

# 尾殼核中央部對顎運動作用的肌電圖研究

## Regulation of Central part of Nucleus Caudate-Putamen on the Jaw Movement by Electromyographic Studies

國立臺灣師範大學 生物研究所

黃寶貴 吳京一

### 摘要

刺激顏面神經核能誘發二腹肌收縮，而引起開口運動；刺激三叉神經中腦核時，則誘發咬肌收縮，並引起閉口運動；而這些刺激強度及頻率的改變，都會導致開、閉口型式 (*pattern*) 的改變。

中等強度的電流刺激尾殼核中央部亦能誘發顯著的顎運動，且刺激頻率的改變，也會導致開、閉口型式的改變；其高頻率刺激能誘致開口優位，而顏面神經核與三叉神經中腦核受高頻率刺激均造成閉口優位的趨勢。

顏面神經核興奮所引起的開口運動和三叉神經中腦核刺激所引起的閉口運動，皆受到尾殼核中央部附加刺激的影響，惟不同頻率與不同刺激強度之附加刺激對上述之顎運動之影響不同；這將視顏面神經核或三叉神經中腦核之興奮狀態而定。

### 緒言

動物的咀嚼、吞嚥、舔舐和人類發聲運動等，均與口部和顎反射運動有深切的關係；其中顎反射運動包括開口反射、閉口反射及下顎反射等三種運動 (7, 9, 15, 20, 21, 24, 28)。開口反射主要是開口肌群的收縮，閉口反射主要是閉口肌群之興奮，而下顎反射運動則有賴開口肌神經、閉口肌神經及舌顎反射間之協調(9)。

在開口肌群之二腹肌中，一般相信其後腹 (*posterior belly*) 是由顏面神經背核 (*dorsal facial nucleus*) 所支配，而前腹是由三叉神經運動核 (*trigeminal motor nucleus*) 之後緣支配 (10)；因此，前、後二腹肌雖具一致之功能，却來自不同的運動神經核。

屬於閉口肌群之咬肌是由三叉神經運動核前緣所發出之運動纖維所支配 (10)；一般認為三叉神經中腦核 (*trigeminal mesencephalic nucleus*) 接受咬肌肌梭 (*muscle spindle*) 所發出之纖維 (

7, 11, 20)，並分布至三叉神經運動元。如此即與運動元間形成一興奮性單突觸聯繫 (*monosynaptic and excitatory linkage*) (8, 16, 26)。

上述之開、閉口運動除受顏面神經核與三叉神經中腦核之支配外，更接受如大腦皮質及邊緣系統 (*limbic system*) 等較高中樞之調節 (2, 16, 22, 23, 27, 29, 30)。尾殼核 (*caudate putamen nucleus*) 是基底核的主要部分，而基底核又與動物體性運動 (*somatic movement*) 之調節有密切相關；在 *Dellow* 及 *Lund* (4) 之報告中曾敘述白兔殼核受電刺激能誘發節律性咀嚼運動，而 *Tsukamoto* (29, 30) 亦謂尾核背部或腹部之興奮能引起刺激大腦皮質所引起之開、閉口肌之肌電圖 (*electromyogram*) 有明顯地改變；但是有關尾殼核中央部對顎運動的中樞統制，一直未見詳細而深入的研究報告。因此本實驗欲藉電生理學之觀察，來探討尾殼核對顎運動所擔負之角色。

### 實驗材料與方法

本實驗以 15 隻 250~330 公克重之雌、雄大白鼠 (Sparague-Dawley) 為實驗動物。在乙醚較度麻醉後，以腹腔內注射 35 mg/kg 之 *sodium pentobarbital* 作為較長效之麻醉，再進行氣管插管和股靜脈插管的手術。

### 1. 一般製備

把動物頭部固定於腦定位儀 (*stereotaxic apparatus*) 上，除去枕骨 (*occipital bone*) 及部分頂骨 (*parietal bone*)，再剪開該部之腦膜，

