

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成25年5月9日現在

機関番号：32667

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2010～2012

課題番号：22592079

研究課題名（和文）口腔・顔面・舌感覚と咀嚼時に生じる顎・顔面・頭部運動の制御機構解明

研究課題名（英文）Elucidation of control mechanisms of oral, facial, tongue sensation and jaw, facial, head movements during mastication

研究代表者

佐藤義英 (SATO YOSHIHIDE)

日本歯科大学・新潟生命歯学部・准教授

研究者番号：20287775

研究成果の概要（和文）：本研究では第1に前庭神経核刺激により、リズム的な顎運動と頸筋活動が変調するか実験を行った。リズム的な顎運動は顎顔面運動野の連続電気刺激により誘発した。板状筋筋電図は開口相の間もしくは開口相から閉口相へ移行する間にリズム的な群発活動を示した。しかしながら、胸鎖乳突筋筋電図はリズム的な顎運動中に群発活動は示さなかった。閉口相での内側前庭神経核刺激は、閉口運動の振幅を増加させ、胸鎖乳突筋筋電図に群発活動を誘発し、板状筋筋電図活動の持続時間を増加させた。開口相での内側前庭神経核刺激は、顎運動のリズムを妨げ、小さな閉口運動、胸鎖乳突筋筋電図の群発活動と板状筋筋電図活動の抑制期間を誘発した。開口相での外側前庭神経核刺激や上前庭神経核刺激は、開口運動の振幅を増加させた。閉口相での下前庭神経核刺激は閉口運動の振幅を減少させ、開口相での下前庭神経核刺激は開口運動の振幅を減少させた。これらの結果は前庭神経核がリズム的な顎運動と頸筋活動の変調に関与していることを意味する。次にリズム的な顎運動中の前庭神経核ニューロン活動を検索した。リズム的な顎運動は口蓋粘膜の機械刺激により誘発した。リズム的な顎運動中、約25%の前庭神経核ニューロンは発火頻度が増加し、10%の前庭神経核ニューロンは発火頻度が減少した。発火頻度の変化と顎運動の相（開口相と閉口相）との間に相関はなかった。これらの結果は前庭神経核ニューロンが顎運動の制御に関与していることを示唆している。

研究成果の概要（英文）：This study first examines whether stimulation of the vestibular nuclear (VN) complex can modulate rhythmic jaw movements and the rhythmic activity of the neck muscles. Rhythmic jaw movements were induced by repetitive electrical stimulation of the orofacial motor cortex. An electromyogram in the splenius muscles (spEMG) showed rhythmic bursts during the jaw-opening phase or during the transition from the jaw opening phase to the jaw-closing phase. In the sternomastoid (stEMG), however, the electromyogram did not show any bursts during rhythmic jaw movements. Stimulation of the medial vestibular nucleus (MVN) during the jaw-closing phase increased the amplitude of the jaw-closing movement, induced a transient burst in the stEMG, and the duration of activity in the spEMG was increased. Stimulation of the MVN during the jaw-opening phase disturbed the rhythm of jaw movements, induced a small jaw-closing movement, a transient burst in the stEMG and an inhibitory period in the spEMG. Stimulation of the superior and the lateral VN during the jaw-opening phase increased the amplitude of the jaw opening movement. Stimulation of the inferior VN during the jaw-closing and the jaw-opening phase respectively decreased the amplitude of the jaw-closing and the jaw-opening movements. These results imply that the VN is involved in the modulation of rhythmic jaw

movements and neck muscle activities. A further study then examines the neuronal activities of the VN neurons during rhythmic jaw movements. Rhythmic jaw movements were induced by mechanical stimulation of the palate mucosa. The firing rate of approximately 25% of VN neurons increased significantly, and that of 10% of VN neurons decreased significantly, during these rhythmic jaw movements. There was no correlation between the change in the firing rate and the phase of the rhythmic jaw movements (jaw-opening and jaw-closing phases). These results suggest that the VN neurons are involved in controlling jaw movements.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2010年度	1,900,000	570,000	2,470,000
2011年度	500,000	150,000	650,000
2012年度	600,000	180,000	780,000
年度			
年度			
総計	3,000,000	900,000	3,900,000

