

Article de recherche

Influence réduite d'une particularité pénienne sur la capacité d'accouplement des souris mâles staggerer

C Féron, C Baudoin

Université Paris-Nord, laboratoire d'éthologie expérimentale et comparée, URA 667 CNRS,
avenue JB Clément, 93430 Villetaneuse, France

(Reçu le 18 avril 1992; accepté le 31 juillet 1992)

Résumé — Les souris mutantes staggerer ne se reproduisent généralement pas spontanément. Une particularité de leur pénis lors de l'érection (extension dirigée vers l'arrière) pourrait être une cause de cette carence. Notre étude précise les caractéristiques de ce phénomène et ses implications pour la reproduction des mutants staggerer. Soixante quatorze pour cent ($n = 66$) des mâles présentent au moins une fois et temporairement cette particularité. Elle apparaît en moyenne à l'âge de 84 ± 37 j. Cependant, la plupart des mâles ne la présentent que rarement et pour 48% ($n = 32$) d'entre eux, elle dure au plus une semaine. Trois mâles ayant présenté cette particularité se sont reproduits. Par ailleurs, 25% ($n = 23$) des mâles mutants ne la présentent pas, et cependant, la plupart d'entre eux (91%) ne se reproduisent pas. Ces résultats indiquent que d'autres mécanismes sont impliqués dans les déficits reproducteurs des mâles staggerer et que l'influence de cette particularité pénienne, lorsqu'elle existe, est réduite.

souris / mutant staggerer / reproduction / particularité pénienne

Summary — **Weak influence of penile disability on mating behaviour of staggerer male mice.** Most staggerer mutant mice do not mate spontaneously. This deficiency may be attributed to a penile disability (during erection, the penis in extension is directed backward). The main characteristics of this phenomenon and its involvement in the reproduction of the staggerer mutant have been considered in our study. Seventy-four percent ($n = 66$) of staggerer males presented this temporary abnormality at least once. It appeared when the males were 84 ± 37 -d old ($M \pm SD$). In most animals the penile abnormality was labile and did not exceed 1 wk duration in 48% ($n = 32$) of the males. Three males mated in spite of presenting this abnormal erection. Moreover, 25% of males ($n = 23$) did not present this disability; nevertheless, most of them (91%) still did not reproduce. Other mechanisms are certainly responsible for the inefficient mating. In any case, the influence of penile disability on this deficiency appears to be weak.

mice / staggerer mutant / reproduction / penile disability

INTRODUCTION

La mutation *staggerer* chez la souris entraîne de nombreuses anomalies anatomiques et fonctionnelles, notamment au niveau du système nerveux central (Sidman *et al*, 1965; Landis et Landis, 1978). La réduction de taille du cervelet s'accompagne d'anomalies des connexions synaptiques entre les fibres parallèles et les cellules de Purkinje (Sotelo et Changeux, 1974; Crepel *et al*, 1980; Mariani et Changeux, 1980). Divers troubles comportementaux ont été décrits concernant la locomotion, les comportements d'exploration, les comportements sociaux et reproducteurs (Sidman *et al*, 1962; Guastavino, 1988, Goodall et Guastavino, 1986; Goodall *et al*, 1986; Misslin *et al*, 1986; Baudoin *et al*, 1991; Féron *et al*, 1991).

Les comportements sexuels n'apparaissent pas spontanément et seul un faible pourcentage des mâles se reproduit après avoir vécu dans un environnement social particulier (Guastavino, 1982). Au laboratoire, la production des mutants est assurée par croisement entre souris porteuses hétérozygotes de la mutation. Diverses hypothèses ont été émises pour expliquer ce déficit des comportements sexuels des mâles *staggerer* (Larsson *et al*, 1986). L'une d'elles évoque une érection anormale qui apparaît à partir de 40 j (Guastavino, 1978) : le pénis en extension est dirigé vers l'arrière plutôt que vers l'avant. La durée et l'occurrence de ce processus sont très variables (Larsson *et al*, 1986).

