

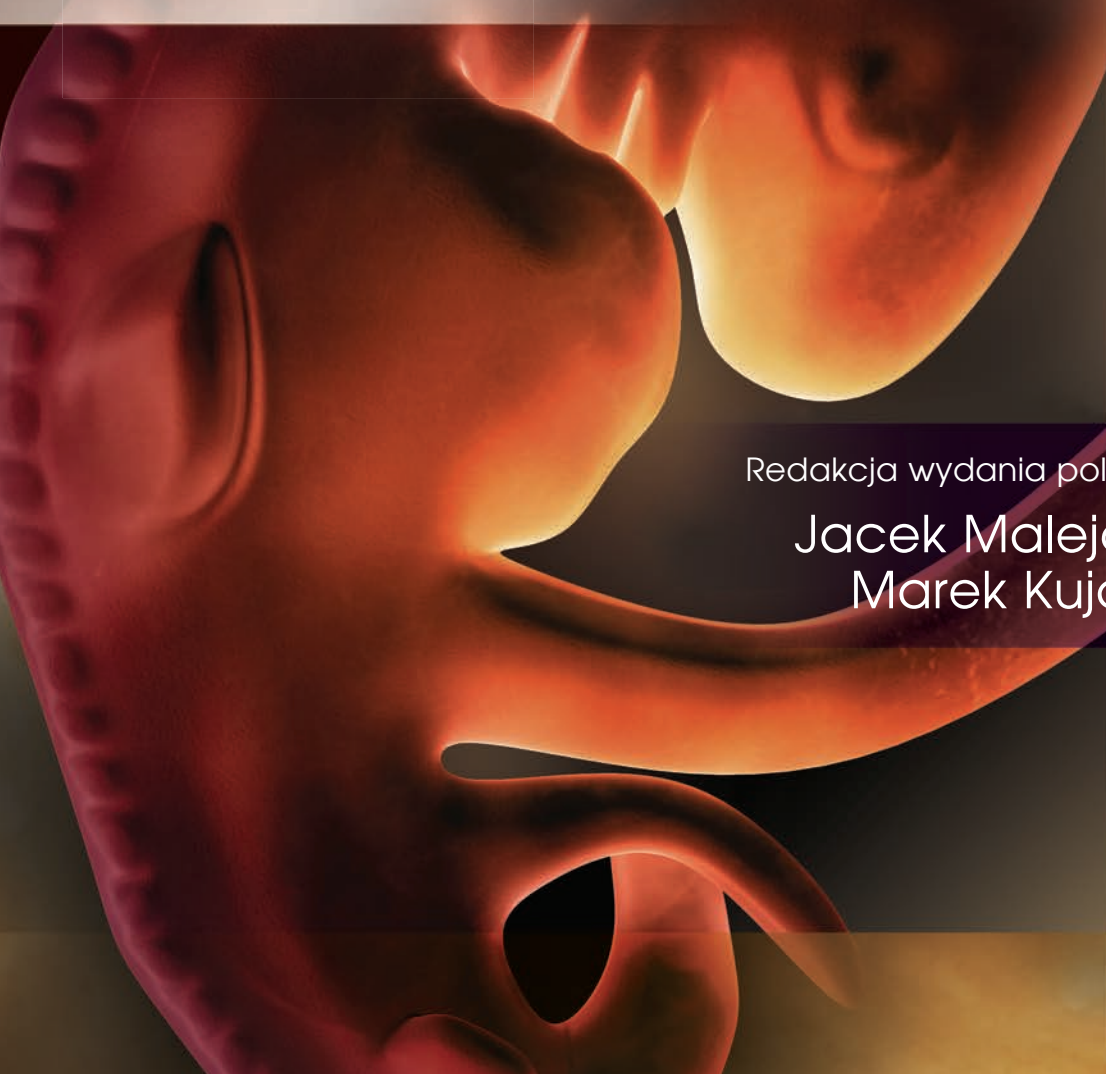
Langman

Embriologia

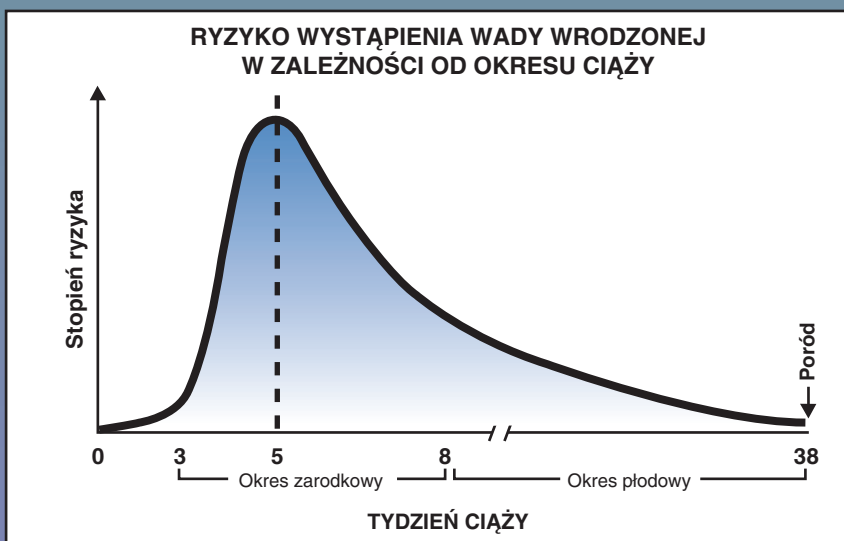
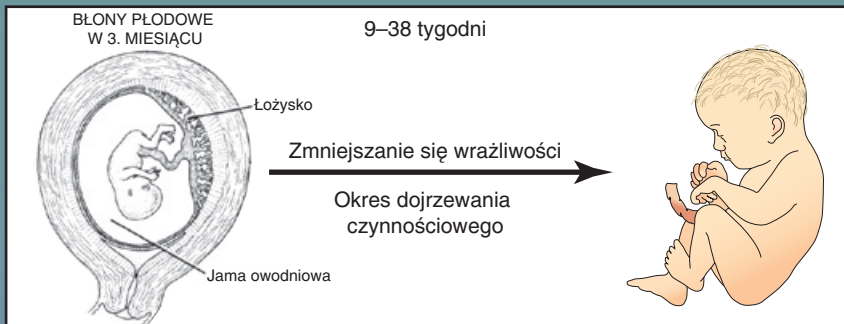
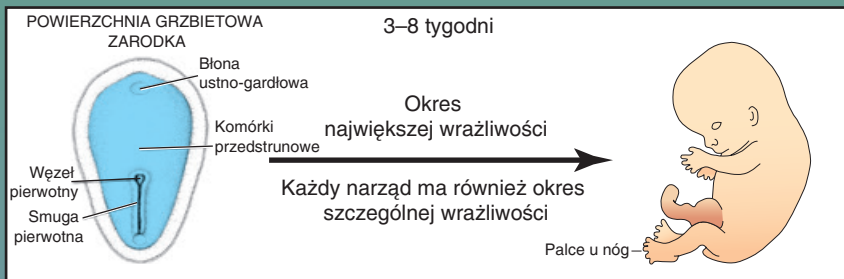
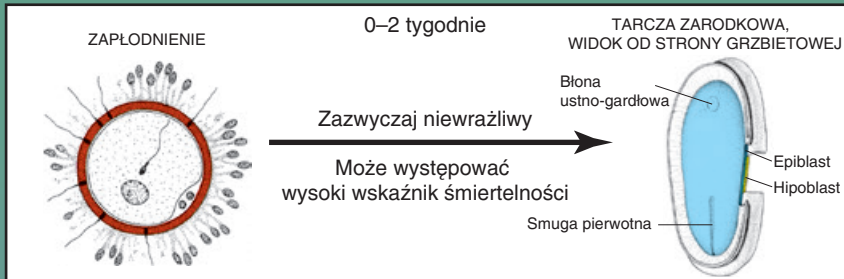
Wydanie XIII

