

Twin Block 療法によるⅡ級不正咬合者の筋活動の
変化と姿勢の関連性

奥羽大学大学院歯学研究科
顎顔面口腔矯正学専攻

山野辺 晋也

(指導：福井 和徳)

Relationship between Posture and Muscle Activity Changes
in Class II Malocclusion with Twin Block Therapy

Department of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics,
Ohu University, Graduate School of Dentistry

Shinya Yamanobe

(Director: Kazunori Fukui)

Abstract

We explore if it is possible to observe posture change of a patient of malocclusion before and after corrective treatment. Therefore, to determine the usefulness of Twin Block (TB) therapy, posture changes and changes in the bilateral sternocleidomastoid and trapezius muscle by TB therapy were examined in the class II malocclusion, as well as class I malocclusion.

Ten patients with Class II malocclusion in a retruded mandibular position (10 boys; mean age 10.6 ± 1.5 years) comprised the TB group and 10 patients with Class I malocclusion (10 boys; mean age 10.7 ± 1.3 years) were in the control group.

For both groups, lateral cephalogram findings were recorded at the initial examination. Compared to the control group, the TB group showed anteroposterior disharmony in the maxilla and mandible, and retrusion of the chin, resulting in significant differences regarding to the anteroposterior and vertical positions of the anterior teeth ($p < 0.05$).

For our analysis, standing position, head inclination, pitch and roll movement were examined using a motion capture system. In addition, electromyographs of muscles in the TB group (TB+, TB-) and control groups were captured.

Following use of the motion capture system, analysis of the range of head movement and amount of muscle activity indicated that muscle activity in the sternocleidomastoid and trapezius muscle was significantly increased, while the

range of head movement was significantly decreased when the appliance was used. Meanwhile, when the orthodontic appliance was weared, the amount of muscle activity was significantly decreased, whereas the range of head movement was significantly increased in both groups.

Our findings showed that TB therapy caused the ratio of muscle activity and range of head movement in both the sternocleidomastoid and trapezius muscle to become closer to control groups, indicating the usefulness of this TB appliance.

Key words: Twin Block therapy, Class II malocclusion, electromyography, motion capture, posture

抄 録

本研究は、矯正治療における不正咬合者の姿勢変化を知ることを目的としている。そこで、Ⅱ級不正咬合者にTwin Block療法（以下TB療法）を用いた時の姿勢変化と頭部運動時の上下僧帽筋、胸鎖乳突筋の筋活動変動をⅠ級不正咬合者と比較を行い、TB療法の有用性を検証することとした。

被験者は、下顎後方位のⅡ級不正咬合者10名（男児；平均年齢 10.6 ± 1.5 歳）をTB群、Ⅰ級不正咬合者10名（男児；平均年齢 10.7 ± 1.3 歳）をControl群とした。

TB群、Control群いずれも初回検査時で、側面頭部X線規格写真を採得した。両群を比較した結果、TB群は、Control群に対し、上下顎骨の前後的不調和ならびにオトガイ部の後方位を示し（ $p < 0.05$ ）、前歯の前後的、垂直的な位置に有意な差が認められた（ $p < 0.05$ ）。TB群{装

置装着，以下 TB（＋）・非装着，以下 TB（－）の両方} と Control 群には，立位姿勢，頭部屈曲（前後），回旋（左右），回転運動（左右）をモーションキャプチャシステム，左右側胸鎖乳突筋，上下僧帽筋の筋電図を採得，分析した。

モーションキャプチャシステムによる頭部移動量と筋活動量を比較した結果，Control 群に比べて TB（－）は胸鎖乳突筋と上部僧帽筋の筋活動量に有意な増加，頭部移動量の有意な減少が認められ，TB（＋）は TB（－）に比べて胸鎖乳突筋と上部僧帽筋の筋活動量に有意な減少，頭部移動量の有意な増加が認められた。

本研究結果から，TB 装置により頭部運動時における胸鎖乳突筋，上部僧帽筋の筋活動量の比率と頭部移動量が Control 群に近づき，TB 療法の有用性が示唆された。

緒 言

矯正臨床では，不正咬合者に機能的顎矯正装置を適用しているが，しばしば姿勢の改善が臨床的に観察されている。正常咬合者では，一般的に直立姿勢である¹⁾がⅡ級不正咬合者では，頭部前傾姿勢を示す²⁾ことが知られ，この異常姿勢と下顎の前後的な位置との関連性が伺える。Solow²⁾や Lippold³⁾らは，下顎位の修正による姿勢の改善を調査しており，下顎骨や頭部の形態と姿勢は，咀嚼筋，前頸筋，側頸筋が背筋や後頸筋と協調関係にあるため密接に関連するとの報告がされている。Björk⁴⁾は，頭部や頸部の傾斜が下顎骨の成長方向に影響されることを報告しており，姿勢異常や筋の不調和が下顎骨の成長異常を伴う不正咬合に関係していることを伺わせている。

姿勢の変形は，筋群や筋膜の短縮部が短いまま骨や関節に付着し，運動性の低下を惹起することが知られている。歯科領域での姿勢に関する研究は，咀嚼運動と頭部運動の関連や，姿勢と咬合の關係に注目した研究，顔面頭蓋と体幹との関連を調べた研究など数多く行われ⁵⁻¹⁰⁾ているものの，咬合状態との関連から頭部や体幹の運動を独立かつ経時的に計測している研究は少ない。近年，3次元的に頭部および体幹の運動を経時的に測定することを可能としたモーションキャプチャシステムは，運動解析への応用が著しい。そこでモーションキャプチャシステムで得られた頭部運動を評価することを目的に，非侵襲性で導出が簡易的な表面筋電図法を用い，頸椎の前屈を司る胸鎖乳突筋，頸椎の後屈を司る僧帽筋からの筋活動を経時的に計測し，TB装置を用いた矯正歯科治療と姿勢制御の関連性について検討することとした。

本研究では，このモーションキャプチャシステムの利用により，Ⅱ級不正咬合者にTB装置を用いた初回検査時のTB装置装着，非装着における姿勢変化を計測し，頭部運動時の上下僧帽筋，胸鎖乳突筋の筋活動変動をⅠ級不正咬合者における計測結果との比較を行った。

材料および方法

1. 対 象

被験者は，奥羽大学歯学部附属病院矯正歯科に来院し，下顎後退を伴う上顎前突症と診断されたⅡ級不正咬合者で，TB装置を適用した男児10名（平均年齢 10.7 ± 1.3 歳，以下TB群）とⅠ級不正咬合を有する男児10名（平均年齢 10.6 ± 1.5 歳，以下Control群）とした（Table 1）。

被験者の選択基準は以下に示す。

- 1 ; 歯列弓形態が左右対称で上下顎正中線の偏位が 2.0mm 以内であること
- 2 ; 第三大臼歯を除いて欠損歯が認められないこと
- 3 ; 矯正歯科治療の経験がないこと
- 4 ; 顎関節症状の既往がないこと
- 5 ; 叢生が軽度であること
- 6 ; 思春期成長ピーク前であること

