

Inductions cérébrales et médullaires chez les Oiseaux

VAKAET¹ a constaté que les greffons nodaux jeunes, transplantés à la périphérie de l'aire pellucide, induisent la formation d'un cerveau, tandis que le nœud de Hensen prélevé sur un blastoderme au stade du prolongement céphalique provoque l'induction de la moelle rudimentaire. Le caractère médullaire de l'action inductive exercée par un nœud de Hensen âgé peut être aussi déduit des expériences récentes de RAO². Cet auteur a pu démontrer que des fragments du neurectoblaste, prélevés juste en avant du nœud de Hensen en recul et cultivés ensuite en greffes cœlomiques, sont déjà déterminés à former du cerveau postérieur.

En partant de ces données expérimentales, nous allons examiner les manifestations inductrices des greffons nodaux jeunes et âgés en fonction de l'âge du blastoderme hôte.

Nos expériences sont pratiquées sur des blastodermes de White Leghorn cultivés *in vitro* selon une variante de la technique de NEW³ couramment employée dans notre laboratoire. Elles se répartissent en trois séries selon l'âge des blastodermes hôtes, à savoir stade 2, 3 et 4 (HAMBURGER et HAMILTON⁴). Comme nous le savons, le stade 4 dépassé, l'ectoblaste perd brusquement ses compétences neurogènes. En effet, dès l'apparition du prolongement céphalique, il n'est plus capable de répondre au stimulus inducteur neurogène (GALLERA et IVANOV⁵). Nos greffons nodaux, de forme rectangulaire et de dimensions identiques ($0,3 \times 0,4$ mm), sont prélevés sur des blastodermes au stade 3 et 5+. Afin de réduire au minimum le nombre de facteurs aléatoires, nous implantons toujours ces deux sortes de greffons sur l'aire opaque d'un même blastoderme. Ils sont placés dans des niches, préparées préalablement dans le rempart vitellin des deux côtés de la région antéro-latérale de l'aire pellucide. Les greffons sont appliqués, leur face ventrale contre l'ectoblaste de l'hôte, et leurs extrémités antérieures sont orientées vers le centre du blastoderme. Le lendemain de l'opération les blastodermes porteurs de nos greffons sont fixés au Bouin pour être ensuite examinés sur des coupes séries colorées à l'hématoxyline d'Ehrlich.

Les greffons jeunes fournissent de l'intestin antérieur et du mésenchyme céphalique, tandis que les greffons âgés donnent naissance à une chorde bien différenciée, quelques paires de somites et un court tronçon de moelle. Nos greffons jeunes n'induisent dans l'ectoblaste de l'hôte que la formation d'un cerveau facilement reconnaissable grâce à sa forme vésiculaire et la présence des évaginations optiques (Figure 1). Les inductions neurales, provoquées par la greffe du nœud de Hensen âgé, sont toujours rudimentaires. Elles se présentent sous forme de très étroites plaquettes ou gouttières neurales (Figure 2) qui peuvent se fermer en tube d'aspect médullaire (Figure 3) sur une petite étendue. Malgré la différenciation peu avancée de ces structures, elles se distinguent nettement des inductions cérébrales même des plus rudimentaires. D'autre part, leurs rapports topographiques avec les structures axiales typiquement troncales fournies par nos greffons âgés, nous autorisent à admettre qu'effectivement nous avons affaire à des inductions médullaires.

