les arcs pharyngiens de l’embryon humain, témoins de l’évolution

publié le 16.06.23 |par luc perino

lors des premiers stades de leur développement, tous les embryons de vertébrés présentent dans la région de la tête des structures appelées arcs pharyngiens. alors que certains de ces arcs donnent naissance aux branchies chez les poissons, quel est le devenir des arcs pharyngiens chez l'être humain ?

1. les espèces ont une histoire

le corps de chaque individu porte logiquement en lui les traces de l’évolution. il est le résultat de la phylogenèse, c’est-à-dire de l’évolution de toutes les espèces dans le grand arbre du vivant. il est aussi le résultat de l’ontogenèse, c’est-à-dire du développement de l’embryon. phylogenèse et ontogenèse sont évidemment liées par le réseau de régulation génique spécifique activé lors de la fécondation : un œuf de poule donnera toujours un poussin et la rencontre entre deux gamètes humains produira toujours un être humain.

la « théorie de la récapitulation » du biologiste allemand ernst haeckel (1834-1919) postulait que le développement d’un embryon passe par tous les stades de ses ancêtres dans l’arbre généalogique des espèces. il l’a résumée dans sa célèbre phrase : « *l’ontogenèse récapitule la phylogenèse.* »

ainsi les diverses étapes de l’embryologie permettraient d’observer, en direct, les étapes de la phylogenèse ayant conduit à la naissance de notre espèce. autrement dit, les stades adultes peuvent être assimilés à des stades juvéniles des descendants, et inversement, on peut reconnaître dans l’embryon, les stades adultes d’ordres et de familles ancestrales. les biologistes de la fin du xix^{e} siècle acceptaient cette théorie sans aucune réserve ; ils la nommèrent « loi biogénétique fondamentale »

cette théorie, très séduisante, est fondée sur la ressemblance des embryons de différentes espèces de certains vertébrés aux premiers stades de leur développement. elle appartient au courant orthogénique qui considérait une structure initiale sur laquelle des « progrès » successifs ajoutaient des étapes de développement. ce courant avait évidemment une connotation théiste[1] expliquant son succès au xix^{e} siècle.

le courant orthogénique a été en grande partie abandonné, car la notion de « progrès » est incompatible avec les processus, les contraintes et les lois de l’évolution. tout est question de hasard et d’opportunisme, l’adaptation est aussi importante que la structure dans la formation des espèces, et des étapes de l’ontogenèse peuvent être ajoutées ou supprimées par l’évolution en fonction des contraintes environnementales.

de plus, il existe des contre-exemples majeurs à la loi de récapitulation : l’ancêtre des papillons ne ressemble pas à une chenille, de même que l’ancêtre des diptères ne ressemble pas à un asticot ou à une larve de moustique. il n’y a pas de récapitulation

dans l’ontogenèse des insectes, les stades larvaires souvent libres s’étant adaptés à des environnements spécifiques.

2. les arcs pharyngiens

les arcs pharyngiens (ou arcs pharyngés) correspondent à des structures cartilagineuses ventrales du squelette céphalique. certains d’entre eux, appelés arcs branchiaux, portent les branchies des poissons adultes. chaque arc est alors accompagné d’une artère nommée arc aortique qui amène le sang vers la surface d’échange respiratoire. ces arcs pharyngiens apparaissent sous forme de plis dans la partie céphalique ventrale des embryons de nombreuses espèces (poissons, amphibiens, oiseaux, mammifères). au cours de la phylogenèse, certains de ces arcs vont disparaître ou se transformer, de manière variable selon les taxons.



figure 1 - un embryon humain de 35 jours
sur la droite de l’image, dans la région céphalique, plusieurs replis sont visibles dans la région ventrale de l’embryon : il s’agit des arcs pharyngés.

auteur(s)/autrice(s) : science photo library / omikron licence : reproduit avec autorisation
source : science photo library

bien que dépourvu de branchies, l’embryon humain présente six arcs pharyngiens qui apparaissent entre le 22e et le 30e jour (figure 1). le cinquième arc disparaît rapidement, sa présence est même contestée par certains [1]. les cinq autres vont se transformer pour donner naissance à des structures qui n’ont plus rien à voir avec la respiration branchiale des poissons. à la place, ces arcs participent à former des structures de la tête et du cou. les arcs pharyngiens donnent ainsi naissance à divers tissus osseux, vasculaires, nerveux et musculaires. ces dérivés proviennent en grande partie des cellules de crêtes neurales qui émigrent du tube neural dorsal et colonisent cette région.

note : les dérivés des arcs pharyngiens indiqués dans le tableau 1 et la figure 2 sont donnés d’après frisdal et trainor [2]. cependant d’autres sources (par exemple [3] et [4]) donnent un nombre de dérivés moins important, probablement par souci de simplification. les dérivés vasculaires sont traités dans l'article *le trajet de la crosse aortique, un exemple de contrainte historique*.