TB 群

- 1 ; 臼歯部が左右側とも Angle Class II であること
- 2 ; overbite および overjet が +6.0mm 以上であること
- 3 ; 計測時期は 1 か月以内に、装置使用が 24 時間使用に移行していること

Control 群

- 1 ; 臼歯部が左右側とも Angle Class I であること
 - 2 ; overbite および overjet が +1.0～3.0mm であること
- 以上の条件を全て満たす者を選択した。

本研究は、奥羽大学倫理審査委員会の承認を受け（第 72 号）、被験者および保護者に研究の目的および方法を説明、同意を得て行った。

2. 顎顔面形態計測

両群における骨格系、歯系評価には、初回検査時の側面頭部 X 線規格写真を用いた。各項目について計測を 3 回行い、その平均値を使用し計測値とした。尚、計測は全て 1 名の実験者が行った。

計測項目は以下の通りとした（Figure 1）。

- 1 ; \angle SNA
- 2 ; \angle SNB

- 3 ; \angle ANB
- 4 ; \angle Facial angle
- 5 ; \angle FH plane to mandibular plane
- 6 ; A to McNamara' s line
- 7 ; Pogonion to McNamara' s line
- 8 ; \angle U1 to FH plane
- 9 ; \angle L1 to mandibular plane
- 10 ; overbite
- 11 ; overjet

3. TB 装置の作製 (Figure 2)

構成咬合は, Pro-Jet Bite Gauge (Great Lakes 社製, N. Y., USA) を使用し, 上下顎中切歯間を垂直的に 2.0mm, 前後的に 0mm, 臼歯咬合面間距離を 5.0~6.0mm として採得した。Projet Bite Gauge を介して上下顎の歯列模型を FK0-split-post fixator (Dentauram 社製, Ispringen, Germany) に付着し装置の作製を行った。装置の設計, 使用は Clark¹¹⁾ の方法に準拠した。

4. 測定方法

1) 頭部運動計測法

本研究では, Natural Point 社製の光学式 3 次元モーションキャプチャシステムである OptiTrack を用いて人体の動作を計測し, その動作をシミュレーションに用いた。計測システムは, コンピュータと, それに接続された 8 台の赤外線カメラ, 計測用の専用のソフトウェア (Natural Point ARENA) から構成される。計測時には 8 台の赤外線カメラで計測対象を取り囲むように配置した (Figure 3)。被験者は所定の位置に反射マーカが取り付けられたフルボディースーツを着用して動作を行った。

フルボディースーツはマーカー以外の反射をできるだけ防ぐために黒地のものを用いた。マーカーは、頭頂、左右上腕、左右の手背、背部、腰部、左右上肢、左右下肢および左右足背へキャプチャソフトの指示に従って取り付けられた。上肢と下肢にはそれぞれ2か所、腰部は4か所、他の部分にはそれぞれ3か所に取り付けた。その動作は計測システムにより記録され、BVH形式ファイルとして出力される。

各赤外線カメラの位置と計測空間の座標系を決定するために一定距離で設定した立方格子状のキャリブレーションフレームを運動解析ルームの床中央に設置し、各赤外線カメラで撮影した映像からキャリブレーションを行うことで、運動解析ルームの床中央が計測空間の原点に設定される。基準軸は右方向を正としたx軸、前方向を正としたy軸、上方向を正としたz軸とし、頭部の上下姿勢(pitch)、左右姿勢(yaw)および左右の傾斜(roll)として表される。

計測結果の1例を Figure 4 に示す。記録は全て1名の実験者が行った。

2) 精度試験 (Table 2)

デジタルノギス(Mitutoyo社, 東京, 最小表示量0.01mm, 器差 ± 0.02 mm)上に直径3.0mmの2つの半球マーカーを付着した。運動解析ルームの左右方向(x軸), 前後方向(y軸), 上下方向(z軸)へ0mmから150mmまで2つのマーカー間距離を50mmずつ移動させた実測値(真値)と, モーションキャプチャシステムによる計測値(sampling rate 160Hz, 2秒間測定)を求めた。実測値(真値)と計測値の差の平均は $+0.29 \sim +0.39$ mm, 標準誤差 $+0.007 \sim +0.009$ mmと高い精度を有していた。

3) 筋電図記録

筋電図の記録には，Polygraph system（日本光電工業社製，Tokyo, Japan）を用いた。被験者は直立し，フランクフルト水平面と床面が平行になるよう頭部を安定させた。電極を貼付する皮膚はアルコール綿で清拭し，完全に乾燥させた。筋活動の導出には被験者の衛生面を配慮し，ディスプレイブルタイプの二極式表面電極（Cardinal Health 209, Inc, USA）を用いた。

電極貼付部位はTeccoら⁶⁾に従い，上下僧帽筋，胸鎖乳突筋で，左右の筋の走行に沿って貼付した。不関電極は前額部に設定した。

計測波形の一例を Figure 5 に示す。筋電図の記録は全て 1 名の実験者が行った。

4) 実験手順

被験者には，踵を接してつま先を左右同じ程度に開き，上肢は体側に自然に接した楽な立位姿勢をとらせた。立位姿勢の平衡保持には，前方 2.0m の目の高さに鏡を立てかけ水平注視をとらせ，深呼吸を 2 回させて撮影した。撮影は，音や視刺激が少なく快適な室温（24℃）の部屋で，午前中に行った。

立位姿勢での評価と頭部運動可動域と各種運動時の筋活動パターンを調べるために，頭部・体幹の基準点を求めた上で，頭部屈曲（前後），回旋（左右），回転（左右）運動をそれぞれ 7 回ずつ連続して行わせた。この行程をそれぞれ 2 回繰り返した。被験者 1 名の測定時間はモーションキャプチャシステムで約 15 分，その後十分な休憩をとった後に筋電図の記録で約 20 分を要した。体幹は固定

せず，運動速度や運動開始時の姿勢は被験者の自由に任せた。

5) データ解析

各測定部位の三次元的座標データは，データステーションに収集された。次にワークステーション上で34点のマーカにラベリングを行い，各マーカの三次元的位置を再現した。データ解析はソフトウェア(Natural Point ARENA)，およびパーソナルコンピュータ(Precision370, DELL社, USA)を使用した。

直立姿勢データは，頭部が安定する360frame付近から710frame(120 frame/秒)付近までとし，その後，頭部運動データを頭部屈曲(前後)，回旋(左右)，回転(左右)運動でそれぞれ7回ずつ計2回における最大値，最小値を記録し，各測定部位のマーカについてX軸，Y軸，Z軸方向の平均移動距離を算出した。

筋活動は筋電計を用いて左右2筋3部位を同時誘導し，高域遮断フィルター3 kHz，時定数0.01secで導出，記録した。

各筋電図は増幅後，Power lab(ADInstruments Pty Ltd, Australia)を用いてサンプリング周波数2 kHzでA/D変換し，パーソナルコンピュータへ取り込み，付属の波形解析ソフト(Chart v5.0 for Windows)を用いて頭部運動の筋活動量(RMS値)の解析を行った。

