

**EMBRIOLOGIA**  
**L'ESSENZIALE**

BEFORE WE ARE BORN: ESSENTIALS OF EMBRYOLOGY AND BIRTH DEFECTS - Tenth Edition  
Copyright © 2020 by Elsevier Inc. All rights reserved

This edition of **Before We Are Born: Essentials of Embryology and Birth Defects 978-0-323-60849-7**  
by Keith L. Moore, T.V.N. Persaud, Mark G. Torchia is published by arrangement with Elsevier Inc.  
Questa edizione di **Before We Are Born: Essentials of Embryology and Birth Defects 978-0-323-60849-7**  
by Keith L. Moore, T.V.N. Persaud, Mark G. Torchia è pubblicata su licenza di Elsevier Inc.

La traduzione del volume è stata effettuata a cura di **PICCIN NUOVA LIBRARIA S.p.A.** e sotto la sua responsabilità. I professionisti del settore sanitario, i ricercatori e lettori in genere del testo devono sempre basarsi sulla loro esperienza e le loro conoscenze quando prendono in considerazione e usano qualsiasi informazione, metodo, composto o esperimento qui descritto. Poiché le scienze mediche sono in continua evoluzione, si raccomanda, in particolare, la verifica autonoma delle diagnosi e del dosaggio dei medicinali. Elsevier, gli Autori, curatori o collaboratori non si assumono alcuna responsabilità per quanto riguarda la traduzione o per qualsiasi lesione e/o danno dovesse venire arrecato a persone o beni per negligenza o altro, oppure uso od operazioni di qualsiasi metodo, prodotto, istruzione o idea contenuti in questo libro.

Opera coperta dal diritto d'autore - Tutti i diritti sono riservati

Questo testo contiene materiale, testi ed immagini, coperto da copyright e non può essere copiato, riprodotto, distribuito, trasferito, noleggiato, licenziato o trasmesso in pubblico, venduto, prestato a terzi, in tutto o in parte, o utilizzato in alcun altro modo o altrimenti diffuso, se non previa espressa autorizzazione dell'editore. Qualsiasi distribuzione o fruizione non autorizzata del presente testo, così come l'alterazione delle informazioni elettroniche, costituisce una violazione dei diritti dell'editore e dell'autore e sarà sanzionata civilmente e penalmente secondo quanto previsto dalla L. 633/1941 e ss.mm.

#### AVVERTENZA

Indicazioni accurate, effetti indesiderati e dosaggi per i farmaci sono indicati nel libro, ma è possibile che cambino. Il lettore deve esaminare le informazioni contenute nel foglietto illustrativo dei produttori dei medicinali menzionati. Gli autori, curatori, editori o distributori non sono responsabili per errori od omissioni o per qualsiasi conseguenza derivante dall'applicazione delle informazioni di quest'opera, e non danno alcuna garanzia, esplicita o implicita, rispetto al contenuto della pubblicazione. Gli autori, curatori, editori e distributori non si assumono alcuna responsabilità per qualsiasi lesione o danno a persone o cose derivante da questa pubblicazione.

ISBN 978-88-299-3326-6

Foto in copertina: per gentile concessione di Federica Gallinaro

10<sup>a</sup> Edizione

# EMBRIOLOGIA L'ESSENZIALE *Before We Are Born*

**Keith L. Moore, BA, MSc, PhD, DSc (OSU),  
DSc (WU), FIAC, FRSM, FAAA**

Professor Emeritus, Division of Anatomy, Department of Surgery  
Former Professor and Chair, Department of Anatomy,  
and Associate Dean for Basic Medical Sciences  
Faculty of Medicine, University of Toronto, Toronto, Ontario, Canada  
Former Professor and Head of Anatomy, Faculty of Medicine,  
University of Manitoba, Winnipeg, Manitoba, Canada