Les fréquences des inductions neurales déclenchées par nos deux sortes de greffons sont groupées dans le Tableau. Dégageons en les constatations suivantes: 1. Tous nos greffons jeunes ont déclenché des inductions cérébrales, ce qui prouve que la puissance inductive de nos greffons jeunes est suffisante pour accomplir son action même chez les hôtes âgés (stade 4) dont l'ectoblaste est sur le point de perdre ses compétences neurogènes. 2. Au con-

traire, les greffons âgés n'ont pu provoquer des inductions neurales dans 100% des cas dans aucune série de nos expériences. Toutefois, comme le visualise notre graphique (Figure 4), établi à partir des valeurs du Tableau, le pourcentage des inductions médullaires diminue sensiblement en fonction de l'âge des blastodermes hôtes, sans pourtant atteindre la valeur nulle même dans le cas où la greffe a été faite sur nos blastodermes les plus âgés (stade 4). Cette chute de la fréquence d'apparition des inductions médullaires, particulièrement brusque à partir du stade 3 de nos blastodermes hôtes, s'est avérée statistiquement significative, puisque le test de χ^2 montre que la probabilité que ce phénomène soit dû au hasard est moindre que 1/40. Ces résultats démontrent clairement primo que le pouvoir inducteur de nos greffons âgés est déjà très faible et oscille près de sa valeur subliminale et secundo que l'ectoblaste de l'hôte garde sa capacité à former une ébauche médullaire aussi longtemps que sa



Fig. 1. Coupe légèrement oblique du cerveau induit par un greffon noda L jeune. La coupe est pratiquée à la hauteur des évaginations optiques. L'intestin céphalique est fourni par le greffon. $\times 170$.

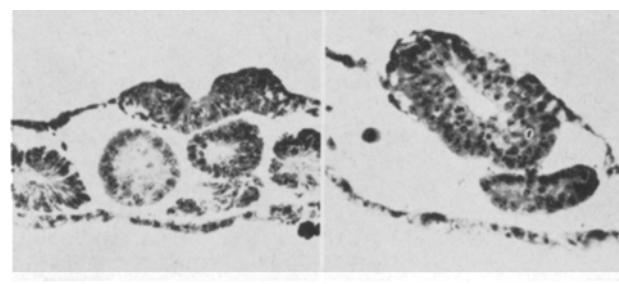


Fig. 2. Induction médullaire rudimentaire déclenchée par le greffon du nœud de Hensen en recul. Ce greffon a donné naissance à la chorde, quelques paires de somites et à un petit tube médullaire. $\times 170$.

Fig. 3. Coupe légèrement oblique d'une induction médullaire qui prend la forme d'un tube dans sa région antérieure. Sous l'ébauche neurale, on voit la chorde fournie par le greffon. $\times 170$.

¹ L. VAKAET, C. r. Soc. Biol., Paris 159, 232 (1965).

² B. R. RAO, Arch. EntwMech. Org. 160, 187 (1968).

³ D. A. T. NEW, J. Embryol. exp. Morph. 3, 327 (1955).

⁴ V. HAMBURGER et H. HAMILTON, J. Morph. 88, 49 (1951).

⁵ J. GALLERA et I. IVANOV, J. Embryol. exp. Morph. 12, 693 (1964).

compétence cérébrogène (d'ailleurs le contraire serait difficilement concevable puisque, dans le développement normal, l'induction du cerveau précède celle de la moelle). Etant donné que les effets de l'action inductive

doivent dépendre à la fois du pouvoir inducteur du greffon et de la durée de son contact avec l'ectoblaste encore compétent, nos résultats, résumés dans le Tableau et visualisés par notre graphique, s'expliquent aisément.

Sans entrer dans les détails, ce qui dépasserait le cadre de cette note, rappelons que nos observations et conclusions concordent parfaitement avec les données expérimentales acquises de longue date chez les Amphibiens. En effet, chez ce groupe de Vertébrés, le flux inducteur libéré par la plaque préchordale, inducteur normal du cerveau antérieur, se propage plus largement et plus rapidement que les substances inductrices provenant de la région postérieure de la voûte archentérique, lesquelles sont responsables de la formation de la moelle épinière. Par conséquent, au moins chez les Amphibiens, l'induction du cerveau exige moins de temps que celle de la moelle (JOHNEN⁶⁻⁸).