5. 統計学的分析

統計には，統計解析ソフトウェア(SPSS 19.0J, SPSS, Tokyo, Japan)を使用した。

計測時年齢，頭部移動距離，筋活動，側面頭部X線規格写真分析の比較には，Mann-Whitney U-testを用いた。

結 果

1. 側面頭部 X 線規格写真分析 (Table 3)

(1) 初回検査時

TB 群と Control 群との比較は, TB 群が骨格系で $\angle ANB$ が $+5.2 \pm 0.5^\circ$ と有意に大きく ($p < 0.05$), $\angle SNB$ が $75.9 \pm 0.9^\circ$, $\angle Facial\ angle$ が $81.9 \pm 1.3^\circ$, Pogonion to McNamara's line が $-11.0 \pm 1.8mm$ と有意に小さかった ($p < 0.05$)。歯系は TB 群で $\angle U1\ to\ FH\ plane$ が $119.6 \pm 2.6^\circ$, overbite が $+4.0 \pm 0.7mm$, overjet が $+7.0 \pm 1.2mm$ と有意に大きかった ($p < 0.05$)。

2. 頭部移動量 (Table 4)

(1) 直立姿勢

TB (-) が $31.8 \pm 1.4mm$, Control 群は $2.5 \pm 1.0mm$ となり有意に大きな値を示し ($p < 0.05$), TB (+) では $2.2 \pm 1.0mm$ となり TB (-) より有意に小さい値を示したが ($p < 0.01$), Control 群との比較では, 有意差は認められなかった。

(2) 屈曲 (前後), 回旋 (左右), 回転運動 (左右)

TB (-) が屈曲 (前後) 運動で $1357.8 \pm 0.1mm$, 回旋 (左右) 運動で $968.8 \pm 0.3mm$, 回転運動 (左右) で $1601.2 \pm 0.1mm$ となり, Control 群は $2289.5 \pm 0.1mm$, $1103.3 \pm 0.2mm$, $1902.1 \pm 0.1mm$ となり有意に小さな値を示し ($p < 0.01$, $p < 0.05$), TB (+) では, $2266.4 \pm 0.1mm$, $1083.1 \pm 0.3mm$, $1890.3 \pm 0.1mm$ となり TB (-) より有意に大きな値を示したが ($p < 0.05$), Control 群と TB (+) の比較では, 有意差は認められなかった。

3. 筋活動分析 (Table 5)

(1) 筋活動量について

胸鎖乳突筋と上部僧帽筋の活動量は, TB(-) が屈曲(前後)運動で $52.2 \pm 24.1 \mu V$ と $50.7 \pm 15.2 \mu V$, 回旋(左右)運動で $51.9 \pm 31.3 \mu V$ と $50.39 \pm 37.4 \mu V$, Control 群は屈曲(前後)運動で $21.1 \pm 25.1 \mu V$ と $26.3 \pm 32.1 \mu V$, 回旋(左右)運動で $14.1 \pm 28.5 \mu V$ と $21.0 \pm 40.6 \mu V$ となり有意に大きな値を示し ($p < 0.05$), TB(+) では屈曲(前後)運動で $14.2 \pm 23.2 \mu V$ と $25.5 \pm 22.5 \mu V$, 回旋(左右)運動で $11.8 \pm 35.2 \mu V$ と $14.1 \pm 52.4 \mu V$ となり TB(-) より有意に小さい値を示した ($p < 0.05$)。下部僧帽筋では, TB(-) が回旋(左右)運動で $11.7 \pm 11.2 \mu V$, Control 群は $10.4 \pm 15.1 \mu V$ となり大きな値を示し, TB(+) では屈曲(前後)運動で $10.1 \pm 14.4 \mu V$, 回旋(左右)運動で $9.3 \pm 10.2 \mu V$ となり TB(-) より小さな値を示したが有意差は認められなかった。回転運動においては胸鎖乳突筋と上下僧帽筋ともに有意差は認められなかった。

考 察

1. 被験者の選択

本研究ではⅡ級不正咬合で下顎後方位を呈した者を TB 群, Ⅰ級不正咬合者を Control 群として被験者の選択を行った。Control 群は上下顎の垂直的, 前後的な不正が認められず, 軽度 (ALD: $-1.0 \sim -3.0 \text{ mm}$) の叢生を呈する。長久保ら¹⁾は一般的に正常咬合者は直立姿勢を示していること報告しており, 正常咬合に近い条件を満たすものとしてⅠ級不正咬合者を選択した。いずれも初回検査時に採得した手部 X 線写真から, 骨成熟自動評価システム (CASMAS)¹²⁾ を用い, 思春期成長ピーク前であること

を確認した。

両群を側面頭部 X 線規格写真で比較した結果，TB 群は Control 群に対し，上下顎骨の前後的不調和ならびにオトガイ部の後方位を示し，前歯の前後的，垂直的な位置に有意な差が認められ，TB 療法の適応となる。

2. TB 療法

Twin Block 装置は 1982 年 Clark¹³⁾ が考案し，短期間で咬合挙上や下顎の前方成長促進効果といった効果が得られることから，成長期における下顎後退したⅡ級不正咬合者の治療には，機能的顎矯正装置である TB 装置が矯正臨床で多く適用されている。

TB 装置の治療効果として，Trenouth¹⁴⁾ や Illing¹⁵⁾ らは ANB 角の改善，Patel ら¹⁶⁾ は B 点と pogonion の前進，Baccetti ら¹⁷⁾ は pogonion の前方成長量が 2.5mm/年，Toth ら¹⁸⁾ は overbite, overjet の改善を報告している。当講座の研究結果から TB 装置の治療効果として，著明な B 点と pogonion の前進による下顎骨の成長発育促進，ANB 角，overbite, overjet の改善が予測される。

Twin Block 装置における前後的な構成咬合量については，咬頭嵌合位と最大前方位との前後的距離の約 70% を越えず，切端位を超えない最大 10.0 mm までとし，それ以上の場合は 2 段階で行う方法¹⁹⁾や，下顎を一度に大きく前進させる single step 前進法と一回 2.0mm の前進を段階的に増加させていく stepwise 前進法の効果について比較検討^{20, 21)}がなされている。

本研究では TB 群の下顎前進移動量は 4.0mm と約 70% に相当していた。構成咬合の活性量については，大植ら²²⁾が，下顎 4.0mm 前進時に軟組織の運動機能の回復，前進

3.0mmと5.0～6.0mmを比較し効果に差がないとしており、適切な構成咬合が設定されていたと考えられる。

3. モーションキャプチャシステム

モーションキャプチャシステムとは人や物体の3次元空間内の動作を計測し、それらの各部分を数値化する機序である。本システムは、計測対象各部の座標値の時系列データを正確に取得できることから、対象の動作を定量的に評価するために利用されている。