**T.V.N. (Vid) Persaud, MD, PhD, DSc,  
FRCPath (Lond.), FAAA**

Professor Emeritus and Former Head,  
Department of Human Anatomy and Cell Science  
Professor of Pediatrics and Child Health  
Associate Professor of Obstetrics, Gynecology, and Reproductive Sciences, Max Rady College  
of Medicine, Faculty of Health Sciences, Faculty of Medicine, University of Manitoba, Winnipeg,  
Manitoba, Canada  
Part-Time Professor of Anatomy, St. George's University, Grenada, West Indies

**Mark G. Torchia, MSc, PhD**

Associate Professor, Department of Surgery; Associate Professor, Department of Human  
Anatomy and Cell Sciences,  
Max Rady College of Medicine, Rady Faculty of Health Sciences  
Executive Director, Centre for the Advancement of Teaching and Learning, Vice-Provost  
(Teaching and Learning) University of Manitoba,  
Winnipeg, Manitoba, Canada

**Edizione italiana a cura di**

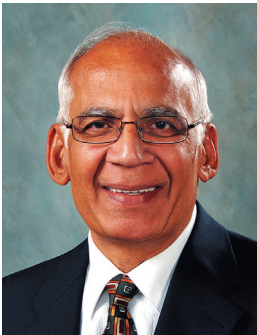
A. FILIPPINI, A. D'ALESSIO, R. DI PIETRO, N. GAGLIANO, G. LA ROCCA,  
E. MARCENARO, G. MESSINA, A. MUSARÒ, G. NICOLINI, S. SIVORI

**PICCIN**



**KEITH L. MOORE**

Il Dr. Moore ha ricevuto molti premi e riconoscimenti prestigiosi. Ha ricevuto il più alto riconoscimento per l'elevato numero di libri di testo pubblicati in anatomia ed embriologia ad orientamento clinico. Ha ricevuto il premio "**Henry Gray/Elsevier Distinguished Educator Award**" nel 2007, il più alto riconoscimento conferito dall'Associazione Americana Anatomisti per l'eccellenza nell'educazione all'anatomia umana in campo medico/odontoiatrico e universitario; il premio come **membro onorario da parte dell'Associazione Americana Anatomisti Clinici (1994)** per i suoi contributi clinicamente significativi nel campo dell'anatomia e il **premio J.C.B. conferito dalla Associazione Canadese Anatomisti (1984)** "in riconoscimento del servizio meritorio e degli eccezionali risultati accademici nel campo delle scienze anatomiche". Nel 2008 il professor Moore è stato nominato **Fellow dell'Associazione Americana Anatomisti (AAA)**. Questa posizione viene riconosciuta agli studiosi che hanno dimostrato eccellenza nella scienza in generale contribuendo in modo significativo alla scienze mediche. Nel 2012 il Dr. Moore ha ricevuto la **Laurea Honoris Causa in Scienze** dalla Ohio State University e dalla University of Western Ontario nel 2015. Gli è stata conferita la **Medaglia del Giubileo di Diamante della Regina Elisabetta II**, che onora tutti i Canadesi che hanno conseguito risultati significativi e il **Premio Benton Adkins Jr. Distinguished Service** per l'eccezionale record di servizio presso l'Associazione americana degli anatomisti clinici.



**T.V.N. (VID) PERSAUD**

Il Dr. Persaud ha ricevuto il premio **Henry Gray/Elsevier Distinguished Educator nel 2010**, la più alta onorificenza dell'Associazione Americana Anatomisti in riconoscimento dell'eccellenza nell'insegnamento dell'anatomia umana"; l'**Honored Member Award dell'Associazione Americana Anatomisti Clinici (2008)** per "la sua illustre carriera e per i significativi contributi nel campo dell'anatomia, dell'embriologia clinica e della storia dell'anatomia"; e il **premio J.C.B.** dall'Associazione Canadese Anatomisti (1991) "in riconoscimento del servizio meritorio e degli eccezionali risultati accademici nel campo delle scienze anatomiche". Nel 2010 il professor Persaud è stato nominato membro dell'Associazione Americana Anatomisti. Questa posizione viene riconosciuta agli studiosi che hanno dimostrato eccellenza nella scienza in generale e nelle scienze mediche. Nel 2003 il Dr. Persaud ha ricevuto la **Medaglia del Giubileo d'oro della Regina Elisabetta II** dal governo del Canada per "il contributo significativo alla nazione, alla comunità e ai concittadini canadesi".



