

PCEM1

Embryologie

Développement précoce
chez l'humain



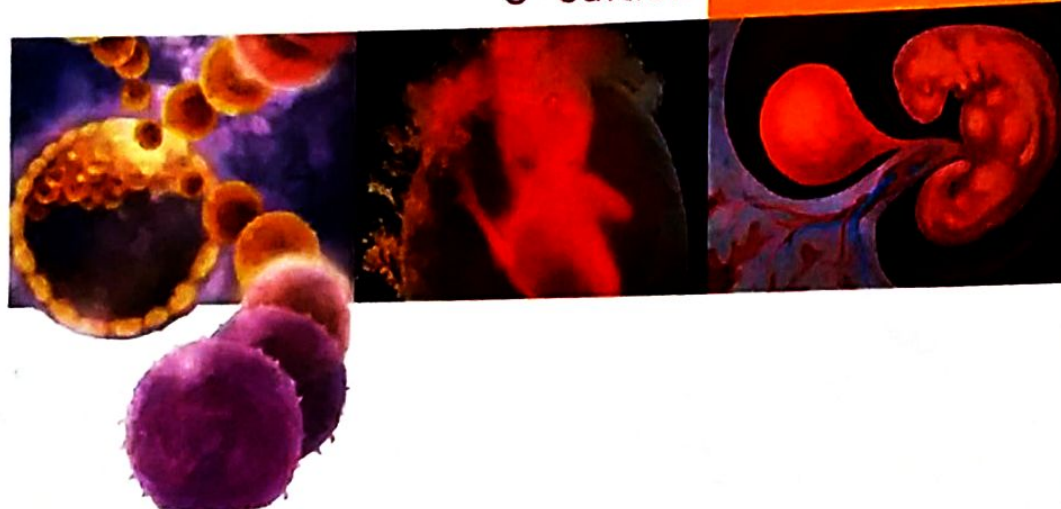
M. Catala

► L'essentiel
du cours

► 180 QCM

► 160 QROC
corrigés

3^e édition



MASSON

Table des matières

INTRODUCTION	XI
--------------	----

I

PRINCIPES GÉNÉRAUX DU DÉVELOPPEMENT

1. LES MOLÉCULES SÉCRÉTÉES	3
Hormones et molécules à action locale	4
Les hormones	4
Les molécules à action locale	4
Molécules hydrophiles et hydrophobes	4
Les molécules hydrophiles	4
Les molécules hydrophobes	6
Comparaison des modes de fonctionnement des molécules hydrophiles et hydrophobes	6
2. LES RÉCEPTEURS ET LA TRANSDUCTION DU SIGNAL	10
Les récepteurs membranaires	10
Les protéines transmembranaires	10
Les récepteurs nucléaires	14
Les facteurs de transcription	14
Le motif hélice-tour-hélice (<i>helix-turn-helix</i>)	14
Le motif hélice ailée (<i>winged helix</i>), un variant du précédent	16
Le motif en doigt de zinc (<i>zinc-finger</i>)	16
Le motif hélice-boucle-hélice (<i>helix-loop-helix</i>)	17
Le motif de type fermeture éclair à leucines (<i>leucine-zipper</i>)	18
La boîte HMG (<i>High Mobility Group</i>)	18
3. LES MOLÉCULES D'ADHÉRENCE	20
Invention de la notion de molécule d'adhérence	20
Les expériences de Philip Townes et Johannes Holtfreter	20
Les molécules d'adhérence	21
CAM, adhérences homotypique, hétérotypique, homophilique et hétérophilique	22
Les familles biochimiques de molécules d'adhérence	22
Les intégrines	23
Les cadhérines	23
La superfamille des immunoglobulines	25
Les sélectines	25
4. GÉNÉTIQUE ET DÉVELOPPEMENT	29
Les mutations humaines	29

