OUKA
The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

| | |
|---|---|
| Title | 形成手術を受けた片側性唇顎口蓋裂児の咀嚼機能について : 咬合状態と咀嚼機能との関連性に関する研究 |
| Author(s) | 宮脇, 正一 |
| Citation | 大阪大学, 1994, 博士論文 |
| Version Type | VoR |
| URL | https://doi.org/10.11501/3075098 |
| rights | |
| Note | |

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

https://ir.library.osaka-u.ac.jp/

The University of Osaka

# 形成手術を受けた片側性唇顎口蓋裂児の咀嚼機能ついて：咬合状態と咀嚼機能との関連性に関する研究

大阪大学大学院歯学研究科臨床系
歯科矯正学講座
宮脇　正一

## 緒言

咀嚼運動は、基本的にcentral pattern generator(CPG)により規定されている[1～5]。また、大脳皮質の関与はもちろんのこと、歯根膜、口蓋、歯肉、顎関節、舌および口唇などのような末梢からの感覚性制御による修飾も受けている[6～12]。末梢からの感覚性制御に関して、ヒトにおいて咬合接触関係が変化すればその運動出力も変化することが報告されている[13～17]。従って、数多くある末梢の感覚受容器の中で、歯根膜の感覚受容器（機械あるいは圧受容器）が、咬合状態と咀嚼機能との関連性を検討する上で、重要な受容器であると考えられる。これに関しては、過去に歯根膜咀嚼筋反射[18,19]をはじめとして、数多くの報告がなされてきている[20～24]。これらは、解剖学的に受容器が多く存在する前歯についての報告である。一方、ブロック体の噛みしめ時あるいは開口時において、臼歯に加える力の方向が咀嚼筋活動の制御に関与することを示唆する報告も最近見られるようになってきた[25,26]。

形成手術を受けた唇顎口蓋裂患者は、口唇および口蓋の裂隙に対する改善が幼少時既に得られている。しかし、矯正臨床上は、上顎骨の劣成長とこれに起因する前歯部反対咬合や臼歯部交叉咬合が多くの症例で認められる。この様な唇顎口蓋裂患者の咀嚼機能に関して、咀嚼能率が低下しているという報告[27]、咀嚼筋筋電図上の咀嚼リズムが不安定であるという報告[28,29]および大臼歯の被蓋の違い（正常被蓋あるいは逆被蓋）が下顎運動パターンに影響するという報告[30]などがある。このような患者は、一般に、歯の位置、数および咬合接触関係はもとより、骨格形態、口唇および口蓋粘膜の形態が健常者とは著しく異なるため、唇顎口蓋裂患者に研究対象としての協力を依頼することにより、ヒトにおいて末梢構造の特性が咀嚼運動にどの様な影響を及ぼしているのかを調べることが可能と

なる。また今日まで、唇顎口蓋裂患者について、咀嚼運動時の下顎運動と咀嚼筋筋活動を同時記録し臼歯に加わる咀嚼力の方向との関連性を包括的に検討した報告、あるいは自由咀嚼時の最終嚥下までに要した咀嚼回数と時間に関する報告は著者の知る限りにおいてはない。従って、これらを調査、検討することは、歯科矯正学上、唇顎口蓋裂患者の咀嚼機能の実態を総合的に把握する上で、極めて意義深い。

そこで、本研究は、混合歯列後期の良好な咬合を有する健常児と同年齢範囲で乳幼児期に形成手術を受けた片側性唇顎口蓋裂児について、硬さの異なる2種類のグミゼリーを用いて、まず、グミゼリー1個を片側臼歯部で咀嚼させた時の歯の咬合接触関係を含む末梢構造の特性と下顎運動パターンとの関連性を検討し、次いで、下顎運動ならびに側頭筋後部と下唇部口輪筋の筋活動を臼歯に加わる咀嚼力の頬舌的な方向に着目して調べ、さらに、グミゼリー1個を自由に咀嚼させた時の咀嚼開始から嚥下終了までに要した咀嚼回数と時間を計測し、咬合状態と咀嚼機能との関連性について検討したものである。

## 研究方法

1．被検者（表1）

被検者として、下記の条件を満たす混合歯列後期の児童45名を選択した。そのうち、良好な咬合を有する健常児22名（9歳8ヵ月～12歳10ヵ月，平均11歳2ヵ月）を対照群とし、同年齢範囲で、形成手術を受け大阪大学歯学部附属病院矯正科を受診した片側性唇顎口蓋裂児23名（9歳0ヵ月～12歳11ヵ月，平均11歳4ヵ月）を患者群としてそれぞれ用いた。全ての被検者とその両親に対して、事前に研究の目的と検査内容の説明を行い、本研究についての理解

を得、協力することの同意を得た。両群被検者は、Hellmanの咬合発育段階がⅢB後期からⅢC期で、齲蝕歯および下顎の著しい偏位を認めず、顎関節と咀嚼筋に自覚的および他覚的な症状を認めないものである。

患者群被検者は、これらの条件に加えて、片側に唇顎口蓋裂を有し、生後3カ月から6カ月の間に口唇形成術、1歳から2歳の間に口蓋形成術を受け、そのうち15名が、5歳から7歳の間に口唇と口蓋の修正手術を受けたものである。また、前歯部に交叉咬合を1歯以上有するものが21名存在し、臼歯部では両側臼歯部に交叉咬合を1歯以上有するものが15名、片側臼歯部にのみ有するものが5名、交叉咬合歯を全く有さないものが3名それぞれ存在した。なお、交叉咬合の定義はR.E.Moyers[31]の記述に従った。片側の上顎側切歯あるいは小臼歯に欠損の認められるものは13名存在した。

各被検者の身長、体重に関しては、両群ともほぼ同じ値を示した。なお、この年齢では、日本全国の身長と体重の平均[32]で性差が認められず、本研究の被検者も同様に性差が認められなかったので、男女混合データとして示した。また、対照群、患者群ともに、全国平均との間に有意の差を認めなかった。各被検者の習慣性咀嚼側を調査したところ、対照群で習慣性の咀嚼側を有するものが22名中7名しか存在しなかったが、患者群では23名中20名存在した。以上の所見を表1に記す。

2．形態分析法

2-1）被検者の咬合状態（図1，表2）

各被検者の上顎歯列を右側と左側の前歯部と臼歯部の4ブロックに分割し、口腔内を直接観察して以下の項目を調査した。

静的な咬合状態について：各被検者に中心咬合位で厚さ30μmの咬合紙（ジーシー（株）、東京）を咬ませ、印記された咬合接触点

数を１歯ずつ記録した。１点以上接触のある歯を咬合接触歯とし、各ブロックの咬合接触点数と咬合接触歯数を求めた。同様に、中心咬合位をとらせた時に正常な水平被蓋を呈する歯数と逆被蓋（交叉咬合）を呈する歯数を調査した。ただし、動揺度の大きい脱落寸前の乳歯は対象から除外した。この点については、以下の項目に関しても同様に取り扱った。考えられる片側の前歯部咬合接触点数の最大値は６、臼歯部咬合接触点数の最大値は、平木の方法[33]に準じて計算すると20であり、咬合接触歯数の最大値は、前歯、臼歯ともに３、最小値はともに０となる。

動的な咬合状態について：各被検者に中心咬合位で咬合紙を咬ませ、Ramfjord and Ashの方法[34]により、下顎を上下顎臼歯の接触関係を保ちながら筋の緊張を高めないように頬側方向へ下顎を誘導した。そして、１歯ずつ上顎臼歯の咬頭斜面に印記された部分の滑走距離を調べ、咬合紙を介在させない状態で、滑走の有無を確認した。。同様に、別の色の咬合紙を用いて、舌側方向へ下顎を誘導した時によって生じた距離も、１歯ずつ調べた。その両者を比較して、滑走距離の明らかに長い咬頭斜面を、食物の切断時に用いられる咬頭斜面であると判断した。なぜなら、接触のほとんどない斜面では、物理的に食物の切断が行えないからである。なお頬側方向と舌側方向への下顎誘導時で生じた距離について、差が認められなかった場合は、その上顎臼歯を対象から除外した。図１に下顎の側方誘導時の上下顎臼歯の咬合接触関係を示す。中心咬合位において咬頭対咬頭の関係を示す臼歯や咬耗の著しい臼歯ならびに側方誘導時に接触のない臼歯は対象から除外した。理論的には上下顎臼歯ともに斜面が４面あるので計16通りの組み合わせが考えられるが、本研究で用いた被験者では、図１に示す６通りの組み合わせが認められた。ここで、咬合相初期に上下顎臼歯に加わる咀嚼力の水平方向を推定し、

そのベクトルの水平成分の頬舌的な方向によって、次のように2つに大別した。まず、図1の上段に示すように、咬合相初期に加わると推定される咀嚼力の水平成分の方向が舌→頬方向である上顎臼歯には、LL/bb, BL/lb, BL/bbがありULB歯（Upper Linguo-Buccal direction)と表すこととした。その反対に、図1の下段に示すように、その水平成分の方向が頬→舌方向である上顎臼歯には、BB/bl, LB/bl, BB/llがありUBL歯(Upper Bucco-Lingual direction)と表すこととした。ここで臼歯に加わる咀嚼力の頬舌的な方向に関して、LL/bb、BB/llは力学的に自明である。正常咬合者に見られるBL/bbは、ガムを用いて臼歯に加わる頬舌的な側方力を調べた田中の報告[35]によると、咬合相初期には図1に示す側方力が作用する。残りのBL/lb、BB/bl、LB/blに関しては、患者群にのみ認められたものであり、接触のある咬頭斜面以外では接触が認められなかったので、力学的に図の様な側方力が作用する。以上の分類に従って、各被検者の上顎の片側臼歯部について、ULB歯の数をULB歯数、UBL歯の数をUBL歯数としてそれぞれ求めた。これらの歯数の最大値は3、最小値はともに0となる。

以上の数値化した咬合状態に関して、表2に示すように、対照群では全ての項目で左右間に有意の差を認めず、被検者内の左右間のばらつきが被検者間のばらつきよりも有意に小さい特徴を呈していたので、右側のデータを各被検者の代表値とした。一方、患者群では裂側で上顎側切歯を欠損しているものが多数（23名中12名）存在していたため、裂側の前歯部咬合接触点数と前歯部咬合接触歯数は非裂側のそれらよりも有意に小さな値を示す特徴を有していた。患者群はこれに加え、対照群との比較で、交叉咬合を示す歯数とUBL歯数が有意に多く、咬合接触点数、咬合接触歯数およびULB歯数が有意に少ない特徴を有していた。