モーションキャプチャシステムには、原理上、大きく分けて光学式、磁気式および機械式の3つの方式がある。本研究では、計測精度、範囲、サンプリング周波数が高く、頭部の屈曲、回転運動の動作分析にも十分対応できる性能を備えている光学式のシステムを採用した。頭部運動における回転運動はMiyaokaら²³⁾によって定量化された運動で、従来の記録装置では計測できない運動要素であることから、モーションキャプチャを用いた本研究の有効性を示すものであるといえる。

4. 筋電図による評価

被験筋は表面電極で導出しやすい頸椎の前屈を司る胸鎖乳突筋、そして、頸椎の後屈を司る僧帽筋とした。

筋電図評価には、下顎安静位^{24, 25)}、噛み締め²⁵⁾などの報告がある。その中でTB装置の機能的評価として、噛み締め、嚙下における側頭筋、咬筋の増加を示したAggarwalら²⁶⁾、顎関節との関連をみたRohidaら²⁷⁾がある一方で、TB装置装着中の頭部運動を評価したものはなく、明確な有効性は示されていない。そこで本研究では、TB装置装着、非装着時の頭部運動時の筋電図による評価を行った。

頸筋活動量の比較では，TB（-）が屈曲（前後），回旋（左右）運動時で，胸鎖乳突筋と上部僧帽筋筋活動量が Control 群に比べて有意に大きく，TB（+）においては屈曲（前後），回旋（左右）運動時で，胸鎖乳突筋と上部僧帽筋筋活動量が TB（-）群と比べて有意に小さく，Control 群との有意差はみられなかった。これは TB 装置を装着することにより，下顎が前方へ位置し，胸鎖乳突筋と上部僧帽筋の緊張が弛緩したことで頭部が安定し，頭部が整直することで胸鎖乳突筋の伸展が，より顕著なものになったと考えられる。これは Tecco ら⁶⁾が下顎位が頸筋筋活動に影響を示すという報告を支持している。

今回の研究では，回転運動と下部僧帽筋の筋活動に有意差が認められなかったのは，被験者に特に限界運動を指示していないことが考えられる。頭部回転運動を頭部運動可動域の検査に使用する上では，運動初期と運動後と比較する必要性が示唆された。

5. 頭頸部の姿勢

顔面頭蓋との関係で取り上げられるのは主として頭頸部の姿勢，頭位である。これらは頭部の前後的あるいは側方的偏位，頭蓋の上向き，あるいは頭蓋と頸部の傾斜として表現される。頭位の姿勢は常に全身の姿勢と連動して変化するため，全身の姿勢の一部として評価することが望ましい。Huggare²⁸⁾らによれば，脊柱側弯症や筋性斜頸の患者には顔貌の非対称な者が多く，頭蓋の傾斜側の下顎骨は発育が劣り，咬合平面や下顎角前切痕は頭蓋と逆方向に傾斜しているという。脊柱の弯曲は，学童期に頸椎と胸椎が形成され，青年期には腰椎を含め完成することからも，TB 装置にて下顎の成長反応を最大限に引き出し，前後的顎間関係の改善が早期に得られること

は，姿勢の改善にも有効と考えられる。

6. 矯正治療に際して姿勢を観察する意義

不良姿勢は経年的に姿勢制御に影響し，やがて呼吸系や循環系，さらには神経系まで悪影響を及ぼす可能性が考えられる。

姿勢は，生活習慣と関連し，姿勢に対する自覚や認識が乏しいと，悪い姿勢が習慣化し，改善が困難になることがある。さらに，悪い姿勢を長年続けていると，加齢とともに修正が困難になり²⁹⁾，腰背部痛³⁰⁾，胃食道逆流症³¹⁾，心拍増加³²⁾や呼吸機能低下³³⁾等，様々な身体症状が出現する。予防には，成長発育期から自己の姿勢についての認識を高め，よい姿勢を意識した生活を行う習慣を身につけることが重要である。

姿勢に関する対応は，小学生頃から脊柱側弯の検査が行われているが，全ての学校で行われてはいないため学童期に自分の姿勢を評価される機会は少なく，また，病的異常に着目されているため，普段の姿勢についてはほとんど確認できていない状態である。

TB療法による矯正治療には，下顎骨の前方成長の促進効果に加え，Class II 不正咬合者の多くに見られる頭部前傾姿勢を正常姿勢に改善する効果が確認できた。

この治療の改善効果は，頸筋群の活動様式に変化をもたらすことになる。その結果，緊張性頸反射を介した咀嚼筋活動への悪影響が治療開始の早期に取り除かれると考えられる。

以上より，TB装置による矯正治療効果の1つに，頸筋群を介した咀嚼筋活動の積極的な改善が挙げられることになる。今後，頭部運動計測に運動初期と運動後を追加

し，Ⅱ級不正咬合者に限らずすべての不正咬合と全身との関連性を検証する予定である。

結 論

TB 群患者の下顎前方成長促進により，頭部運動時における胸鎖乳突筋，上部僧帽筋筋活動量および姿勢分析所見が Control 群に近づいたことから，TB 装置を使用することの有用性ととともに，頸筋群は，TB 装着時の上半身の改善に深く関与していることが示された。

本研究の要旨の一部は，第 56 回奥羽大学歯学会（平成 25 年 11 月 9 日，郡山）において発表した。

文 献

- 1) 長久保千春：男子学生における立位姿勢の評価と顎顔面形態との関連．日矯歯誌 54；37-51 1995.
- 2) Solow, B., Sonnesen, L. : Head posture and malocclusions. Eur. J. Orthod. 20；685-693 1998.
- 3) Lippold, C., Danesh, G., Hoppe, G., Drerup, B., Hackenberg, L. : Sagittal Spinal Posture in Relation to Craniofacial Morphology. Angle Orthod. 76；625-631 2006.
- 4) Björk, A. : A follow-up x-ray study of the individual variation in growth occurring between the ages of 12 and 20 years and its relation to brain case and face development. Am. J. Orthod. 41；198-225 1955.
- 5) Shimazaki, K., Matsubara, N., Hisano, M., Soma, K. : Functional Relationships Between the Masseter and