Redakcja wydania polskiego

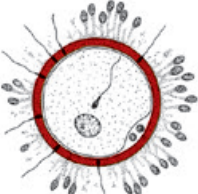

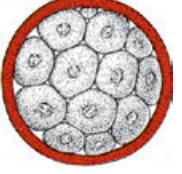

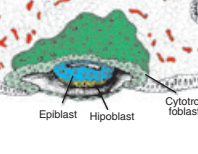
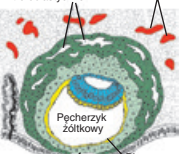

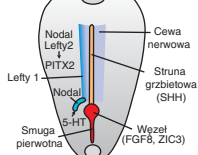
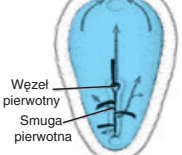
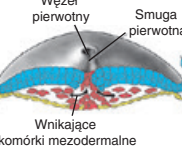
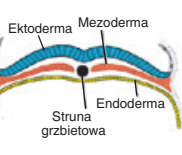
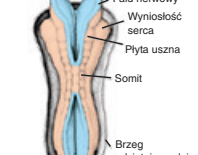

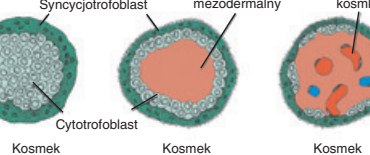

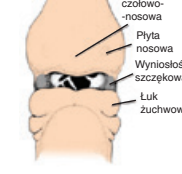
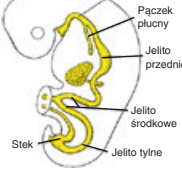
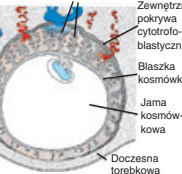
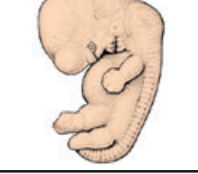
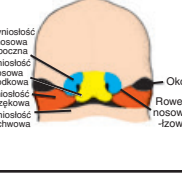
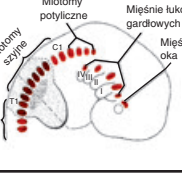


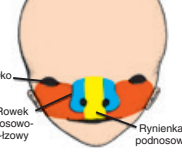
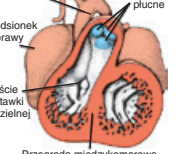

Jacek Malejczyk
Marek Kujawa



Okresy podatności na działanie teratogenów



Rozwój zarodkowy w kolejnych dniach

<p>Dzie 1 Zapłodnienie</p> 	<p>Dzie 2 Stadium dwukomórkowe</p> 	<p>Dzie 3 Morula</p> 	<p>Dzie 4 Wczesna blastocysta</p> 
<p>Dzie 8 Dwubłaskowa tarcza zarodkowa</p>  <p>Epiblast, Hipoblast, Cytotrofoblast</p>	<p>Dzie 9 Trofoblast z lakunami</p>  <p>Lakuny trofoblastyczne, Powiększone naczynia krwionośne, Pęcherzyk żółtkowy, Skrzep, Błona zewnątrz-zarodkowej jamy ciała</p>	<p>Dzie 10–11 Zarodek w macicy 10–11 dni po owulacji</p>  <p>Dojrzywanie pęcherzyka, Owulacja, Ciątko żółte, Ciątko żółte ciążowe, Zagnieżdżony zarodek, Rozpoczęcie zagnieżdżania, Gruczoł, Warstwa zbita, Warstwa gąbczasta, Warstwa podstawna</p>	
<p>Dzie 15 Ustalona zostaje lateralizacja</p>  <p>Nodal, Lefty2, PITX2, Lefty 1, Cewa nerwowa, Struna grzbietowa (SHH), 5-HT, Smuga pierwotna, Wzrostki (FGF8, ZIC3)</p>	<p>Dzie 16 Gastrulacja: tworzenie listków zarodkowych</p>  <p>Wzrostki pierwotny, Smuga pierwotna</p>	<p>Dzie 17 Epiblast tworzy listki zarodkowe</p>  <p>Wzrostki pierwotny, Smuga pierwotna, Wnikające komórki mezodermalne</p>	<p>Dzie 18 Trójbłaskowa tarcza zarodkowa</p>  <p>Ektoderma, Mezoderma, Endoderma, Struna grzbietowa</p>
<p>Dzie 22 Rozpoczyna się zamykanie cewy nerwowej</p>  <p>Fald nerwowy, Wyniosłość serca, Płyta uszna, Somit, Brzeg odciętej owodni</p>	<p>Dzie 23 Zamykanie cewy nerwowej</p>  <p>Otwór cewy nerwowej przedni, Wyniosłość serca, Brzeg odciętej owodni, Otwór cewy nerwowej tylny</p>	<p>Dzie 24–25 W łożysku trwa tworzenie kosmków</p>  <p>Syncycjotrofoblast, Rdzeń mezodermalny, Naczynie włosowate kosmiska, Cytotrofoblast, Kosmek pierwotny, Kosmek drugorzędowy, Kosmek trzeciorzędowy</p>	
<p>Dzie 29 Pączki kończyny górnej i dolnej</p> 	<p>Dzie 30 Rozwijająca się twarz</p>  <p>Wyniosłość czolowo-nosowa, Płyta nosowa, Wyniosłość szczękowa, Łuk zuchwowy</p>	<p>Dzie 31 Rozwój jelita</p>  <p>Pączek płucny, Jelito przednie, Jelito środkowe, Jelito tylne, Stęka</p>	<p>Dzie 32 Zarodek w jamie kosmkówkowej</p>  <p>Kosmki, Zewnętrzna pokrywa, Cytotrofoblastyczna, Błazka kosmkówkowa, Jama kosmkówkowa, Doczesna torebkowa</p>
<p>Dzie 36 Fizjologiczna przepuklina pępkowa</p> 	<p>Dzie 37 Rozwijająca się twarz</p>  <p>Wyniosłość nosowa boczna, Wyniosłość nosowa środkowa, Wyniosłość szczękowa, Wyniosłość zuchwowa, Oko, Rowek nosowo-zuchwowy</p>	<p>Dzie 38 Rozwój mięśni</p>  <p>Miotomy pierśne, Miotomy szyjne, Miotomy potyliczne, Mięśnie łuków gardłowych, Mięśnie oka</p>	<p>Dzie 39 Pochodne endodermi</p>  <p>Kieszonki gardłowe, Pęcherzyk moczowy</p>
<p>Dzie 43 Chrząstki kończą i promienie palczaste</p>  <p>Zawiązek kości łonowej, Zawiązek kości biodrowej, Zawiązek kości udowej, Zawiązek kości strzałkowej, Chrząstki stawu</p>	<p>Dzie 44 Rozwijająca się twarz</p>  <p>Oko, Rowek nosowo-zuchwowy, Rynienka podnosowa</p>	<p>Dzie 45 Przegroda stożka tętniczego i pnia oraz przegroda międzykomorowa</p>  <p>Aorta, Zastawki płucne, Przedślonkę prawy, Ujście zastawki trójdzielnej, Przegroda międzykomorowa</p>	<p>Dzie 46 Doczesna podstawna</p>  <p>Doczesna ścienna, Kosmówka kosmata, Jama owodniowa, Pęcherzyk żółtkowy, Jama macicy, Kosmówka gładka, Doczesna torebkowa</p>