### 2. 刺激與記錄

將腦定位儀前端上舉與水平位置成 45°，然後刺激所用之同軸雙極針狀電極 (*concentric bipolar needle electrode*，除尖端 0.5 mm 外均絕緣，極距為 0.3 mm)，參考鼠腦解剖圖譜 (19) 分別插入左側三叉神經中腦核與顏面神經核，此二電極作試驗刺激 (*test stimulus*) 之用，並於對側之尾殼核上插入電極作為附加刺激 (*additional stimulus*)。記錄之順序均為先有試驗刺激 5 秒後，再加附加刺激 5~6 秒，再除去附加刺激，恢復為只有試驗刺激。本實驗中，常用之神經核刺激強度如次：顏面神經核 (12.4~25 V, 1 msec, 6 c/s)；三叉神經中腦核 (6.4~12.4 V, 1 msec, 6 c/s)；尾殼核 (3.6~10 V, 1 msec, 20 c/s)。

### 3. 尾殼核電極位置之組織學鑑定

為證實尾殼核之電極位置是否正確，於每次實驗完畢後，以直流電來凝固電極在尾殼核之位置 (5 mA, 通電 30 秒)。正極電流由尾殼核之電極以便插入刺激電極。將插在咬肌和二腹肌之雙心針電極分別連接在記錄納入裝置 (*input box*)，作為記錄肌電圖之用。另以二棉線結紮在下顎門齒的齒齦上，分別連接滑車及張力計 (*strain gauge*)，作為記錄下顎之下壓與上舉運動之用。此張力計再接入電橋盒 (*bridge-box, SR-JA Nihon Kohden*)。這電橋盒與上述之納入裝置均分別接在多功能記錄裝置 (*multi purpose polygraph RM-150 Nihon Kohden*)，以便同時記錄顎運動與肌電圖 (圖 1)。的中心軸通過，負極則置於肛門。其後，經生理鹽水及 10% 中性福馬林灌流後，取下腦部，再置於 10% 福馬林內固定，並使用冷凍切片機，切成厚度為 30~35 μm (微米) 之連續切片，並以 Klüver

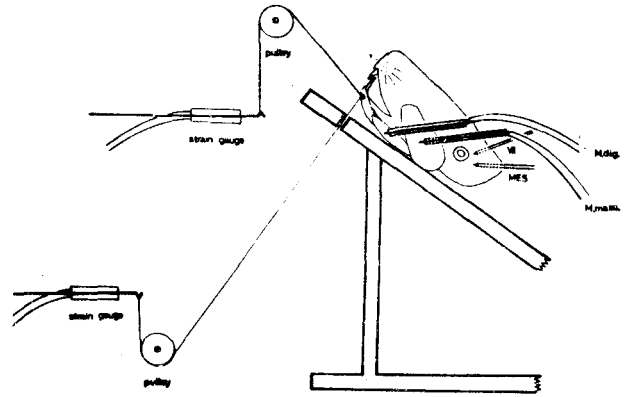


圖 1 記錄肌電圖及顎運動之實驗裝置簡圖。

- VII：用以刺激顏面神經核的同軸雙極針狀電極
- MES：用以刺激三叉神經中腦核的同軸雙極針狀電極
- M.dig.：用以記錄前二腹肌肌電圖的雙極針電極
- M.mass：用以記錄咬肌肌電圖的雙極針電極

*method* 染色，作為組織學上之鑑定。

## 實驗結果

### 1. 刺激顏面神經核並記錄前二腹肌與咬肌之肌電圖和顎運動

如圖 2-a，刺激顏面神經核能引起開口優位的顎運動，且刺激的電壓愈高，開口的振幅愈大。20 伏特以上的刺激，顎運動之振幅不再有顯着的增大；在較低電壓之刺激下，顎運動之振幅亦小，且沒有照着刺激頻率而產生顎運動 (如圖 2-b)。20 c/s 以下的刺激是極顯着的開口反應，顎運動的基底線逐漸提高，但 30 c/s 之刺激會使下顎先有大振幅之閉口運動，隨後即為小振幅之顎運動。(圖 2-c)。