- Sternocleidomastoid Muscle Activities During Gum Chewing. *Angle Orthod.* **76** ; 452-458 2006.
- 6) Tecco, S., Caputi, S., Festa, F. : Electromyographic Activity of Masticatory, Neck and Trunk Muscles of Subjects with Different Mandibular Divergence. *Angle Orthod.* **77** ; 260-265 2007.
 - 7) Pachi, F., Turla, R., Checchi, A.P. : Head Posture and Lower Arch Dental Crowding. *Angle Orthod.* **79** ; 873-879 2009.
 - 8) Motta, L.J., Fernandes, K.P.S., Ferrari, R.A.M., Gonzalez, D.A.B., Bussadori, S.K. : Temporomandibular dysfunction and cervical posture and occlusion in adolescents. *Braz. J. Oral Sci.* **11** ; 401-405 2012.
 - 9) Motoyoshi, M., Shimazaki, T., Sugsi, T., Namura, S. : Biomechanical influences of head posture on occlusion. *Eur. J. Orthod.* **24** ; 319-326 2002.
 - 10) Saito, Y., Hirano, H., Kurose, M., Yamada, Y. : Cervical range of motion and head movement trajectory During head inclination and turning tasks using electrical goniometer. *J. Jpn. Soc. Stomatognath. Funct.* **13** ; 21-30 2006.
 - 11) Clark, W. : Design and management of Twin Blocks : reflections after 30 years of clinical use. *J. Orthod.* **37** ; 209-216 2010.
 - 12) 骨成熟研究グループ : コンピュータ骨成熟評価システム . CASMAS に基づく日本人標準骨年齢アトラス ; 1-58 金原出版 東京 2003.
 - 13) Clark, W. J. : The twin block traction technique. *Eur. J. Orthod.* **4** ; 129-138 1982.
 - 14) Trenouth, M. J. : Proportional changes in cephalometric

- distances during Twin Block appliance therapy. Eur. J. Orthod. **24** ; 485-491 2002.
- 15) Illing, H. M., Morris, D. O., Lee, R. T. : A prospective evaluation of Bass, Bionator and Twin Block appliances. Part I – the hard tissues. Eur. J. Orthod. **20** ; 501-516 1998.
 - 16) Patel, H. P., Moseley, H. C., Noar, J. H. : Cephalometric Determinants of Successful Functional Appliance Therapy. Angle Orthod. **72** ; 410-417 2002.
 - 17) Baccetti, T., Franchi, L., Toth, L. R., McNamara, J. A. Jr. : Treatment timing for Twin-block therapy. Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop. **118** ; 159-170 2000.
 - 18) Toth, L. R., McNamara, J. A. Jr. : Treatment effects produced by the Twin-block appliance and the FR-2 appliance of Fränkel compared with an untreated Class sample. Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop. **116** ; 597-609 1999.
 - 19) Clark, W. J. : Treatment of Class II division 1 Malocclusion Deep Overbite. Twin block functional therapy. 2nd Ed ; 89-103 Mosby 2002.
 - 20) Banks, P., Wright, J., O'Brien, K. : Incremental versus maximum bite advancement during Twin-block therapy: A randomized controlled clinical trial. Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop. **126** ; 583-588 2004.
 - 21) Deljit, S. G., Robert, T. L. : Prospective clinical trial comparing the effects of conventional Twin-block and mini-block appliances : Part1. Hard tissue changes. Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop. **127** ; 465-472 2005.

- 22)Oue, K., Ryu, T., Himuro, T. : Kinetic Analysis of Facial Soft Tissue with Use of a Twin Block Appliance during Mandibular Movement. *Ohu. Univ. Dent. J.* **35** ; 1-10 2008.
- 23)Miyaoka, S., Hirano, H., Ashida, I., Miyaoka, Y., Yamada, Y. : Analysis of head movements coupled with trunk drift in healthy subjects. *Med. Biol. Eng. Comput.* **43** ; 395-402 2005.
- 24)Custodio, W., Gomes, S. G.F., Faot, F., Garcia, R. C. M. R., Cury, A. A. D. B. : Occlusal force, electromyographic activity of masticatory muscles and mandibular flexure of subjects with different facial types. *J. Appl. Oral Sci.* **19** ; 343-349 2011.
- 25)De Rossi, M., De Rossi, A., Hallak, J. E., Vitti, M., Regalo, S. C. H. : Electromyographic evaluation in children having rapid maxillary expansion. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.* **136** ; 355-360 2009.
- 26)Aggarwal, P., Kharbanda, O. P., Mathur, R., Duggal, R., Parkash, H. : Muscle response to the Twin-block appliance : An electromyographic study of the masseter and anterior temporal muscles. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.* **116** ; 405-414 1999.
- 27)Rohida, N. S., Bhad, W. : A clinical, MRI, and EMG analysis comparing the efficacy of Twin Blocks and flat occlusal splints in the management of disc displacements with reduction. *World. J. Orthod.* **11** ; 236-244 2010.
- 28)Huggare, J., Pirttiniemi, P., Serlo, W. : Head posture and dentofacial morphology in subjects treated for

- scoliosis. Proc. Finn. Dent. Soc. **87**; 151-158 1991.
- 29) 高井逸史, 宮野道雄, 中井伸夫, 山口武彦, 吉村知倫, 白濱晴美, 村上将典, 井上健太郎, 柄崎隆治, 周藤浩: 加齢による姿勢変化と姿勢制御. 日本生理人類学会誌 **62**; 11-16 2001.
- 30) 小林徹也, 熱田裕司, 武田直樹, 竹光正和, 小野沢司, 松野丈夫: 姿勢と腰痛-特に中高年者の姿勢変化について. 脊椎脊髄 **13**; 545-549 2000.
- 31) 春間賢: 円背による胃食道逆流症. 新薬と治療 **5**; 21-24 2004.
- 32) 青木長寿, 白木由美子, 白木正孝: 骨粗鬆症の合併症としての亀背が内蔵機能におよぼす影響. 日本骨代謝学会雑誌 **18**; 166 2000.
- 33) 三浦恭志, 川上紀明, 松原祐二, 後藤学: 高齢者の脊柱後弯と肺機能. 日本脊椎外科学会雑誌 **10**; 225 1999.

図表の解説

Figure 1. Cephalometric measurements: 1; \angle SNA, 2; \angle SNB, 3; \angle ANB, 4; Facial angle, 5; \angle FH plane to mandibular plane, 6; A to McNamara's line, 7; Pogonion to McNamara's line, 8; \angle U1 to FH plane, 9; \angle L1 to mandibular plane, 10; overbite, 11; overjet

Figure 2. TB appliance

Figure 3. Motion capture system

Figure 4. Range of head movement

Figure 5. EMG wave pattern

Table 1. Summary of subjects

Table 2. Accuracy test

Table 3. Comparison of cephalometric measurements

Table 4. 3-dimensional range of head movement

$[R = \sum_{t=1} \sqrt{(x_t - x_{t-1})^2 + (y_t - y_{t-1})^2 + (z_t - z_{t-1})^2}$ (x: right and left direction; y: forward and backward direction; z: upward and downward direction)].

