetica e biologia cellulare dalla Washington State University in Pullman, Washington, dove si è interessato di trasmissione cellulare del segnale. Ha coltivato il suo interesse all'University of California,

Los Angeles, dove ha focalizzato la sua ricerca sul secondo messaggero e sulla fisiologia cellulare dell'epitelio del polmone. Egli ha continuato a coltivare questi interessi di ricerca nell'University of Wyoming e nelle sue attuali posizioni nel Department of Physiology e nell'Arizona Respiratory Center, entrambi dell'University of Arizona.

### HEDDWEN L. BROOKS



Heddwen Brooks ha ricevuto il suo PhD dall'Imperial College, University of London, ed è Professore Associato nel Department of Physiology dell'University of Arizona (UA). È una fisiologa renale ed è molto conosciuta per il suo sviluppo della tecnologia di microapparati per indirizzare in vivo i processi di trasmissione del segnale coinvolti nella regolazione ormonale della funzione renale. I molti riconoscimenti comprendono l'American Physiological Society (APS) Labaro J. Mandel Young Investigator Award, assegnato a chi si dimostra una promessa eccezionale nella fisiologia epiteliale o renale. Riceverà l'APS Renal Young Investigator Award al congresso annuale del 2009 della Federation of American Society for Experimental Biology. È membro dell'APS Renal SteeringSection e dell'APS Committee of Committees. È nella Direzione editoriale dell'American Journal of Physiology-Renal Physiology (dal 2001), ed ha anche lavorato nelle sezioni di studio dei National Institutes of Health e nell'American Heart Association.

# Indice generale

## SEZIONE I

### BASI CELLULARI E MOLECOLARI DELLA FISIOLOGIA MEDICA . . . . . 1

1. Principi generali e produzione di energia nella fisiologia medica . . . . . 1
2. Sintesi della fisiologia cellulare nella fisiologia medica . . . . . 35
3. Immunità, infezioni e infiammazione . . . . . 69

## SEZIONE II

### FISIOLOGIA DELLE CELLULE NERVOSE E MUSCOLARI . . . . . 87

4. Tessuti eccitabili: Nervi . . . . . 87
5. Tessuti eccitabili: Muscoli . . . . . 103
6. Tramissione sinaptica e giunzionale . . . . . 127
7. Neurotrasmettitori e neuromodulatori . . . . . 143
8. Proprietà dei recettori sensoriali . . . . . 163
9. Riflessi . . . . . 173

## SEZIONE III

### NEUROFISIOLOGIA CENTRALE E PERIFERICA . . . . . 183

10. Dolore e temperatura . . . . . 183
11. Vie somatosensoriali . . . . . 189
12. Visione . . . . . 197
13. Udito ed equilibrio . . . . . 221
14. Olfatto e gusto . . . . . 239
15. Attività elettrica del cervello, stati di sonno-veglia, ritmi circadiani . . . . . 251

16. Controllo della postura e del movimento . . 265
17. Sistema nervoso autonomo . . . . . 287
18. Regolazione ipotalamica delle funzioni endocrine viscerali . . . . . 301
19. Apprendimento, memoria, linguaggio e parola . . . . . 319

## SEZIONE IV

### FISIOLOGIA ENDOCRINA E RIPRODUTTIVA . . . . . 333

20. Tiroide . . . . . 333
21. Funzioni endocrine del pancreas e regolazione del metabolismo dei glucidi . . 349
22. Midollare e corticale delle surrenali . . . . . 373
23. Controllo ormonale del metabolismo del calcio e del fosfato e fisiologia dell'osso . . . 401
24. Ipofisi . . . . . 417
25. Le gonadi: sviluppo e funzione del sistema riproduttivo . . . . . 433

## SEZIONE V

### FISIOLOGIA GASTROINTESTINALE . . . . . 475

26. Panoramica della funzione e della regolazione gastrointestinale . . . . . 475
27. Digestione, assorbimento e principi di nutrizione . . . . . 499
28. Motilità gastrointestinale . . . . . 519
29. Funzioni escrettrici e metaboliche del fegato . . . . . 531

**SEZIONE VI**

**FISIOLOGIA CARDIOVASCOLARE** ..... 541

- 30. Origine del battito cardiaco e attività elettrica ..... 541
- 31. Il cuore come pompa ..... 561
- 32. Il sangue come fluido circolante e la sua dinamica, il flusso della linfa. .... 577
- 33. Meccanismi di regolazione cardiovascolari ..... 613
- 34. Circolazione attraverso regioni speciali ... 629

**SEZIONE VII**

**FISIOLOGIA RESPIRATORIA** ..... 649

- 35. Funzione polmonare ..... 649

- 36. Trasporto dei gas ed equilibrio acido-base . 673

- 37. Regolazione della respirazione ..... 691

**SEZIONE VIII**

**FISIOLOGIA RENALE** ..... 707

- 38. Funzione renale e minzione ..... 707

- 39. Regolazione della composizione e del volume del liquido extracellulare ..... 735

- 40. Acidificazione delle urine ed escrezione di bicarbonato ..... 751

- Risposte alle domande a scelta multipla** ..... 761

- Indice analitico** ..... 763

# Prefazione

## Dagli Autori

Siamo molto contenti di pubblicare la 23<sup>a</sup> edizione di *Ganong's Review of Medical Physiology*. Gli autori attuali hanno cercato di mantenere i più alti standard di eccellenza, accuratezza e pedagogia sviluppati da Fran Ganong nei 46 anni durante i quali, con questo libro di testo, ha educato innumerevoli studenti in tutto il mondo.

Nello stesso tempo, ci siamo sintonizzati con le esigenze in costante evoluzione degli studenti e dei professori nella fisiologia medica. Per questo, oltre agli aggiornamenti usuali sulle ultime ricerche e sugli sviluppi in aree come le basi cellulari della fisiologia e della neurofisiologia, *questa edizione ha aggiunto dei notevoli ausili pedagogici e di apprendimento per gli studenti.*

Siamo grati per i molti approfondimenti, suggerimenti e critiche che abbiamo ricevuto da tutto il mondo, da colleghi e studenti. Speriamo che vi piacciono le nuove caratteristiche della 23<sup>a</sup> edizione.

***Questa edizione è una revisione del lavoro originale del Dr. Francis Ganong.***

## Nuove illustrazioni a 4 colori

- Abbiamo lavorato con un folto gruppo di disegnatori, fotografi, educatori e studenti per comporre un nuovo programma di illustrazioni accurato, aggiornato e piacevole da vedere. In tutto il libro ci sono illustrazioni a colori e tabelle, con didascalie dettagliate della figura, che riportano una breve storia o descrivono il punto chiave dell'illustrazione.

## Nuovi riquadri dei casi clinici

- Messi in evidenza su uno sfondo ombreggiato, perché gli studenti possano riconoscere i casi clinici racchiusi in un riquadro, sono presentati esempi di malattie che illustrano importanti principi fisiologici.

## Nuove domande di revisione alla fine del capitolo

- Una cosa nuova di questa edizione è la chiusura di ogni capitolo con delle domande di revisione.