Rozwój zarodkowy w kolejnych dniach

<p>Dzień 5 Pó na blastocysta</p> <p>Nabłonek macicy Zr b macicy Korniki trofoblastu Jama blastocysty W zół zarodkowy Trofoblast</p>	<p>Dzień 6-7 Zdarzenia zachodzące podczas pierwszego tygodnia: od zapłodnienia do zagnieżdżenia</p> <p>30 godzin 3 dni 4 dni 41/2-5 dni 51/2-6 dni</p> <p>Replikacja DNA Ciajko ótte Strzpek mi niowa macicy Błona surowicza macicy P cherzyk przedwulacyjny Błona ustno-gardłowa</p>	<p>Tydzień rozwoju 1</p>																							
<p>Dzień 12 Rozwija się mezoderma pozazarodkowa</p> <p>P cherzyk ótkowy Mezoderma pozazarodkowa</p>	<p>Dzień 13 Rozpoczyna się kręcenie maciczo-łożyskowe</p> <p>Kosmki pierwotne Jama owodniowa P cherzyk ótkowy Błaszka kosmówki Jama kosmówkowa</p>	<p>Dzień 14 Tarcza zarodkowa: powierzchnia grzbietowa</p> <p>Brzeg odci tej owodni Błona ustno-gardłowa Smuga pierwotna Hipoblast Epiblast Płata p cherzyka ótkowego</p>	<p>Tydzień rozwoju 2</p>																						
<p>Dzień 19 Indukcja OUN</p> <p>Brzeg odci tej owodni Płata nerwowa W zół pierwotny Smuga pierwotna</p>	<p>Dzień 20 Neurulacja: fałdy nerwowe unoszą się</p> <p>Fałd nerwowy Brzeg odci tej owodni Rynienka nerwowa Somit Smuga pierwotna</p>	<p>Dzień 21 Przekrój poprzeczny przez okolice somitu</p> <p>Mezoderma po rdzowa Somit Jama ciała</p>	<p>Tydzień rozwoju 3</p>																						
<p>Dzień 26 Obecne łuki gardłowe</p> <p>Łuki gardłowe 1-12 Otwór cewy nerwowej przedni Otwór cewy nerwowej tylny</p>	<p>Dzień 27</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Przybliżony wiek (dni)</th> <th>Liczba somitów</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>20</td><td>1-4</td></tr> <tr><td>21</td><td>4-7</td></tr> <tr><td>22</td><td>7-10</td></tr> <tr><td>23</td><td>10-13</td></tr> <tr><td>24</td><td>13-17</td></tr> <tr><td>25</td><td>17-20</td></tr> <tr><td>26</td><td>20-23</td></tr> <tr><td>27</td><td>23-26</td></tr> <tr><td>28</td><td>26-29</td></tr> <tr><td>30</td><td>34-35</td></tr> </tbody> </table>	Przybliżony wiek (dni)	Liczba somitów	20	1-4	21	4-7	22	7-10	23	10-13	24	13-17	25	17-20	26	20-23	27	23-26	28	26-29	30	34-35	<p>Dzień 28 Neurulacja zakończona</p> <p>Płata soczewki Płata uszna P czekoko-czynny</p>	<p>Tydzień rozwoju 4</p>
Przybliżony wiek (dni)	Liczba somitów																								
20	1-4																								
21	4-7																								
22	7-10																								
23	10-13																								
24	13-17																								
25	17-20																								
26	20-23																								
27	23-26																								
28	26-29																								
30	34-35																								
<p>Dzień 33 Pierścień płkwy</p> <p>Owodnia Jama kosmówkowa P cherzyk ótkowy Szypuła czca</p>	<p>Dzień 34 Kubek oczny i płyta soczewki</p> <p>Przodomózgowie Płata soczewki Kubek oczny</p>	<p>Dzień 35 Łuki i bruzdy gardłowe</p> <p>Chrzstka Meckela Bruzda gardłowa Łuk uchwowy Łuk gnykowy</p>	<p>Tydzień rozwoju 5</p>																						
<p>Dzień 40 Wzgórki uszne</p> <p>Wzgórki uszne</p>	<p>Dzień 41 Utworzona przegroda międzyprzedsiokowa</p> <p>Przegroda wtórna Przegroda pierwotna Przegroda międzykomorowa PP PL KP KL</p>	<p>Dzień 42 Formowanie palców</p> <p>Obszary mierni komórek</p>	<p>Tydzień rozwoju 6</p>																						
<p>Dzień 47 Narządy płciowe zewnętrzne</p> <p>Guzek płciowy Wyniosło płciowe Fald cewki moczowej Fald odbytowy</p>	<p>Dzień 48 Połknięcie wyniosłości twarzowych</p> <p>Wyniosło nosowa boczna Wyniosło nosowa rdzowa Wyniosło szczękowa Wyniosło uchwowa Oko Rówek nosowatrzowy</p>	<p>Dzień 49 Obecne palce, tworzą się powieki</p>	<p>Tydzień rozwoju 7</p>																						

Langman

Embriologia

Wydanie XIII

T.W. Sadler

Redakcja wydania polskiego
Jacek Malejczyk
Marek Kujawa

ILUSTRACJE KOMPUTEROWE

Susan L. Sadler-Redmond

ZDJĘCIA Z ELEKTRONOWEGO MIKROSKOPU SKANINGOWEGO

Kathy Tosney

OBRAZY ULTRASONOGRAFICZNE

Jan Byrne
i Hytham Imseis

This is a translation of *Langman's Medical Embryology*.

Thirteenth Edition

Autor: T.W. Sadler

Wolters Kluwer

Copyright © 2015 Wolters Kluwer Health. All rights reserved. This book is protected by copyright.

First Edition 1963, Second Edition 1969, Third Edition 1975, Fourth Edition 1981,

Fifth Edition 1985, Sixth Edition 1990, Seventh Edition 1995, Eighth Edition 2000,

Ninth Edition 2004, Tenth Edition 2006, Eleventh Edition 2010, Twelfth Edition 2012

Original English edition published by Wolters Kluwer Health.

Published by arrangement with Wolters Kluwer Health Inc., USA.

Wolters Kluwer Health did not participate in the translation of this title and therefore it does not take any responsibility for the inaccuracy or errors of this translation.