### 2. 刺激三叉神經中腦核並記錄前二腹肌與咬肌之肌電圖和顎運動

如圖 3-a 所示，刺激三叉神經中腦核即引起閉口運動，且刺激電壓愈強，閉口振幅愈大。低電壓之刺激時，所產生之顎運動的次數已能按照刺激頻率 (如圖 3-b)；不同頻率刺激所引起之顎運動顯示：在 10 c/s 時即能引起最大振幅的閉口運動 (如圖 3-c)。

刺激顏面神經核和三叉神經中腦核，其肌電圖

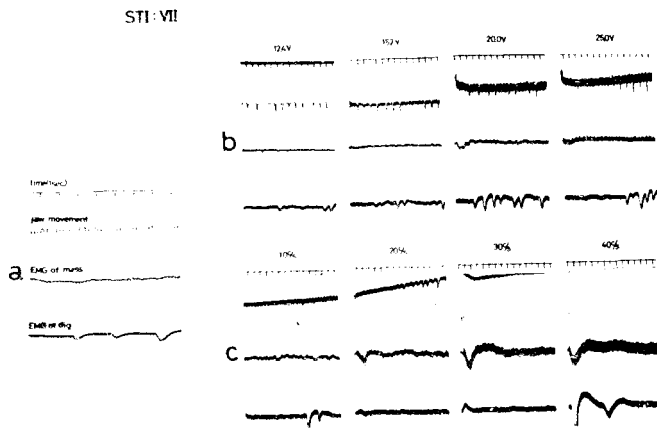


圖 2 刺激顏面神經核時的下顎運動及咬肌、二腹肌之肌電圖。

於圖中記錄由上至下為時間（1秒），下顎運動、咬肌肌電圖和二腹肌肌電圖。下顎之運動中曲線向上即表示閉口，向下表示開口運動，肌電圖之校正電壓與圖三同。

- (a) 快速度記錄，刺激強度：6 c/s，1 msec，25 V。
- (b) 刺激強度改變（7 c/s，1 msec，12.4，15.2，20.0，25.0 V。）
- (c) 刺激頻率改變（1 msec，25 V，10，20，30，40 c/s）

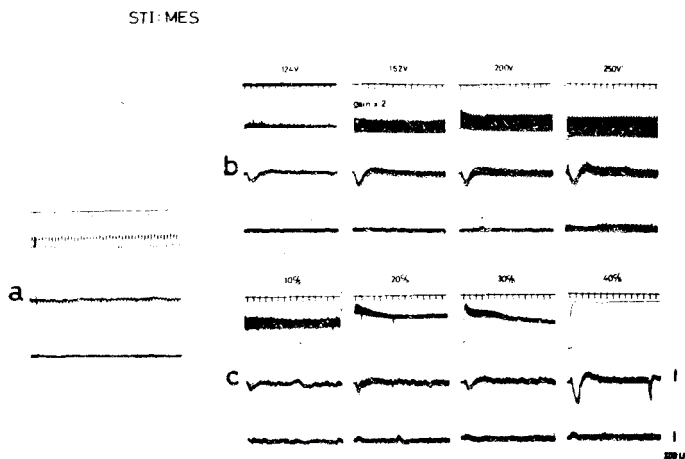


圖 3 三叉神經中腦核刺激時的下顎運動及咬肌、二腹肌之肌電圖。

於圖中記錄由上至下為時間（1秒），下顎運動、咬肌肌電圖，二腹肌肌電圖。下顎之運動、咬肌肌電圖，二腹肌肌電圖。下顎之運動中曲線向上即表示閉口，向下表示開口。

與圖二為同一大白鼠，肌電圖振幅之電壓校正與圖二共用，均為  $200 \mu V$ ，

- (a) 快速度記錄以顯示顎運動的情形，刺激強度為 7 c/s，1 msec，25 V。
- (b) 刺激強度改變（7 c/s，1 msec，12.4，15.2，20.0，25.0 V）。
- (c) 刺激頻率改變（1 msec，25 V，10，20，30，40 c/s）。