2-2）被検者の歯列弓の大きさと口蓋の高さ（表３）

各被検者の口腔模型を資料として、Moorrees[36]の方法に従って、歯列弓長径、幅径の計測を行った。口蓋高径は高田の方法[37]により計測した。

歯列弓長径：左右第１大臼歯近心隣接面を結ぶ線から左右中切歯の唇面接線上の中心に至る距離。

第１小臼歯間幅径：左右側の第１小臼歯（または第１乳臼歯）の舌側（近心）咬頭頂間の距離。

第１大臼歯間幅径：左右側の第１大臼歯の舌側近心咬頭頂間の距離。

口蓋高径：上顎両側中切歯近心隅角間の中点と、同両側第１大臼歯近心舌側咬頭頂の３点で形成される平面より、同平面に垂直で上顎第１大臼歯間最遠心点を結ぶ直線を含む、平面上の口蓋最深点にいたる距離。

被検者の歯列弓の大きさと口蓋の高さに関して、表３に示すように、患者群は対照群と比べて、上顎歯列が狭窄し、上顎前後径が短く、浅い口蓋を呈する特徴を有しておりいずれも有意の差を認めた。

2-3）患者群の顎顔面頭蓋形態（表４）

患者群被検者について、側面位頭部Ｘ線規格写真を資料とし、過去に報告されている定義[38]に従い、計測点12点と基準平面4面を設定して計測を行った。対照として、大阪大学歯学部歯科矯正学教室所蔵のデータ[38]（良好な咬合を有する健常児20名の経年的資料）を線形補間したデータ（年齢を患者群と同じ11歳４ヵ月にした）を標準値として用いた。なお、線形補間については、従来より用いられている方法[39]に従った。

セファロ分析ソフトウェア(Quick Ceph Image, Ver 2.7, Orthodontic Processing Co., U.S.A.)を用いて、以下の角度的ならびに距離的計測を行った。

骨格系に関する項目（10項目）

∠ SNA（度）：前頭蓋底に対する上顎歯槽基底部の突出度

∠ SNB（度）：前頭蓋底に対する下顎歯槽基底部の突出度

∠ MP-SN（度）：SN平面に対する下顎下縁平面の傾斜度

Go. A.（度）：下顎角

∠ ANB（度）：上下顎歯槽基底部前縁の突出度の差

SN（mm）：前頭蓋底長径

N-Me（mm）：前顔面高

Ptm-A/PP（mm）：上顎骨歯槽基底部の前後径（PPに投影したAとPtmとの距離）

Ar-Go（mm）：下顎枝高

Go-Me（mm）：下顎骨骨体長

歯系に関する項目（2項目）

OJ（mm）：上下顎前歯被蓋の水平距離

OB（mm）：上下顎前歯被蓋の垂直距離

表4に示すように、本研究で用いられた患者群は骨格性3級の顎態、上顎骨の劣成長および負の水平被蓋を示す特徴を有していた。

3．咀嚼機能検査法

3-1）被検食品（表5）

被験食品として、硬いタイプのグミゼリー（以下、HJ）と軟らかいタイプのグミゼリー（以下、SJ）を用いた。これらはほぼ同じ重量（約5g）、大きさ（20x20x8 mm）、味（オレンジ味）および色（黄色）を呈しており、グラニュー糖と麦芽糖が含まれている。HJとSJの構成成分の重量比(%)を表5に記す。HJの硬さは、JIS K6503に記されている方法に基づいて、ブルーム式ゼリー強度計を用いて調べると、硬さはブルーム力633gであった。これは、市販のかまぼこ（ブルーム力625g）とほぼ同じ硬さである。一方、SJの硬さは、

ブルーム力103gであった。これは、市販のカステラ（ブルーム力114g）とほぼ同じ硬さである。これらのグミゼリーは、噛み切らないと細かくできず、吸水性もほとんどない食品である。なお、本研究で用いたグミゼリーは、麦芽糖などを含んでいるため、検査後には十分なブラッシングを行わせた。

3-2）下顎運動および筋電図の採得方法ならびに評価方法

3-2-1）下顎運動および筋電図の採得方法（図２）

被検者を準暗室で筋電図採得用木製椅子に座らせた後、自然頭位をとらせ、HJとSJをそれぞれ１個ずつ、右側と左側の片側臼歯部で咀嚼させた（以下、片側臼歯部咀嚼と記す）。

下顎運動に関して、マンディブラーキネジオグラフ（K-5，Myotronics，Seattle，U.S.A.　以下、ＭＫＧと記す）を用いて、下顎中切歯点の３次元的な運動軌跡を記録した。各変位信号は、直接コンピュータに送られた。個人内において、咀嚼運動時の下顎中切歯点の運動軌跡は、恒常性があると報告されている[13,40～42]。この事から本研究では、各被検者において、各咀嚼ストロークデータの平均を個人の代表値として用いた。

筋電図の導出方法については、電極の直径８mm、電極間距離10mmに固定したBeckman型の小型生体電極（NT-213U、日本光電、東京）を筋肉の走向に平行に貼付して双極誘導で行った。被検筋肉は、閉口時の側方運動に関与すると考えられている側頭筋後部[43]と両群被検者とも同一条件で採得できる下唇部口輪筋とした。側頭筋は下顎の位置を定める働きをもつ咀嚼筋であり、下顎運動との関連性を検討する上で重要な筋肉である。また本研究では、唇顎口蓋裂患者を被検者として用いているので、口唇が健常者と同じように働いているのかどうかを調べることは、臨床的に意義のあることである。しかし、患者群では上唇部に瘢痕が存在するため、対照群と同一条

件で表面筋電図を採得することは困難である。そこで、瘢痕の認められない下唇部口輪筋を被検筋肉として用いた。皮膚電極間抵抗を減少させるために、剃毛後皮膚表面の角質層を皮膚前処理剤（スキンピュア、日本光電、東京）を用いて可及的に落とし、粘着テープを用いて電極を貼付した。不関電極（NM-511S、日本光電、東京）は被検者の右手首に装着した。各電極から導出された筋電信号は、入力箱（JB-101J、日本光電、東京）を介して生体信号用増幅器（AB-651J、日本光電、東京）で増幅された後、コンピュータに送られた。増幅器の特性は、入力インピーダンス180MΩ以上（コモンモード18,000MΩ以上）、雑音5 $MV_{pp}$以下、周波数応答0.08Hz-10KHz(-3dB)である。ゲインは1mV/divisionとし、ローカット15Hz、ハイカット3KHzまたは10KHzとした[44]。個人内において、噛みしめ時の表面筋電位[33]あるいは咀嚼時における咀嚼筋の表面筋電図[14,45,46]は、恒常性があると報告されている。

下顎運動と筋電信号は、サンプリング密度2KHzで第6ストローク目からの15ストロークについて、自動的に記録された。下顎運動信号に関しては、GMDH補正[47]の処理が自動的に行われる様になっている。その平均誤差は0.16mmである。本研究では、第1から第5ストロークは、変動が大きく[48]、再現性と検定効率の低下を生じるために記録、分析の対象から除外した。図2に示すように、生体信号の解析はパーソナルコンピュータ支援検査システム[44]を用いて行った。すなわち、自動サンプリングされた生体信号は、AD変換ボード（ADX-98，カノープス電子、神戸）を介してコンピュータ（PC-386GS，Epson，東京）に取り込まれ、筋電信号に関しては自動的に全波整流とウィンドウ幅5ms、移動幅1 msで平滑化処理された。これらの生体信号データは、嚥下や食塊の移動に伴う異常なストロークが除かれた後、32ビット型パーソナルコンピュータ（

MacintoshⅡ Ci, Apple Computer Inc., California, U.S.A.)上に構築された歯科医療情報データベースシステム[49]へ転送し、以下の解析を行った。なお、上記の計測機器は、全て電磁シールドされている[44]。

3-2-2)前頭面観におけるストロークの分類（図３）

下顎中切歯点（MKGトランスデューサを接着した部位）の軌跡に関して、図３に示すように、中心咬合位から２mm下方にスライスレベルを設定し、下顎中切歯点が上方から下方へおよび下方から上方へ横切る時刻点をそれぞれCOoutおよびCOinとし、その時の下顎中切歯点の側方座標値をそれぞれCOoutLatおよびCOinLatとした。COoutLatがCOinLatよりも非咀嚼側よりにある場合をmedial-out typeストローク（以下、moストロークと記す）とし、COoutLatがCOinLatよりも咀嚼側よりにある場合をlateral-out typeストローク（以下、loストロークと記す）とした。なお、精度が0.16mmまで補償されているので、COoutLatとCOinLatが一致する確率は非常に低い。しかし一致する場合も考えられるので、この場合便宜上moストロークに含めた。ここで、符号に関して、上→下方向および非咀嚼側→咀嚼側方向を負の方向と定めた。各被検者の各側について、moストロークの占める百分率をmoストローク発現率（％）として求め、対照群と患者群の比較、各群内の左右間あるいは裂側非裂側間の比較を統計学的に行った。

患者群内において、moストローク発現率と対照群（あるいは標準値）と有意の差を認めた形態分析値との関係を調べるために、これらの相関を裂側と非裂側に分けてそれぞれ求めた。

患者群の片側臼歯部において、現存する片側臼歯全てがULB歯あるいはUBL歯から成るものを、それぞれULB群あるいはUBL群、その両者が混在するものをMx群の３小群に分割した。そして、対照群と

患者各小群の比較を統計学的に行った。

全ての被検者において、各グミゼリーの片側臼歯部咀嚼の第6ストローク目から第20ストローク目までの15ストロークについて、moストロークとloストロークの2つに分類し、各ストローク別に下顎運動と筋電図に関する解析を行った。

3-2-3) 下顎運動の解析方法

高田らの報告[44]に従って、以下のパラメータを設定した。MOPを下顎中切歯点が咀嚼運動時の最大開口を示す時刻点とし、添字のkは各被検者のk回目の咀嚼ストロークとした。

まず、時間的計測項目について、開口相時間とは$MOP_k$時刻より$COout_k$時刻をひいた時間である。閉口相時間とは$COin_k$時刻より$MOP_k$時刻をひいた時間である。咬合相時間とは$COout_{k+1}$時刻より$COin_k$時刻をひいた時間である。咀嚼サイクルとは$COout_{k+1}$時刻より$COout_k$時刻をひいた時間である。

次に空間座標値と速度について、中心咬合位を原点として、これより下方に2 mmと5 mm開、閉口した時の下顎中切歯点の空間座標値と速度、およびMOPの空間座標値を側方(Lat)、前後(A/P)、垂直方向(Ver)の各成分に分けて求めた。速度に関しては3成分の合力(Total)も求めた。負の方向に関しては、垂直方向では上→下方向、側方方向では非咀嚼側→咀嚼側の方向および前後方向では前→後方向と定めた。ここで用語に関して、COout2mmとCOout5mmは、中心咬合位より2mmと5mm下方の位置を表しており、この後に続くLat、A/PおよびVerの記載は、その垂直的な位置における側方、前後および垂直方向の空間座標値を表すものとした。また、MOPに続く記載も同じ意味を表すものとした。上記下顎運動パラメータに関して、対照群と患者各小群間および各群内のHJ咀嚼とSJ咀嚼間の比較を統計学的に行った。