ISBN-13: 978-1-4698-9780-6

ISBN-10: 1-4698-9780-6

Wszelkie prawa zastrzeżone, zwłaszcza prawo do przedruku i tłumaczenia na inne języki. Żadna część tej książki nie może być w jakiegokolwiek formie publikowana bez uprzedniej pisemnej zgody Wydawnictwa. Dotyczy to również sporządzania fotokopii i mikrofilmów oraz przenoszenia danych do systemów komputerowych. Zawarte w niniejszej książce dokładne wskazania, działania niepożądane i harmonogramy dawkowania leków mogą się zmienić. Czytelnik powinien zapoznawać się z informacjami dostarczanymi przez producentów leków. Autorzy, redaktorzy, wydawca ani dystrybutorzy nie ponoszą odpowiedzialności za błędy czy braki ani za żadne skutki zastosowania informacji zawartych w tej pracy i nie dają żadnych gwarancji, wyraźnych czy dorozumianych, w odniesieniu do treści publikacji. Autorzy, redaktorzy, wydawnictwa ani dystrybutorzy nie ponoszą żadnej odpowiedzialności za jakiegokolwiek urazy czy szkody dotyczące osób bądź mienia wynikające z informacji zawartych w niniejszej publikacji.

© Copyright for the Polish edition by Edra Urban & Partner, Wrocław 2017.

Redakcja naukowa wydania polskiego:

prof. dr hab. n. med. Jacek Malejczyk (rozdz. 1-11; części początkowe)

dr hab. n. med. Marek Kujawa (rozdz. 12-21; Słownik podstawowych terminów)

Tłumaczenie z języka angielskiego wydania polskiego:

dr Marlena Brzozowa-Zasada (rozdz. 9; odpowiedzi do pytań do rozdz. 9)

prof. dr hab. Piotr Dzięgiel (rozdz. 13, 19; odpowiedzi do pytań do rozdz. 13, 19)

dr n. med. Ewa Jankowska-Steifer (rozdz. 16, 20; odpowiedzi do pytań do rozdz. 16, 20)

dr n. med. Piotr Kmieć (rozdz. 15; odpowiedzi do pytań do rozdz. 15)

dr n. med. Marek Kujawa (rozdz. 8; odpowiedzi do pytań do rozdz. 8; Słownik podstawowych terminów;

schematy na początku książki)

dr n. med. Justyna Niderla-Bielińska (rozdz. 3, 21; odpowiedzi do pytań do rozdz. 3, 21)

prof. dr hab. n. med. Jacek Malejczyk (rozdz. 1, 2; odpowiedzi do pytań do rozdz. 1, 2; Dedykacja; Przedmowa;

ryc. ze s. XI; Wprowadzenie)

prof. dr hab. n. med. Stanisław Moskalewski (rozdz. 4, 14; odpowiedzi do pytań do rozdz. 4, 14)

prof. dr hab. Marzenna Podhorska-Okołów (rozdz. 13, 19; odpowiedzi do pytań do rozdz. 13, 19)

prof. dr hab. n. med. Wojciech Sawicki (rozdz. 6, 7; odpowiedzi do pytań do rozdz. 6, 7)

prof. dr hab. Ryszard Wiaderkiewicz (rozdz. 5; odpowiedzi do pytań do rozdz. 5)

prof. dr hab. n. med. Krzysztof Włodarski (rozdz. 10-12, 18; odpowiedzi do pytań do rozdz. 10-12, 18)

prof. dr hab. Romuald Wojnicz (rozdz. 9; odpowiedzi do pytań do rozdz. 9)

dr n. przyrod. Teresa Wysocka (rozdz. 17; odpowiedzi do pytań do rozdz. 17)

prof. dr hab. n. med. Maciej Zabel (rozdz. 17; odpowiedzi do pytań do rozdz. 17)

Prezes Zarządu: Giorgio Albonetti

Dyrektor wydawniczy: lek. med. Edyta Błażejewska

Redaktor tekstu: Jolanta Kardela

Redaktor prowadzący: Dorota Lis-Olszewska

Opracowanie skorowidza: lek. med. Anna Świdarska-Popczyk

ISBN 978-83-65625-88-5

Edra Urban & Partner

ul. Kościuszki 29, 50-011 Wrocław

tel. +48 71 726 38 35

biuro@edraurban.pl

www.edraurban.pl

Przygotowanie do druku: PolSerwis KG

Druk i oprawa:

Przedmowa do wydania polskiego

Z ogromną przyjemnością i satysfakcją oddajemy do rąk czytelników tłumaczenie ostatniego 13. wydania podręcznika *Langman's Medical Embryology* autorstwa T.W. Sadlera.

Jest to podręcznik dedykowany przede wszystkim studentom medycyny i lekarzom wielu różnych specjalności. Na jego tłumaczenie polscy studenci i lekarze czekali prawie ćwierć wieku, jako że pierwsze i jak dotąd jedyne polskie wydanie tego dzieła pt. *Embriologia lekarska Langmana* (przetłumaczone na podstawie 6. wydania z 1989 r.) ukazało się w 1993 r. i już od wielu, wielu lat nie było dostępne.

Ostatnie oryginalne wydanie *Langman's Medical Embryology* jest jednym z najlepszych na świecie podręczników dedykowanych biologii i medycynie rozwoju człowieka. To dzieło na wskroś nowoczesne zawierające informacje opar-

te na najnowszych osiągnięciach biologii i medycyny molekularnej. Ogromną zaletą niniejszej publikacji są wspaniałe ilustracje ukazujące skomplikowane procesy embrio- i organogenezy oraz rozwoju układów w sposób niezwykle przystępny i zrozumiały. Wszystko to przedstawione jest w odniesieniu do rozwoju wad wrodzonych i mechanizmów ich powstawania oraz wynikających z tego konkretnych problemów klinicznych. Właśnie takie ujęcie problemów zasługuje na szczególną uwagę i powoduje, że podręcznik ten jest doskonałą pomocą w nauce embriologii dla studentów medycyny oraz jest niezwykle przydatnym narzędziem w pracy każdego lekarza klinicysty.

**Jacek Malejczyk
i Marek Kujawa**

Przedmowa ix
Przedmowa do wydania polskiego xi
Wprowadzenie / Embriologia: znaczenie kliniczne
i perspektywa historyczna xvii

CZĘŚĆ 1

Embriologia ogólna

1

ROZDZIAŁ 1 | Wprowadzenie do regulacji i przekazywania sygnałów na poziomie molekularnym 3

Transkrypcja genu 3
Inne regulatory ekspresji genów 5
Indukcja i tworzenie organów 6
Przekazywanie sygnałów międzykomórkowych 6
Najważniejsze szlaki przekazywania sygnałów związane z rozwojem organizmu 9
Podsumowanie 12

ROZDZIAŁ 2 | Gametogeneza: przekształcenie komórek rozrodczych w gamety męskie i żeńskie 14

Pierwotne komórki rozrodcze 14
Chromosomowa teoria dziedziczenia 15
Zmiany morfologiczne zachodzące podczas dojrzewania gamet 25
Podsumowanie 32

ROZDZIAŁ 3 | Pierwszy tydzień rozwoju: od owulacji do implantacji 34

Cykl jajnikowy 34
Zapłodnienie 39
Brzudkowanie 43
Powstawanie blastocysty 44
Macica w czasie implantacji 47
Podsumowanie 48

ROZDZIAŁ 4 | Drugi tydzień rozwoju: dwublastkowa tarcza zarodkowa 50

Ósmy dzień rozwoju 50
Dziewiąty dzień rozwoju 51
Jedenasty–dwunasty dzień rozwoju 52
Trzynasty dzień rozwoju 53
Podsumowanie 57