Les souris transgéniques	30
Insertion d'un ADN dans une cellule.....	30
La transgénèse par recombinaison homologue	31
5. LA NOTION DE CELLULE SOUCHE, DE LIGNAGE	37
Les cellules souches	37
Le clone	37
Le lignage	37
Il existe trois différents modes de lignages	38
Un exemple de lignage : le système nerveux périphérique de la drosophile	41
Potentialités et ségrégation de lignages.....	42
6. DIFFÉRENCIATION CELLULAIRE, MITOSE ASYMÉTRIQUE ET INDUCTIONS	47
Les différents niveaux de différenciation	47
Différenciation au niveau tissulaire.....	47
Différenciation au niveau cellulaire	48
Différenciation au niveau moléculaire	48
Marqueurs spécifiques	48
Engagement/détermination/spécification	49
Engagement	49
Détermination.....	49
Spécification	49
Mécanismes élémentaires de la différenciation	50
Les mitoses asymétriques.....	50
Les inductions	51
7. L'APOPTOSE	60
Nécrose et apoptose	60
Nécrose.....	60
Apoptose	61
Différences entre apoptose et nécrose.....	61
Modifications de la membrane plasmique.....	61
Modifications du cytoplasme et des organites.....	61
Modifications du noyau	62
Régulations moléculaires de l'apoptose	62
Les effecteurs de l'apoptose.....	62
Les adaptateurs de l'apoptose.....	63
Les régulateurs de l'apoptose.....	65

II

APPAREILS GÉNITAUX ET GAMÉTOGENÈSE

8. L'APPAREIL GÉNITAL MASCULIN	69
Le testicule	69
Anatomie	69
Histologie	70
Contrôle des fonctions testiculaires.....	71
Les voies génitales extratesticulaires	75
Les glandes associées aux voies génitales	76
9. L'APPAREIL GÉNITAL FÉMININ	79
L'ovaire	79
Anatomie	79
Histologie	79

Le cycle folliculaire	80
La maturation morphologique des follicules	80
Les phases de la maturation des follicules	81
Le cycle hormonal	84
Deux phases	84
Variations du taux des œstrogènes (fig. 9.5)	84
Variations du taux de la progestérone (fig. 9.5)	85
Le contrôle par l'axe hypothalamo-hypophysaire	85
L'axe hypothalamo-hypophysaire	85
Régulations du cycle hypothalamo-hypophysaire	86
Les voies génitales féminines	87
Les trompes	87
L'utérus	89
Le vagin	89
10. MÉIOSE ET GAMÉTOGÈSE	93
La méiose	93
La première division de la méiose	93
La deuxième division de méiose	94
La gamétogenèse	96
Spermatogenèse	96
Ovogenèse	98
11. LA FÉCONDATION	103
La capacitation des spermatozoïdes dans les voies génitales féminines	105
L'attraction des spermatozoïdes par l'ovocyte	105
En cas de fécondation externe	105
Dans l'espèce humaine	105
La pénétration du spermatozoïde à travers les cellules du cumulus oophorus	105
Interactions entre zone pellucide et spermatozoïdes	106
La zone pellucide	106
La glycoprotéine ZP3	106
Les récepteurs de ZP3	108
La réaction acrosomique	110
La traversée de la zone pellucide	111
Fusion membranaire des gamètes	111
Contact et fusion membranaires	111
Fertiline et intégrines	112
CD9 et Izumo	112
La prévention de la polyspermie	113
Blocage rapide	114
Blocage lent	114
L'activation de l'œuf	114

III

DÉVELOPPEMENT EMBRYONNAIRE PRÉCOCE

12. PREMIÈRE SEMAINE DU DÉVELOPPEMENT	121
Mitoses de segmentation ou clivage	121
L'empreinte génomique	123
Complémentarité des génomes maternel et paternel	123
La notion d'empreinte génomique	124
La méthylation des gènes	126