3-2-4) 筋電図の解析方法

高田らの報告[44]に従って、以下のパラメータを設定した。ピーク電位（μV）とは、各咀嚼ストロークの最大筋電位（μV）である。開始時刻（ms）とは、COout時刻から筋放電開始時刻までの時間である。ここで筋放電開始時刻は以下のようにして求めた。時間軸を正規化した咀嚼ストロークを構成する73の時刻点（データポイント）の電位のうち、最小値より昇順に20点を求め、その平均電位と標準偏差を求めた。平均電位＋3S.D.以上の値が、5データポイント以上続く時の、最初の平均電位を示す時刻を、筋放電開始時刻と定めた。ピーク時刻（ms）とは、COout時刻からピーク電位を示す時刻までの時間である。終了時刻（ms）とは、COout時刻から筋放電終了時刻までの時間である。筋放電終了時刻とは、ピーク電位を示す時刻より後の時刻で、筋放電開始時刻の決定に用いた平均電位＋3S.D.以下の値を示すデータポイントが2ポイント以上続く時の最初のデータポイント時刻と定めた。持続時間（ms）とは、筋放電終了時刻より筋放電開始時刻を引いた時間である。ここで、用語に関して、咀嚼側の側頭筋後部をIpsiPT、非咀嚼側の同筋をContraPT、咀嚼側の下唇部口輪筋をIpsiOI、非咀嚼側の同筋をContraOIと記した。上記筋電図パラメータに関して、対照群と患者各小群間、各群内の各筋肉における咀嚼側と非咀嚼側間ならびに各群内のHJ咀嚼とSJ咀嚼間の比較を統計学的に行った。なお、絶対電圧の比較に関しては、群間のばらつきが群内のばらつきを超えた差が統計学的に認められた場合、有意の差があるとした。

下顎運動と筋電図に関する図について、被検者間における下顎運動と筋電図パターンの定性的な観察や、被検者内での時間幅の異なる咀嚼ストロークの比較を可能とするために、時間軸の正規化を以下の手順で自動的に行った[44]。各咀嚼ストロークを開口相、閉口

相、咬合相の3相に分け、各相を24の時間セグメントに分割し、各セグメントの下顎中切歯点の平均変位量および平均筋電位を求めた。これを各等分点の時刻に対応する変位量および電位として、各被検者の片側臼歯部咀嚼データについて、下顎中切歯点の変位量と筋電位の平均と標準偏差を求めた。そして各群について、平均下顎運動パターンと平均筋電図パターンをそれぞれ求めた。

3-3) 咀嚼回数と咀嚼時間の記録方法ならびに評価方法

各被検者に、HJとSJをそれぞれ1個ずつ、咀嚼側を規定せずに自由に咀嚼させた（以下、自由咀嚼と記す）。自由咀嚼の指示を出してからグミゼリー1個を全て嚥下し終る（以下、最終嚥下と記す）までに要した咀嚼回数と時間を、MKGでモニターしながら3回計測した。ここで、自由咀嚼の途中でグミゼリーを少量嚥下する場合も考えられるので、あらかじめ全て嚥下し終ったら左手を挙げるようにとの指示を出し、これを最終嚥下の確認として用いた。

HJとSJの最終嚥下までに要した咀嚼回数と時間の計3回の平均を各被検者の代表値として、対照群と患者群間の比較および各群内のHJ咀嚼とSJ咀嚼間の比較を統計学的に行った。また、患者群被検者の習慣性咀嚼側を有した20名について、習慣性咀嚼側の片側臼歯部に、ULB歯を1歯以上有するもの10名（ULB+Mx群）と、UBL歯のみから成るもの10名（UBL群）の2小群に分割して、対照群との比較を統計学的に行った。

4．統計解析方法（図4）

4-1) 統計処理について

まずはじめに、全てのデータあるいは差のデータに関して、正規性の仮定がおけるかどうかの検定[50,51]を行った。そして、正規性の仮定が棄却されなかった場合、パラメトリックテストを行い、棄却された場合にはノンパラメトリックテストを用いた。

有意水準αは0.05に設定し、確率(P)が0.05以上の場合を有意でないと判断した。また、検定の多重性を考慮して、Bonferroni Method[52,53]を用いた。このことから、本研究では患者群をn個の小群に分割した場合には有意水準を0.05/nとして検定を行った。データ表示に関して、正規性の仮定が棄却されなかった場合には平均と標準偏差を表示し、正規性の仮定が棄却された場合には、中央値、最小値および最大値を表示した。

最後に、各群内の片側臼歯部咀嚼データに関して、右側と左側のデータを1つにまとめる事が可能なのかどうかを調べるために、後述の関連2群の差の検定とKruskal-Wallis testを行った。左右間に差が認められず、被検者内のばらつきが被検者間のばらつきよりも有意に小さい場合、右側のデータを各被検者の代表値として用いた。

4-2) 群内の比較について

患者群内において、moストローク発現率と形態分析値との間の相関を調べる場合、両者とも正規性の仮定が棄却されなかった場合には、Pearsonの相関係数（r）を計算し、棄却された場合にはSpearmanの順位相関係数（$r_s$）を計算した。各群内のHJ咀嚼とSJ咀嚼間、咀嚼側非咀嚼側間、左右側間および裂側非裂側間の比較に関して、関連2群の差の検定を行う場合、正規性の仮定が棄却されなければ、paired t testを用い、棄却された場合にはWilcoxon rank sum testを行った。

4-3) 群間の比較について

対照群と患者群あるいは患者各小群との比較に関して、独立2群の差の検定を行う場合、正規性の仮定が棄却されず計測値が間隔尺度で表され両群の分散が等しいと仮定できる場合Student t testを、また不等分散である場合にはWelch t testをそれぞれ用いた。一方、

正規性の仮定が棄却された場合は、Mann-Whitney testを用いた[51]。

## 研究成績

### 1．下顎運動および筋電図の解析結果

#### 1-1) 正規性の仮定について

moストローク発現率では、両群とも正規性の仮定が棄却された。下顎運動データの各相の時間的計測項目と空間座標値では、正規性の仮定が棄却されなかったが、速度に関しては棄却された。筋電図データでは、両群ともピーク電位で、正規性の仮定が棄却されなかったが、筋電図の時間的計測項目に関しては、正規性の仮定が棄却された。

#### 1-2) 被検者の左右側間あるいは裂側非裂側間の比較について

両群とも左右側間あるいは裂側非裂側間に有意の差を認めず、被検者内のばらつきが被検者間のそれよりも有意に小さかったので、対照群では右側咀嚼のデータをその個人の代表値とし、患者群との比較に用いた。患者群の場合もこれに準じた。

#### 1-3) moストローク発現率について（表6，附表Ⅰ）

対照群のmoストローク発現率の中央値は、表6に示すように、HJ咀嚼では左右側とも、100%であり、SJ咀嚼では右側93%、左側97%であった。患者群のそれらは、裂側のHJ咀嚼で57%、SJ咀嚼で46%、非裂側のHJ咀嚼で50%、SJ咀嚼で33%であった。患者群は裂側、非裂側ともに、対照群と比べて有意に小さな値を示した($P<0.0001$)。

患者群内において、対照群（あるいは標準値）と有意の差を認めた形態分析値のmoストローク発現率(mo%)に対する関係を順位相関係数（$r_s$）および確率(P)で調べたところ、表6の患者群について調べた附表Ⅰに示すように、両グミゼリーの裂側あるいは非裂側いずれの咀嚼側でも、ULB歯数との間に有意の正の相関が、UBL歯数と

の間には有意の負の相関がそれぞれ認められた。しかし、これ以外の項目に関しては有意の相関を認めなかった。

moストローク発現率と患者群被検者の臼歯部の動的な咬合状態との関連性を詳細に調べた結果は、表として示すことができないので、以下に記述することとする。同一片側臼歯部に、対照群と同じ接触関係を示すBL/bbのみしか存在しないものは、7咀嚼側あり、moストローク発現率の中央値はHJ咀嚼で93%、SJ咀嚼で75%であった。また、交叉咬合を呈しているが、咀嚼時に加わると考えられる力の方向がBL/bbと同一方向であるBL/lbのみを示したものは、2咀嚼側あり、その中央値は、HJ咀嚼で96%、SJ咀嚼で88%であった。一方、交叉咬合を呈し、咀嚼時に加わると考えられる力の方向がBL/bbやBL/lbとは逆であるBB/blのみを示したものは9咀嚼側あり、その中央値は、HJ咀嚼で20%、SJ咀嚼で27%であった。また交叉咬合は呈していないが、咀嚼時に加わると考えられる力の方向が、BB/blと同じであるLB/blのみを示したものは、1咀嚼側あり両グミゼリー咀嚼とも0%であった。

患者群のULB群は10咀嚼側9名から成り、moストローク発現率の中央値は、HJ咀嚼で93%、SJ咀嚼で88%であり、対照群との間に有意の差を認めなかった(HJ:P=0.094, SJ:P=0.7548)。UBL群は13咀嚼側、11名から成り、その中央値は、HJ咀嚼で25%、SJ咀嚼で19%であり、対照群と比べて有意に小さな値を示した(ともに、P<0.0001)。Mx群は20咀嚼側、18名から成り、その中央値は、HJ咀嚼で50%、SJ咀嚼で42%であり、対照群と比べて有意に小さな値を示した(ともに、P<0.0001)。対照群とULB群は、ほとんどmoストロークを示し、UBL群は、ほとんどloストロークを示していたので、これ以外のストロークに関しては、下顎運動と筋電図の解析は行わなかった。ここでmo、lo 2種類のストロークについて、患者群が2つの小群に分

かれたので、これらの小群に関する統計学的比較の検定では、有意水準αを0.025に設定した。ここで、用語に関して、Mx群においてmoストロークを示したものをMx.mo群とし、loストロークを示したものをMx.lo群と表わすこととした。

1-4) 下顎運動の解析結果

1-4-1) 対照群と患者各小群の比較について（図5，表7，8）

下顎運動の時間的計測項目について、表7に示すように、全ての項目で両グミゼリー咀嚼とも、対照群と患者群の全ての小群との間に有意の差を認めなかった。

下顎中切歯点の空間座標値と速度について、表7と表8に示すように、ULB群は両グミゼリー咀嚼とも、全項目で対照群との間に有意の差を認めなかった。

Mx.mo群では、下顎中切歯点の空間座標値について、HJ咀嚼の場合、閉口時において中心咬合位より5mmと2mm下方の側方座標値が有意に正中側へ、最大開口位において前後座標値が有意に前方へ偏位していた。SJ咀嚼の場合、これに加えて中心咬合位より5mm下方の前後座標値が有意に前方へ偏位していた。下顎中切歯点の速度について、両グミゼリー咀嚼とも、COout2mmA/P、COin5mmA/Pで対照群よりも有意に遅い値を示した。