**MARK G. TORCHIA**

Il Dott. Mark G. Torchia è stato destinatario dell'illustre **Premio Inaugurale del Governatore Generale** per l'Innovazione che "riconosce e celebra individui, gruppi e organizzazioni canadesi d'eccellenza "pionieri e creatori che contribuiscono al successo della nostra Nazione, che aiutano a plasmare il nostro futuro e che ispirano le prossime generazioni." Il Dr. Torchia è stato anche insignito del **Manning Principle Prize Laureate (2015)**, che riconosce "leader e visionari che hanno contribuito positivamente all'economia canadese, migliorando l'esperienza umana nelle sue varie dimensioni in tutto il mondo". Ha anche ricevuto la **Norman and Marion Bright Memorial Medal and Award** che premia gli "individui che hanno dato un contributo eccezionale alla tecnologia chimica" e il **TIMEC Medical Device Champion Award**. Il dottor Torchia continua a coinvolgere gli studenti di tutti i livelli fornendo loro opportunità di sensibilizzazione e curricula formali. Fin dalla sua fondazione la Manitoba Medical Students Association (MMSA) lo ha candidato per il premio all'insegnamento e più recentemente è stato insignito del premio per l'eccellenza nell'insegnamento 2016 dalla Rady Faculty of Health Sciences, University of Manitoba.

***In memoria di Marion***

*Alla mia adorabile moglie e migliore amica per il suo infinito supporto e pazienza. Le sono grato per l'incoraggiamento e la comprensione durante le innumerevoli ore trascorse a scrivere le prime tre edizioni del testo *Before We Are Born, Essentials of Embryology and Birth Defects*. I ricordi meravigliosi la mantengono nel mio cuore e nella mia mente. Personalmente apprezzo il continuo supporto ricevuto dalle mie figlie, Pam e Kate, e dal mio genero, Ron Crowe, per le sue capacità tecniche. Sono molto orgoglioso dei nostri cinque figli: Warren, Pam, Karen, Laurel e Kate, le nostre nove nipoti — Kristin, Lauren, Caitlin, Mitchel, Jayme, Courtney, Brooke, Melissa e Alicia, e pronipoti, James e Charlotte.*

***-KLM***

***A Gisela***

*La mia adorabile moglie e migliore amica, per il suo infinito supporto e pazienza; i nostri tre figli - Indrani, Sunita e Rainer (Ren) e nipoti (Brian, Amy e Lucas).*

***-TVNP***

***A Barbara, Muriel ed Erik***

*Grazie per il vostro supporto, incoraggiamento, risate e amore. I vostri risultati personali continuano a meravigliarmi: questo libro è dedicato a voi.*

***-MGT***

***Agli studenti e ai loro insegnanti***

*Ai nostri studenti: ci auguriamo che vi divertirete a leggere questo libro, che vi consentirà di incrementare le vostre competenze di embriologia umana e di superare tutti gli esami. Siate entusiasti e ben preparati per la vostra carriera nella cura dei pazienti, nella ricerca e nell'insegnamento. Ricorderai parte di ciò che ascolti, molto di cosa leggi, molto di più quello che vedi e quasi tutto ciò che sperimenti e comprendi pienamente.*

*Ai loro insegnanti: possa questo libro essere una risorsa utile per voi e per i vostri studenti. Apprezziamo i numerosi commenti costruttivi che abbiamo ricevuto negli anni da studenti e insegnanti. Le vostre osservazioni sono state preziose per noi nel migliorare questo testo.*

