

normal composition^{20,21}. Thus although it is clear that limbic structures are affected by undernourishment, they may not all be affected in the same way.

The undernourished rats kindled in this study were allowed a long period of rehabilitation before kindling commenced. The clear enhancement of the kindling may, therefore, be

an indication of a permanent effect of undernourishment on seizure-related processes in hippocampus. In view of the presumed importance of the hippocampus in many functions, including emotional behavior, learning, and memory, the effect of early undernutrition on quickening of hippocampal kindling encourages further investigation.

- 1 This work was supported by Public Health Service grant NS 13799, National Science Foundation grant GB 35532, and by Hoffman-LaRoche, Inc.
- 2 To whom reprint requests should be addressed.
- 3 N. Gramsbergen, *Brain Res.* 105, 287 (1976).
- 4 P.J. Morgane, M. Miller, T. Kemper, W. Stern, W. Forbes, R. Hall, J. Bronzino, J. Kissane, E. Haurylewicz and O. Resnick, *Neurosci. Biobehav. Rev.* 2, 137 (1978).
- 5 J. Mourek, A. Williamina, J.M. Himwich and D.A. Callison, *Brain Res.* 6, 241 (1967).
- 6 J.D. Bronzino, P.J. Morgane, W.B. Forbes, W.C. Stern and O. Resnick, *Bio Psychiat.* 10, 175 (1975).
- 7 M. Salas and L. Cintra, *Physiol. Behav.* 10, 1019 (1973).
- 8 W.B. Forbes, W.C. Stern, J.D. Bronzino, O. Resnick and P.J. Morgane, *Physiol. Behav.* 14, 655 (1975).
- 9 W.B. Forbes, O. Resnick, W.C. Stern, J.D. Bronzino and P.J. Morgane, *Devl Psychobiol.* 8, 503 (1975).
- 10 A.B. Barnett, I.P. Weiss, M.V. Sotillo, E.S. Ohlrich, M. Shkurovich and J. Cravioto, *Science* 201, 450 (1978).
- 11 J. Pokorny, J. Sterc and V. Novakova, *Physiologia bohemoslov.* 21, 337 (1972).
- 12 D.C. DeVivo, K.L. Malas, M.P. Leckie, *Archs Neurol.* 32, 755 (1975).
- 13 B. DeLuca, L.A. Cioffi and J. Bures, *Activitas nerv. sup.* 19, 130 (1977).
- 14 W.C. Stern, W.B. Forbes, O. Resnick and P.J. Morgane, *Brain Res.* 79, 357 (1974).
- 15 W.B. Forbes, W.C. Stern, C.A. Tracey, O. Resnick and P.J. Morgane, *Exp. Neurol.* 62, 475 (1978).
- 16 G.V. Goddard, D.C. McIntyre, C.K. Leech, *Exp. Neurol.* 25, 295 (1969).
- 17 R.C. Wiggins and G.N. Fuller, *J. Neurochem.* 30, 1231 (1978).
- 18 R.C. Wiggins and G.N. Fuller, *Brain Res.*, in press (1979).
- 19 W.M. Burnham, *Can. J. Neurol. Sci.* 2, 417 (1975).
- 20 R.C. Wiggins, J.A. Benjamins, M.R. Krigman and P. Morell, *Brain Res.* 80, 345 (1974).
- 21 R.C. Wiggins, S.L. Miller, J.A. Benjamins, M.R. Krigman and P. Morell, *Brain Res.* 107, 257 (1976).

Effets de la vision sur la réponse tonique vibratoire d'un muscle ou de ses antagonistes chez l'homme normal¹

Effects of vision on tonic vibration response of a muscle or its antagonists in normal man

J.P. Roll, J.C. Gilhodes et M.F. Tardy-Gervet

Département de Psychophysiologie, Université de Provence, Marseille (France), 18 décembre 1978

Summary. In normal man, a vibratory stimulus applied to tendon of arm muscles can induce either a tonic motor response in the vibrated muscle or in its antagonists depending upon presence or absence of visual feedback from the arm (perception of position vs. perception of an illusive motion). Spinal motor effects of inputs from muscle spindle afferents elicited by vibration can be modified by the perceptive events experienced by the subject.