L'objet de l'étude présente est de préciser les caractéristiques de ce phénomène et d'en évaluer l'influence dans le déterminisme des troubles du comportement sexuel des souris mutantes mâles.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Les mutants *staggerer* sont produits et élevés selon des conditions d'élevage décrites par

Guastavino (1978, 1984). Pour notre étude, les jeunes mâles sont séparés de leur mère et de la portée à 35-40 j et placés avec une femelle du même âge non mutante. Celle-ci est remplacée tous les mois par une nouvelle femelle présentant ces mêmes caractéristiques. Les observations, réalisées durant toute une année, portent sur 128 mâles mutants. Elles sont faites 2-4 fois chaque semaine à différents moments de la journée et consistent à noter si le pénis est en érection. Au total, 5 611 relevés ont été effectués. Étant donné l'évolution de l'élevage au cours d'une année, tous les individus n'ont pas été observés autant de fois chacun : 18 mâles adultes l'ont été pendant toute l'étude, les jeunes animaux nés au cours de l'année l'ont été à partir de l'âge de 40 j et donc pendant des durées différentes selon la date de leur naissance.

L'âge d'apparition de la première érection anormale a été déterminé sur 78 jeunes mutants. Les mâles morts avant l'âge de 80 j sans avoir présenté une érection ne sont pas pris en compte. La fréquence et la permanence de l'érection anormale n'ont été étudiées que sur 89 mâles qui ont pu être observés au moins 20 fois. La fréquence relative de ces érections correspond au nombre d'occurrences du phénomène rapporté au nombre d'observations pour chaque individu. La permanence des érections pour un mâle donné correspond au nombre de semaines consécutives où une érection anormale est observée. Ce type d'érection pouvant s'interrompre entre 2 relevés consécutifs, cet indice est donc en partie surestimé.

Lorsqu'une femelle cohabitait avec un mâle *staggerer* est supposée gravide, elle est isolée et remplacée par une nouvelle femelle. La fertilité des mâles est établie par observation des naissances.

RÉSULTATS

Capacité d'accouplement

Sur l'ensemble des mâles *staggerer* observés au moins 20 fois ($n = 89$), 23 individus n'ont pas eu de problème apparent d'érection. Cependant 21 d'entre eux n'ont pas présenté d'accouplement fertile. Au total, 5

individus (environ 6%) ont été féconds : 2 sans problème d'érection, 3 malgré des problèmes d'érection observés soit avant l'accouplement fertile ($n = 2$) soit après ($n = 1$).

Âge de la première érection anormale (fig 1)

Pour l'ensemble des animaux ayant présenté une érection anormale ($n = 55$), l'âge moyen de la première érection est de 84 ± 37 j. Soixante dix huit pour cent ($n = 43$) des jeunes mâles ayant présenté au moins une érection l'ont fait avant l'âge de 100 j. Les érections anormales constituent donc un phénomène d'apparition précoce.

Les érections anormales des mâles féconds furent décelées à l'âge de 73 et 85 jours pour les 2 mâles qui eurent ultérieurement un premier accouplement fertile, respectivement à l'âge de 216 et 201 j. Le troisième mâle féconda la femelle à

l'âge de 80 j et ne présenta qu'ensuite une première érection anormale, à l'âge de 207 j.

Fréquence des érections anormales (fig 2)

La fréquence des érections anormales est en moyenne de 0,179/relevé (écart type = 0,29). Pour 25% des mâles ($n = 23$) nous n'avons jamais observé d'érection anormale et 51% ($n = 45$) en présentent avec une fréquence inférieure à 0,15/relevé. Pour la majorité des mâles staggerer, le phénomène est donc peu probable. Par contre, 8 individus, soit environ 9% de notre échantillon, présentent une érection anormale quasiment à chaque relevé (probabilité $> 0,75$).

La fréquence d'érection anormale des 3 mâles s'étant reproduits est proche de celle de la majorité des mâles : elle est respectivement de 0,132 et 0,028/relevé pour les 2 mâles dont la première érection

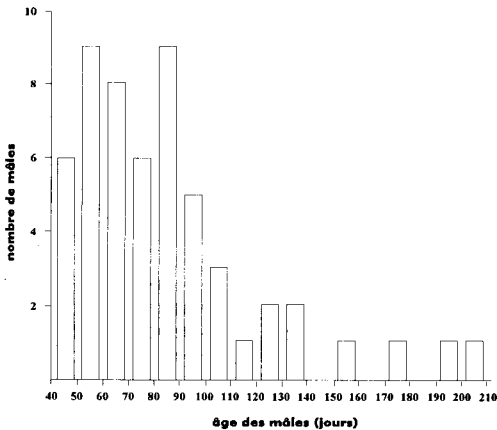


Fig 1. Fréquence des mâles staggerer présentant une première érection anormale en fonction de l'âge ($N = 55$). Observations commencées à partir de l'âge de 40 jours.

