

# Twin block appliance 装着後の II 級 1 類不正咬合者における脳活動

廣瀬 将邦 中村 真治<sup>1)</sup> 氷室 利彦<sup>1)</sup>

Brain activity of Class II div.1 malocclusion  
after setting of a Twin block appliance

Masakuni HIROSE, Shinji NAKAMURA<sup>1)</sup> and Toshihiko HIMURO<sup>1)</sup>

We investigated the effects of gum-chewing on the primary motor area (PMA) when advancing the mandible with a twin block appliance (TBA). Twenty male adults were divided into the Class I (normal malocclusion, n=10) and Class II (Class II div. 1 malocclusion undergoing mandibular retrusion, n=10) groups. Brain activity, monitored with an NIRS, was significantly elevated in the Class I group with a TBA at 0 mm of advancement, while it was also significantly greater in the Class II group without a TBA. Furthermore, when fitted with a TBA with 4-6 mm of advancement, brain activity in the Class II group declined and became near that in the Class I group. These findings indicate the significance of improving the jaw relationship to normal in patients undergoing mandibular retrusion using a TBA from the aspect of brain activity involving the stomatognathic motor area.

key word : Class II div. 1, brain activity, twin block appliance, mandibular advancement, NIRS

## 緒 言

Class II div. 1 不正咬合は、古くから上気道の閉塞による口呼吸と関連し<sup>1)</sup>、下顎劣成長のない場合でも上気道の狭窄と関係している<sup>2)</sup>とされている。口呼吸を起こす上気道の鼻腔抵抗の増加は、overjetの増加、開咬、上顎の叢生と深い関連をもつ<sup>3)</sup>ことが明らかになっている。

Class II div. 1 不正咬合は、下顎劣成長に起因している<sup>4~10)</sup>ことが多い。睡眠時無呼吸症候群も、

しばしば上気道の障害に起因し、下顎後退と関連性が深いとされている。したがって、Class II 不正咬合者は、下顎後退によって睡眠時無呼吸症候群と同様に酸素の取り込み効率が低いと考えられる。

Class II div. 1 不正咬合の治療には、機能的顎矯正装置が適用され、咬合挙上させながら下顎の前方への成長促進を図り良好な治療効果が得られている<sup>8,11)</sup>。機能的顎矯正装置のTwin block appliance<sup>11)</sup>は、下顎を前方に誘導したまま咀嚼

受付：平成21年1月7日，受理：平成21年2月17日  
奥羽大学大学院歯学研究科口腔機能学領域顎顔面口腔  
矯正学専攻  
奥羽大学歯学部成長発育歯学講座歯科矯正学分野<sup>1)</sup>  
(指導：氷室利彦教授)

Department of Orthodontics and Dentofacial  
Orthopedics, Ohu University, Graduate School of  
Dentistry  
Division of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics,  
Department of Oral Growth and Development, Ohu  
University, Graduate School of Dentistry<sup>1)</sup>  
(Director : Prof. Toshihiko HIMURO)

運動させることで、咬合力を上下歯列に伝達するとともに関節突起の成長を促進させる装置である。装着直後には、口腔周囲組織に対して負荷を与え、快適に装着するのにおよそ3か月程度必要とされている<sup>11)</sup>。また、睡眠時無呼吸症候群の患者に応用される口腔内装置は、下顎を前進させるので使用感が良く<sup>12)</sup>、いびきや睡眠時の無呼吸症状を大きく改善させる<sup>13,14)</sup>。

脳血流は脳活動と関連していることから、fMRIや光トポグラフィによって、咀嚼運動時<sup>15,16)</sup>や咬合機能改善前後<sup>17)</sup>、下顎前進時<sup>14)</sup>における脳活動が広く検討されている。しかしながら、下顎後退患者に対して下顎を前進させ咀嚼運動した時の脳活動については明らかとなっていない。

そこで本研究の目的は、Twin block appliance (TBA) によって下顎を前進させた時のClass II div.1不正咬合者における一次運動野に与える影響を明らかにすることとした。