De très nombreux travaux²⁻⁴ ont montré que, chez l'homme, l'application d'une vibration sur le tendon d'un muscle entraîne une réponse musculaire tonique du muscle vibré, et un relâchement simultané de ses antagonistes. Cette réponse est interprétée comme une mise en jeu du circuit myotatique liée à l'activation spécifique, par le stimulus vibratoire, des afférences musculaires d'origine fusoriale⁵⁻⁸. Par ailleurs, dans le domaine perceptif, les résultats de Goodwin et al.⁹ montrent que la vibration d'un muscle conduit, en l'absence de vision directe du membre stimulé, à la perception d'un mouvement illusoire. Cette perception serait évoquée par les afférences issues du muscle vibré et interprétée, par le système nerveux central, comme une étirement du muscle stimulé.

Nos propres résultats sont en accord avec l'ensemble de ces données. Toutefois, nous avons pu montrer^{10,11} qu'une vibration ménagée des tendons des muscles du biceps brachial et triceps brachial, chez l'homme normal au repos et en l'absence de vision du membre vibré, non seulement entraînait la perception de mouvements illusoires (la vibration du triceps entraîne une sensation de flexion et celle du biceps une sensation d'extension) mais surtout faisait naître des activités E.M.G. dans les muscles antagonistes.

De telles réponses ne semblent pas avoir été précédemment décrites et restent de toutes façons difficilement interprétables dans le cadre des théories classiques sur l'organisation réciproque.

C'est dans le but de mieux connaître ces réponses E.M.G. paradoxales que nous avons entrepris d'étudier les effets de la vision sur les conditions de leur apparition et de leur maintien.

Matériel et méthodes. L'étude a porté sur 12 sujets humains adultes. Chaque sujet est assis confortablement dans un fauteuil, la main et l'avant-bras droits reposant sur un support mécanique horizontal fixe (conditions isométriques vérifiées par enregistrements potentiométriques permettant la détection d'un mouvement d'une amplitude supérieure à 0,2°). L'angle du coude est de 90° ou 110°. La tête étant maintenue immobile, le sujet peut en ouvrant les yeux, soit voir son avant-bras et sa main, soit voir seulement l'environnement. Les vibrations mécaniques (amplitude: 0,2 à 0,5 mm; fréquence: 70 Hz), appliquées au niveau des tendons distaux des muscles biceps ou triceps brachial, sont délivrées à l'aide d'un marteau électromagnétique LDS (type 201). Les électromyogrammes des muscles biceps brachial et triceps brachial, et le clignement palpébral, indicateur de la date d'ouverture ou de fermeture des yeux, sont enregistrés à l'aide d'électrodes de surface par dérivations bipolaires. La sensation de mouvement est appréciée par interrogation verbale du sujet (direction, présence/absence).

Résultats. La vibration continue du tendon distal du biceps brachial (figure 1) induit une réponse E.M.G. dans le triceps brachial lorsque le sujet a les yeux fermés. Cette

activité tricipitale est concomitante d'une sensation de mouvement de l'avant-bras dans le sens d'une extension. Lorsque le sujet regarde son avant-bras, la sensation de mouvement disparaît et l'activité E.M.G. du triceps fait place à une réponse E.M.G. dans le biceps. Ainsi la vision de l'avant-bras alternée avec la fermeture des yeux entraîne une mise en jeu alternée des muscles biceps et triceps brachial.

Des résultats analogues sont obtenus lorsque la vibration est appliquée au tendon distal du triceps brachial (figure 2). Lorsque le sujet a les yeux fermés, la vibration du triceps entraîne une activité E.M.G. dans le biceps associée à une sensation de flexion. Lorsque le sujet ouvre les yeux et regarde son avant-bras, la sensation cesse et il apparaît une activité E.M.G. dans le triceps. Si au lieu de regarder son avant-bras le sujet regarde seulement l'environnement, la

