

報 告

頸部水平回転運動における頭頂連合野の予測制御

雨 夜 勇 作

四條畷学園大学 リハビリテーション学部

玄番 央恵、中尾 和子、松崎 竜一

関西医科大学・生理学第2講座

キーワード

頸部水平回転、運動準備電位、頭頂連合野

要 旨

本研究の目的は、サルは頸部水平回転運動前に生じる大脳皮質活動を明らかにすることである。玄番らはサルに上肢運動（或いは発声）を行わせた際、各大脳皮質の表面で陰性、表面から2-3mm深部で陽性の準備電位（運動に約1秒先行して出現する電位）が発生することを既に報告している。そこで、サルが自発的に首を水平回転できるように訓練し、回転運動時の大脳皮質フィールド電位は対電極（表面電極、深部電極）で記録し、運動の軌跡（メカノグラム）はロータリーエンコーダーというトランスジューサーを介して記録、解析した。電位は、左右大脳皮質の運動前野、運動野、体性感覚野、頭頂連合野に麻醉下で埋め込まれた多数の電極から同時記録し、運動開始時点で通常100回加算平均した。なお記録後、データを速度別に分ける場合には、サルに300回以上続けて回転運動を行わせた。その結果、運動前野、運動野、体性感覚野、それと頭頂連合野の頭頂間溝の前壁・後壁何れにも準備電位が出現した。そして、運動前野、運動野や体性感覚野の電位には速度変化による一定の変化があるようには見えないが、一方、前壁・後壁においては速度が増すごとに、準備電位の運動開始時振幅、運動開始前面積の両方とも大きくなっていることがわかった。以上から、後部頭頂皮質は頸部水平回転運動の予測性速度制御に関与することが判明した。

【目 的】

首を回転する前の大脳皮質の活動は未だ明らかではない。玄番らはサルに自発的に手でレバー上げを行わせ、大脳皮質フィールド電位を対電極（表面電極と深部電極）で記録・解析し、運動に約1秒先行する表面-陰性、深部-陽性の緩電位が運動前野、運動野、体性感覚野および頭頂連合野に出現し、これらの皮質領野が手の運動準備に関わることを報告している。一方、頸部水平回転運動によって生じた前庭神経情報は頭頂連合野に達すると言われている。そこで我々はサルを訓練して自発性頸部水平回転運動を行わせ、頭頂連合野を含む多くの大脳皮質から対電極を用いて大脳皮質フィールド電位を記録・解析した。その結果、首を回転する前の大脳皮質の活動が明らかになるように推測されたので、試してみることに決めた。

に決めた。

【材料と方法】

3頭のサルを手術し、前頭前野、運動前野、運動野、体性感覚野及び頭頂連合野の大脳皮質の表面と表面から2.0~3.0mm深部に電極を埋め込んだ。その電極を用い、サルが自発性頸部水平回転運動を行う際の大脳皮質フィールド電位を記録した。回転運動の軌跡はロータリーエンコーダーというトランスジューサーを介して記録し、頸部を自発的に左（或いは右）へ5°以上回転すると、成功報酬を得るように設定されている。大脳皮質フィールド電位は通常、運動開始時点で各セッション（100回）on-lineで平均加算したが、off-lineで運動速度別（Slow：<88°/s; Middle：88-132°/s; Fast：>132°/s）

検討を行う際は、各セッション（300回以上）on-lineで平均加算した。運動速度と各脳部位における準備電位（表面電位マイナス深部電位として）の運動開始時電位振幅（A）及び運動前電位面積（B：A以前の基線と電位軌跡に囲まれた領域）の有意差検定にMann-Whitney検定とt検定を用いた。