Table 5. Variation of EMG activity

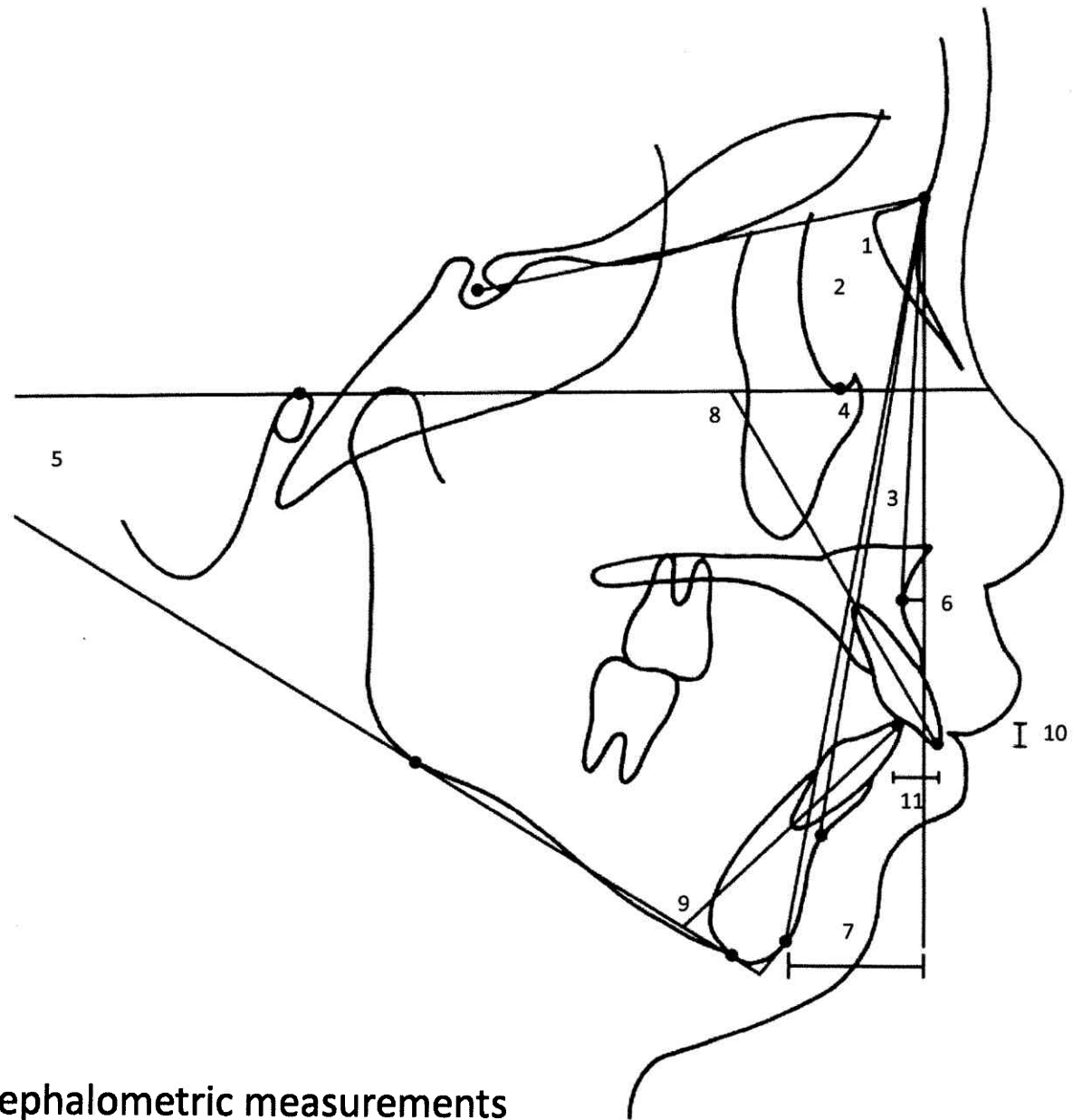


Figure 1. Cephalometric measurements

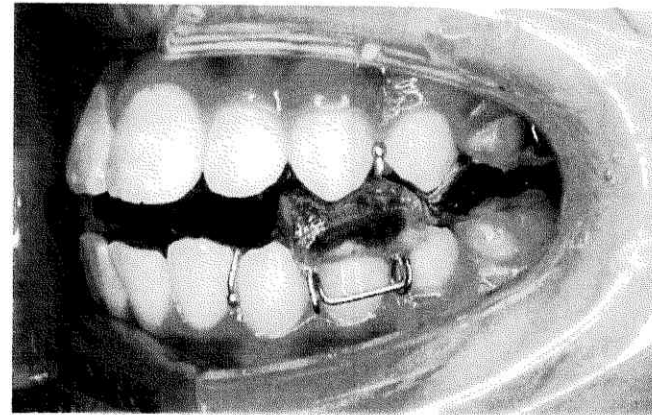
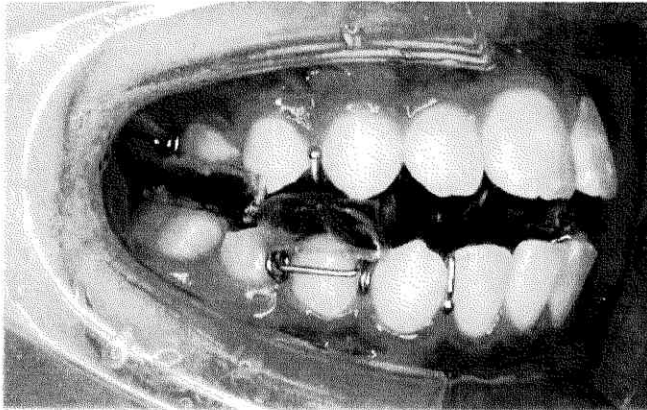
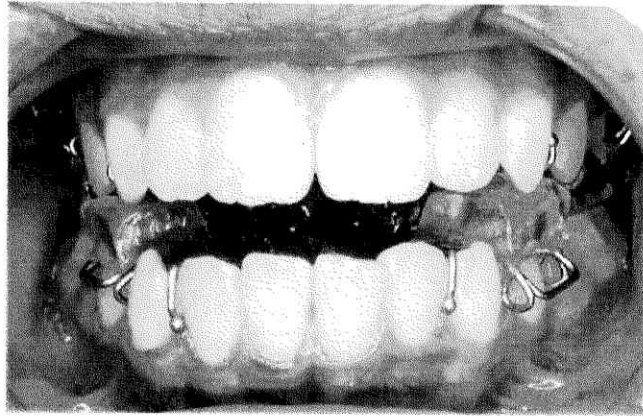