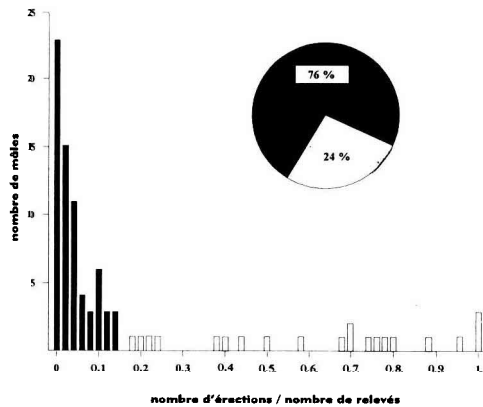


Fig 2. Fréquence relative des érections anormales chez les mâles staggerer ($N = 89$). En noir : mâles ne présentant pas d'érection anormale ou à une fréquence inférieure à 0,15/relevé. En blanc : mâles présentant ce phénomène à une fréquence supérieure.

anormale fut observée avant la reproduction et 0,106 pour le mâle dont elle fut observée après.

«Permanence» des érections anormales (fig 3)

Pour l'ensemble des 66 animaux ayant présenté au moins une érection anormale, elle est observée en moyenne pendant 1,67 semaine (écart type = 2,6). La permanence du phénomène est < 6 semaines pour 80% des mâles ($n = 53$). Pour 48% des individus ($n = 32$) elle ne dure qu'une semaine, mais elle peut dépasser 7 mois chez quelques individus.

Pour les 3 mâles s'étant reproduits et ayant présenté des érections anormales, la durée maximale en est respectivement

de 1 à 5 semaines pour les mâles où elles furent antérieures à leur reproduction et 1 mois pour celui où elles furent décelées après accouplement fertile.

DISCUSSION

Le phénomène d'érection pathologique apparaît chez 74% des mâles de la population étudiée. Il n'est observé qu'à une faible fréquence. Toutefois, il est noté de façon permanente chez 9% des mâles. Étant donné la faible durée de ce phénomène et la possibilité de s'accoupler au moins jusqu'au 7^e mois de vie, on peut donc considérer que ce processus pathologique interfère peu avec les possibilités effectives de se reproduire. Cependant, seuls environ 6% des mâles sont capables de donner une descendance.

Ces résultats indiquent clairement que le phénomène d'érection pathologique décrit chez la souris staggerer ne peut expliquer l'absence de comportements sexuels spontanés que pour une faible proportion de la population étudiée.

L'observation des animaux montre que les mâles staggerer présentent un intérêt social évident pour la partenaire mais ils ont sensiblement les mêmes comportements d'interaction avec les femelles qu'elles soient sexuellement réceptives ou non (Baudoin *et al*, 1991). Dans une situation de test de choix d'odeurs d'urine et de sécrétions vaginales de femelles, en œstrus ou en anœstrus, ces mâles ne montrent pas de préférence (Féron et Baudoin, 1992). Dans la mesure où des anomalies morphologiques affectent l'organisation des structures olfactives centrales chez d'autres mutants neurologiques de souris (Pcd : Geer et Shepherd, 1982; Reeler : Caviness et Sidman, 1972; Devor *et al*, 1975), nous explorerons les capacités olfactives des mutants staggerer. L'hy-

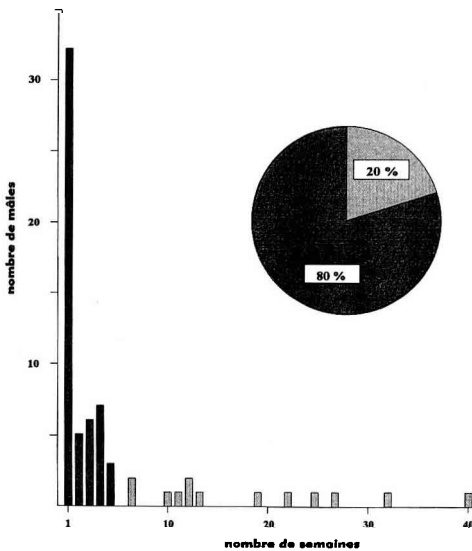


Fig 3. Fréquence des mâles staggerer présentant une érection anormale ($N = 66$) selon la durée d'observation de ce phénomène. En gris sombre, mâles ayant présenté ce phénomène pendant 1–5 semaines; en grisé clair, mâles ayant présenté ces érections pendant 6–40 semaines consécutives.

pothèse de perturbations endocriniennes a aussi été avancée par plusieurs auteurs pour expliquer les troubles de la reproduction chez la souris staggerer : variabilité des cycles sexuels des femelles (Larsson *et al*, 1986), déficit de certains traits du comportement maternel (Bulloch et Loy, 1980), du comportement reproducteur (Guastavino, 1988). Les déficits des comportements sexuels des mâles staggerer auraient donc de multiples causes et les particularités observées au niveau du pénis ne jouent probablement qu'un rôle mineur pour la plupart des mâles mutants.