# Collaboratori

## COLLABORATORI

### **David D. Eisenstat, MD, MA, FRCPC**

Professor and Chair, Department of Oncology, University of Alberta, Muriel & Ada Hole Kids with Cancer Society Chair in Pediatric Oncology; Professor, Departments of Medical Genetics and Pediatrics, Faculty of Medicine, University of Alberta, Edmonton, Canada

### **Jeffrey T. Wigle, PhD**

Principal Investigator, Institute of Cardiovascular Sciences, St. Boniface Hospital Research Centre; Associate Professor, Department of Biochemistry and Medical Genetics, University of Manitoba, Winnipeg, Manitoba, Canada

## REVISORI CLINICI

### **Albert E. Chudley, MD, FRCPC, FCCMG**

Professor Emeritus of Pediatrics and Child Health, and Biochemistry and Medical Genetics, Max Rady College of Medicine, Faculty of Health Sciences, University of Manitoba, Winnipeg, Manitoba, Canada

### **Michael Narvey, MD, FRCPC, FAAP**

Section Head, Neonatal Medicine, Health Sciences Centre and St. Boniface Hospital; Assistant Professor of Pediatrics and Child Health, Max Rady College of Medicine, Faculty of Health Sciences, University of Manitoba, Winnipeg, Manitoba, Canada

## FIGURE E IMMAGINI (FONTI)

Siamo grati ai seguenti colleghi per le immagini cliniche che ci hanno fornito per questo libro e anche per averci concesso il permesso di utilizzare i dati dei loro lavori pubblicati:

### **Steve Ahing, DDS**

Division of Oral Diagnosis and Radiology, Faculty of Dentistry, Department of Pathology, University of Manitoba, Winnipeg, Manitoba, Canada  
*Figura 18.10B–D*

### **Franco Antoniazzi, MD, and Vassilios Fanos, MD**

Department of Pediatrics, University of Verona, Verona, Italy  
*Figura 19.3*

### **Volker Becker, MD<sup>†</sup>**

Pathologisches Institut der Universität, Erlangen, Germany  
*Figura 8.12 e 8.14<sup>†</sup>*

### **J. Been, MD, M. Shuurman, MD, and S. Robben, MD**

Maastricht University Medical Centre, Maastricht, The Netherlands  
*Figura 11.6B*

### **David Bolender, MD**

Department of Cell Biology, Neurobiology, and Anatomy, Medical College of Wisconsin, Milwaukee, Wisconsin, USA  
*Figura 15.13A*

### **Peter C. Brugger, MD, PhD**

Associate Professor/Privat Dozent, Center for Anatomy and Cell Biology, Medical University of Vienna, Vienna, Austria

### **Jack C.Y. Cheng, MD**

Department of Orthopaedics and Traumatology, The Chinese University of Hong Kong, Hong Kong, China  
*Figura 15.18*

### **Albert E. Chudley, MD, FRCPC, FCCMG**

Department of Pediatrics and Child Health, Section of Genetics and Metabolism, Children's Hospital, University of Manitoba, Winnipeg, Manitoba, Canada  
*Figura 5.12, 10.30, 12.17AB, 12.24, 13.13, 13.26, 15.24, 15.25, 15.26, 16.10, 16.11, 16.23, 17.14, 19.4, 19.5, 19.6, 19.9, 19.10, 19.12, e 19.14A*

### **Blaine M. Cleghorn, DMD, MSc**

Faculty of Dentistry, Dalhousie University, Halifax, Nova Scotia, Canada  
*Figura 18.10A*

### **Heather Dean, MD, FRCPC**

Department of Pediatrics and Child Health, University of Manitoba, Winnipeg, Manitoba, Canada  
*Figura 13.17, 13.25, e 19.13*