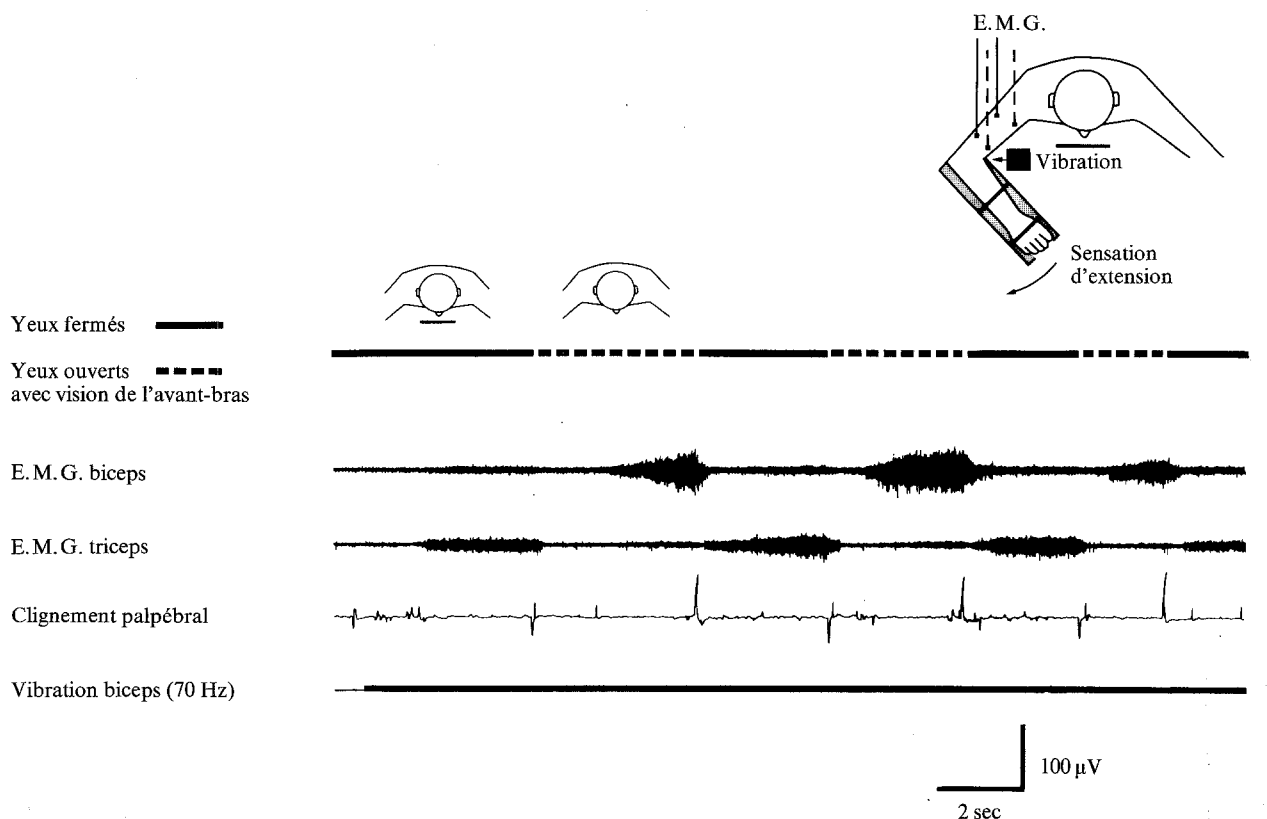


Fig. 1. Chez un sujet assis dans un fauteuil, la main et l'avant-bras droits immobilisés dans une gouttière (angle entre bras et avant-bras = 110°), on enregistre les E.M.G. de surface des muscles biceps et triceps brachial et le clignement palpébral. Une vibration de 70 Hz appliquée au tendon distal du biceps fait naître chez le sujet, les yeux fermés, une réponse E.M.G. dans le triceps, associée à une sensation d'extension de l'avant-bras. Lorsque le sujet regarde son avant-bras, l'activité du triceps est remplacée par une activité du biceps et la sensation disparaît.