Mx.lo群では、下顎中切歯点の空間座標値について、両グミゼリー咀嚼とも、開閉口時の中心咬合位から2mmと5mm下方の側方座標値が対照群と比べて、開口時は有意に咀嚼側の側方よりに偏位し、閉口時は有意に正中側よりに偏位していた。HJ咀嚼では、開口時の中心咬合位より5mm下方と最大開口位において前後座標値が有意に前方へ偏位し、SJ咀嚼では閉口時の中心咬合位より2mm下方と開閉口時の5mm下方の前後座標値が、対照群よりも有意に前方へ偏位していた。下顎中切歯点の速度について、HJ咀嚼ではCOin2mmLatと

COin5mmA/Pで、SJ咀嚼ではCOin2mmLat、COin5mmLat、COin5mmA/P、COout2mmA/P、COout5mmA/Pで対照群よりも有意に遅い値を示した。

UBL群では、下顎中切歯点の空間座標値について、両グミゼリー咀嚼とも、Mx.lo群と同様の結果が得られた。下顎中切歯点の速度について、HJ咀嚼ではCOin2mmLat、COin5mmLat、COout2mmA/P、COin5mmA/Pで、SJ咀嚼ではこれに加えてCOout5mmLatで対照群よりも有意に遅い値を示した。

以上より、下顎中切歯点の空間座標値と速度について、対照群とULB群との間には有意の差を認めなかった。しかしUBL群は対照群と大きく異なり、Mx群はULB群とUBL群の中間形を示していた。

1-4-2) HJ咀嚼とSJ咀嚼の比較について（附表II、III)

下顎運動の時間的計測項目について、表7のHJ咀嚼とSJ咀嚼の比較を行った結果を附表IIに示す。対照群、ULB群、Mx.mo群では、HJ咀嚼の閉口相時間と咀嚼サイクル時間はSJ咀嚼のそれらと比べて有意に長い値を示した。一方、Mx.lo群とUBL群では、HJ咀嚼の閉口相時間のみ、SJ咀嚼のそれよりも有意に長い値を示した。

下顎中切歯点の空間座標値について、対照群とULB群では、附表IIに示すように、HJ咀嚼の場合、SJ咀嚼に比し、開口時の中心咬合位から2mmと5mm下方の側方座標値が有意に非咀嚼側よりに偏位し、閉口時のそれらは有意に咀嚼側よりに偏位していた。速度について、表8のHJ咀嚼とSJ咀嚼の比較を行った結果を附表IIIに示す。対照群では、HJ咀嚼の全方向の速度がSJ咀嚼のそれらよりも有意に低下していたが、ULB群ではA/P方向の速度がHJ咀嚼とSJ咀嚼間で有意の差を認めなかった以外は、HJ咀嚼の速度がSJ咀嚼のそれらよりも有意に低下していた。

Mx.mo群、Mx.lo群、UBL群では、下顎中切歯点の空間座標値の全ての項目で、HJ咀嚼とSJ咀嚼間に有意の差を認めなかった。速度に

ついては、閉口時の中心咬合位より5mmと2mm下方の位置で、垂直方向の速度と3成分の速度の合力において、HJ咀嚼の速度がSJ咀嚼のそれらよりも有意に遅かった。開口時に関しては、Mx.mo群とUBL群で閉口時と同様の結果を得た。

1-5) 筋電図の解析結果

1-5-1) 対照群と患者各小群との比較について（図6，表9）

ULB群とMx.mo群では、表9に示すように、両グミゼリー咀嚼とも全項目で対照群との間に有意の差を認めなかった。しかし、Mx.lo群では、HJ咀嚼のIpsiPTの持続時間が対照群よりも有意に短く($P<0.025$)、UBL群では、両グミゼリー咀嚼ともIpsiPTのピーク電位は有意に低く(HJ:$P<0.005$, SJ:$P<0.025$)、HJ咀嚼のIpsiPTの持続時間は、対照群よりも有意に短かった($P<0.025$)。

1-5-2) 各筋肉の咀嚼側と非咀嚼側の比較について（附表IV)

表9に示した筋電図パラメータの各筋肉内における咀嚼側と非咀嚼側の比較を行った結果を附表IVに示す。

HJ咀嚼の側頭筋後部に関しては、附表IVに示すように、対照群とULB群では、IpsiPTはContraPTよりも開始、ピークおよび終了時刻が有意に早く、持続時間は有意に長い値を示した。Mx.mo群ではIpsiPTの終了時刻が有意に早い値を示し、Mx.lo群ではIpsiPTのピーク電位が有意に低い値を示した。UBL群ではIpsiPTの方がContraPTよりもピーク電位が有意に低く持続時間が有意に短い値を示した。すなわち、Mx群はULB群とUBL群の中間形を示していた。

SJ咀嚼の側頭筋後部に関しては、対照群とULB群で、IpsiPTの開始時刻がContraPTのそれよりも有意に早い値を示し、対照群ではこれに加えてContraPTのピーク電位が有意に低い値を示した。一方、Mx.mo群、Mx.lo群、UBL群では、全ての項目で有意の差を認めなかった。

下唇部口輪筋に関しては、全ての群において両グミゼリー咀嚼とも、IpsiOIのピーク電位がContaOIよりも有意に高い値を示した。その他の計測項目については有意の差を認めなかった。

1-5-3) HJ咀嚼とSJ咀嚼の比較について（附表Ⅴ）

表9に示した筋電図パラメータのHJ咀嚼とSJ咀嚼の比較を行った結果を附表Ⅴに示す。

側頭筋後部に関して、附表Ⅴに示すように、対照群とULB群では両側PTともHJ咀嚼の方がSJ咀嚼よりもピーク電位が有意に高く終了時刻が有意に遅く、持続時間が有意に長かった。Mx.mo群では、IpsiPTでULB群と同様の結果が得られたが、ContraPTにおいては、HJ咀嚼の方がSJ咀嚼よりも終了時刻が有意に遅く持続時間は有意に長かった。一方、Mx.lo群とUBL群では、全項目で有意の差を認めなかった。

下唇部口輪筋に関しては、全ての群でHJ咀嚼とSJ咀嚼間に有意の差を認めなかった。

2. 自由咀嚼時の咀嚼回数と咀嚼時間の解析結果

両群とも右すそ広がりの分布型をしていたので正規性の仮定は棄却された。

2-1) 対照群と患者群の比較について（表10）

HJ1個あたりの咀嚼開始より最終嚥下までに要した咀嚼回数と時間の中央値は、表10に示すように、対照群で53回、49秒であり、患者群では、それぞれ93回、68秒であった。SJ咀嚼に関しては、対照群では、34回、26秒であり、患者群では、55回、39秒であった。両グミゼリー咀嚼とも、患者群の咀嚼回数と時間は、対照群のそれらよりも有意に大きな値を示した。

2-2) HJ咀嚼とSJ咀嚼の比較について

表としては示していないが、両群とも、HJ咀嚼に要した咀嚼回数

と時間の方が、SJ咀嚼のそれらよりも有意に大きな値を示した(P<0.0001)。

2-3) 対照群と患者各小群の比較について（図7）

患者各小群の最終嚥下までに要した咀嚼回数と時間について、患者各小群の分布が偏りのある分布を呈しており、表として示すには不適当である。そこで、各小群の各被検者の分布を図7に示した。ULB+Mx群(n=10)の中央値（最小値－最大値）は、HJ咀嚼で80（28-185）回と62（33-170）秒であり、SJ咀嚼では52（23-123）回と36（17-95）秒であり、対照群との間に有意の差を認めなかった（それぞれ、P=0.1933, P=0.1547, P=0.2812, P=0.1082)。UBL群（n=10）では、HJ咀嚼で101（75-410）回と93（57-299）秒であり、SJ咀嚼では78（23-261）回と57（17-169）秒であり、対照群と比べて有意に大きな値を示した（それぞれ、P=0.0044, P=0.0011, P=0.0204, P=0.0110)。

## 考察

1.研究方法について

本研究で採用した方法は、そのほとんどが過去に用いられたものであるが、そのうち本研究で初めて採用した方法が2つある。その1つは、臼歯部の動的な咬合状態を検討の対象として方法に加えたことである。患者群の上顎臼歯のほとんどにおいて、頬側あるいは舌側の咬頭斜面が下顎臼歯と接触すれば、舌側あるいは頬側のそれが下顎臼歯と接触しなかった。そのため、咬合相初期に上顎臼歯に加わる咀嚼力の頬舌的な方向を容易に推定できた。新しく採用した方法の2つ目は、前頭面観でのmoとloストロークの分類を検討の対象として方法に加えたことである。これまでに、前頭面観の咀嚼ストロークについて、少なくとも4つ以上のカテゴリーに分ける分類

法が提案されてきている[13,54,55]。しかし、本研究では咀嚼運動の中の側方運動に焦点を当て、現象を最も単純化させることを目的として行った。

咀嚼機能検査に用いられる被検食品に関して、従来より様々な食品が用いられてきているが、咀嚼運動の再現性を考えると、咀嚼中に性状がほとんど変化しない食品で、規格化の可能な製品が望ましい。その点ガムが適した食品であると考えられている。しかし、ガム咀嚼は嚥下を考慮しないという欠点を有する。本研究では、この欠点を補う食品として、硬さのみの異なる硬軟2種のグミゼリーを咀嚼機能検査に用いた。本グミゼリーは、ガムとは異なり嚥下のために、噛み切らなければ細かくできない性質をもつため、自由咀嚼時の最終嚥下までに要した咀嚼回数と時間を計測できる利点がある。また、吸水性がほとんどなく、咀嚼中も硬さがほとんど変化しない食品として作られている。なお、本グミゼリーは、麦芽糖などを含むため、検査後には十分なブラッシングを行わせた。

生体信号データは同一個体内では恒常性があると報告されている[13,40,56]。筋電位[33,45]および自由咀嚼時の最終嚥下までに要した咀嚼回数と時間[57～60]に関しても同様の報告がなされている。唇顎口蓋裂患者の筋電図に関する時間的計測項目に関しては、ばらつきが大きいことが報告されている[29,30]。しかし両群とも被検者間のばらつきが被検者内のそれよりも有意に大きな値を示していた。この事から、本研究で採用した方法すなわち各試行の平均を個人の代表値とする方法を用いることで、再現性の高い実験が行えたと考えられる。

被検筋肉について、本研究は咀嚼時の下顎運動との関連性に着目したので、最も下顎の側方運動に関連性のある側頭筋後部を選択した。咬筋については、予備実験で、非咀嚼側の咬筋において、ほと