## 方 法

### 1. 被験者

被験者は、本研究の目的と意義を説明し同意の得られた本学の男子学生20名 (24.1±3.0 years [mean age±SD]) であった。これらの被験者は、顔貌診査によって下顎後退のみられたClass II div.1を呈するClass II群10名 (24.0±4.2 years)、および鼻呼吸で個性正常咬合を示し顔貌が整っているClass I群10名 (24.3±1.1years) であった。平均年齢に統計学的に有意な差は認められなかった。

平均overjetは、Class II群が+11.1mm、Class I群+1.9mmで統計学的に有意な差が認められた (p<0.01)。なお、Class II群のうち60%でいびきの経験があった。

### 2. Twin block appliance (TBA) の作製

構成咬合は、Pro-Jet Bite Jigs kit 2 mm (Great Lakes社製, N.Y., USA) を利用し上下顎中切歯間を垂直的に2 mm、前後的には0 mmで採得した。この場合、臼歯部でおよそ3~5 mm程度挙上される<sup>11)</sup>。プロジェクトバイトゲージを介して上下顎の口腔模型を咬合器 (FKO スプリットポストフィックスセーター, Dentaauram社製、

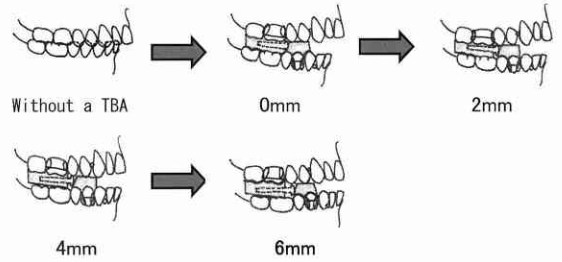


図1 Setting of mandibular advancement.

ツインブロック装置の上顎臼歯部ブロックに下顎前進用ネジが組み入れられている。下顎前進量は、上下顎中切歯間で垂直的に2 mm挙上し、未装着および0, 2, 4, 6 mmとした。

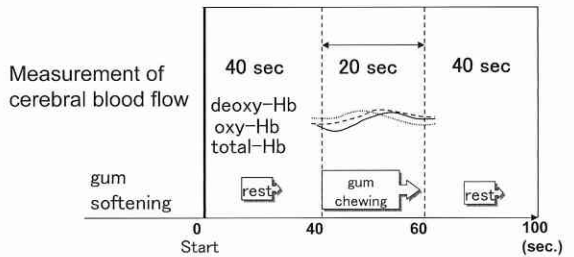


図2 Task and Measurement.

脳血流測定は、測定開始から40秒間下顎を安静にさせた後、タスクとして20秒間ガム咀嚼を実施した。再び40秒間安静させた。これを2回繰り返して計測を終了とした。

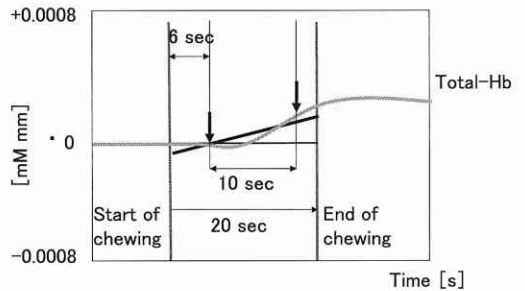


図3 Analysis.

ガム咀嚼開始6秒経過後、10秒間の線形近似曲線から直線の傾きを求めた。

Ispringen, Germany) に付着した。上顎のブロック部には、ステンレス製のネジを咬合平面に平行となるよう内蔵させ、下顎の前進量を正確に調節できる機構をもたせた<sup>18)</sup>。