研究分野：医歯薬学

科研費の分科・細目：歯学・機能系基礎歯科学

キーワード：口腔・顔面・舌感覚、顎・顔面・頭部運動、咀嚼

1. 研究開始当初の背景

咀嚼時には口腔、顔面、舌からの感覚情報を基に、顎・顔面・舌運動が協調して行われている。しかしながら、これらの運動以外に頭部運動も生じていることが、ヒトや動物を用いた研究から多数報告されている(Igarashi et al. 2000, Ferrario et al. 1997, Eriksson et al. 2000, Henrikson-Haggman et al. 2004 など)。しかしながら、顎・顔面・頭部の協調運動の制御機構に関する研究は全く明らかにされていない。

前庭神経核は、平衡感覚入力を受け、身体のバランスが崩れ頭部が動いたとき、視線の方向を一定に保つ前庭動眼反射、頭部を元の位置に戻す前庭頸反射、体幹・四肢を元に戻す前庭脊髄反射に関与し、姿勢維持に役立っている。

また前庭神経核は、三叉神経一次求心性神経(Matesz, et al., 1983; Marfurt and Rajchert, 1991; Pinganaud et al, 1999)、咬筋を支配している三叉神経運動ニューロン(Giaconi et al, 2006, Cuccurazzu et al. 2007)、口腔・顔面・舌領域の感覚入力を受ける三叉神経主感覚核や三叉神経脊髄路核(Buisseret-Delmas et al, 1999, Valla et al. 2003, Cuccurazzu et al. 2007)、顔面筋を支配している顔面神経核(Shaw et al, 1983)と神経連絡があることが解剖学的研究から明らかとなっている。

生理学的研究から、平衡感覚の受容器が存在する半規管膨大部の刺激は、閉口筋運動ニューロンと開口筋運動ニューロンに興奮性応答を誘発することが報告されている(Tolu, et al, 1996)。

これらの解剖学的、生理学的研究から、前庭神経核は口腔・顔面・舌からの感覚入力を受け、咀嚼時における顎・顔面・頭部運動の制御に関与していると考えられる。

2. 研究の目的

前庭神経核の刺激により、顎運動、咀嚼筋活動および頸筋活動に、どのような変調が生じるか検索する。そして前庭神経核ニューロンの口腔・顔面・舌感覚入力と咀嚼筋・顔面筋・頸筋運動ニューロンへの出力様式を検索する。これらの研究により、口腔・顔面・舌感覚と咀嚼時に生じる顎・顔面・頭部運動の制御機構を解明する。

3. 研究の方法

(1) 前庭神経核の電氣的刺激が顎運動、咀嚼筋と頸筋に及ぼす影響

1) ウレタンの腹腔内注入によりラットを麻酔し、気管および大腿動静脈へカニューレを挿入する。全ての実験において、手術中、動物に苦痛を与えないため、血圧と心電図が一定で、後肢の痛み刺激に対

- し屈曲反射が生じないレベルの麻酔深度を保つ。また局所麻酔薬も併用する。
- 2) 大脳皮質顎顔面運動野の連続電気刺激により顎運動を誘発させ、顎運動と咬筋、顎二腹筋前腹、胸鎖乳突筋、板状筋からの筋電図を記録する。
 - 3) 顎運動誘発中に前庭神経核刺激を行い、顎運動と筋電図を記録する。
 - 4) 実験終了後、脳切片を作製し染色を行い、組織学的に刺激部位の確認を行う。
 - 5) 前庭神経核刺激前と刺激後の顎運動と筋電図の解析を行う。