的尖形電位 ( spike ) 在刺激電壓較低或頻率少時均可看出 ( 如圖 2-b, c 及 3-b, c 中, 12-4 伏特, 10 c/s ), 但在較高頻率刺激時, 即有電流驅動 ( driving ) 之現象, 故不易看出其肌電圖。

### 3. 尾殼核興奮對誘發顎運動的作用

#### (1) 電壓強度的影響

顏面神經核興奮所引起的下顎運動中, 若給予較低電壓的尾殼核附加刺激時, 其運動即被抑制, 且附加刺激愈強, 抑制效果愈明顯 ( 如圖 4-a )。

而三叉神經中腦核所引起之閉口運動, 也深受尾殼核附加刺激的抑制; 附加刺激強度愈高, 抑制效果亦愈顯着 ( 如圖 4-b )。

因此, 無論是顏面神經核所誘發之開口運動, 或三叉神經中腦核所引起之閉口運動, 均受尾殼核附加刺激所抑制。其抑制效果與電壓強度有關; 但對前者, 其抑制所需之電壓較低。

#### (2) 尾殼核反覆刺激的影響

低頻率之反覆刺激尾殼核, 能誘發下顎有跟隨

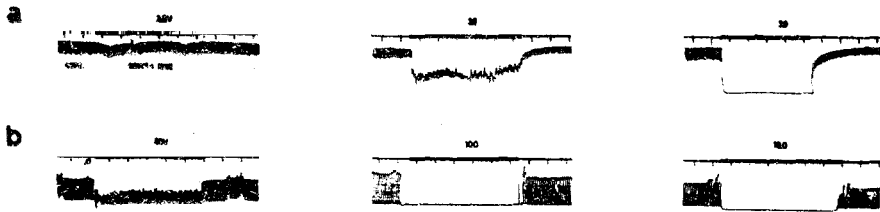


圖 4 不同強度之尾殼核附加刺激對顏面神經核和三叉神經中腦核。

圖上記錄之上列為時間 ( 1 秒 ), 時間上加有黑線條表示加入附加刺激, 未加黑線條表示只有試驗刺激。記錄上方之數字表刺激強度之伏特。

a 列: 附加刺激—右側尾殼核 ( 50 c/s, 1 msec, 2.8, 3.6, 3.9 V ), 試驗刺激—左側顏面神經核 ( 10 c/s, 1 msec, 27 V )。

b 列: 附加刺激—右側尾殼核 ( 50 c/s, 1 msec, 8.0, 10.0, 18.0 V ), 試驗刺激—左側三叉神經中腦核 ( 10 c/s, msec, 6.4 V )。

頻率之節律性運動出現 ( 如圖 5-a ) ; 惟 35 c/s 以上之高頻率刺激即會引起開口優位之下顎運動, 而使動物在開口狀態下僵直 ( tetanus ) 而停止。反覆刺激尾殼核引起開口狀態下僵直, 而反覆刺激顏面神經核與三叉神經中腦核却引起閉口狀態之僵直 ( 如圖 2-c, 3-c )。

如圖 5-b, c 所示, 顏面神經核與三叉神經中腦核所引起之顎運動, 隨着不同頻率的尾殼核刺激, 均使下顎之位置下壓, 但對前者之顎運動振幅會變小, 對後者之振幅却變大。因此, 尾殼核之附加刺激會使誘發之顎運動偏向開口方向。