La transcription du génome de l'embryon	126
L'activation zygotique chez les invertébrés et les vertébrés inférieurs	126
L'activation zygotique chez les mammifères	127
La compaction	127
Description morphologique	127
La E-cadhérine, initiateur de la compaction	128
Développement des jonctions intercellulaires	128
La cavitation et l'éclosion	130
La Na ⁺ /K ⁺ ATPase	130
La strypsine	132
Prolifération et différenciation cellulaires	132
13. DEUXIÈME SEMAINE DU DÉVELOPPEMENT	137
La nidation	137
Les modifications du blastocyste et de la muqueuse utérine	138
Les interactions blastocyste-épithélium utérin	139
Le franchissement de l'épithélium utérin par le blastocyste	142
Les interactions entre le blastocyste et le chorion de la muqueuse utérine	143
Développement du trophoblaste	143
Syncytio- et cytotrophoblaste	143
Lacunes et villosités choriales primaires	144
Sécrétion d'hCG	145
Développement de la masse cellulaire interne	146
Formation de l'endoderme primitif et de l'épiblaste	146
Formation de la cavité amniotique	147
Développement de la vésicule vitelline	147
Formation de l'endoderme pariétal	147
Formation de la vésicule vitelline secondaire	149
14. TROISIÈME SEMAINE DU DÉVELOPPEMENT	154
L'induction mésodermique	155
L'induction mésodermique des amphibiens	155
L'induction mésodermique chez la souris	155
La formation de la ligne primitive	157
La formation de la ligne primitive chez les oiseaux	157
La régression du nœud et de la ligne primitive	159
Cartographie du disque embryonnaire chez la souris	159
Qu'est-ce qu'une cartographie des territoires présomptifs ?	159
Les cartes des territoires présomptifs du disque embryonnaire de souris lors de la gastrulation	159
Formation des feuillets primordiaux	161
Formation de l'endoderme définitif	161
Formation du mésoderme	161
Formation de la plaque neurale (ou neurectoderme)	165
La croissance céphalo-caudale	166
Élongation axiale	166
Divergence axiale et accréction du mésoderme	167
Évolution du mésoderme	167
Somites et lames latérales	167
Formation des vaisseaux et du cœur	167
Formation de l'allantoïde	168
Évolution des villosités choriales	169
15. QUATRIÈME SEMAINE DU DÉVELOPPEMENT	174
La neurulation	174
La neurulation primaire	174

La neurulation secondaire.....	182
La délimitation	183
Délimitations céphalique et caudale	183
Délimitation corporelle.....	187
Le bourgeon de membre	187
Description.....	188
Régulation de la formation du bourgeon de membre.....	190
Le pronéphros et le canal de Wolff	190
Le pronéphros.....	190
Le canal de Wolff.....	190
Le développement de la vésicule otique	190
La mise en place des arcs branchiaux	190
16. ÉVOLUTION ET DEVENIR DES FEUILLETS EMBRYONNAIRES	196
L'endoderme	196
Membranes pharyngée et cloacale.....	196
Différenciation de l'endoderme.....	196
Le mésoderme	197
La notochorde	197
La plaque préchordale	197
Les somites.....	197
La pièce intermédiaire.....	203
Les lames latérales.....	204
L'ectoderme	204
L'ectoderme de surface.....	204
Le neurectoderme.....	205
 RÉPONSES AUX EXERCICES.....	 211
INDEX	227

Embryologie

Développement précoce chez l'humain

M. Catala

L'OUVRAGE

L'embryologie humaine est devenue une science non seulement descriptive mais aussi explicative. La grande conservation des mécanismes fondamentaux de l'embryogenèse dans les différentes espèces animales permet l'extrapolation chez l'homme de résultats obtenus dans des modèles expérimentaux.

L'ouvrage, divisé en 3 parties, permet de faire le point sur :

- les grands principes du développement, qui font appel aux molécules sécrétées, aux facteurs de transcription, aux récepteurs, aux inductions, aux processus de différenciation... ;
- la formation des gamètes au sein des organes génitaux grâce aux phases de la méiose, ainsi que les mécanismes de la fécondation, préalables à la formation d'un nouvel individu ;
- les principaux stades du développement précoce de l'embryon humain et les mécanismes régulant leur déroulement, expliqués par des données expérimentales.

Cette troisième édition s'enrichit de nouvelles figures venant éclairer davantage le texte, l'ensemble des données ayant été remises à jour et les exercices renouvelés.

LE PUBLIC

- Les étudiants de PCEM1.
- Les étudiants de pédiatrie et d'obstétrique.

L'AUTEUR

Martin Catala est professeur d'histologie-embryologie-cytogénétique à la faculté de médecine Pierre-et-Marie-Curie (université Paris-VI).