### 3. 脳血流量の測定

脳血流量の測定には、光トポグラフィ装置 (日立メディコ社製 ETG-100, 東京, 日本) を用い

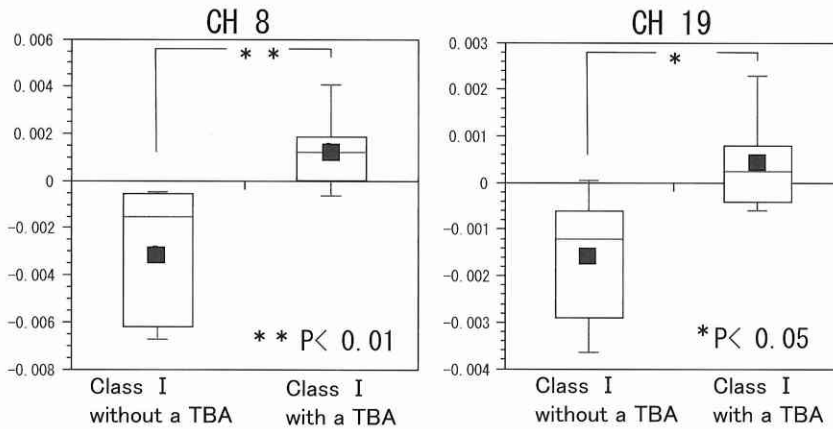


図4 Brain activity during gum chewing in Class I group

た。本研究では、顎口腔機能にかかわる一次感覚運動野の脳血流量を測定するために、頭頂から側頭の頭蓋部に片側12チャンネルの光ファイバークャップ（照射-検出間距離30mm, 24CH）を装着した。

近赤外光を用いた脳機能測定法は、国際10-20法に従って、咀嚼、嚥下に関連する顎口腔機能にかかわる一次感覚運動野に相当する部位を同定し、中心溝に一致させ光ファイバークャップを装着した。室内温度は、 $25^{\circ}\text{C} \pm 1$ に設定した。本研究の研究計画については、本学の倫理委員会の承認を受けている。

#### 4. タスク

測定にあたって、被験者には姿勢を安静に保つよう指示した。その後プローブキャップを装着し、あらかじめガムを咀嚼して軟化させた。

Class I群ではTBA未装着と装着後の2条件で、Class II群ではTBA未装着時および前方0mm, 2mm, 4mm, 6mm前進させた各5条件で測定した（図1）。構成咬合量の設定には、最小表示量0.01mm, 器差 $\pm 0.02\text{mm}$ のデジマチックキャリパ（Mitutoyo社製、神奈川、日本）を用いた。

測定開始から40秒間下顎を安静にさせた後、タスクとして20秒間ガム咀嚼を実施した。再び40秒間安静させ、20秒間ガム咀嚼を繰り返した。最後に40秒間の安静状態を保持させたところで、測定を終了した。（図2）。なお、ガム咀嚼は、自由咀嚼とした。

#### 5. データ解析

神経活動の変化が脳血流量の変化に反映されるまでにおよそ6秒の遅れがある<sup>10)</sup>ため、被験者の各条件下におけるガム咀嚼開始後6秒から10秒間のTotal-Hb波形の線形近似曲線から得た一次直線の傾きを脳血流量とした（図3）、片側12か所、合計24部位を計測した。Total-Hb波形の傾きは、+の符号を脳血流量の増加とみなし、-の符号を脳血流量の減少と解釈した。

統計学的解析には、Class I群のTBA未装着と装着0mmを24チャンネルそれぞれでWilcoxon t-testを行った。Class I群とClass II群のTBA未装着およびTBA装着の24チャンネルそれぞれでMann-Whitney U-testを行った。Class IIの群内では、TBA未装着および下顎を前方に0mm, 2mm, 4mm, 6mm移動させた5条件をWilcoxon t-test with Bonferroni Correctionによる多重比較を行った。

#### 結 果

Class I群においてTBA装着は、未装着と比較して、一次運動野の口腔機能領域の左半球のCh 8（中央値： $1.1 \times 10^{-3}$ , 4分位偏差： $1.8 \times 10^{-3}$ ）および右半球のCh19（中央値： $0.7 \times 10^{-3}$ , 4分位偏差： $2.0 \times 10^{-3}$ ）において統計学的に有意に上昇した（ $p < 0.05$ ）。（図4）。Class II群TBA未装着は、Class I群未装着と比較して、口腔機能の運動領域である左半球のCh 8（中央値： $1.4 \times 10^{-3}$ , 4分位偏差： $9.3 \times 10^{-3}$ ）および右半球