### **Marc Del Bigio, MD, PhD, FRCPC**

Department of Pathology (Neuropathology), University of Manitoba, Winnipeg, Manitoba, Canada  
*Figura 15.10, 16.22, e 16.26*

### **João Carlos Fernandes Rodrigues, MD**

Servico de Dermatologia, Hospital de Desterro, Lisbon, Portugal  
*Figura 18.3*

### **Frank Gaillard, MB, BS, MMed**

Department of Radiology, Royal Melbourne Hospital, Melbourne, Victoria, Australia; Radiopaedia.org  
*Figura 9.8C e 10.17*

### **Gary Geddes, MD**

Lake Oswego, Oregon, USA  
*Figura 15.13B*

### **Barry H. Grayson, MD, and Bruno L. Vendittelli, MD**

New York University Medical Center, Institute of Reconstructive Plastic Surgery, New York, New York, USA  
*Figura 10.31*

### **Christopher R. Harman, MD, FRCSC, FACOG**

Department of Obstetrics, Gynecology, and Reproductive Sciences, Women's Hospital and University of Maryland, Baltimore, Maryland, USA  
*Figura 12.16*

### **Jean Hay, MSc<sup>†</sup>**

University of Manitoba, Winnipeg, Manitoba, Canada  
*Figura 7.2 e 7.4*

### **Health Sciences Centre**

Children's Hospital and University of Manitoba, Winnipeg, Manitoba, Canada  
*Figura 10.13 e 19.7*

### **Lyndon M. Hill, MD**

Magee-Women's Hospital, Pittsburgh, Pennsylvania, USA  
*Figura 12.5*

### **Klaus V. Hinrichsen, MD<sup>†</sup>**

Medizinische Fakultät, Institut für Anatomie, Ruhr-Universität Bochum, Bochum, Germany  
*Figura 10.2 e 10.25*

### **Evelyn Jain, MD, FCFP**

Breastfeeding Clinic, Calgary, Alberta, Canada  
*Figura 10.22*

### **John A. Jane, Sr., MD**

Department of Neurological Surgery, University of Virginia Health System, Charlottesville, Virginia, USA  
*Figura 15.11AB*

### **Dagmar K. Kalousek, MD**

Department of Pathology, University of British Columbia; Children's Hospital, Vancouver, British Columbia, Canada  
*Figura 12.12A e 13.10*

<sup>†</sup>Deceduto.

**James Koenig, MD, FRCPC**

Department of Radiology, Health Sciences Centre,  
Winnipeg, Manitoba, Canada  
*Figura 14.28D*

**Wesley Lee, MD**

Department of Obstetrics and Gynecology, Division of  
Fetal Imaging, William Beaumont Hospital, Royal Oak,  
Michigan, USA  
*Figura 16.12A*

**Deborah Levine, MD, FACR**

Department of Radiology, Obstetric and Gynecologic  
Ultrasound, Beth Israel Deaconess Medical Center,  
Boston, Massachusetts, USA  
*Figura 7.5B, 16.12B*

**Mina Leyder, MD**

Universitair Ziekenhuis Brussels, Brussels, Belgium  
*Figura 14.19*

**E. A. (Ted) Lyons, OC, MD, FRCPC, FACR**

Departments of Radiology, Obstetrics & Gynecology, and  
Human Anatomy & Cell Science, Division of  
Ultrasound, Health Sciences Centre, University of  
Manitoba, Winnipeg, Manitoba, Canada  
*Figura 4.6B, 5.1, 5.10, 6.6, 7.1, 7.9, 8.4, 12.17CD*

**Maulik S. Patel, MD**

Consultant Pathologist, Surat, India; Radiopaedia.org  
*Figura 5.13*

**Martin H. Reed, MD, FRCPC**

Department of Radiology, University of Manitoba and  
Children's Hospital, Winnipeg, Manitoba, Canada  
*Figura 12.23*