【結果及び考察】

サルの頸部水平回転運動に約1秒先行する、表面－陰性、深部－陽性の運動準備電位が、運動方向と対側および同側の大腦半球の運動前野、運動躯幹領野、体性感覚躯幹領野に出現し、さらに頭頂連合野の頭頂間溝前壁及び後壁にも出現した。一方、サルの頭頂連合野の一部に前庭神経核からの平衡感覚入力があるとの報告もあるので、頭頂間溝の前壁（5野）及び後壁（7野）に着目して、両側の5野及び7野の合計4部位それぞれにおける、4日間の速度別準備電位のA及びBの1セッションあたりの平均値と標準偏差の平均を左方及び右方回転毎に計算し、有意差検定を行った。その結果、運動開始時電位振幅（A）は左右何れの回転でも4部位において速度増大と共に有意に増大した（ $P < 0.02$ ）。運動前電位面積（B）は3部位では速度増大と共に有意に増大した（ $P < 0.056$ ）。また、1部位は有意とは言えないが速度増大に共に増加傾向を示した。他方、同様の検討を運動前野、運動野、体性感覚野において行ったが、速度との間に特定の関係は認められなかった。以上から、後部頭頂皮質は頸部水平回転運動の予測性速度制御に関与することが判明した。

【謝 辞】

本研究は、現在関西医科大学名誉教授玄番央恵先生のご指導によって進められたものであり、2007年第42回日本理学療法学会で報告することが出来ました。玄番先生はじめ、関西医科大学第2生理講座の諸先生方に心より感謝申し上げます。

また、本研究は玄番先生が2007年3月15日に東京医学社から出版なさった「ニホンザル・さくらと私『認知機能』にアタッカー」の中に、ユーモアを交えてわかりやすく書かれてあります。

【文 献】

1) 植木 彰. アルツハイマー病は予防できるか. 日本予防医学会雑誌1; 13-16: 2006.

- 2) Laurin D, Verreault R, Lindsay J, et al. Physical activity and risk of cognitive impairment and dementia in elderly persons. *Arch Neurol* 58; 498-504: 2001.
- 3) Abbott RD, White LR, Ross GW, et al. Walking and dementia in physically capable elderly men. *JAMA* 292; 1447-1453: 2004.
- 4) Heyn P, Abreu BC, Ottenbacher KJ. The effects of exercise training on elderly persons with cognitive impairment and dementia: a meta-analysis. *Arch Phys Med Rehabil* 85; 1694-1704: 2004.
- 5) Colcombe SJ, Kramer AF, Erickson KI, et al. Cardiovascular fitness, cortical plasticity, and aging. *Proc Natl Acad Sci* 101; 3316-3321: 2004.
- 6) Chan AS, Ho Y, Cheung M, et al. Association Between mind-Body and cardiovascular exercises and memory in older adults. *JAGS* 53; 1754-1760: 2005.
- 7) Colcombe SJ, Erickson KI, Raz N, et al. Aerobic fitness reduces brain tissue loss in aging humans. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 58; 176-180: 2003.
- 8) Van Praag H, Chriatie BR, Sejnowski TJ, et al. Running enhances neurogenesis, learning, and long-term potentiation in mice. *Proc Natl Acad Sci* 96; 13427-13431: 1999.
- 9) Van Praag H, Kempermann G, Gage FH. Running increases cell proliferation and neurogenesis in the adult mouse dentate gyrus. *Nat Neurosci* 2; 266-270: 1999.
- 10) Ang ET, Wong PTH, Moolchala S, et al. Neuroprotection associated with running: is it a result of increased endogenous neurotrophic factors? *Neuroscience* 118; 335-345: 2003.
- 11) Gobbo OL, O'Mara SM. Exercise, but not environmental enrichment, improves learning after kainic acid-induced hippocampal neurodegeneration in association with an increase in brain-derived neurotrophic factor. *Behav Brain Res* 159; 21-26: 2005.
- 12) Radák Z, Kaneko T, Tahara S, et al. Regular exercise improves cognitive function and decreases oxidative damage in rat brain. *Neurochem Int* 38; 17-23: 2001.
- 13) Parnpiansil P, Jutapakdeegul N, Chentanez T, et al.