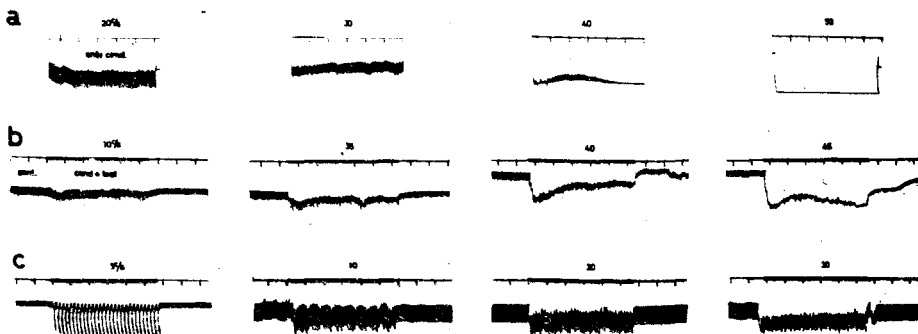


圖 5 說明見後頁

圖 5 不同頻率之尾殼核刺激所誘發之顎運動與其對顏面神經核和三叉神經中腦核（試驗刺激）所誘發之顎運動之作用。

圖上記錄之上列為時間（1 秒），時間上加有黑線條表示加入附加刺激，未加黑線條表示只有試驗刺激。

記錄上方之數字表刺激頻率。

a 列：右側尾殼核刺激誘發之顎運動（1 msec, 10 V, 20, 30, 40, 50 c/s）。

b 列：附加刺激—右側尾殼核（1 msec, 3.6 V, 10, 35, 40, 45 c/s），試驗刺激—左側顏面神經核（10 c/s, 1 msec, 27 V）。

c 列：附加刺激—右側尾殼核（1 msec, 10 V, 5, 10, 20, 30 c/s），試驗刺激—左側三叉神經中腦核（10 c/s, 1 msec, 6.4 V）。

## 討 論

由組織學上及電生理之方法證明咬肌肌梭所發出之纖維至三叉神經中腦核後其離心纖維至三叉神經運動核，與運動核間形成一興奮性單突觸聯繫（*monosynaptic and excitatory linkage* 8, 16, 26）。故三叉神經中腦核之興奮能引起閉口運動。

顏面神經核主司與顎運動有關者唯有顏面神經背核（32），背核支配二腹肌之後腹，而三叉神經運動核支配二腹肌之前腹。前、後二腹肌共同擔負閉口運動；因此，刺激顏面神經核能引起顯著的閉口動作。

本次實驗之裝置即將下顎固定於自然狀態的位置，故對咬肌及二腹肌未能適當的牽扯（*stretch*），因此肌電圖上未能記錄其自發性的放電（29）。刺激三叉神經中腦核時，其刺激通過離心纖維至運動核，引起咬肌的收縮；如刺激加大或頻率增加，即引起更大振幅之閉口運動或閉口狀態下之僵直。刺激顏面神經核時，則刺激電壓增加，閉口振幅也增大；但如頻率增加時，亦出現閉口的顎運動。換言之，增加刺激頻率便皆引起閉口優位的顎運動；依照 *Majima* (14) 之報告，支配開、閉口肌之三叉神經運動核之興奮，是就顎關節囊（*temporomandibular joint capsule*）之前外側部或後外側部所受牽扯之部位而定。認為下顎在閉口位置時，顎關節囊之前外側部受牽扯，而由此發出的傳入性本體感受器衝動（*afferent proprioceptor impulse*）至三叉神經之感覺核（*main sensory nucleus*）及脊髓路核吻側部（*rostralis*），而作用於支配閉口肌的運動核，使之受抑制，且對閉口肌運動核

亦有促進作用。如果下顎在開口位置時，即顎關節囊之後外側部被牽扯，該部之本體感受器衝動會傳至脊髓路核之尾側部（*caudalis*），而對閉口肌有促進作用，且對開口肌有抑制作用。本實驗中，高頻率的刺激顏面神經核即有閉口運動出現，這或與本實驗自然之開口位置之狀態下記錄其下顎運動所致。至於肌電圖，因其刺激部位與記錄部位較近，而記錄電極上發生電流驅動現象，致刺激擴延（*spread*）所致之現象，故未有明顯的差別可以看出；但在高頻率刺激即有二腹肌興奮，肌電圖之尖形電位稍高之趨勢。