4	3	2	Stade des hôtes
16	26	18	Nombre des greffons noraux jeunes (st. 3)
16 (100%)	26 (100%)	18 (100 %)	Nombre d'inductions cérébrales
16	26	18	Nombre des greffons noraux âgés (st. 5+)
3 (18,7%)	16 (61,5%)	12 (66,7%)	Nombre d'inductions médullaires

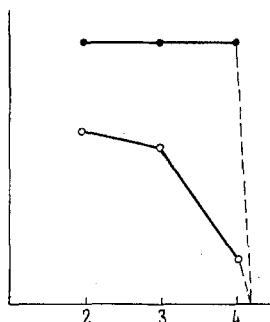


Fig. 4. Graphique représentant les fréquences des inductions cérébrales (●) et des inductions médullaires (○) en fonction de l'âge des blastodermes hôtes. Nos hôtes les plus âgés étaient au stade 4. Nous savons pourtant que, ce stade passé, la compétence neurogène de l'ectoblaste chute très brusquement, comme nous l'avons démontré dans un travail précédent (GALLERA et IVANOV⁸).

Summary. Two grafts of the Hensen's node, one young (stage 3) and the other older (stage 5+), were implanted into area opaca of the same blastoderm. The hosts were at stages 2, 3 and 4. The young grafts always elicited the formation of the brain. On the contrary, old grafts only induce very small spinal cords. Moreover, the frequency of spinal cord induction is lowest in the oldest hosts.

J. GALLERA

*Laboratoire d'Embryologie expérimentale,
Institut d'Histologie, Université de Genève,
CH-1211 Genève (Suisse), 26 février 1970.*

⁶ A. G. JOHNEN, Arch. EntwMech. Org. 153, 1 (1961).

⁷ A. G. JOHNEN, Arch. EntwMech. Org. 155, 314 (1964).

⁸ Travail subventionné par le Fonds national suisse de la Recherche scientifique.

The Dorsal Horn of the Avian Spinal Cord, a Re-Examination

In an earlier publication the substantia gelatinosa of the chick spinal cord was described as a well-defined band extending from the medial side of the dorsal horn, down the lateral side and ending near the base of the posterior column. The substantia was said to contain primarily small Nissl free neurons with an occasional large cell present (BRINKMAN and MARTIN¹). This report will show that the area so described can be subdivided on the basis of morphological and embryological criteria into 2 distinct regions.

Materials and methods. Chick embryos and post hatched chicks were sacrificed and the spinal cords fixed in Carnoys B fluid for Nissl staining or in De Castro fixative for block Cajal staining. The cords were embedded in paraplast, sectioned serially at 15 μ and mounted on glass slides.

Other 5-9-day-old chick embryos were labelled with thymidine H³, dose 10 μ c, and sacrificed 1-9 days later. The cords were then embedded in paraplast, sectioned serially at 5 μ , mounted on glass slides, pre-stained with Hematoxylin and processed via the dipping method for radioautography.

Results. In transverse sections of spinal cord a bundle of incoming fibers, presumably from the dorsal root, divides the gelatinous area into a large lateral and small

medial region (Figures 1 and 2). Morphologically these regions differ as follows: firstly the layer of cells capping the dorsal horn, Waldeyer's layer or Rexed's lamina I, does not extend medially beyond the incoming fiber bundle, thus the medial egg-shaped region abuts directly against the white matter of the posterior column; secondly the large neurons described earlier (BRINKMAN and MARTIN¹), have been found only in the lateral region and thirdly the medial, unlike the lateral region, is traversed by a dense network of heavy fibers. Developmentally, differences were also noted in the time of appearance of neurons in the substantia. In radioautographs it was found that neurons in the medial region were formed between 5-6 $\frac{1}{2}$ days of incubation while those of the lateral region were formed between days 6-8 (Figures 3 and 4).

Discussion. At this point it seems relevant to ask what constitutes the substantia gelatinosa? ROLANDO², who first described this region, referred to it simply as the

¹ R. BRINKMAN and A. H. MARTIN, Experientia 25, 962 (1969).

² S. ROLANDO, cited in CLARK (1859).