んど活動を示さないものが認められ、筋活動のタイミングの差を調べるには本研究では不適切であると判断した。口輪筋に関しては、本来なら裂の存在する上唇部口輪筋を採得すべきであったと考えられるが、予備実験を行った結果、患者群では裂部の瘢痕収縮のためにノイズがのり、正しく筋電図パラメータを計算することが出来なかった。そこで上唇部と対になっている下唇部口輪筋を被検筋肉として選択した。

性差に関して、混合歯列後期の児童は、歯列弓の大きさで性差が認められず[61]、平成2年度学校保健統計調査報告書によると、身長、体重において、性差が認められなかった。また、咀嚼機能に関して過去に男女差を認めないとする考え[13,33]が一般的である。この事から、本研究ではこの時期の年齢の被検者を用いたので、男女混合データを用いた。なお、予備実験で各群内において男女間の差の検定を行ったが、性差を認めなかった。

統計学的比較を行った場合の検出率に関して[62]、被検者数は両群それぞれ22、23名であるので、独立2群の差の検定では、大きな差を検出する（有意差d=0.80）場合の検出率は0.80～0.85となった。しかし、最も被検者数の少ない小群は9名であるために、その検出率は0.50となった。このことから、本研究では差のない項目に関する解釈には極力注意を払った。また、関連2群の差の検定を加えることで検出率の低さをある程度補えたと考えられる。

正規性の検定に関しては、これまで下顎運動と筋電図データに関して配慮がなされていなかった。この事から、分布型に関する知見が本研究により示された。

2．片側臼歯部咀嚼時の下顎運動および筋電図データについて

下顎運動の時間的計測項目に関して、各相の時間および咀嚼サイクルともに、対照群と患者群の全ての小群との間に有意の差を認め

なかった。これは、臼歯の歯根膜に存在する機械受容器に加わる頬舌的な方向に関する感覚入力が異なっていても、脳幹部にあるCentral Rythm Generater(CRG)の出力は、修飾を受けない事を示唆するものであろう。しかし、HJ咀嚼とSJ咀嚼間の比較で見られたように、歯に加わる力の強さ、すなわち食物の物理的な硬さの違いがCRGに影響を及ぼすとする所見(HJ咀嚼の閉口相時間がSJ咀嚼のそれよりも有意に長かった)が得られた。このことから、CRGは咀嚼力の臼歯への頬舌的な方向には影響されないが、臼歯に加わる咀嚼力の強さによって影響を受ける事が示唆された。

本研究成績により、片側性唇顎口蓋裂児の前頭面観における下顎運動パターンは、良好な咬合を有する健常児と比べて逆方向を示すストロークが有意に多く認められた。これまで、片側性唇顎口蓋裂児の下顎運動パターンに関する報告はないが、成人に関しては、秀島[30]が、3名の被検者に対して実験用クラウンを用いて被蓋を変化させる急性実験を行っている。それによると、下顎運動パターンについて、正常被蓋の付与によりReverse型が減少し、Normal型の増加が認められたと報告している。唇顎口蓋裂患者以外では、宮内ら[63]は、臼歯部交叉咬合者はNormal型の出現率が低かったと報告している。また、Proschel and Hoffman[64]は、前頭面観の下顎運動パターンに関して、成人のアングルⅢ級不正咬合者はⅠ級不正咬合者と比べて、より幅の狭い咀嚼ストロークが有意に多く認められたと報告し、篠田[65]は小児の下顎前突者では正常咬合者と比べて、逆ストロークの出現率が高かったと報告している。これらの報告は、交叉咬合や反対咬合の様な咬合異常があれば、下顎運動パターンが変化する事を示している。しかし、これらの報告は臼歯に加わる咀嚼力の方向に関する検討は行っていないので、本研究成績と直接比較することは出来ない。

前歯部の関与について、全ての被検者において、前歯部に早期接触が認められず、本研究ではこれに加え、臼歯部で咀嚼を行わせているので、前歯歯根膜に存在する機械受容器からの感覚性制御を調べることはできなかった。

下顎運動と咀嚼筋活動との関連性に関して、全ての対照群被検者と一部の患者群被検者に見られる様に、片側臼歯全てにおいて、咀嚼運動時の咬合相初期に、上顎臼歯に舌→頬方向の力が、また下顎臼歯に頬→舌方向の力が加わる場合、閉口を開始する時刻付近で咀嚼側側頭筋後部が最初に筋活動を開始し、これに遅れて非咀嚼側側頭筋後部が筋活動を開始した。その下顎運動パターンは閉口路が開口路よりも咀嚼側よりに位置し、グラインディングパターンを示した。また、硬い食品ほど咀嚼側のより側方から閉口してきたことから、臼歯部にこの様な方向の咀嚼力が加わる場合、左右の側頭筋後部の筋活動量と筋活動のタイミングを調節して、咀嚼側のより側方からグミゼリーの切断が行える様に、すなわち生体が利用できる咬頭斜面をできるだけ利用し、より効率の良い咀嚼が行えるように反射的に調節されているものと考えられる。

一方、一部の患者群被検者に見られる様に、片側臼歯全てにおいて、咀嚼運動時の咬合相初期に、上顎臼歯に頬→舌方向の力が、また下顎臼歯に舌→頬方向の力がそれぞれ加わる場合、咀嚼側側頭筋後部の筋活動量が低下し、両側の側頭筋後部は閉口を開始する時刻あたりでほぼ同時に筋活動を開始した。またHJ咀嚼とSJ咀嚼間において咀嚼経路に差を認めなかった。その下顎運動パターンは閉口路が開口路よりも非咀嚼側よりに位置し、チョッピングパターンを示した。以上のことから、臼歯に加わる咀嚼力の頬舌的方向によって、下顎運動パターンが影響を受けることが示唆された。前後的変位量に関しては、下顎中切歯点の運動軌跡において、一部の患者群被検

者で、前方への偏位が認められた。これは前歯部の交叉咬合に伴う下顎の前方誘導によるものであることが考えられる。

3．自由咀嚼時の最終嚥下までに要した咀嚼回数と時間について

本研究により、同一の食品を咀嚼させた場合、片側性唇顎口蓋裂児の方が、良好な咬合を有する健常児よりも多くの回数と長い時間を要する結果が得られた。また、患者群の中でも特にUBL群において、このような結果が認められた。Kawamura and Nobuhara[59]は、単一の食品を用いた実験で、不正咬合者では正常咬合者と比べ、より多くの咀嚼回数と時間を要すると報告しており、Helkimo et al.[66]およびSlagter et al.[67]は、咀嚼能率の低い者は、咀嚼回数と時間をより多く必要とすることを報告している。片側性唇顎口蓋裂児の咀嚼能率に関して、山本[27]はManlyの方法[57]を一部改変した方法を用いた実験で、健常児よりも咀嚼能率が有意に低かったと報告している。このことから、片側性唇顎口蓋裂児は、咬合相初期に上顎臼歯に加わる咀嚼力の頬舌的な方向が頬→舌方向を示した場合、咀嚼機能の低下の一因になっていることが本研究により示唆された。一方、Dahlberg[58]は咬合の良し悪しに関わりなく最終嚥下までの咀嚼回数が一定であると報告しているが、本研究では、この様な所見は認められなかった。これは被検食品の違いと摂取量の違いに起因しているものと考えられる。

4．咬合状態と咀嚼機能との関連性について

本研究では、咀嚼側の上顎臼歯全てが咬合相初期に舌→頬方向の咀嚼力を受ける場合ほとんどmoストロークを示し、その反対に頬→舌方向の咀嚼力を受ける場合ほとんどloストロークを示し、これら2種類の上顎臼歯をそれぞれ1歯以上含む場合moとloストロークがそれぞれほぼ50%の割合で認められた。これらの結果に加え、本研究で用いた患者群被検者のなかで、歯科矯正治療の完了した被検者

は1名しかいなかったが、そのUBL群に属した被検者一例を矯正治療により、ULBの接触関係を有する良好な咬合関係に改善させると、HJ咀嚼のmoストローク発現率が36.4%から100%に増加した症例の観察から、咬合相初期に臼歯に加わる咀嚼力の頬舌的な方向が、下顎運動パターンに影響を及ぼすことが本研究により明らかとなった。また、咀嚼力の頬舌的な方向が、側頭筋後部の筋活動パターンおよび自由咀嚼時の最終嚥下までに要する咀嚼回数と時間に影響を及ぼしたという所見から、臼歯からの感覚性制御により、側頭筋後部の筋活動パターンを変化させ、おそらくこうしたことが大きく反映されて、下顎運動パターンを変化させ、その結果自由咀嚼をさせた時の最終嚥下までに要する咀嚼回数と時間に影響を及ぼしていることが、本研究により示唆された。

以上のことから、唇顎口蓋裂児の咀嚼機能の低下は、本患者に特有のものではなく、臼歯部の動的な咬合接触関係の異常によるものであり、良好な咬合を有する健常児に見られるように、食品の硬さに応じた咀嚼が行える状態を確保するためには、矯正治療などによる臼歯部の咬合状態の積極的な改善が必要であることが本研究により強く示唆された。

## 結論

混合歯列後期の良好な咬合を有する健常児22名と口唇と口蓋の形成手術を受けた片側性唇顎口蓋裂児23名を被検者として、硬軟2種のグミゼリーを咀嚼させた時の下顎運動と側頭筋後部と下唇部口輪筋の筋電図および自由咀嚼時の最終嚥下までに要した咀嚼回数と時間を調べた結果、以下の結論を得た。

1. 良好な咬合を有する健常児は、咬合相初期に上顎臼歯に加わると推定される咀嚼力の水平成分が全て舌→頬方向を示し、咀嚼側側

頭筋後部が非咀嚼側のそれよりも早く筋活動を開始した。典型的な下顎運動パターンは、閉口路が開口路よりも咀嚼側よりに位置し、グラインディングストロークを示した。また、硬いタイプのグミゼリー咀嚼の方が軟らかいタイプのグミゼリー咀嚼よりも、前頭面観において、より幅の広いストロークを示した。

2．片側性唇顎口蓋裂児では、咬合相初期に咀嚼力の水平成分が頬→舌方向を示す上顎臼歯が健常児よりも有意に多く認められ、この場合、両側の側頭筋後部の筋活動開始時刻間に差が認められず、健常児と比べて咀嚼側側頭筋後部のピーク電位は低い値を示した。さらに特異的な下顎運動パターンは、閉口路が開口路よりも非咀嚼側よりに位置し、チョッピングストロークを示した。また、閉口路の中心咬合位付近の側方変位量は小さく速度も低下していた。

3．下唇部口輪筋の筋活動に関しては、健常児と片側性唇顎口蓋裂児との間に有意の差を認めなかった。

4．咀嚼側の上顎臼歯全てにおいて、咬合相初期に加わると推定される咀嚼力の水平成分が頬→舌方向を示す場合、片側性唇顎口蓋裂児は良好な咬合を有する健常児と比べて、グミゼリーを自由に咀嚼させた時、最終嚥下までにより多くの咀嚼回数と時間を要した。

以上より、本研究における唇顎口蓋裂児の咀嚼機能の低下は、咀嚼時における臼歯部への頬舌的な咬合接触関係の違いによるものであることが示され、歯科矯正治療による臼歯部の正常な咬合関係への改善の必要性が本研究により強く示唆された。

## 謝辞

稿を終えるにあたり、終始ご懇篤なるご指導とご校閲を賜りました大阪大学歯学部歯科矯正学講座作田 守教授に対し深謝の意を表すとともに、本研究の遂行に際し、ひとかたならぬご指導、ご教示

を賜りました大阪大学歯学部歯科矯正学講座高田健治助教授に心から感謝いたします。また本研究に対してご協力下さった大阪大学歯学部歯科矯正学講座教室員諸兄に厚くお礼申し上げます。さらに、グミゼリーを御提供して頂きました江崎グリコ株式会社生物化学研究所所長岡田茂孝博士ならびに同社菓子開発研究室の皆様に深く感謝いたします。

Influence of occlusal contacts during chewing on masticatory function in preadolescents with repaired unilateral cleft lip and palate.