就一般所知，基底核是動物體性運動的調節中樞之一，而尾殼核又是基底核的主要部分，依 *Dellow* 和 *Lund* (4) 之報告，白兔之尾殼核經電刺激能誘致咀嚼運動；本實驗中以 2~8 伏特，20~30 c/s 的電流刺激尾殼核，即能誘發顯著的顎運動。在 *Olds* (17) 的顱內自我刺激（*intracranial self-stimulation*）之實驗中，大白鼠在無麻醉之正常覺醒狀況下，腦部即能接受 6 伏特以上之自我刺激；*Sinnamon* (25) 亦曾請未麻醉之大白鼠側下視丘（*lateral hypothalamus*）之最適刺激強度為 8 伏特。又由 *Tsukamoto* (29, 30) 之刺激貓尾核背部所用之刺激強度而言，使用 100 c/s, 20 伏特時亦僅減少或根本沒有影響皮質所引起之下顎運動。因此，本實驗之老鼠尾殼核刺激用 8~10 伏特之電刺激所引起之顎運動，當可視為符合生理條件下所引起之顎運動。

在本實驗中，顏面神經核所誘發之閉口運動與三叉神經中腦核所引起之閉口運動之型式，均受尾殼核中央部附加刺激之影響；由實驗結果顯示，不

同電壓及頻率刺激尾殼核中央部，均使顎運動偏向開口優位的趨勢，且其顎運動之振幅在尾殼核附加刺激時，受到顯着的抑制。

尾殼核對於反射作用之調節，曾有以爲是促進者（1, 12, 18），或有以爲是抑制者（1, 3, 18），亦有以爲是沒有影響者（13）；在 *T. sukamoto*（30）之論文中曾引述文獻（5, 6），認爲動物麻醉方法、深度、 $\alpha$  route 或  $\gamma$  route 之被刺激部位之不同，此爲各研究報告意見紛歧的原因，且 *T. sukamoto* 認爲尾殼核腹部（*caudate nucleus ventralis*）對單突觸反射（如咬肌反射）有抑制作用，而背部（*caudate nucleus dorsalis*）對多突觸反射爲促進作用。於本實驗的刺激部份爲中央部，而認爲其作用亦屬於對單突觸反射有抑制作用，故其對於下顎運動皆爲開口優位。

## Reference

1. Austin, G., and H. Jasper, 1950. Diencephalic mechanism for facilitation and inhibition, *Fed. Proc.* 9: 6.
2. Baldwin, M., L. L. Frost, and C. D. Wood, 1954. Investigation of the primate amygdala movements of the jaws, *Neurol.* 4: 586-598.
3. Deadwyler, S. A., N. Hirasuna, and E. J. Wyers, 1974. Caudate stimulation and behavioral inhibition in the rat, *Brain Res.* 75: 59-70.
4. Dellow, P. G., and J. P. Lund, 1971. Evidence for central timing of rhythmical mastication, *J. Physiol.* 215: 1-13.
5. Eldred, E., and B. Fujimori, 1958. Relations of the reticular formation to muscle spindle activation, *Reticular formation of the brain*, Little Brown Co. 275-283.
6. Granit, R., B. Holmgren, and P. A. Merton, 1955. The two routes for excitation of muscle and their subservience to the cerebellum, *J. Physiol.* 130: 213-224.
7. Harrison, F., and K. B. Corbin, 1942. The central pathway for the jaw-jerk, *J. Physiol.* 135: 439-445.
8. Jerge, C. R., 1963. (I) Organization and function of trigeminal mesencephalic nucleus; (II) The function of the nucleus supratrigeminalis, *J. Neurophysiol.* 26: 379-402.
9. Kawamura, Y., 1963. Recent concept of the physiology of mastication, *Advances in oral biology* 1: 77-109.
10. Kawamura, Y., M. Funakoshi, S. Tsukamoto and M. Takata, 1968. Brain stem mechanisms controlling the jaw muscle-tonus of the dog, *J. Neurophysiol.* 31: 695-708.
11. Kidokoro, Y., K. Kubota, and R. Shuto, 1968. Reflex organization of cat masticatory muscles, *J. Neurophysiol.* 31: 695-708.
12. King, E. E., B. Minz, and K. R. Unna, 1955. The effect of the brain stem reticular formation on the linguomandibular reflex, *J. Comp. Neurol.* 102: 565-596.
13. Koizumi, K., J. Ushiyama, and C. Mc. C. Brooks, 1958. Reticular formation interactions, *Am. J. Physiol.* 195: 1-6.
14. Majima, T., and Y. Kawamura, 1965. Afferent influences from the temporomandibular joint capsule on activity of the trigeminal motor nucleus, *J. Physiol. soc. Japan*, 27: 387-394.
15. Matsunami, K., and K. Kubota, 1972. Muscle afferents of trigeminal mesencephalic tract nucleus and mastication in chronic monkeys, *Jap. J. Physiol.* 22: 545-555.
16. Nakamura, Y., L. J. Goldberg, and C. D. Clemente, 1967. Nature of suppression of the masseteric monosynaptic reflex induced by stimulation of the orbital gyrus of the cat, *Brain Res.* 6: 184-198.