(2) 顎運動中の前庭神経核ニューロン活動

- 1) ウレタンの腹腔内注入によりラットを麻酔し、気管および大腿動静脈へカニューレを挿入する。
- 2) 硬口蓋の機械的刺激により顎運動を誘発させる。
- 3) 顎運動と咬筋、顎二腹筋前腹、胸鎖乳突筋、板状筋から筋電図を記録する。
- 4) 前庭神経核から細胞外記録を行う。
- 5) 下顎の受動的な開口や咬筋、側頭筋、歯、舌、歯肉の圧覚刺激に対する前庭神経核ニューロンの記録を行う。
- 6) 実験終了後、組織学的に記録部位の確認を行う。
- 7) 顎運動中の開口相と閉口相や各筋電図活動と前庭神経核ニューロン活動との関係を解析する。
- 8) 顎運動と頭部運動における前庭神経核の役割を明らかにする。

4. 研究成果

- (1) 前庭神経核の電氣的刺激が顎運動、咀嚼筋と頸筋に及ぼす影響
 - 1) 板状筋は口腔顔面運動野の連続電気刺激により最初に生じる開口運動に伴って活動が上昇した。そしてリズム的な顎運動中、開口相の間、または開口相から閉口相へ移行する間、リズム的な群発活動が見られた。一方、胸鎖乳突筋は顎運動中、群発活動は見られなかった。
 - 2) 閉口相で内側前庭神経核を刺激した場合、閉口運動の振幅が増加し、前庭神経内側核刺激と同側への側方運動の振幅が増大した。また咬筋と胸鎖乳突筋で群発活動が誘発され、板状筋の活動時間が増加した。
 - 3) 開口相で内側前庭神経核を刺激した場合、小さな閉口運動が誘発し、側方運動の持続時間が増大した。また咬筋と胸鎖乳突筋で群発活動が誘発され、顎二腹筋前腹と板状筋の抑制が生じた。
 - 4) 閉口相で外側前庭神経核と上前庭神経核を刺激した場合、閉口運動の振幅に影響を及ぼさなかった。

- 5) 開口相で外側前庭神経核と上前庭神経核を刺激した場合、開口運動の振幅が増大した。
- 6) 閉口相で下前庭神経核を刺激した場合、閉口運動の振幅が減少した。
- 7) 開口相で下前庭神経核を刺激した場合、開口運動の振幅が減少した。
- 8) これらのことから、前庭神経核は皮質誘発性顎運動、顎筋と頸筋活動の変調に関与していることが示唆された。

(2) 顎運動中の前庭神経核ニューロン活動

- 1) 硬口蓋の機械刺激により、リズムが遅く大きな側方運動を伴うものと、リズムが速く単純な開閉口運動からなる2種類のリズム的な顎運動が誘発された。
- 2) 内側前庭神経、外側前庭神経核、上前庭神経核と下前庭神経核から、2種類の顎運動中、発火頻度が増加または減少するニューロンが記録された。
- 3) 2種類の顎運動中、発火頻度が増加するニューロンは減少するニューロンより、内側前庭神経、外側前庭神経核、上前庭神経核で多く記録された。一方、発火頻度が減少するニューロンは、下前庭神経核で最も多く記録された。
- 4) 顎運動中、変調したニューロンは前庭神経核内に混在していた。
- 5) 発火頻度の変化と顎運動の相（開口相と閉口相）の間に関係はなかった。
- 6) 変調したニューロンの発火頻度は、受動的な開口や硬口蓋・咬筋・側頭筋の圧刺激に対し変化しなかった。
- 7) これらのことから、前庭神経核は顎運動の調節に関与していることが示唆された。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計3件)