ROZDZIAŁ 5 | Trzeci tydzień rozwoju: trójblastkowa tarcza zarodkowa 59

Gastrulacja: formowanie mezodermy i endodermy zarodkowej 59
Formowanie struny grzbietowej 59
Ustanowienie osi ciała 60
Mapa przeznaczenia ustanowiona podczas gastrulacji 65
Wzrost tarczy zarodkowej 65
Dalszy rozwój trofoblastu 68
Podsumowanie 70

ROZDZIAŁ 6 | Od trzeciego do ósmego tygodnia: okres zarodkowy 72

Pochodne ektodermalnego listka zarodkowego 72
Pochodne mezodermalnego listka zarodkowego 79
Pochodne endodermalnego listka zarodkowego 87
Modelowanie przednio–tylnej osi ciała: udział genów homeobloku 89
Wygląd zewnętrzny w drugim miesiącu 89
Podsumowanie 93

ROZDZIAŁ 7 | Cewa jelitowa i jamy ciała 96

Układ cewa nad cewą 96
Powstawanie jamy ciała 97
Błony surowicze 97
Przepona i jama klatki piersiowej 101
Powstawanie przepony 102
Podsumowanie 104

ROZDZIAŁ 8 | Od trzeciego miesiąca do urodzenia: płód i łożysko 106

Rozwój płodu 106
Błony płodowe i łożysko 110
Kosmówka kosmata i doczesna podstawna 113
Budowa łożyska 113
Owodnia i sznur pępowinowy 118
Zmiany w łożysku pod koniec ciąży 119
Płyn owodniowy 119
Błony płodowe u bliźniąt 121
Poród 121
Podsumowanie 126

ROZDZIAŁ 9 | Wady wrodzone i diagnostyka prenatalna 128

Wady wrodzone 128
Diagnostyka prenatalna 139
Terapia płodu 142
Podsumowanie 142

CZĘŚĆ 2

Embriologia układowa

145

ROZDZIAŁ 10 | Szkielet osiowy 147

Czaszka 147
Kręgi i kręgosłup 156
Żebra i mostek 158
Podsumowanie 159

ROZDZIAŁ 11 | Układ mięśniowy 160

Prążkowane mięśnie szkieletowe 160
Unerwienie osiowych mięśni szkieletowych 161
Mięśnie szkieletowe i ścięgna 163
Molekularna regulacja rozwoju mięśni 163
Wzorowanie mięśniowe 163
Mięśniówka głowy 163
Mięśniówka kończyn 164
Mięsień sercowy 164
Mięśnie gładkie 164
Podsumowanie 165

ROZDZIAŁ 12 | Kończyny 167

Wzrost i rozwój kończyn 167
Mięśniówka kończyn 170
Podsumowanie 178

ROZDZIAŁ 13 | Układ sercowo-naczyniowy 179

Powstawanie i kształtowanie się pierwotnego pola sercowego 179
Powstanie i położenie cewy sercowej 180
Powstawanie pętli serca 183
Molekularna regulacja rozwoju serca 186
Rozwój zatoki żyłnej 187
Powstawanie przegród serca 188
Powstawanie układu przewodzącego serca 205

Rozwój układu naczyniowego 206
 Zmiana krążenia w okresie okołoporodowym 215
 Podsumowanie 219

ROZDZIAŁ 14 | Układ oddechowy 222

Powstawanie pączków płucnych 222
 Krtań 224
 Tchawica, oskrzela i płuca 224
 Rozwój płuc 226
 Podsumowanie 227

ROZDZIAŁ 15 | Układ trawienny 229

Podziały cewy jelitowej 229
 Molekularna regulacja rozwoju cewy jelitowej 230
 Krezki 231
 Jelito przednie 232
 Molekularna regulacja powstawania wątroby 240
 Trzustka 242
 Jelito środkowe 243
 Jelito tylne 251
 Podsumowanie 251

ROZDZIAŁ 16 | Układ moczowo-płciowy 254

Układ moczowy 254
 Układ płciowy 265
 Podsumowanie 280

ROZDZIAŁ 17 | Głowa i szyja 282

Łuki gardłowe 284
 Kieszonki gardłowe 288
 Bruzdy gardłowe 290
 Molekularna regulacja rozwoju twarzy 290
 Język 295
 Tarczycza 296
 Twarz 296
 Odcinek międzyszczękowy 301
 Podniebienie wtórne 301
 Jamy nosowe 301
 Zęby 306
 Molekularna regulacja rozwoju zęba 308
 Podsumowanie 308

ROZDZIAŁ 18 | Układ nerwowy ośrodkowy 310

Rdzeń kręgowy 311
 Mózg 319
 Molekularne mechanizmy rozwoju mózgu 332
 Nerwy czaszkowe 334
 Autonomiczny system nerwowy 338
 Podsumowanie 344

ROZDZIAŁ 19 | Ucho 347

Ucho wewnętrzne 347
 Ucho środkowe 350
 Ucho zewnętrzne 352
 Słuch 352
 Podsumowanie 355

ROZDZIAŁ 20 | Oko 356

Kubek oczny i pęcherzyk soczewki 356
 Siatkówka, tęczówka i ciało rzęskowe 358
 Soczewka 359
 Naczyniówka, twardówka i rogówka 359
 Ciało szkliste 361
 Nerve wzrokowy 361
 Molekularne mechanizmy rozwoju oka 361
 Podsumowanie 365

ROZDZIAŁ 21 | Powłoka wspólna 366

Skóra 366
 Włosy 368
 Paznokcie palców dłoni i stóp 369
 Gruczoły potowe 369
 Gruczoły sutkowe 371
 Podsumowanie 371

CZĘŚĆ 3

Aneks

373

Odpowiedzi na postawione problemy 375
 Spis rycin 388
 Słownik podstawowych terminów 391
 Skorowidz 403

Pierwszy tydzień rozwoju: od owulacji do implantacji

■ CYKL JAJNIKOWY

W okresie pokwitania u kobiety pojawiają się regularne cykle miesięczne, zwane cyklami **płciowymi żeńskimi**, które znajdują się pod kontrolą podwzgórza. **Gonadoliberyna (GnRH)** produkowana przez podwzgórze działa na komórki przedniego płata przysadki (przysadka gruczołowa), które w odpowiedzi wydzielają **gonadotropiny**. Hormony te – **folitropina (FSH)** i **lutropina (LH)** – pobudzają i kontrolują cykliczne zmiany zachodzące w jajniku.