RÉFÉRENCES

- Baudoin C, Féron C, Magnusson MS (1991) Male-female interactions in staggerer and non-mutant mice: impairment to react to novelty as a possible explanation of staggerer male social behaviour. *Behav Processes* 24, 49-58
- Bulloch K, Loy R (1980) The development and characterization of autonomic innervation of the thymus in staggerer and normal mice: an indication of CNS regulation of the neuroendocrine-immune network. *Neurosci Abstr* 6, 69
- Caviness VS, Sidman RL (1972) Olfactory structures of the forebrain in the reeler mutant mouse. *J Comp Neurol* 145, 85-104
- Crepel F, Delhay-Bouchard N, Guastavino JM, Sampaio I (1980) Multiple innervation of cerebellar Purkinje cells by climbing fibres in staggerer mutant mouse. *Nature* 283, 483-484
- Devor M, Caviness VS, Derer P (1975) A normally laminated afferent projection to an abnormally laminated cortex: some olfactory connections in the reeler mouse. *J Comp Neurol* 164, 471-482
- Féron C, Baudoin C, Magnusson MS (1991) Effect of post-weaning social experience with normal female on the behaviour of adult male staggerer mice interacting with normal females. *Behav Processes* 23, 145-152
- Féron C, Baudoin C (1992) Reactions of staggerer and non-mutant male mice to female urine and vaginal secretion odors. *Behav Processes* 27, 165-170
- Goodall G, Guastavino JM (1986) The neurological mutant: scope and limitations as a tool for the genetic analysis of behaviour. In: *Genetic approaches to behaviour* (J Médioni G Vaysses, eds) Privat-IEC, Toulouse, 59-68
- Goodall G, Guastavino JM, Gheusi G (1986) The swimming activity of the staggerer mutant mouse. *Behav Processes* 13, 287-299
- Greer CA, Shepherd GM (1982) Mitral cell degeneration and sensory function in the neurological mutant mouse Purkinje cell degeneration (Pcd). *Brain Res* 235, 156-161
- Guastavino JM (1978) Sur le développement comportemental de la souris atteinte par la mutation staggerer. *CR Séances Acad Sci Paris* 286, sér D, 137-139
- Guastavino JM (1982) Sexual experience and successful mating in staggerer mutant mice. *Behav Processes* 7, 183-188
- Guastavino JM (1984) Environmental features determining successful rearing in mutant mouse staggerer. *Physiol Behav* 32, 225-228
- Guastavino JM (1988) Ethogenèse de la souris mutant staggerer. Facteurs épigénétiques et récupérations fonctionnelles. Thèse de doctorat d'État, Univ Paris Nord, n° 116 170, 217 p
- Landis DMD, Landis S (1978) Several mutations in mice that affect the cerebellum. *Adv Neurol* 21, 85-105
- Larsson K, Guastavino JM, Ly AK (1986) Altered reproductive behavior of the neurological mutant mouse staggerer. In: *Genetic approaches to behaviour* (J Médioni, G Vaysses, eds) Privat-IEC, Toulouse, 69-79
- Mariani J, Changeux JP (1980) Multiple innervation of Purkinje cells by climbing fibres in the cerebellum of the adult staggerer mutant mouse. *Neurobiology* 11, 41-50
- Misslin R, Cigrang M, Guastavino JM (1986) Responses to novelty in staggerer mutant mice. *Behav Processes* 12, 51-56
- Sidman RL, Lane PW, Dickie MM (1962) Staggerer, a new mutation in the mouse affecting the cerebellum. *Science* 137, 610-612
- Sidman RL, Green MC, Appel SH (1965) *Catalog of neurological mutants of the mouse*. Harvard University Press
- Sotelo C, Changeux JP (1974) Transynaptic degeneration «en cascade» in the cerebellar cortex of the staggerer mutant mice. *Brain Res* 67, 519-526