Figure 2. TB appliance

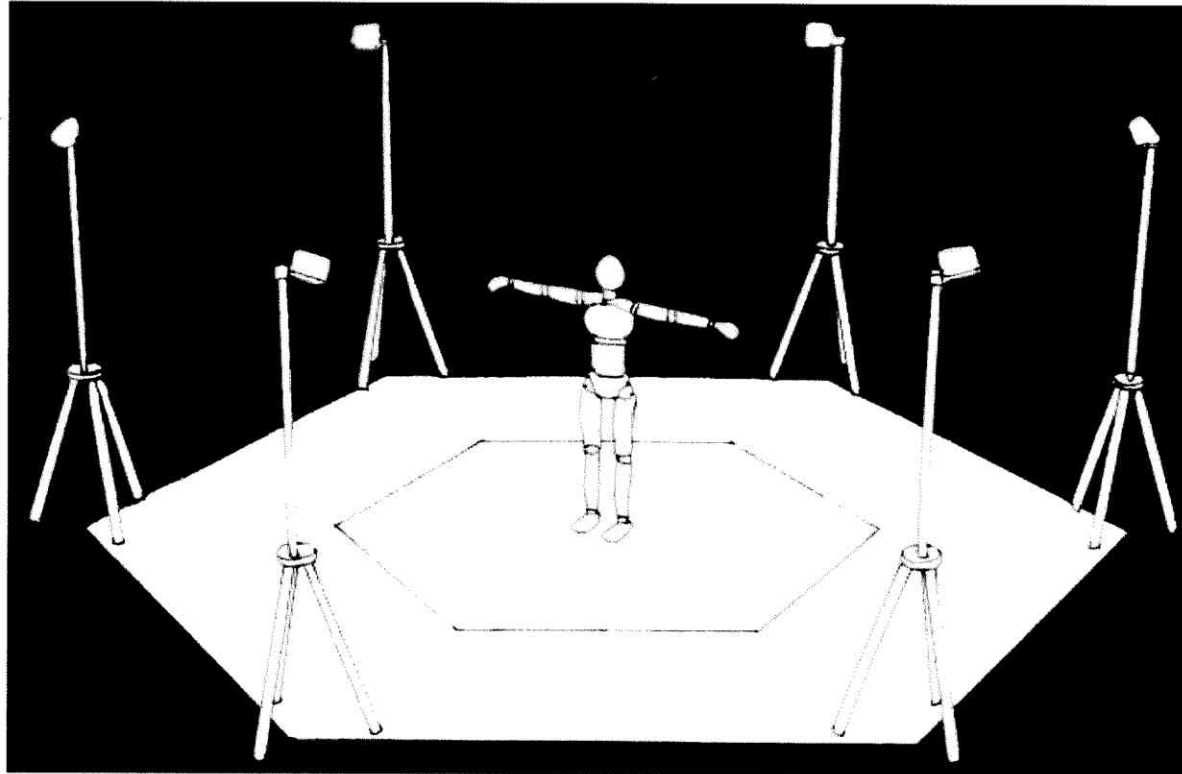
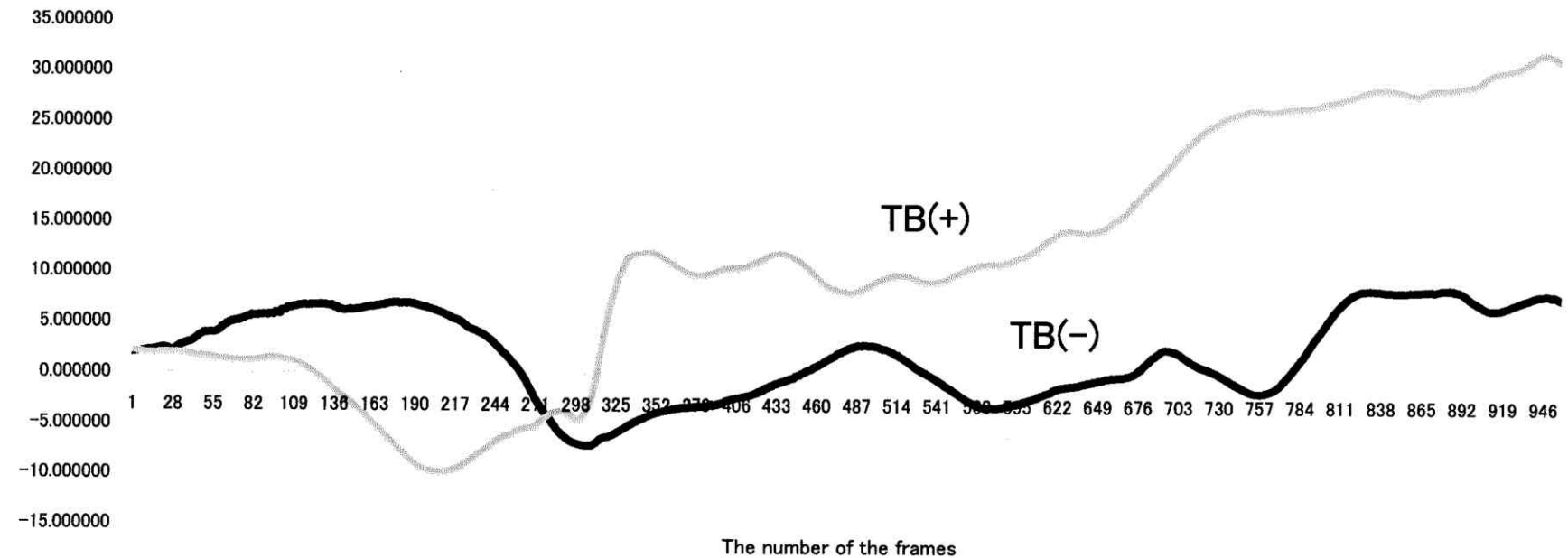


Figure 3 . Motion capture system

X Coordinate (mm)