- ① Satoh Y, Ishizuka K, Murakami T : Modulation of cortically induced rhythmic jaw movements in rats by stimulation of the vestibular nuclear complex, *Neuroscience Research*, 査読有, 68, 307-314, 2010, DOI: 10.1016/j.neures.2010.08.006.
- ② Satoh Y, Yajima E, Nagamine Y, Ishizuka K, Murakami T : Effects of neck muscle activities during rhythmic jaw movements by stimulation of the medial vestibular nucleus in rats, *Brain Research Bulletin*, 査読有, 86, 447-453, 2011, DOI: 10.1016/j.brainresbull.2011.08.007
- ③ Satoh Y, Ishizuka K, Yajima E, Nagamine Y, Iwasaki S : Neuronal activities of the

vestibular nuclear complex during mechanically induced rhythmic jaw movements in rats, Brain Research Bulletin, 査読有, 89, 86-91, 2012, DOI: 10.1016/j.brainresbull.2012.07.006

〔学会発表〕(計11件)

- ① Satoh Y, Nagamine Y, Ishizuka K, Murakami T : Modulation of cortically induced rhythmical jaw movements by stimulation of the medial vestibular nucleus, 第87回日本生理学会, 平成22年5月20日, 盛岡市
- ② Satoh Y, Ishizuka K, Murakami T : Effects of the vestibular nucleus stimulation on cortically induced rhythmical jaw movements 第33回日本神経科学大会, 平成22年9月4日, 神戸市
- ③ 佐藤義英, 石塚健一, 村上俊樹 : 前庭神経核刺激による皮質誘発性のリズムミクな顎運動の変調, 第52回歯科基礎医学会学術大会, 平成22年9月21日, 東京都江戸川区
- ④ Satoh Y, Yajima E, Murakami T : Modulation of electromyographic activities of the neck muscles during cortically induced rhythmic jaw movements by stimulation of the medial vestibular nucleus, 第88回日本生理学会, 平成23年3月28日, 横浜市
- ⑤ Satoh Y, Yajima E, Nagamine Y, Ishizuka K, Murakami T : Effects of neck muscle activities during rhythmic jaw movements by stimulation of the medial vestibular nucleus, 第34回日本神経科学大会, 2011年9月16日, 横浜市
- ⑥ Satoh Y, Yajima E, Nagamine Y, Ishizuka K, Murakami T : Modulation of neck muscle activities during cortically induced rhythmic jaw movements by stimulation of the medial vestibular nucleus in rats, The 41th annual meeting of the society for neuroscience, 2011年11月14日, アメリカ・ワシントンD.C.
- ⑦ Satoh Y, Ishizuka K, Yajima E, Nagamine Y, Iwasaki S : Neuronal activities of the vestibular nuclear complex during rhythmic jaw movements, 第89回日本生理学会大会 2012年3月31日, 松本市
- ⑧ Satoh Y, Yajima E, Nagamine Y, Ishizuka K, Iwasaki S : Modulation of neck muscle activities during jaw movement by stimulation of the medial vestibular nucleus, 2012 Sino-Japan Dental Conference, 2012年4月27日, 中国・成都市
- ⑨ 佐藤義英, 石塚健一, 矢島絵理子, 岩崎信一 : リズムミクな顎運動中の前庭神経核ニューロン活動, 第54回歯科基礎医学会大会, 2012年9月15日 郡山市

⑩ Satoh Y, Ishizuka K, Yajima E, Nagamine Y, Iwasaki S : Modulation of neuronal activities in the vestibular nuclear complex during rhythmic jaw movements in the rat, 第35回日本神経科学大会 2012年9月18日, 名古屋市

⑪ Satoh Y, Ishizuka K, Yajima E, Nagamine Y, Iwasaki S : Neuronal activities in the vestibular nuclear complex during mechanically induced rhythmic jaw movements in the rat The 42nd annual meeting of the society for neuroscience, 2012年10月16日, アメリカ・ニューオリンズ

〔図書〕(計0件)

〔産業財産権〕

○出願状況(計0件)

○取得状況(計0件)

〔その他〕

ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究代表者

佐藤 義英 (SATOH YOSHIHIDE)

日本歯科大学・新潟生命歯学部・准教授

研究者番号 : 20287775