17. Olds, J. , 1960. A motivational analysis of the reticular activating system, EEG clin. Neurophysiol. 12:445-454.
18. Peacock, S.M., and Jr. Q.R. Hodes, 1951. Influence of the forebrain on somatomotor activity II, Facilitation, J. Comp. Neurol. 94:409-426.
19. Rioch, J.M., 1934. The neural mechanism of mastication, J. Physiol. 108:168-176.
20. Rioch, J.M., 1934. The neural mechanism of mastication, J. Physiol. 108:168-176.
21. Rioch, J.M., and E.F. Lambert, 1934. The jaw-jerk and its afferent path, Am. J. Physiol. 108:50-54.
22. Sauerland, E.K., T. Knauss, Y. Nakamura, and C.D. Clemente, 1967. Inhibition of monosynaptic and polysynaptic reflexes and muscle tone by electrical stimulation of the cerebral cortex, Exp. Neurol. 17:159-171.
23. Sauerland, E.K., Y. Nakamura, and C.D. Clemente, 1967. The role of the lower brain stem in cortically induced inhibition of somatic reflex in the cat, Brain Res. 6:164-180.
24. Sherrington, C.S., 1917. Reflex elicitable in the cat from pinna vibrissae and jaws, J. Physiol. 51:404-431.
25. Sinnamon, H.M., 1973. Dorsal hippocampal unit of EEG responses to rewarding adversive brain stimulation in rats, Brain Res. 56:183-202.
26. Smith, R.D., H.Q. Marcarian, and W.T. Niemer, 1968. Direct projections from the masseteric nerve to the mesencephalic nucleus, J. Comp. Neurol. 133:495-502.
27. Smith, I.D., and T. Yokota, 1966. Cortically evoked depolarization of trigeminal cutaneous afferent fibers in the cat, J. Neurophysiol. 29:170-184.
28. Sumi, T., 1971. Modification of cortically evoked rhythmic chewing and swallowing from midbrain and pons, Jap. J. Physiol. 21:489-506.
29. Tsukamoto, S., 1963. Studies on brain mechanisms of jaw movements: (I) Analysis of jaw movements from the cortical jaw motor area and amygdala in the rabbit. (II) Innervation from the cortical jaw motor area and amygdaloid nucleus to jaw muscles, J. Physiol. Soc. Japan 25:12-38.
30. Tsukamoto, S., 1963. (III) Regulation of jaw movements from the caudate nucleus, J. Physiol. Soc. Japan 25:206-298.
31. Wu, C.Y., and B.P. Lee, 1974. Central integration of lateral amygdaloid nucleus on the masticatory movement, Biol. Bull. of Taiwan Normal Univ. 9:59-70.

## Abstract

Jaw opening and closing movements in the rat were evoked by stimulation of the facial nucleus, trigeminal mesencephalic nucleus and medial parts of the caudato-putamen nucleus. The patterns of these movements were altered by various intensities and frequencies of stimuli.

When the stimulation of caudato-putamen nucleus was added, the EMG patterns of jaw movements recorded from masseteric and digastric muscles were driven or depressed, and these results were affected remarkably by the additional stimuli of frequency and voltage on the caudato-putamen nucleus. From these results, it was concluded that the medial parts of caudato-putamen nucleus plays an important role in central integration of jaw movement.