**Gregory J. Reid, MD, FRCSC**

Department of Obstetrics, Gynecology, and Reproductive  
Sciences, University of Manitoba, Women's Hospital,  
Winnipeg, Manitoba, Canada  
*Figura 14.9*

**Michael and Michele Rice**

*Figura 7.6*

**Prem S. Sahni, MD**

Formerly of the Department of Radiology, Children's  
Hospital, Winnipeg, Manitoba, Canada  
*Figura 15.14*

**Gerald S. Smyser, MD**

Formerly of the Altru Health System, Grand Forks, North  
Dakota, USA  
*Figura 10.17, 15.11C, e 17.13*

**Pierre Soucy, MD, FRCSC**

Division of Pediatric Surgery, Children's Hospital of  
Eastern Ontario, Ottawa, Ontario, Canada  
*Figura 10.10 e 10.11*

**Alexandra Stanislavsky, MD**

Department of Radiology, Mercy Hospital for Women,  
Royal Melbourne Hospital, Melbourne, Victoria,  
Australia; Radiopaedia.com  
*Figura 12.12B*

**R. Shane Tubbs, PhD, and W. Jerry Oakes, MD**

Department of Pediatric Neurosurgery, Children's  
Hospital, Birmingham, Alabama, USA  
*Figura 16.24*

**Edward O. Uthman, MD**

Consultant Pathologist, Houston/Richmond, Texas, USA  
*Figura 5.3C*

**Elsbeth H. Whitby, BSc, MB, ChB (Hons), FFDRCSI**

Academic Unit of Reproductive and Developmental  
Medicine, Department of Academic Pathology,  
University of Sheffield, Sheffield, England, United  
Kingdom  
*Figura 16.25*

**Nathan E. Wiseman, MD, FRCSC**

Department of Surgery, Section of Pediatric and  
Cardiothoracic Surgery, Children's Hospital, University  
of Manitoba, Winnipeg, Manitoba, Canada  
*Figura 9.8B e 12.15*



# Curatori dell'edizione italiana

**Antonio Filippini** (capp. 1 e 2)

Sezione di Istologia ed Embriologia Medica -  
Dipartimento di Scienze Anatomiche, Istologiche,  
Medico-legali e dell'Apparato Locomotore (SAIMLAL)  
- Sapienza Università di Roma

**Alessio D'Alessio** (capp. 9 e 10)

Dipartimento di Scienze della Vita e Sanità Pubblica -  
Sezione di Istologia ed Embriologia - Università  
Cattolica del Sacro Cuore - Roma

**Roberta Di Pietro** (capp. 11 e 12)

Dipartimento di Medicina e Scienze dell'Invecchiamento  
- Sezione di Biomorfologia - Università G. d'Annunzio  
di Chieti-Pescara

**Nicoletta Gagliano** (capp. 13 e 14)

Dipartimento di Scienze Biomediche per la Salute -  
Università degli Studi di Milano

**Giampiero La Rocca** (capp. 15 e 16)

Dipartimento di Biomedicina, Neuroscienze e  
Diagnostica Avanzata - Università degli Studi di  
Palermo

**Emanuela Marcenaro** (capp. 5 e 8)

Dipartimento di Medicina Sperimentale, Sezione di  
Istologia, Università di Genova  
IRCCS Ospedale Policlinico San Martino, Genova

**Graziella Messina** (capp. 19 e 20)

Dipartimento di Bioscienze - Università degli Studi di  
Milano

**Antonio Musarò** (capp. 3 e 4)

Sezione di Istologia ed Embriologia Medica -  
Dipartimento di Scienze Anatomiche, Istologiche,  
Medico-legali e dell'Apparato Locomotore (SAIMLAL)  
- Sapienza Università di Roma

**Gabriella Nicolini** (capp. 17 e 18)

Dipartimento di Medicina e Chirurgia - Università degli  
Studi di Milano-Bicocca

**Simona Sivori** (capp. 6 e 7)

Dipartimento di Medicina Sperimentale, Sezione di  
Istologia, Università di Genova  
IRCCS Ospedale Policlinico San Martino, Genova



# Prefazione

“*Before We Are Born: Essentials of Embryology and Birth Defects*” è in stampa da più di 46 anni. Questo testo più conciso deriva dal nostro più esteso libro di testo “*The Developing Human: Clinically Oriented Embryology*” (11<sup>a</sup> edizione).