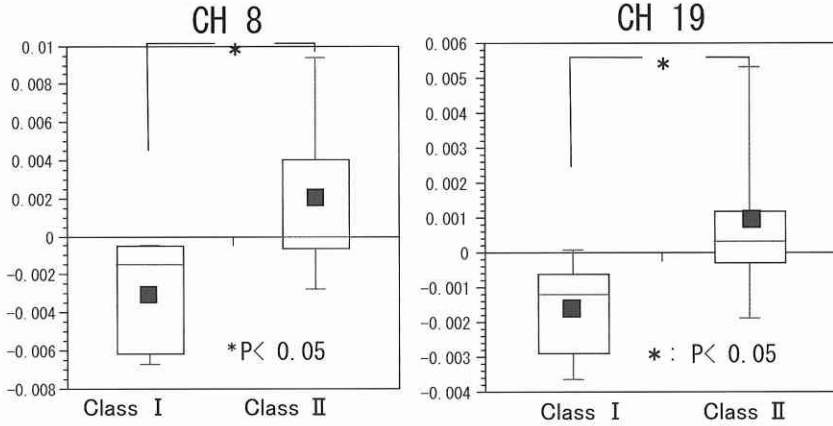


図5 Comparison between Class I and Class II during gum chewing without a TBA

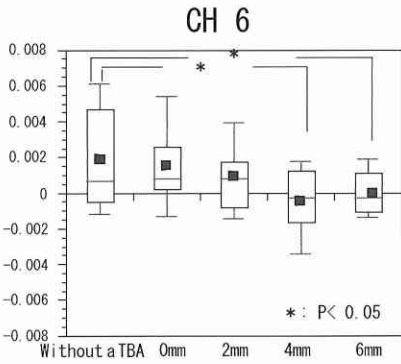


図6 Multiple comparison in Class II group

では、すべてのチャンネルで有意な差は認められなかった(図6)。

考 察

TBA未装着におけるガム咀嚼時をClass IIおよびClass Iの2群間で比較すると、Class II群は口腔機能の運動領域である左半球のch 8および右半球のch19で統計学的に有意に脳血流量が高かった。Hillら<sup>20)</sup>は、中等度の睡眠時無呼吸症候群をもつ小児で、中大脳動脈の血流量が多いことを示している。Class II患者は、睡眠時無呼吸症候群を伴うことが多く<sup>21)</sup>、また垂直的成長パターンを示す場合でもClass II不正咬合者の上咽頭腔は狭まっている<sup>22)</sup>。本研究のClass II群は、overjetが平均+11.1mmとClass I群の+1.9mmに比較して統計学的に有意に大きかったことから、著しい骨格性Class II形態による下顎後退の特徴を示していたものと推定される。したがって、Class II群は、睡眠時無呼吸症候群患者と同様に咽頭腔の狭窄による気道抵抗の上昇に対して酸素量を補償するために、一次運動野での脳活動を高めていたものと推察された。

本研究のClass I群とClass II群のTBA装着前進0mmの2群間の比較では、脳活動に有意な差が認められなかった。さらにClass IIの未装着とTBA装着0mmで、統計学的に有意な差がなかったことは、Class I群のTBA装着時のガム咀

Ch19 (中央値： $-7.5 \times 10^{-3}$ ，4分位偏差： $3.5 \times 10^{-3}$ )で統計学的に有意に大きかった ( $p < 0.05$ )

(図5)。さらにTBA装着時のClass II群とClass I群を比較したところ、すべてのチャンネルで統計学的に有意な差は認められなかった。

Class II群でTBA未装着を対照にTBA装着前進0-6mmまでの5条件で多重比較した結果を図6に示す。一次運動野の口腔機能の運動領域を示すチャンネル6では、4mm (中央値： $0.7 \times 10^{-3}$ ，4分位偏差： $3.6 \times 10^{-3}$ )と6mm (中央値： $-0.2 \times 10^{-3}$ ，4分位偏差： $2.0 \times 10^{-3}$ )で統計学的に有意に小さく脳血流量が減少した。中心溝および一次運動野の口腔領域のチャンネルにおけるその他のチャンネルでは、統計学的に有意な差は認められなかった。

前進0mm，2mmでの一次運動野の口腔領域

嚼で脳活動が高まったことを示している。中村ら<sup>18)</sup>は、健常人を対象にTBA装着前後でtappingしたときに脳活動に有意な差が認められなかった。本研究のClass I群でTBA装着により脳活動が上がったことは、tappingとガム咀嚼のtaskの違いによるものと考えられる。