Na początku każdego cyklu jajnikowego, 15–20 pierwotnych pęcherzyków jajnikowych zaczyna wzrastać pod wpływem FSH (hormon ten nie jest niezbędny do zainicjowania wzrostu pęcherzyków pierwotnych, ale jego brak powoduje atrezię i zanik pęcherzyków). FSH pozwala zatem na przeżycie od 15 do 20 nieustannie tworzących się pęcherzyków pierwotnych (ryc. 3.1 i 3.2). W normalnych warunkach tylko jeden z pęcherzyków osiąga pełną dojrzałość i tylko jeden oocyt ulega owulacji; pozostałe pęcherzyki degenerują i przekształcają się w pęcherzyki atrezyjne. W kolejnym cyklu wzrasta następna grupa pęcherzyków pierwotnych i znów tylko jeden z nich osiąga dojrzałość. W efekcie większość pęcherzyków degeneruje, nie osiągając pełnej dojrzałości. Kiedy pęcherzyk ulega atrezi, oocyt i otaczające go komórki pęcherzykowe degenerują i są zastępowane przez tkankę łączną, tworząc pęcherzyk lub ciało atrezyjne. FSH także stymuluje dojrzewanie **komórek pęcherzykowych**, nazywanych **ziarnistymi**, które otaczają oocyt. Proliferacja tych komórek regulowana jest przez czynnik wzrostu i różnicowania 9 (*growth differentiation factor 9* – GDF9), należący do rodziny transformujących czynników wzrostu typu β (*transforming growth factor-beta* (TGF β) *superfamily*), wydzielany przez oocyt. W pęcherzyku wznoszącym jamistym oocyt otoczony jest komórkami ziarnistymi, a także komórkami osłonki

wewnętrznej i zewnętrznej (ryc. 3.2). Wspólnie komórki ziarniste i komórki osłonki wewnętrznej pęcherzyka wytwarzają estrogeny. Komórki osłonki wydzielają androstendion i testosteron, a komórki ziarniste przekształcają te hormony do estronu i 17- β -estradiolu. Estrogeny z kolei:

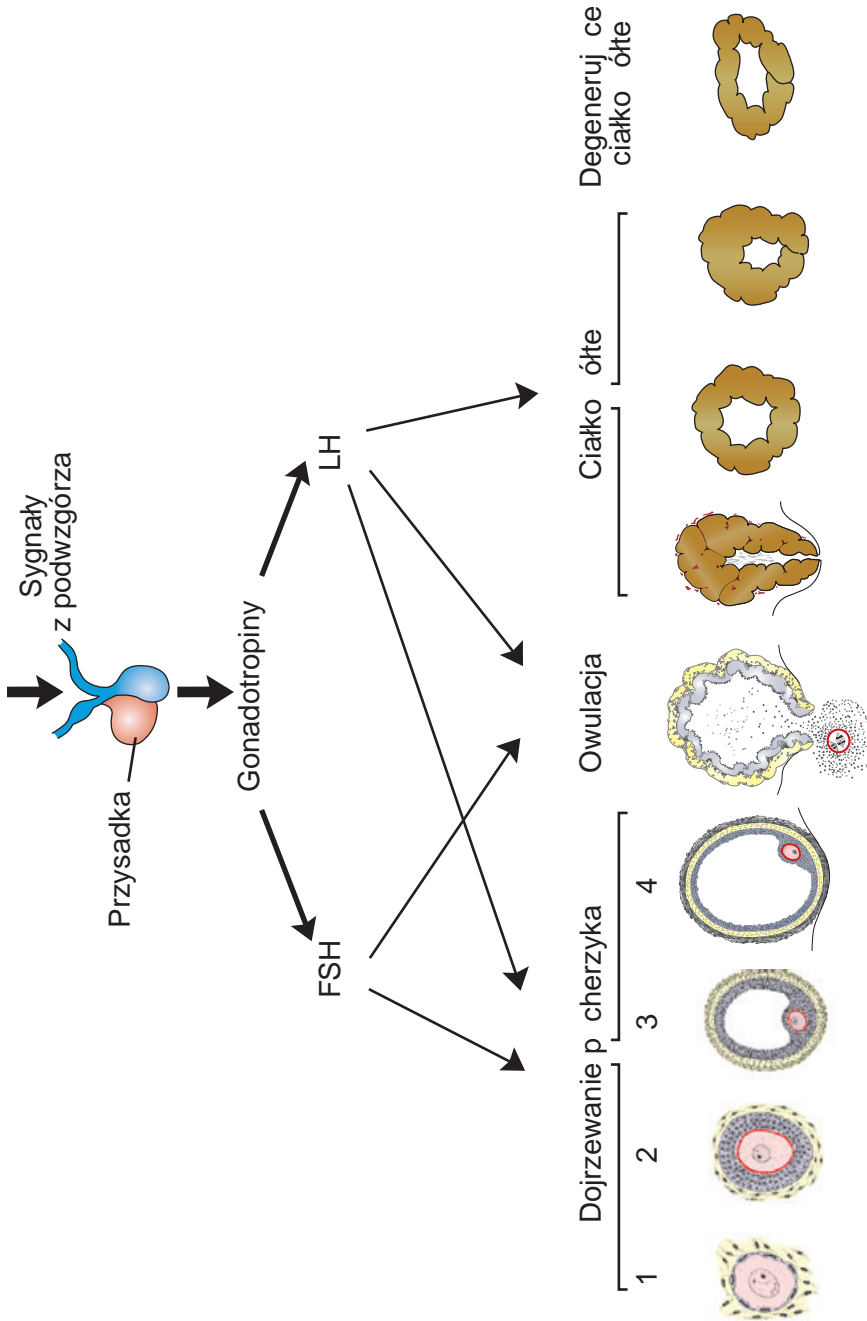
- Powodują wejście błony śluzowej macicy (endometrium) w fazę wzrostu, nazywaną także folikularną.
- Powodują rozrzedzenie śluzu w szyjce macicy, co pozwala na przejście plemników z pochwy do macicy.
- Stymulują wydzielanie LH przez przysadkę.

W połowie cyklu obserwuje się gwałtowny wzrost stężenia LH, co prowadzi do:

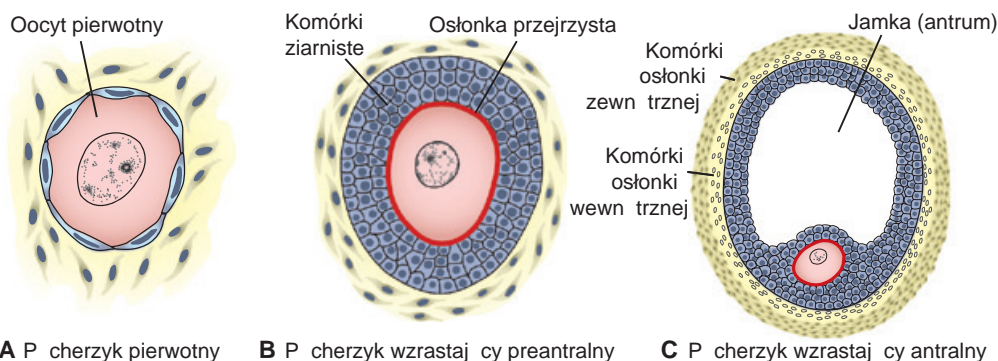
- Aktywacji czynnika promującego dojrzewanie (MPF) (prawdopodobnie niebezpośrednio, ale przez komórki pęcherzyka jajnikowego), co powoduje, że oocyt kończy mejozę I i wchodzi w II podział mejotyczny.
- Pobudzenia produkcji progesteronu przez komórki pęcherzyka jajnikowego (luteinizacja).
- Pęknięcia pęcherzyka i owulacji.