La decima edizione di “*Before We Are Born: Essentials of Embryology and Birth Defects*” è stata completamente rivista ed aggiornata sulla base delle recenti conoscenze dell’embriologia clinica. Essa fornisce le informazioni essenziali dello sviluppo normale e patologico. Come già fatto precedentemente, anche in questa edizione le informazioni cliniche sono state evidenziate in verde (spesso identificate come “tabelle ad orientamento clinico”). Ogni capitolo è stato aggiornato profondamente includendo le più recenti evidenze sperimentali ed i relativi significati clinici, così come le nuove conoscenze relative alla biologia dello sviluppo.

Questa edizione rispetta la nomenclatura ufficiale internazionale dei termini embriologici (*Terminologia Embryonica 2013*). A questo proposito risulta importante che medici, scienziati, infermieri, odontoiatri, terapisti occupazionali, altre tipologie di professionisti e studenti che operano

nel settore sanitario utilizzino la stessa terminologia per identificare ogni struttura. Abbiamo incluso in questa edizione numerose immagini a colori di embrioni, di feti (normali e anormali), neonati e bambini. Ci sono, inoltre, molti immagini diagnostiche: ecografie, tomografie, risonanze magnetiche di embrioni e feti.

Un’importante caratteristica di questo testo è rappresentata dalle “domande ad orientamento clinico”, presenti alla fine di ogni capitolo.

La sessione dedicata alla teratologia (gli studi relativi ai difetti congeniti) è stata aggiornata perché lo studio dello sviluppo anormale è necessario per determinare le cause dei difetti congeniti e come questi potrebbero essere prevenuti. Gli aspetti molecolari dello sviluppo embrionale sono stati evidenziati nel testo, con particolare riferimento alle aree più promettenti nel campo della medicina clinica e della ricerca. Infine, il capitolo 20 è dedicato ad approfondire nel dettaglio i meccanismi cellulari e molecolari dello sviluppo embrionale.

Keith L. Moore  
T.V.N. (Vid) Persaud  
Mark G. Torchia

# Ringraziamenti

Molti colleghi e studenti hanno dato un contributo inestimabile a questa nona edizione di *Before We Are Born*. Siamo grati ai seguenti colleghi (elencati in ordine alfabetico) per la revisione critica dei capitoli, per i suggerimenti per il miglioramento di questo libro o per aver fornito alcune delle nuove figure: Dr. Steve Ahing, Faculty of Dentistry, University of Manitoba, Winnipeg, Manitoba; Dr. David Bolender, Department of Cell Biology, Neurobiology, and Anatomy, Medical College of Wisconsin, Milwaukee, Wisconsin; Professor Margaret Buckingham, Department of Developmental Biology, Pasteur Institute, Paris, France; Dr. Albert Chudley, Departments of Pediatrics and Child Health and Biochemistry and Medical Genetics, University of Manitoba, Winnipeg, Manitoba; Dr. Blaine M. Cleghorn, Faculty of Dentistry, Dalhousie University, Halifax, Nova Scotia; Dr. Frank Gaillard, Radiopaedia.org, Royal Melbourne Hospital, Melbourne, Victoria; Dr. David F. Gomez-Gil, Chicago, Illinois; Dr. Boris Kablar, Department of Anatomy and Neurobiology, Dalhousie University, Halifax, Nova Scotia; Dr. Deborah Levine, Beth Israel Deaconess Medical Center, Boston, Massachusetts; Dr. Marios Loukas, St. George's University, True Blue, Grenada; Professor Bernard J. Moxham, Cardiff School of Biosciences, Cardiff University, Cardiff, Wales; Dr. Michael Narvey, Department of Pediatrics and Child Health, University of Manitoba, Winnipeg, Manitoba; Dr. Drew Noden, Department of Biomedical Sciences, Cornell University, College of Veterinary Medicine, Ithaca, New York; Dr. Shannon E. Perry, San Francisco State University, San Francisco, California; Dr. Gregory J. Reid, Department of Obstetrics, Gynecology, and Reproductive Sciences, University of Manitoba, Winnipeg, Manitoba; Professor Sir Peter W.J. Rigby, The Babraham Institute, Cambridge, England; Dr. L. Ross,