TB(-):without TB appliance, TB(+):with TB appliance

Figure 4 . Range of head movement

TB(-) : without TB appliance

TB(+) : with TB appliance

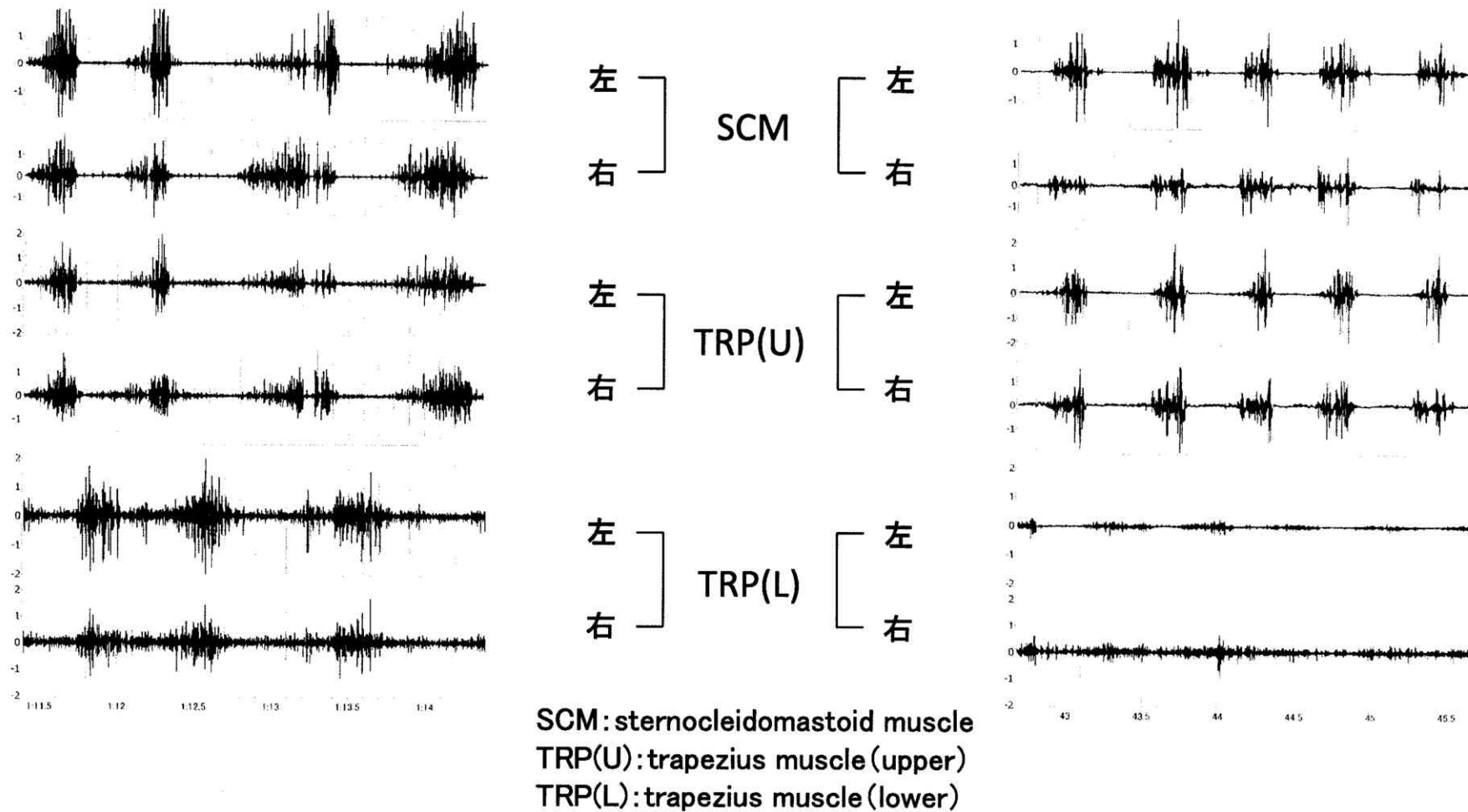


Figure 5. EMG wave pattern

Table 1. Summary of subjects

Total		Groups		Age (years)	Height(cm)	Weight(kg)	Rohrer index	BMI	Significance
Age (years)	N		Sex						
10.6±1.7	20	TB	10	Male	10.7±1.3	133.7±1.7	32.3±1.2	134.3±3.5	18.0±0.6
		Control	10		10.6±1.5	133.4±2.7	32.3±1.9	132.7±3.5	

*: $p < 0.05$ (Mann-Whitney U-test), N.S.: Not significant

Table 2. Accuracy test

	x-axis	y-axis	z-axis
Mean	0.29±0.18	0.39±0.13	0.35±0.21
SE	0.009	0.007	0.009

Mean: Mean difference, SE: Standard error

Table 3. Comparison of cephalometric measurements

	TB n=10	Control n=10	
Measurements	Mean SD	Mean SD	TB-Control
1; \angle SNA ($^{\circ}$)	81.1 \pm 0.9	81.7 \pm 0.9	N.S.
2; \angle SNB ($^{\circ}$)	75.9 \pm 0.9	79.1 \pm 0.6	*
3; \angle ANB ($^{\circ}$)	5.2 \pm 0.5	2.7 \pm 0.5	*
4; \angle Facial angle ($^{\circ}$)	81.9 \pm 1.3	84.2 \pm 1.0	*
5; \angle FH plane to mandibular plane ($^{\circ}$)	28.9 \pm 1.3	27.2 \pm 1.9	N.S.
6; A to McNamara's line (mm)	-0.2 \pm 1.6	-0.3 \pm 1.1	N.S.
7; Pogonion to McNamara's line (mm)	-11.0 \pm 1.8	-6.5 \pm 0.9	*
8; \angle U1 to FH plane ($^{\circ}$)	119.6 \pm 2.4	113.0 \pm 1.7	*
9; \angle L1 to mandibular plane ($^{\circ}$)	93.9 \pm 2.6	93.4 \pm 2.7	N.S.
10; Overbite (mm)	4.0 \pm 0.7	2.1 \pm 0.3	*
11; Overjet (mm)	7.0 \pm 1.2	2.8 \pm 0.6	*

* : $p < 0.05$ (Mann-Whitney U-test), N.S.: Not significant

Table 4. 3-D range of head movement (mm)

	Control	TB(—)	TB(+)	P-Value		
	Mean SD	Mean SD	Mean SD	Control —TB(—)	Control —TB(+)	TB(—) —TB(+)
Standing	2.54±1.0	31.8±1.4	2.26±1.0	*	N.S.	**
Pitch	2289.56±0.1	1357.85±0.1	2266.46±0.1	*	N.S.	*
Yaw	1103.34±0.2	968.87±0.3	1083.11±0.3	**	N.S.	*
Pitch+Yaw+Roll	1902.13±0.1	1601.24±0.1	1890.32±0.1	**	N.S.	*

*: $p < 0.05$, * *: $p < 0.01$ (Mann-Whitney U-test), N.S.: Not significant TB(—): without TB appliance, TB(+): with TB appliance

Table 5. Variation of EMG activity

			Control	TB(-)	TB(+)	Control - TB(-) Control - TB(+) TB(-) - TB(+)		
			Mean SD	Mean SD	Mean SD			
RMS-EMG (μ V)	SCM	Pitch	21.14 \pm 25.17	52.23 \pm 24.17	14.26 \pm 23.21	*	N.S.	*
		Yaw	14.12 \pm 28.52	51.94 \pm 31.31	11.87 \pm 35.25	*	N.S.	*
		Pitch+Yaw+Roll	62.00 \pm 24.52	67.74 \pm 33.31	71.11 \pm 44.25	N.S.	N.S.	N.S.
	TRP(U)	Pitch	26.33 \pm 32.12	50.75 \pm 15.28	25.51 \pm 22.58	*	N.S.	*
		Yaw	21.08 \pm 40.68	50.39 \pm 37.40	14.14 \pm 52.44	*	N.S.	*
		Pitch+Yaw+Roll	62.11 \pm 38.68	67.39 \pm 32.40	59.34 \pm 46.44	N.S.	N.S.	N.S.
	TRP(L)	Pitch	13.22 \pm 21.35	10.29 \pm 11.19	10.11 \pm 14.41	N.S.	N.S.	N.S.
		Yaw	10.48 \pm 15.18	11.77 \pm 11.25	9.38 \pm 10.21	N.S.	N.S.	N.S.
		Pitch+Yaw+Roll	13.35 \pm 18.18	16.28 \pm 11.25	19.21 \pm 18.25	N.S.	N.S.	N.S.

*: $p < 0.05$, **: $p < 0.01$ (Mann-Whitney U-test), N.S.: Not significant, TB(-): without TB appliance, TB(+): with TB appliance

SCM: sternocleidomastoid muscle, TRP(U): trapezius muscle (upper), TRP(L): trapezius muscle (lower)