Owulacja (jajczkowanie)

Kilka dni przed owulacją, pod wpływem FSH i LH, pęcherzyk jajnikowy gwałtownie wzrasta, osiąga średnicę około 25 mm i staje się dojrzałym pęcherzykiem, nazywanym pęcherzykiem Graafa. Wraz z ostatecznym wzrostem pęcherzyka, gwałtownie rośnie także stężenie LH, co powoduje podjęcie przez oocyt I podziału mejotycznego i jego dokończenie; pęcherzyk znajduje się w stanie przedowulacyjnym. Zainicjowana zostaje także mejoza II, ale oocyt wstrzymuje podział w metafazie około trzy godziny przed owulacją. W międzyczasie powierzchnia jajnika zaczyna się w jednym miejscu uwypuklać, a na szczycie uwypuklenia pojawia się nieunaczyniona plamka, zwana **znamieniem pęcherzyka**



RYCINA 3.1 Rycina przedstawia udział podwzgórza i przysadki w regulacji cyklu jajnikowego. Pod wpływem GnRH, uwalnianego przez podwzgórze, przysadka wydziela gonadotropiny, FSH i LH. FSH stymuluje wzrost pęcherzyków jajnikowych, a ich dojrzewanie jest warunkowane obecnością zarówno FSH, jak i LH. Kiedy stężenie LH osiągnie maksymalną wartość, dochodzi do owulacji. LH również stymuluje tworzenie się ciała żółtego. 1 – pęcherzyk dojrzający preantralny; 2 – pęcherzyk wzrastający preantralny; 3 – pęcherzyk dojrzający antralny; 4 – pęcherzyk dojrzający (Graaf).



A P cherzyk pierwotny

B P cherzyk wzrastaj cy preantralny

C P cherzyk wzrastaj cy antralny

RYCINA 3.2 **A.** Pęcherzyk pierwotny. **B.** Pęcherzyk wzrastający preantralny. **C.** Pęcherzyk wzrastający antralny. Każdego dnia niektóre pęcherzyki z puli pęcherzyków pierwotnych **[A]** zaczynają rosnąć i przekształcają się w pęcherzyki wzrastające preantralne **[B]**, wzrost ten jest zależny od stężenia FSH. W miarę postępu cyklu jajnikowego wzrost stężenia FSH sprawia, że pęcherzyki wzrastające preantralne zaczynają się przekształcać w pęcherzyki wzrastające antralne **[C]**. Podczas kilku ostatnich dni dojrzewania pęcherzyków antralnych estrogeny produkowane przez komórki ziarniste i komórki osłonki pęcherzyka stymulują wydzielanie LH przez przysadkę [ryc. 3.1]. Hormon ten sprawia, że pęcherzyk wkracza w fazę dojrzalą [pęcherzyk Graafa], kończy I podział mejotyczny i rozpoczyna II podział mejotyczny, który jednakże ulega zahamowaniu na etapie metafazy około 3 godziny przed owulacją.

(*stigma folliculi*). Wysokie stężenie LH stymuluje aktywność kolagenazy, która trawi włókna kolagenowe otaczające pęcherzyk. W odpowiedzi na wzrost stężenia LH, wzrasta także poziom prostaglandyn, które powodują lokalny skurcz mięśni gładkich w ścianie jajnika. Skurcze wypychają oocyt razem z otaczającymi go komórkami ziarnistymi wzgórka jajonośnego (owulacja) z pęcherzyka i wypływa on z jajnika (ryc. 3.3). Część

komórek wzgórka jajonośnego układa się wokół osłonki przejrzystej oocytu i tworzy **wieniec promienisty** (*corona radiata*) (ryc. od 3.2B do 3.6).

Ciało żółte (*corpus luteum*)

Komórki warstwy wewnętrznej osłonki pęcherzyka są bogato unaczynione przez odgałęzienia naczyń otaczających pęcherzyk, w odróżnieniu od komórek ziarnistych, które są oddzielone od komórek osłonki błoną podstawną. Po owulacji, pod wpływem LH komórki ziarniste i komórki warstwy wewnętrznej osłonki pęcherzyka zaczynają produkować żółty barwnik i przekształcają się odpowiednio w komórki luteinowe i paraluteinowe, tworząc **ciało żółte**. Obserwuje się też nasilone tworzenie naczyń krwionośnych w obrębie tworzącego się ciała żółtego; zostaje przerwana błona podstawna dzieląca komórki osłonki i komórki ziarniste. Komórki ciała żółtego wydzielają estrogeny i **progesteron** (ryc. 3.3C). Progesteron, wraz z estrogenami, powoduje rozpoczęcie fazy **wydzielniczej (progesteronowej)** w błonie śluzowej macicy, co stanowi przygotowanie macicy do implantacji zarodka.

Transport komórki jajowej

Krótko przed owulacją strzępki jajowodu zbliżają się do powierzchni jajnika, a jajowód zaczyna się rytmicznie kurczyć. Uważa się, że oocyt, otoczony przez komórki ziarniste (ryc. 3.3B i 3.4), przedostaje się do jajowodu dzięki zgniającym ruchom strzępków i ruchowi rząsek nabłonka jajowodu.

Odniesienia kliniczne

Owulacja

Podczas owulacji niektóre kobiety czują lekki ból, nazywany bólem owulacyjnym [z niem. **Mittelschmerz**, czyli ból środka cyklu, gdyż zazwyczaj występuje w połowie cyklu menstruacyjnego]. Podczas owulacji obserwuje się także nieznaczny wzrost **temperatury ciała**; kontrolowanie temperatury może być pomocne w przypadku par, które starają się o dziecko lub chcą uniknąć ciąży. U niektórych kobiet nie dochodzi do owulacji ze względu na zbyt niski poziom gonadotropin. W takich przypadkach stosuje się środki stymulujące wydzielanie gonadotropin, aby wywołać owulację. Chociaż niektóre leki charakteryzują się dużą skutecznością, bardzo często powodują owulację mnogą, więc ryzyko wystąpienia ciąży mnogiej jest 10 razy wyższe u kobiet stosujących leki stymulujące wydzielanie gonadotropin niż u pozostałych.



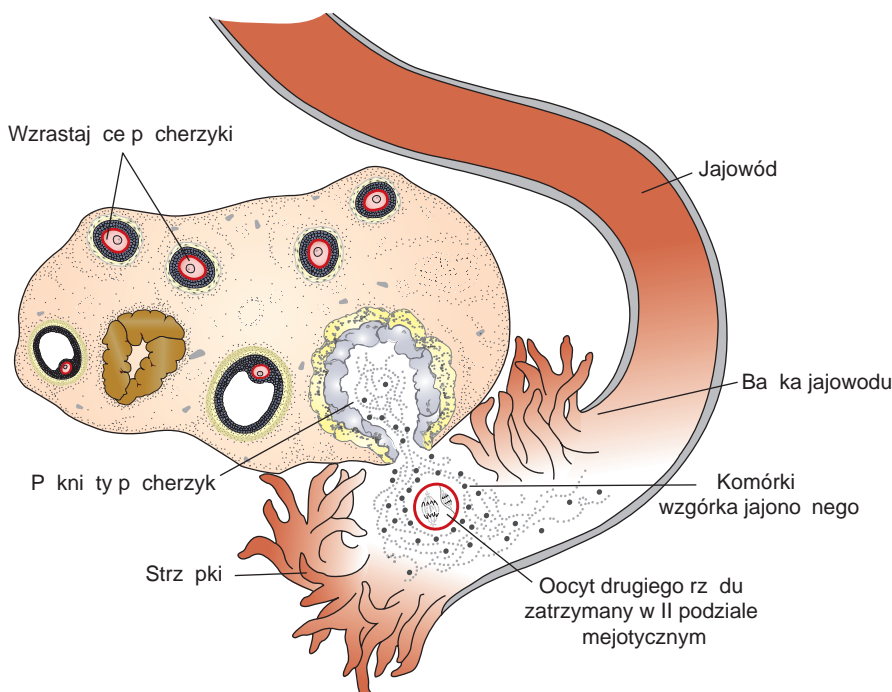
RYCINA 3.3 **A.** Dojrzały pęcherzyk jajnikowy, wypuklający się na powierzchni jajnika. **B.** Owulacja. Oocyt, zatrzymany w metafazie II podziału mejotycznego, zostaje wypchnięty z jajnika wraz ze sporą liczbą komórek ziarnistych tworzących wzniesienie jajonośne. Komórki zapadniętego pęcherzyka, które pozostają w jajniku, przekształcają się w komórki luteinowe. **C.** Ciało żółte. Rozmiar ciała żółtego jest znaczny, gdyż komórki ziarniste i komórki osłonki wewnętrznej pęcherzyka ulegają przerostowi i zaczynają akumulować krople tłuszczu. Zapadnięta jama pęcherzyka wypełnia się skrzepem.