Department of Neurobiology and Anatomy, University of Texas Medical School at Houston, Houston, Texas; Dr. Michael A. Rudnicki, Regenerative Medicine Program, Ottawa Hospital Research Institute, Ottawa, Ontario; Dr. J. Elliott Scott, Departments of Oral Biology and Human Anatomy & Cell Science, University of Manitoba, Winnipeg, Manitoba; Dr. Gerald S. Smyser, formerly of the Altru Health System, Grand Forks, North Dakota; Dr. Alexandra Stanislavsky, Department of Radiology, Mercy Hospital for Women, Royal Melbourne Hospital, Melbourne, Victoria; Dr. Richard Shane Tubbs, Children's Hospital, Birmingham, Alabama; Dr. Edward O. Uthman, Consultant Pathologist, Richmond, Texas; and Dr. Michael Wiley, Department of Surgery, Division of Anatomy, Faculty of Medicine, University of Toronto, Toronto, Ontario.

Le illustrazioni sono state preparate da Hans Neuhart, presidente dell'Electronic Illustrators Group di Fountain Hills, in Arizona. In Elsevier, siamo in debito con il signor Jeremy Bowes, Content Strategist, per le sue inestimabili intuizioni e il suo instancabile supporto nella preparazione di questa decima edizione del libro. Siamo anche grati alla signora Sharon Nash, specialista dello sviluppo dei contenuti, per la sua guida e molti suggerimenti utili. Infine, ringraziamo il team di produzione di Elsevier, in particolare la signora Julie Taylor, Project Manager, per aver portato a termine questo libro. Questa nuova edizione di *Before We Are Born* è il risultato della loro dedizione e competenza tecnica.

*Keith L. Moore*  
*T.V.N. (Vid) Persaud*  
*Mark G. Torchia*

# Indice generale

- 1 Introduzione allo sviluppo dell'uomo 1
  - 2 La riproduzione umana 5
  - 3 Prima settimana di sviluppo embrionale umano 19
  - 4 Seconda settimana di sviluppo embrionale umano 27
  - 5 Terza settimana di sviluppo umano 33
  - 6 Dalla quarta all'ottava settimana dello sviluppo umano 45
  - 7 Il periodo fetale: dalla nona settimana alla nascita 57
  - 8 Placenta e membrane fetali 65
  - 9 Cavità del corpo, mesenterici e diaframma 83
  - 10 Apparato faringeo e sviluppo della faccia e del collo 91
  - 11 Apparato respiratorio 117
  - 12 Apparato digerente 125
  - 13 Sistema urogenitale 147
  - 14 Sistema cardiovascolare 175
  - 15 Sistema muscolo-scheletrico 209
  - 16 Sistema nervoso 233
  - 17 Sviluppo degli occhi e delle orecchie 257
  - 18 Apparato tegumentario 269
  - 19 Difetti congeniti 279
  - 20 Basi cellulari e molecolari dello sviluppo 295
- Bibliografia e letture suggerite 305
- Appendice: Risposte alle domande ad orientamento clinico 311
- Indice analitico 319