Shouichi MIYAWAKI
Department of Orthodontics, Osaka University Faculty of Dentistry
1-8 Yamadaoka, Suita, Osaka 565, Japan

Key words: unilateral cleft lip and palate, occlusal contacts, jaw movement, electromyography, swallowing threshold

The purpose of this study was to investigate possible influence of occlusal contacts during chewing on masticatory function. Twenty-two preadolescents with acceptable good occlusion and twenty-three preadolescents with repaired unilateral cleft lip and palate were selected for control and test groups, respectively. Each subject performed unilateral chewing of hard (HJ) and soft (SJ) gummy jellies, and jaw movement and muscle activity of posterior part of temporalis muscle and inferior orbicularis oris muscle were sampled at 2 KHz. The subjects also chewed a HJ and a SJ freely, and swallowing threshold and the elapse of time until final swallow were measured for each subject. Direction of horizontal component (HC) of chewing force in the early intercuspal phase was inferred for each upper posterior tooth by author's careful observation.

The control group judged to have linguo-buccal direction of HC revealed almost 100% incidence of mo (regular) strokes. The test group judged to have bucco-lingual direction of HC showed lower incidence of mo (regular) strokes ($P<0.0001$), smaller lateral jaw displacement around the CO position in the closing phase ($P<0.05$) and lower peak amplitude of the ipsilateral posterior temporalis muscle activity ($P<0.05$) during unilateral chewing. They also showed larger swallowing threshold ($P<0.05$) and longer elapse of time ($P<0.05$) until final swallow during free chewing. When compared to the control group, some of the test group who revealed linguo-buccal direction of HC showed no significant differences in the jaw movement and the EMG variables. The results suggest that the masticatory function which consisted of jaw movement, muscle activity of posterior part of temporalis muscle and swallowing threshold was modified by the direction of horizontal component of chewing force to the posterior teeth in the early intercuspal phase.

## 参考文献

1)Dellow, P.G. and Lund, J.P.(1971):Evidence for central timing of rhythmical mastication, J. Physiol., **215**, 1-13.

2)Lund, J.P.(1976): Mastication.(Anderson, D.J. and Mathews, B. editors), ed.**1**, Wright, Bristol, 204-212.

3)Nakamura, Y., Takatori, M., Kubo, Y., Nozaki, S. and Enomoto, S.(1979):Integrative control functions of the brain.(Ito, M., Tsukahara, N. and Yagi, K., editors), ed.**1**, Amsterdam, Elsevier, Kodansha Scientific, Tokyo, **2**, 321-331.

4)榎本純男(1982):大脳皮質刺激による咀嚼リズムの中枢性形成における内側延髄網様体ニューロンの役割，口病誌，**49**，18-30，昭和57.

5)Nozaki, S., Iriki, A. and Nakamura, Y. (1986): Localization of central rhythm generator involved in cortically induced rhythmical masticatory jaw-opening movement in the guinea pig, J. Neurophysiol., **55**, 806-825.

6)Thexton, A.J.(1974):Oral reflexes and neural oscillators, J. Dent., **2**, 131-137.

7)Lund, J.P. and Dellow, P.G.(1971):The influence of interactive stimuli on rhythmical masticatory movements in rabbits, Archs oral Biol, **16**, 215-223.

8)阿部勝也(1973):顎関節よりの求心性神経情報に関する研究，歯基礎誌，**16**，117-128，昭和48.

9)Luschei, E.S. and Goodwin, G.M.(1974):Patterns of mandibular movement and jaw muscle activity during mastication in the monkey, J. Neurophysiol., **37**, 954-966.

10)Sessle, B.J.(1976):Mastication and Swallowing-biological

and clinical correlates.(Sessle, B.J. and Hannam, A.G., editors), ed.1,Toronto Univ.Press, Toronto and Buffalo, 165.
11)Thexton, A.J., Hiiemae, K.M. and Crompton, A.W.(1980): Food consistency and bite size as regulators of jaw movements during feeding in the cat, J. Neurol., **44**, 456-474.
12)Lavigne, G., Kim, J.S., Valiquette, C. and Lund, J.P.(1987):Evidence that periodontal presso-receptors provide positive feedback to jaw closing muscles during mastication, J. Neurophysiol., **58**, 342-358.
13)Ahlgren, J.(1966):Mechanism of mastication, Acta Odont Scand, **24** (Suppl 44), 5-109.
14)Schaerer, P., Stallard, R. and Zander, H.A. (1967): Occlusal interferences and mastication-an electromyographic study, J. Prosthet Dent., **17**, 438-449.
15)Hannam, A.G., Scott, J.D. and DeCou, R.E.(1977):A computer-based system for the simultaneous measurement of muscle activity and jaw movement during mastication in man, Archs oral Biol, **22**, 17-23.
16)辰巳　光，高田健治，平木建史，作田　守，南　克浩，森悦男，菅原利夫，作田正義(1990):舌切除を伴う骨格性反対咬合の1治験例-舌の姿勢位と咀嚼機能の評価，阪大歯学誌，**35(2)**，618-632，平成2．
17)Takada, K.(1992):Computer-based functional analysis of malocclusions. J. Jpn. Orthod. Soc., **51**(Special Issue), 112-123.
18)Goldberg, L.J.(1971):Masseter muscle excitation induced by stimultion of periodontal and gingival receptors in man,

Brain Res., **32**, 369-381.

19)Funakoshi, M. and Amano, N.(1974):Periodontal jaw muscle reflexes in the albino rat, J. Dent Res., **53**, 598-605.

20)Lund, J.P., McLachlan, R.S. and Dellow, P.G.(1971):A lateral jaw movement reflex, J. Exp. Neurol., **31**, 189-199.

21)Kloprogge, M.J.G.M.(1975):Reflex control of the jaw muscles by stimuli from receptors in the periodontal membrane, J. oral Rehabil., **2**, 259-272.

22)濱口五也(1978):緊張性歯根膜咬筋反射の筋電図学的研究，歯基礎誌，**20**, 134-143, 昭和53.

23)田口　洋，高橋義弘，佐藤清作，島田久八郎(1986):ラット上顎切歯圧刺激による歯根膜顎反射，歯基礎誌，**28**, 253-269, 昭和61.

24)鎌田　茂，藤田幸弘，戸田幸雄，相馬邦道(1993):ヒト上顎犬歯刺激により誘発される対側側頭筋の興奮性反射応答，第1回日本顎口腔機能学会論文集，18-19, 平成5.

25)五十嵐雅子，島田久八郎(1991):ウサギの下顎側方運動に関与する筋群への臼歯からの反射性制御，新潟歯誌，**21(2)**, 73-84, 平成3.

26)松岸　潔，島田久八郎(1993):ヒト上下顎大臼歯への側方圧刺激による咬筋の反射性制御，日矯歯誌，**52(3)**, 327-344, 平成5.

27)山本一郎(1988):思春期前期の唇顎口蓋裂者の咀嚼能率および食物の粉砕能について，日口蓋誌，**13(2)**, 271-280, 昭和63.

28)坂本輝雄(1987):片側性唇顎口蓋裂患者の筋電図による顎運動機能に関する研究，歯科学報，**87(7)**, 1035-1057, 昭和62.

29)蔡吉陽(1988):片側性唇顎口蓋裂者の咀嚼時における咀嚼筋筋電図に関する研究，広大歯誌，**20**, 287-308, 昭和63.

30)秀島雅之(1989):片側性臼歯部交叉咬合を伴う口蓋裂患者の咀

嚼運動について－臼歯部被蓋の違いが咀嚼パターンに及ぼす影響－，補綴誌，**33(5)**，1168-1182，平成1．

31)Moyers，R.E.（1976):モイヤース歯科矯正ハンドブック．（監訳 三浦不二夫），**3版**，医歯薬出版，東京，276，昭和51.

32)文部省(1991)：平成2年度学校保健統計調査報告書，大蔵省印刷局，東京，11，平成3．

33)平木建史(1991):上顎前突を呈する児童の咬合力と閉口筋活動に関する研究，チューインガムによる咀嚼訓練の効果，阪大歯学誌，**36(2)**，389-414，平成3．

34)Ramfjord，S.P. and Ash，M.M.(1966):Occlusion. ed.**1**，W.B. Saurders Company，Philadelphia，298-323.

35)田中貴信(1972):頬舌側側方咬合力について，補綴誌，**16**，321-349，昭和47.

36)Moorrees，C.A.(1959):The dentition of the growing child，Harvard Univ. Press，Cambridge，Massachusetts.；大坪淳造，石川富士郎，桑原洋助(1964):歯列弓の累年的成長変化に関する研究，日矯歯誌，**23**，182-190，昭和39.，より引用．

37)高田健治(1981):舌体積と口腔・顔面形態の相互関係に関する研究-成人正常咬合者および前歯部開咬者について，阪大歯学誌，**26(2)**，328-358，昭和56.

38)滝本和男 監修(1976):上顎前突 その基礎と臨床-歯科矯正臨床シリーズ2-（作田 守、山内和夫 編），**1版**，医歯薬出版，東京，99-123，昭和51.

39)Takada，K.，Petdachai，S. and Sakuda,M.(1993):Changes in dentofacial morphology in skeletal Class Ⅲ children treated by a modified maxillary protraction headgear and a chin cup: a longitudianl cephalometric appraisal，Europ. J. Orthod.

**15**, 211-221.

40)Gillings, B.R.D., Graham, C.H. and Duckmanton, N.A.(1973):Jaw movements in young adult men during chewing, J. Prosthet Dent., **29**, 616-627.