Kiedy oocyt wpadnie do jajowodu, komórki ziarniste wycofują swoje wypustki cytoplazmatyczne z osłonki przejrzystej i tracą kontakt z oocytem.

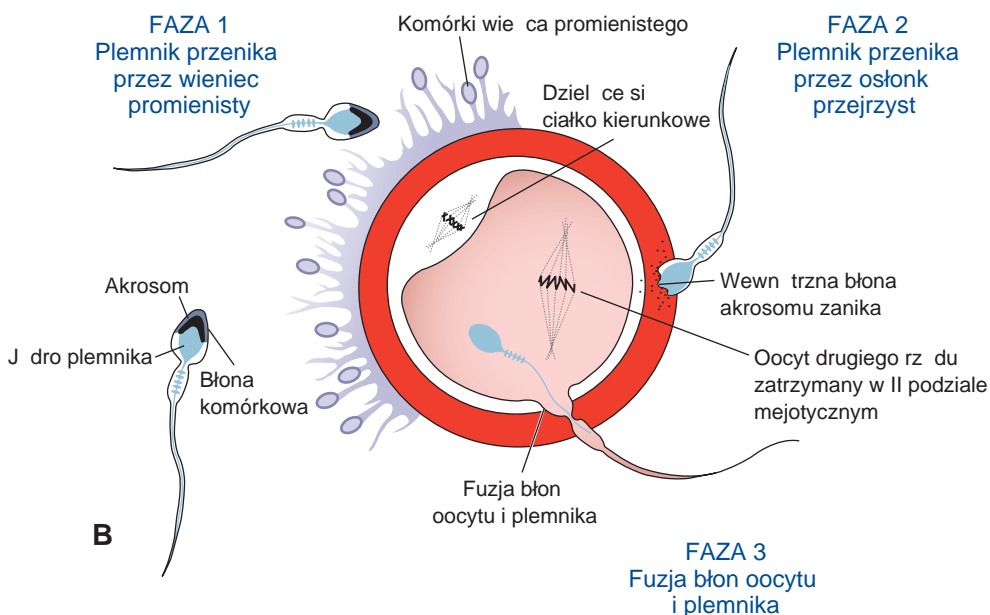
Oocyt przesuwa się w kierunku macicy dzięki perystaltycznym skurczom komórek mięśniowych ścian jajowodu oraz na skutek ruchu rzęsek nabłonka wyścielającego jajowód. Na szybkość transportu wpływa stężenie hormonów w czasie i po owulacji. U kobiety zapłodniony oocyt dociera do światła macicy po około 3–4 dniach.

Ciało białawe [*corpus albicans*]

Jeżeli nie dojdzie do zapłodnienia, ciało żółte osiąga maksymalny stopień rozwoju około dziewiątego dnia po owulacji. Można je łatwo rozpoznać, gdyż tworzy żółtawe wypuklenie na powierzchni jajnika. Następnie ciało żółte zmniejsza się na skutek degeneracji komórek luteinowych i paraluteinowych (**luteoliza**) i przekształca się we włóknistą, zbliznowaciałą tkankę, zwaną **ciałkiem białawym** (*corpus al-*



RYCINA 3.4 Wzajemne położenie jajnika i strzępków jajowodu. Zgnajający ruch strzępków jajowodu umożliwia przedostanie się oocyta z jajnika do jajowodu.



RYCINA 3.5 **A.** Fotografia ze skaningowego mikroskopu elektronowego przedstawiająca plemniki przylegające do osłonki przejrzystej. **B.** Trzy fazy przenikania plemników do oocytu. W fazie 1. plemniki przeciskają się między komórkami wieńca promienistego, w fazie 2. jeden lub więcej plemników przenika przez osłonkę przejrzystą, a w fazie 3. błona komórkowa jednego plemnika ulega fuzji z błoną komórkową oocytu. W lewym dolnym rogu przedstawiono prawidłowy plemnik z wykształconym akrosomem.

bicans). Jednocześnie zmniejsza się wydzielanie progesteronu, co przyspiesza wystąpienie krwawienia miesięcznego. Jeżeli oocyt zostaje zapłodniony, degeneracja ciała żółtego nie następuje dzięki obecności **gonadotropiny kosmówkowej** (HCG), hormonu wydzielanego przez trofoblast rozwijającego się zarodka. Ciało żółte nie przerywa wzrostu i staje się **ciałkiem żółtym**

ciążowym (*corpus luteum graviditatis*). Pod koniec trzeciego miesiąca ciąży ciało żółte może stanowić jedną trzecią, a nawet połowę jajnika. Żółtawe komórki luteinowe i paraluteinowe wydzielają progesteron do końca czwartego miesiąca, a następnie stopniowo zanikają, w miarę jak trofoblast wchodzący w skład łożyska zaczyna uwalniać wystarczająco dużo progesteronu, aby

Langman

Embriologia

T.W. Sadler

Embriologia Langmana to tłumaczenie 13. wydania *Langman's Medical Embryology*, nowoczesnego podręcznika będącego standardem w nauczaniu embriologii na uczelniach medycznych całego świata. Książka stanowi także bazę dla lekarzy pragnących pogłębić swoją wiedzę dotyczącą rozwoju embrionalnego poszczególnych narządów i mechanizmów powstawania wad wrodzonych.

Niniejsze wydanie zawiera ponad sto nowych i uaktualnionych ilustracji, dodatkowe obrazy kliniczne i zdjęcia wczesnego rozwoju zarodkowego, a także poszerzony rozdział poświęcony układowi krwionośnemu. W podręczniku uwzględniono najnowszą wiedzę z zakresu biologii molekularnej i genetyki.

W podręczniku:

- ▶ wybrane aspekty medyczne opisujące np. wady wrodzone i zaburzenia rozwojowe
- ▶ przystępnie wyjaśnione zagadnienia kliniczne uzupełnione zdjęciami, mikrofotografiami i rycinami
- ▶ po każdym rozdziale zadania do wykonania i ich szczegółowe rozwiązania zamieszczone na końcu podręcznika
- ▶ poszerzony glosariusz ważnych terminów

edra
URBAN & PARTNER

Original English edition
published by Wolters Kluwer.

 **Wolters Kluwer**

ISBN 978-83-65625-88-5



9 788365 625885 >