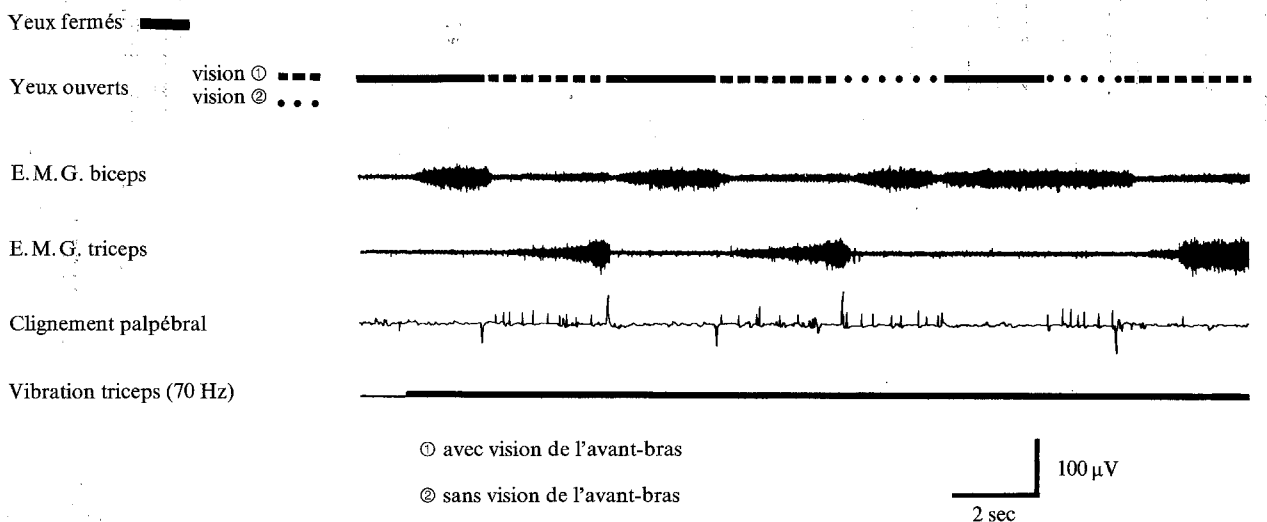


Fig. 2. Mêmes conditions d'enregistrement que pour la figure 1 (l'angle entre bras et avant-bras = 90°). Une vibration de 70 Hz portée sur le tendon distal du triceps brachial fait naître, chez le sujet yeux fermés ou regardant l'environnement, une activité E.M.G. dans le biceps, associée à une sensation de flexion de l'avant-bras. Lorsque le sujet regarde son avant-bras, cette sensation disparaît et une réponse E.M.G. se développe dans le triceps brachial.

réponse E.M.G. du triceps est remplacée par celle du biceps et la sensation de flexion réapparaît. Ainsi les effets perceptifs et électromyographiques lors de la fermeture des yeux ou lors de la vision de l'environnement semblent équivalents (figure 2). Il apparaît sur les enregistrements une très légère activité E.M.G. dans le biceps au moment du développement maximum des activités tricipitales liée à des diffusions des signaux électrophysiologiques (contrôle effectué pendant une activation volontaire du triceps).

Discussion. Nos résultats semblent indiquer que, selon le contexte perceptif, la vibration du tendon d'un muscle est susceptible de mettre en activité soit les motoneurones homonymes, soit les motoneurones des muscles antagonistes. En effet, la perception par le sujet de l'immobilité de son avant-bras (yeux ouverts), c'est-à-dire la perception d'une position définie et stable de celui-ci, confère aux afférences d'origine fusoriale des propriétés excitatrices sur le noyau moteur du muscle vibré. A l'inverse, la perception par le sujet d'une sensation illusoire de mouvement, lorsqu'il a les yeux fermés ou lorsqu'il regarde l'environnement, confère aux mêmes afférences des propriétés excitatrices sur le noyau moteur du muscle antagoniste.

Nos résultats diffèrent de ceux de Goodwin et al.⁹ qui obtiennent toujours chez leurs sujets (yeux fermés) des réponses de type T.V.R. dans les muscles vibrés. L'obtention, soit d'une T.V.R., soit d'une réponse des muscles antagonistes, nous semble devoir être liée aux conditions expérimentales différentes impliquant l'activité ou la passivité des muscles concernés. En effet, dans les expériences de Goodwin et al.⁹, les sujets maintiennent activement (contre les forces de gravité) l'avant-bras dans un plan vertical.

Dans les limites de nos conditions expérimentales, nos résultats suggèrent la prééminence des informations visuelles sur les informations proprioceptives fusoriales. En effet, si nous prenons par exemple le cas d'une vibration du triceps, les informations fusoriales évoquées par la vibration sont sensiblement analogues à celles qui peuvent naître de l'étirement du triceps lors d'une flexion, et sont probablement codées comme telles puisqu'elles entraînent, chez le sujet yeux fermés et bras immobilisés, la perception

d'un mouvement illusoire de flexion. Par contre, dès que le sujet regarde son avant-bras, les informations visuelles – indiquant que l'avant-bras est immobile et non en train d'exécuter un mouvement de flexion – deviennent prééminentes et suffisent à faire disparaître la réaction E.M.G. du biceps c'est-à-dire la réaction de flexion.