41)Maruyama, T., Higashi, K., Mizumori, T., Miyauchi, S. and Kuroda, T.(1985):Clinical studies on consistency of chewing movements-chewing path for the same food, J. Osaka Univ. Dent. Sch., **25**, 49-61.

42)会田栄一, 今村基遵, 河田典雄, 長門洋代, 石黒裕茂, 小野俊朗, 黒須一夫(1988):小児の咀嚼経路に関する研究－前頭面における咀嚼パターンについて, 小児歯誌, **26(1)**, 19-29, 昭和63.

43)森本俊文, 中沢勝宏(1991):ストレス・咬合と顎関節症とのかかわり, 補綴臨床, **24(4)**, 441-467, 平成3.

44)Takada, K., Nagata, M. and Sakuda, M.(1988):A personal computer-based on-line biosignal processing in clinical dentistry, J. Osaka Univ. Dent. Sch., **28**, 83-97.

45)津留宏道, 広田賢徳, 丸山剛郎, 明石貴雄(1966):各種食品咀嚼時における咀嚼筋活動の筋電図学的研究Ⅰ-正常咬合者について, 補綴誌, **10**, 63-72.

46)Hylander, W.L. and Johnson, K.R.(1989):The relationship between masseter force and masseter electromyogram during mastication in the monkey macaca fascicularis, Archs oral Biol, **34(9)**, 713-722.

47)Nagata, M., Takada, K. and Sakuda, M.(1991):Nonlinear interpolation of mandibular kinesiographic signals by applying sensitivity method to a GMDH correction model, IEEE, **38(4)**, 326-329.

48)山本　誠(1993):全部床義歯装着者の咀嚼能率 - 咀嚼筋および下顎運動による咀嚼機能評価，阪大歯誌，**38(1)**，303-331，平成5．
49)高田健治，永田元康，保田好隆，宮脇正一，栗山玲子，水野武治，反橋由佳，作田　守(1992):ハイパーテキストを応用したマルチメディア歯科医療情報データベースシステムＯＷＬの開発，日矯歯誌，**51(2)**，172-180.
50)柴田義貞(1981):正規分布-特性と応用，東大出版会，東京，218-222，昭和56.
51)市原清志(1989):バイオサイエンスの統計学，南江堂，東京，27-275，平成1．
52)佐久間　昭(1987):医学統計Q & A，金原出版，東京，46-54，昭和62.
53)Tarone，R.E.(1990):A modified Bonferroni method for discrete data，Biometrics，**46**，515-522.
54)Proschel，P.(1987):An extensive classification of chewing patterns in the frontal plane，J.Craniomand.Pract.,**5**，55-63.
55)中南匡史，西尾公一，宮内修平，丸山剛郎(1987):臼歯部交叉咬合が顎口腔機能に及ぼす影響に関する研究，下顎運動機能とEMG論文集，**6**，87-96，昭和62.
56)瑞森崇弘，桑原隆男，西尾公一，宮内修平，丸山剛郎(1985):咀嚼運動に関する臨床的研究-食品の大きさ・固さの影響について，補綴誌，**29**，1062-1069，昭和60.
57)Shiere，F.R. and Manly，R.S.(1952):The effect of the changing dentition on masticatory function，J. Dent Res.，**31**，526-534.
58)Dahlberg，B.(1946):The masticatory habits. An analysis of the number of chews when consuming food，J. Dent Res.，

**25(2)**, 67-72.

59)Kawamura, Y. and Nobuhara, M.(1957):Studies on masticatory function Ⅱ. The Swallowing threshold of persons with normal occlusion and malocclusion, Osaka Univ. Med. J., **8(1)**, 241-246.

60)Horio, T. and Kawamura, Y.(1989):Effects of texture of food on chewing patterns in the human subject, J. oral Rehabil., **16**, 177-183.

61)大坪淳造，石川富士郎，桑原洋助(1964):歯列弓の累年的成長変化に関する研究，日矯歯誌，**23**, 182-190, 昭和39.

62)丹後俊郎 著，古川俊之 監修(1983):医学への統計学，朝倉書店，東京，170-192, 昭和58.

63)宮内修平，中南匡史，西尾公一，丸山剛郎(1989):臼歯部交叉咬合における咀嚼運動パターンに関する研究-前頭面における咀嚼運動パターンの分類について，補綴誌，**33(4)**, 938-951, 平成1.

64)Proschel, P. and Hofmann, M.(1988):Frontal chewing patterns of the incisor point and their dependence on resistance of food and type of occlusion, J. Prosthet. Dent., **59**, 617-624.

65)篠田圭司(1988):小児におけるガム咀嚼時の顎運動パターンについて，小児歯誌，**26(2)**, 371-390, 昭和63.

66)Helkimo, E., Carlsson, G.E. and Helkimo, M.(1978):Chewing efficiency and state of dentition-A methodologic study, Acta Odont. Scand., **36(1)**, 33-41.

67)Slagter, A.P., Orthoff, L.W., Steen, W.H.A. and Bosman, F.(1992):Comminution of food by complete-denture wearers, J. Dent Res., **71(2)**, 380-386.

## 脚注

大阪大学歯学部歯科矯正学講座（主任：作田　守教授）

本論文の要旨は、第１回アジア太平洋矯正歯科学会議（平成２年１０月、大阪）、第４９回アメリカ口蓋裂学会大会（平成４年３月、ポートランド）、第１６回日本口蓋裂学会（平成４年７月、金沢）、第５２回日本歯科矯正学学術大会（平成５年１１月、鹿児島）および第４１回国際歯科研究学会日本部会（平成５年１２月、岡山）において発表した。

## 図，表，附表の説明

図１：臼歯部の動的な咬合状態の分類。右側上下顎臼歯の前頭面観における咬合接触関係を示す。この時の下顎位は側方誘導時の偏心位のものである。表記法に関して、大文字で書かれたはじめの文字ＢあるいはＬは、上顎臼歯の頬側咬頭あるいは舌側咬頭を表し、２文字目のＢあるいはＬは、頬側に面している斜面あるいは舌側に面している斜面をそれぞれ表している。小文字で書かれた２文字は下顎臼歯のそれらを表しており、上顎臼歯と同様、初めの文字は咬頭の部位を、２文字目は斜面の部位をそれぞれ表している。水平方向に描かれた矢印は、咬合相初期に上顎臼歯に加わる力の頬舌的な方向を表しており、そのベクトルの水平成分が舌→頬方向である上顎臼歯をULB歯（上段）、頬→舌方向であるものをUBL歯（下段）と表した。

図２：咀嚼筋活動と下顎運動の記録および解析システムを示すブロックダイヤグラム。

図３：moストローク(medial-out stroke)とloストローク(lateral-out stroke)について。中心咬合位から2mm下方にスライスレベルを設定し、上方から下方へ、および下方から上方へ横切る側方座標値をそれぞれCOoutLat（●）およびCOinLat（□）とし、COoutLatがCOinLatよりも非咀嚼側よりにある場合をmoストローク、その逆の場合をloストロークとした。なお、精度が0.16mmまで補償されているので、COoutLatとCOinLatが一致する確率は非常に低いが一致する場合も考えられるので、この場合便宜上moストロークに含めた。上→下方向および非咀嚼側→咀嚼側方向を負の方向と定めた。

図４：本研究で採用した統計解析方法。全計測データおよび差のデータについて、正規分布するという帰無仮説が採択された場合にはパラメトリックテストを用い、棄却された場合にはノンパラメト

リックテストを用いた。

図５：HJとSJの片側臼歯部咀嚼時の対照群と患者各小群の平均下顎運動パターン（前頭面観と側面観）。中心咬合位（CO)を原点（0,0）とし、１目盛は１mmである。上→下方向、非咀嚼側→咀嚼側方向および前→後方向を負の方向と定めた。なお、患者各小群の被検者で咀嚼側が左側のものは、側方座標値の符号を逆転させて用いた。

図６：HJとSJの片側臼歯部咀嚼時の対照群と患者各小群の平均筋電図パターン。IpsiPT:咀嚼側側頭筋後部，ContraPT:非咀嚼側側頭筋後部，IpsiOI:咀嚼側下唇部口輪筋，ContraOI:非咀嚼側下唇部口輪筋，縦軸:絶対電圧（$\mu$ V)(1目盛:10$\mu$ V)，横軸:正規化時間軸（COout1からMOP（最大開口位）までを開口相（24ポイント）、MOPからCOinまでを閉口相（24ポイント）、COinからCOout2までを咬合相（24ポイント）の３相（合計72ポイント）に分けられている。）

図７：習性性咀嚼側を有した患者各小群の咀嚼開始より最終嚥下までに要した咀嚼回数と時間。■:ULB+Mx群（n=10)，□:UBL群（n=10)

表１：被検者の概要。

表２：被検者の咬合状態。調査成績について正規性の検定を行った結果、正規性の仮定が棄却されたので、各調査項目について中央値、最小値および最大値を示した。以下の表に関しても同様に取り扱うこととした。

表３：歯列弓の大きさと口蓋の高さ。

表４：患者群の側面位頭部X線規格写真分析結果。対照として、大阪大学歯学部矯正学教室所蔵のデータ[38]（良好な咬合を有する健常児120名の経年的資料）をもとにして、患者群の年齢（１１歳４カ月）と一致するように線形補間したデータを標準値として用いた。

表５：HJ（硬いタイプのグミゼリー）とSJ（軟らかいタイプのグミ

ゼリー）それぞれの構成成分の重量比（％）。

表６：片側臼歯部咀嚼時のmoストローク発現率(%)。

表７：片側臼歯部咀嚼時の下顎運動パラメータ（時間的計測項目と空間座標値）の対照群と患者各小群の比較。Mx.mo群：Mx群でmoストロークを示したもの，Mx.lo群：Mx群でloストロークを示したもの患者群がmoとloの各ストロークにおいてそれぞれ２つの小群に分割されたので、有意水準を0.025に設定した。以下の表に関しても同様に取り扱うこととした。

表８：片側臼歯部咀嚼時の下顎運動パラメータ（速度）の対照群と患者各小群の比較。

表９：片側臼歯部咀嚼時の筋電図パラメータの対照群と患者各小群の比較。IpsiPT:咀嚼側側頭筋後部，ContraPT:非咀嚼側側頭筋後部，IpsiOI:咀嚼側下唇部口輪筋，ContraOI:非咀嚼側下唇部口輪筋．