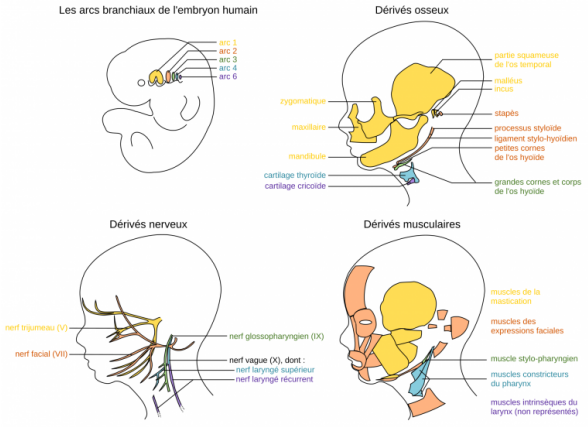


figure 2 - les arcs pharyngiens de l'embryon et leurs dérivés chez l'adulte
télécharger une version éditable au format svg.

auteur(s)/autrice(s) : pascal combemorel, d’après frisdal et trainor, 2014 licence : cc-by-nc-sa

le devenir des cinq arcs pharyngiens de l’embryon humain

arcs pharyngiens = arcs pharyngés	vaisseaux	éléments squelettiques	muscles	nerfs crâniens
1 (arc mandibulaire)	branche terminale de l'artère maxillaire	dérivés par ossification directe du mésenchyme dermique de l'arc : • mandibule • maxillaire • zygomatique • partie squameuse de l'os temporal dérivés des cartilages : • malléus (ou marteau, dérivé du cartilage mandibulaire, spécifique des mammifères) • incus (ou enclume, dérivé du cartilage maxillaire, spécifique des mammifères)	muscles de la mastication	trijumeau (nerf v)

arcs pharyngiens = arcs pharyngés	vaisseaux	éléments squelettiques	muscles	nerfs crâniens
2 (arc hyoïdien)	artère stapédienne (chez embryon) artère carotico-tympanique (chez l’adulte)	stapès (ou étrier) [appelé columelle chez les tétrapodes non-mammifères] processus styloïde ligament stylo-hyoïdien petites cornes de l’hyoïde	muscles des expressions faciales	facial (nerf vii)
3	artère carotide commune et racine de l’artère carotide interne	grandes cornes et corps de l’os hyoïde	muscle stylo-pharyngien	glossopharyngien (nerf ix)
4	crosse aortique (à gauche) artère sous-clavière (à droite) bourgeons initiaux des artères pulmonaires	cartilage thyroïde (dans la partie supérieure du larynx)	muscles constricteurs du pharynx	nerf laryngé supérieur, branche du nerf vague (nerf x)

arcs pharyngiens = arcs pharyngés	vaisseaux	éléments squelettiques	muscles	nerfs crâniens
6	artères pulmonaires canal artériel puis ligament artériel	cartilage cricoïde (dans la partie inférieure du larynx)	muscles intrinsèques du larynx (non représentés sur la figure 1)	nerf laryngé récurrent, branche du nerf vague (nerf x)

CRÉDITS

AUTEUR(S)/AUTRICE(S)

luc perino

diplômé de médecine tropicale et épidémiologie. biologie de l'évolution et médecine.

RELECTURE SCIENTIFIQUE

charlotte faurie

médecin généraliste et chargée de recherche, spécialisée en biologie évolutive humaine.

patrick pla

maître de conférences à l'université paris-saclay et enseignant à la préparation à l'agrégation et au capes. il est responsable d'actusciencesprepa, un blog d'actualité scientifique.

MISE EN LIGNE

pascal combemorel

agrégé de svt, il est le responsable éditorial du site planet-vie depuis septembre 2016.

LICENCE DU TEXTE DE L'ARTICLE

VOIR MENTIONS LÉGALES

notes

1 le théisme est la « *doctrine qui admet l'existence d'un dieu unique et personnel comme cause transcendante du monde* » (source : trésor de la langue française informatisé)

bibliographie

1 graham, a. ., poopalasundaram, s. ., shone, v. ., & kiecker, c. . (2019). a reappraisal and revision of the numbering of the pharyngeal arches. *journal of anatomy*, *235*, 1019–1023. http://doi.org/10.1111/joa.13067 (original work published 2026)

2 frisdal, a. ., & trainor, p. a. (2014). development and evolution of the pharyngeal apparatus. *wiley interdisciplinary reviews. developmental biology*, *3*, 403–418. http://doi.org/10.1002/wdev.147

3 embryology fundamentals: the pharyngeal arches - part 2. *draw it to know it*. consulté à l'adresse http://www.drawittoknowit.com/course/embryology-fundamentals/musculoskeletal-nervous-systems/pharyngeal-arches/1408/—pharyngeal-arches—-part-2

4 carlson, b. m. (2014). *human embryology and developmental biology* (5th ed). philadelphia, pa: elsevier/saunders.