前田と福味<sup>23)</sup>は、健常者の咬合挙上が5mmの場合に脳活動の向上効果があったと述べている。本研究では、TBA作製時に前歯部の高径を2mmに規定しているので臼歯部では3-5mm程度の咬合が挙上されている。したがって、Class I群で脳活動が増加したのはTBA装着による咬合挙上の影響と考えられた。

睡眠時無呼吸症候群の治療は、下顎を前進させる口腔内装置を適用<sup>24,25)</sup>し咽頭気道を拡大させ呼吸しやすくする<sup>26)</sup>方法がとられている。Kairaitisら<sup>27)</sup>は、ウサギの下顎を前進させることで気道内圧を減少させ、閉口時においても上気道の空気抵抗の減少に効果のあることを明らかにした。Hashimotoら<sup>14)</sup>は、fMRIにて健常人に下顎を前進(67%)させることで呼吸ストレスが減少し脳活動の負荷が軽減されたと述べている。

本研究のClass II群のCh 6で脳活動が低下した下顎前進4mmおよび6mmは、平均overjet+11mmのおよそ50%に近似していた。Class II群は、骨格的にも下顎後退を呈しており、睡眠時無呼吸症候群と類似した骨格形態を有していたものと推測される。したがって、Class II群の脳活動の減少は、睡眠時無呼吸症候群と同様に下顎の4mmおよび6mm前進によって気道が拡大し、気道周囲の運動制御に関する脳活動の負荷の軽減が生じたためと思われる。

## 結 論

Class II div. 1におけるガム咀嚼時の一次運動野の脳活動は、TBA未装着で高い値を示し、TBAを装着し下顎を大きく前進させることによってClass I個性正常咬合者の値に近づいた。これらの結果は、顎口腔の運動領域にかかわる脳活動の面から下顎後退患者をTBAで正常な顎関係に改善することの意義を支持している。

## 謝 辞

稿を終わるに臨み、本研究の遂行にあたりご協力を頂きました歯科矯正学分野の教室員各位に厚く御礼申し上げます。

さらに脳血流量の測定および解析方法にご指導、ご協力いただいた福島大学人間発達文化学類高谷理恵子准教授に衷心より感謝申し上げます。

本研究の要旨の一部は、第44回奥羽大学歯学会(2007年11月10日、郡山)において発表した。

## 参 考 文 献

- 1) Angle, E. H. : Treatment of malocclusion of the teeth and fractures of the maxillae 58 : 34-44 1977.
- 2) Kirjavainen, M. and Kirjavainen, T. : Upper airway dimensions in Class II malocclusion, Angle Orthod 77 : 1046-1053 2007.
- 3) Lopatient, K. and Babarskas, A. : Malocclusion and upper airway obstruction, Medicina 38 : 277-283 2002.
- 4) Drelich, R. C. and City, J. : A Cephalometric study of untreated Class II, division 1 Malocclusion, Angle Orthod 18 : 70-75 1948.
- 5) Craig, C. E. and Vancouver, B. C. : The Skeletal Patterns Characteristic of Class I and Class II, division 1 malocclusions in norma lateralis, Angle Orthod 21 : 44-56 1951.
- 6) McNamara, J. A. : Components of Class II malocclusion in children 8-10 years of age, Angle Orthod 51 : 177-202 1981.
- 7) Chung, C. H. and Wong, W. W. : Craniofacial growth in untreated skeletal Class II subjects : A longitudinal study, Am J Orthod Dentofacial Orthop 122 : 619-626 2002.
- 8) Panherz, H. and Michailidou, C. : Temporomandibular joint growth changes in hyperdivergent and hypodivergent Herbst subjects. A long-term roentgenographic cephalometric study, Am J Orthod Dentofacial Orthop 126 : 153-161 2004.
- 9) Chintakanon, K., Sampson, W., Wilkinson, T. and Townsend, G. : A prospective study of Twin-block appliance therapy assessed by magnetic resonance imaging, Am J Orthod Dentofacial Orthop 118 : 494-504 2000.
- 10) Marsan, G. : Effects of activator and high-pull headgear combination therapy : skeletal, dentalveolar, and soft tissue profile changes, Eur J Orthod 29 : 140-148 2007.
- 11) Clark, W. J. : The twin block technique, Am J