En résumé, les effets moteurs des afférences d'origine fusoriale semblent dépendre du contexte perceptif dans lequel elles sont évoquées, et suggèrent un remodelage fonctionnel de la connectivité neuronique au niveau spinal. L'hypothèse d'un tel remodelage s'appuie d'ailleurs sur des résultats neurophysiologiques, puisqu'il semblerait que les afférences fusoriales issues d'un muscle, puissent activer les motoneurones des muscles antagonistes¹²⁻¹⁵.

- 1 Cette étude est supportée financièrement par l'Université de Provence et le CNRS (E.R.A. 272).
- 2 K.E. Hagbarth et G. Eklund, dans: Nobel Symposium I, p.466. R. Granit, Almqvist and Wiskell, Stockholm 1966.
- 3 P.B.C. Matthews, dans Mammalian muscle receptors and their
- 4 P. De Gail, J.W. Lance et P.D. Neilson, J. Neurol. Neurosurg. Psychiat. 29, 1 (1966).
- 5 J.P. Roll, M. Bonnet, M. Hugon et M. Lacour. Electroenceph. clin. Neurophysiol. 34, 810 (1973).
- 6 S. Homma, K. Kanda et S. Watanabe, Jap. J. Physiol. 21, 405 (1971).
- 7 D. Burke, K.E. Hagbarth, L. Löfstedt et B.G. Wallin, J. Physiol., Lond. 261, 673 (1976).
- 8 E. Godaux, J.E. Desmedt et P. Demaret, Brain Res. 100, 175 (1977).
- 9 G.M. Goodwin, D.I. McCloskey et P.B.C. Matthews, Science 175, 1382 (1972).
- 10 J.P. Roll et J.C. Gilhodes, J. Physiol., Paris 130A (1977).
- 11 J.P. Roll et J.C. Gilhodes, Neurosci. Lett. 151, 458 (1978).
- 12 K.H. Sontag, P. Wand, H. Cremer et B. Mühlberg, Archs ital. Biol. 113, 44 (1975).
- 13 J. Trubatch et A. Van Harreveld, Exp. Neurol. 51, 337 (1976).
- 14 B. Appelberg, M. Hulliger, H. Johanson et P. Sojka, Neurosci. Lett. 151, 458 (1978).
- 15 E. Fetz, E. Jankowska, T. Johansson et J. Lipski, Neurosci. Lett. 151, 458 (1978).

Opposite effects of β -adrenoceptor stimulation and 8-bromo-cyclic AMP on potassium efflux in mammalian heart muscle

H. Nawrath, I. Blei and R. Gegner

Pharmakologisches Institut der Universität Mainz, D-6500 Mainz (Federal Republic of Germany), 12 April 1979

Summary. β -adrenoceptor stimulation by isoprenaline increases the potassium efflux in beating guinea-pig atria. This effect is not mimicked by 8-bromo-cyclic AMP, a cyclic AMP analogue which exerts a positive inotropic effect in this preparation.

Many effects of β -adrenergic agents seem to arise from stimulation of adenylate cyclase and the subsequent increase in intracellular cyclic AMP levels¹. It remains an open question whether cyclic AMP also mediates the effects of β -adrenoceptor stimulation on the potassium movements in heart muscle fibres. Dudel and Trautwein² found that strips of atrial muscle were substantially hyperpolarized by adrenaline, and Waddell³ pointed out that adrenaline and noradrenaline increase the fluxes of potassium through the resting cell membrane. This view was reemphasized by Glitsch et al.⁴, but on the other hand,

adrenaline has no marked effect on the resting membrane conductance⁵. Recently, it has been shown that adrenaline increases a voltage- and time-dependent outward current (called i_x)⁶ during the action potential in Purkinje fibres⁷ and atrial muscle⁸. Tsien et al.⁷ provided evidence for the view that cyclic AMP may mediate the effects of noradrenaline on both inward and outward plateau currents and the consequent changes in the action potential. We report here that β -adrenoceptor stimulation by isoprenaline increases the efflux of potassium in beating guinea-pig atria. This effect, however, is not mimicked by 8-bromo-cyclic AMP, a