- Exercise during pregnancy increases hippocampal brain-derived neurotrophic factor mRNA expression and spatial learning in neonatal rat pup. *Neurosci Lett* 352; 45-48: 2003.
- 14) Leggio MG, Mandolesi L, Federico F, et al. Environmental enrichment promotes improved spatial abilities and enhanced dendritic growth in the rat. *Behav Brain Res* 163; 78-90: 2005.
- 15) Gemba H, Hashimoto S, Sasaki K. Cortical field potentials preceding visually initiated hand movements in the monkey. *Exp Brain Res* 42; 435-441: 1981.
- 16) Gemba H, Miki N, Sasaki K. Field potential change in the prefrontal cortex of the left hemisphere during learning processes of reaction-time hand movement with complex tone in the monkey. *Neurosci Lett* 190; 93-96: 1995.
- 17) Malinow MR, Hill JD, Ochsner AJ III. Heart rate in caged macaca fascicularis. Effects of short-term physical exercise. *J Med Primatol* 6; 69-75: 1977.
- 18) Gemba H. Motor programming for hand and vocalizing movements. In : Stuss DT and Knight RT ed. *The Frontal Lobe*. London: Oxford University Press, 127-148: 2002.
- 19) Sasaki K, Gemba H. Cortical potentials associated with voluntary movements in monkeys. In : Brunia CHM et al. ed. *Event-related Brain Research*. 80-96: 1991.
- 20) Sasaki K, Gemba H. Development and change of cortical field potentials during learning processes of visually initiated hand movements in the monkey. *Exp Brain Res* 48; 459-473: 1982.
- 21) Gemba H, Kyuhou S, Matsuzaki R, et al. Cortical field potentials associated with audio-initiated vocalization in monkeys. *Neurosci Lett* 272; 49-52: 1999.
- 22) Gemba H, Sasaki K. Potential related to no-go reaction in go/no-go hand movement with discrimination between tone stimuli of different frequencies in the monkey. *Brain Res* 537; 340-344: 1990.
- 23) Gemba H. Changes in cortical field potentials during learning processes of go/no-go reaction time hand movement with tone discrimination in the monkey. *Neurosci Lett* 159; 21-24: 1993.
- 24) Gemba H. Cortical field potential and cognitive functions. In : Wu JL et al. ed. *Complex Medical Engineering*. Springer-Verlag, 446-458: 2007.
- 25) Gould E, Reeves AJ, Graziano MS, Gross CG. Neurogenesis in the neocortex of adult primates. *Science* 5439; 548-552: 1999.

Preparative speed-control activities of the posterior parietal cortex for horizontal rotation movements of the neck

Yusaku Amaya

Shijonawate Gakuen University Faculty of Rehabilitation

Hisae Gemba , Kazuko Nakao, Ryuichi Matsuzaki

Department Physiology (Ⅱ), Kansai Medical University

Key words

horizontal rotation movement, readiness potential, posterior parietal cortex

Abstract

A purpose of this study is to clarify brain cortex activity to occur before simian cervical horizontal rotary motion. When we let a monkey perform superior limb movement (or we utter), Gemba has already reported what readiness potential (potential we go ahead of exercise for about 1 second, and to develop) which is positive in two or three mm deep part produces from negative, the surface at each cerebrocortical surface. Therefore a monkey trained a neck spontaneously to be able to turn horizontally and recorded brain cortex field potential at the time of rotary motion with counter electrode (surface electrode, depth electrode) and a kinetic trace (mechanogram) went through a rotary encoder and the transducer which said and analyzed a record. We recorded potential from a lot of electrodes buried in premotor area of right and left brain cortex, motor area, somatic sensory area, parietal association area under anesthesia at the same time and usually averaged 100 times of addition by exercise base line. In addition, after a record, we let a monkey perform rotary motion more than 300 times successively when we distributed data according to speed. As a result, readiness potential developed to premotor area, motor area, somatic sensory area, it and both paries anterior / paries posteriors of intraparietal sulcus of parietal association area. And there did not seem to be a constant change by a speed change, but potential of premotor area, motor area and somatic sensory area understood amplitude, that we grew big with both exercise preinitiation areas at exercise start time of readiness potential whenever speed increased in one, a paries anterior / a paries posterior. Thus, it became clear that rear vertex cortex contributed to predictability speed control of cervical horizontal rotary motion.