- Orthod Dentofacial Orthop **93** : 1-18 1988.
- 12) Chan, A. S., Lee, R. W. and Cistulli, P. A. : Dental appliance treatment for obstructive sleep apnea, *Chest* **132** : 693-699 2007.
- 13) Pancer, J., Al-Faifi, S., Al-Faifi, M. and Hoffstein, V. : Evaluation of Variable Mandibular Advancement Appliance for Treatment of Snoring and Sleep Apnea, *Chest* **116** : 1511-1518 1999.
- 14) Hashimoto, K., Ono, T., Honda, E., Maeda, K. *et al.* : Effects of mandibular advancement on brain activation during inspiratory loading in healthy subjects : a functional magnetic resonance imaging study, *J Appl Physiol* **100** : 579-586 2006.
- 15) Tamura, T., Kanayama, T., Yoshida, S. and Kawasaki, T. : Functional magnetic resonance imaging of human jaw movements, *J Oral Rehabil* **30** : 614-622 2003.
- 16) Kordass, B., Lucas, C., Huetzen, D., Zimmermann, C. *et al.* : Functional magnetic resonance imaging of brain activity during chewing and occlusion by natural teeth and occlusal splints, *Ann Anat* **189** : 371-376 2007.
- 17) Miyamoto, I., Yoshida, K., Tsuboi, Y. and Iizuka, T. : Rehabilitation with dental prosthesis can increase cerebral regional blood volume, *Clin Oral Impl Res* **16** : 723-727 2005.
- 18) Nakamura, S., Himuro, T. and Fukui, K. : Changes in cranio-facial soft tissue surface temperature and brain activity during tapping with Twin block appliance, *Orthod Waves* **65** : 112-119 2006.
- 19) 酒井邦嘉 : 光トポグラフィによる脳機能マッピング, *Radioisotopes* **49** : 115-116 2000.
- 20) Hill, C. M., Hogan, A. M., Onugha, N., Harrison, D. *et al.* : Increased cerebral blood flow velocity in children with mild sleep-disordered breathing : A possible association with abnormal neuropsychological function, *Pediatrics* **118** : 1100-1108 2006.
- 21) Hamada, T., Ono, T., Otsuka, R., Honda, E. *et al.* : Mandibular distraction osteogenesis in a skeletal Class II patient with obstructive sleep apnea, *Am J Orthod Dentofacial Orthop* **131** : 415-425 2007.
- 22) Freitas, M. R., Alcazar, NMPV., Janson, J. and Freitas, K. M. : Upper and lower pharyngeal airways in subjects with Class I and Class II malocclusions and different growth patterns, *Am J Orthod Dentofacial Orthop* **130** : 742-55 2006.
- 23) 前田剛司, 福味廣員 : 咬合挙上の運動効果に関する研究 (2) 咬合挙上と大脳活動の関係についての検討, *福井工業大学研究紀要* **33** : 261-266 2003.
- 24) Lamont, J., Baldwin, D. R., Hay, K. D. and Veale, A. G. : Effect of two types of mandibular advancement splints on snoring and obstructive sleep apnea, *Eur J Orthod* **20** : 293-297 1998.
- 25) Mehta, A., Qian, J., Petocz, P. and Darendeliler, M. A. : A randomized controlled study of a mandibular advancement splint for obstructive sleep apnea, *Am J Respir Crit Care Med* **163** : 1457-1461 2001.
- 26) Fransson, A. : A mandibular protruding device in obstructive sleep apnea and snoring, *Swed Dent J Suppl* **163** : 1-49 2003.
- 27) Kairaitis, K. : Mandibular advancement decreases pressure in the tissues surrounding the upper airway in rabbits, *J Appl Physiol* **100** : 349-356 2006.
- 著者への連絡先 : 廣瀬将邦, (〒963-8611) 郡山市富田町字三角堂31-1 奥羽大学歯学部成長発育歯学講座歯科矯正学分野  
Reprint requests : Masakuni HIROSE, Division of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics, Department of Oral Growth and Development, Ohi University School of Dentistry  
31-1 Misumido, Tomita, Koriyama, 963-8611, Japan