表10：自由咀嚼時の咀嚼開始より最終嚥下までに要した咀嚼回数と時間における対照群と患者群の比較。

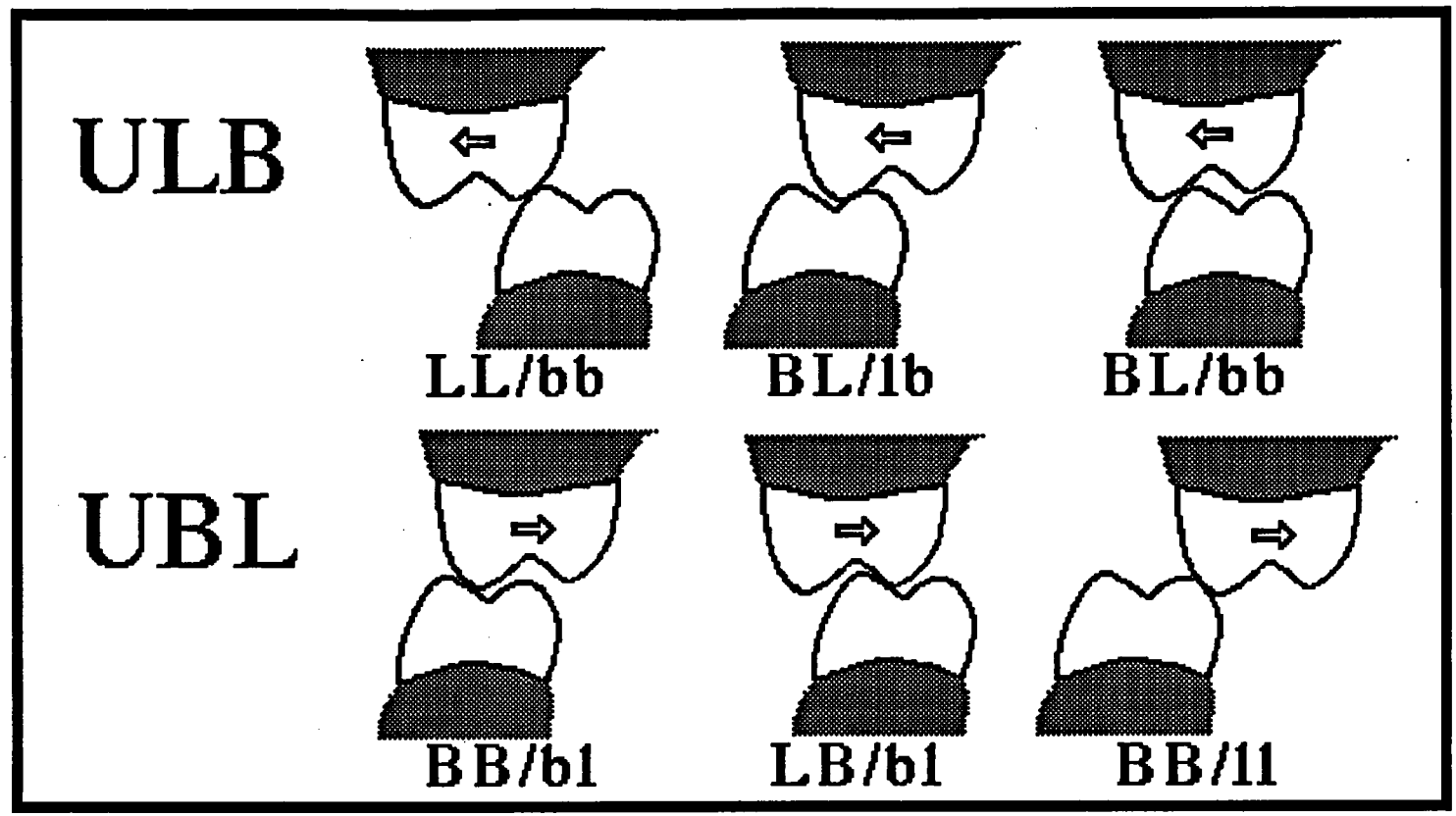
附表Ｉ：表６に示した患者群の裂側咀嚼と非裂側咀嚼において、対照群（あるいは標準値）と有意の差の認められた形態分析値のmoストローク発現率に対する関係を表した順位相関係数($r_s$)とその確率(P)。患者群が裂側咀嚼と非裂側咀嚼の２つに分割されているので、有意水準を0.025に設定した。

附表II：表７に示した下顎運動パラメータ（時間と空間座標値）のHJ咀嚼とSJ咀嚼の比較。数字は確率(P)を示す。

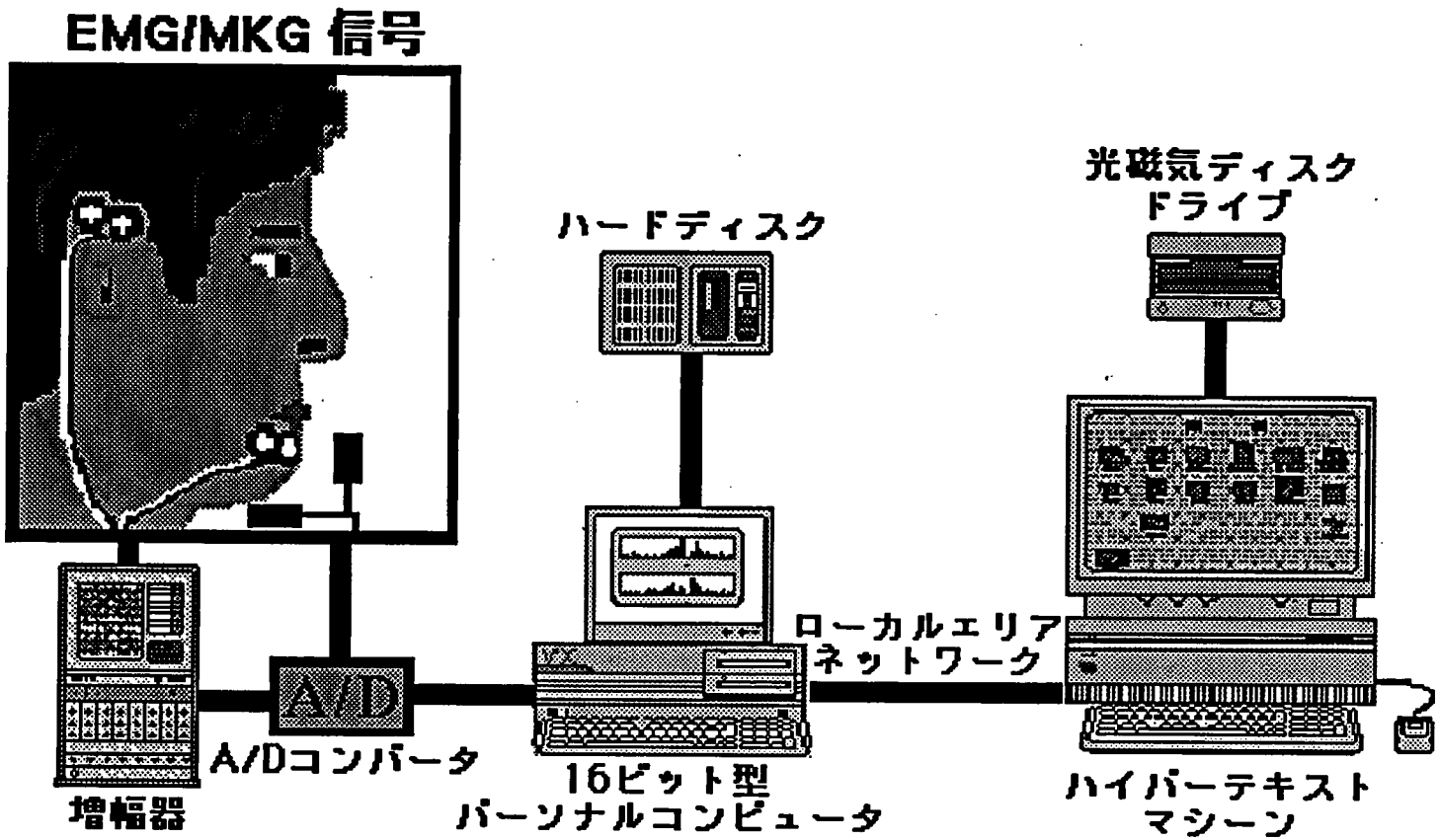
附表III：表８に示した下顎運動パラメータ（速度）のHJ咀嚼とSJ咀嚼の比較。数字は確率(P)を示す。

附表IV：表９に示した筋電図パラメータの各筋肉内における咀嚼側と非咀嚼側の比較。数字は確率(P)を示す。

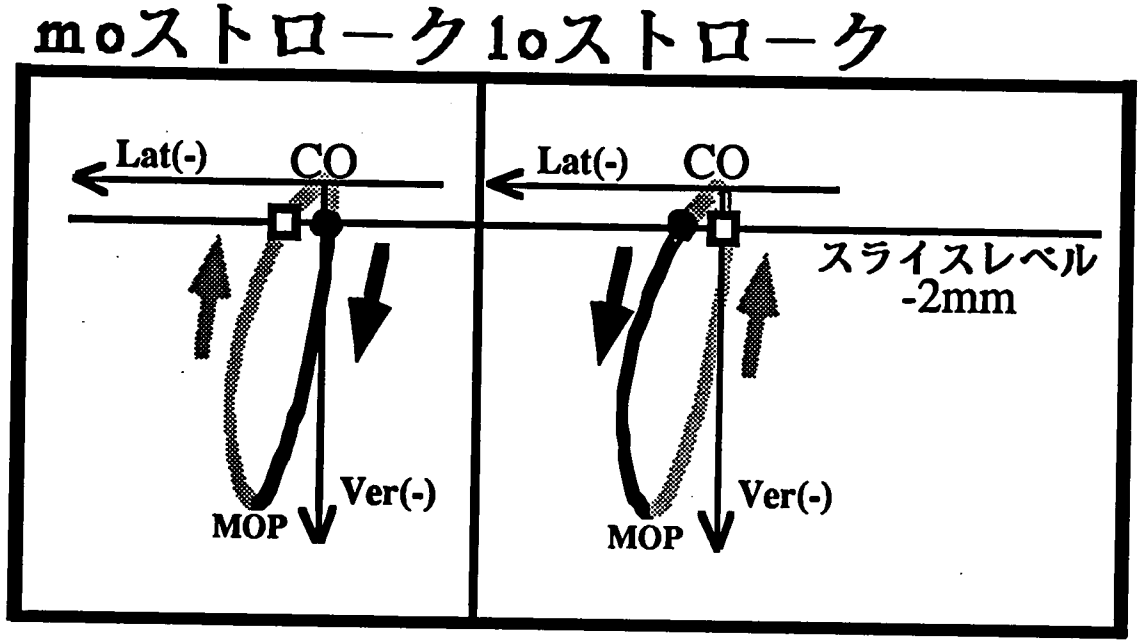
附表Ⅴ：表9に示した筋電図パラメータのHJ咀嚼とSJ咀嚼の比較。
数字は確率(P)を示す。



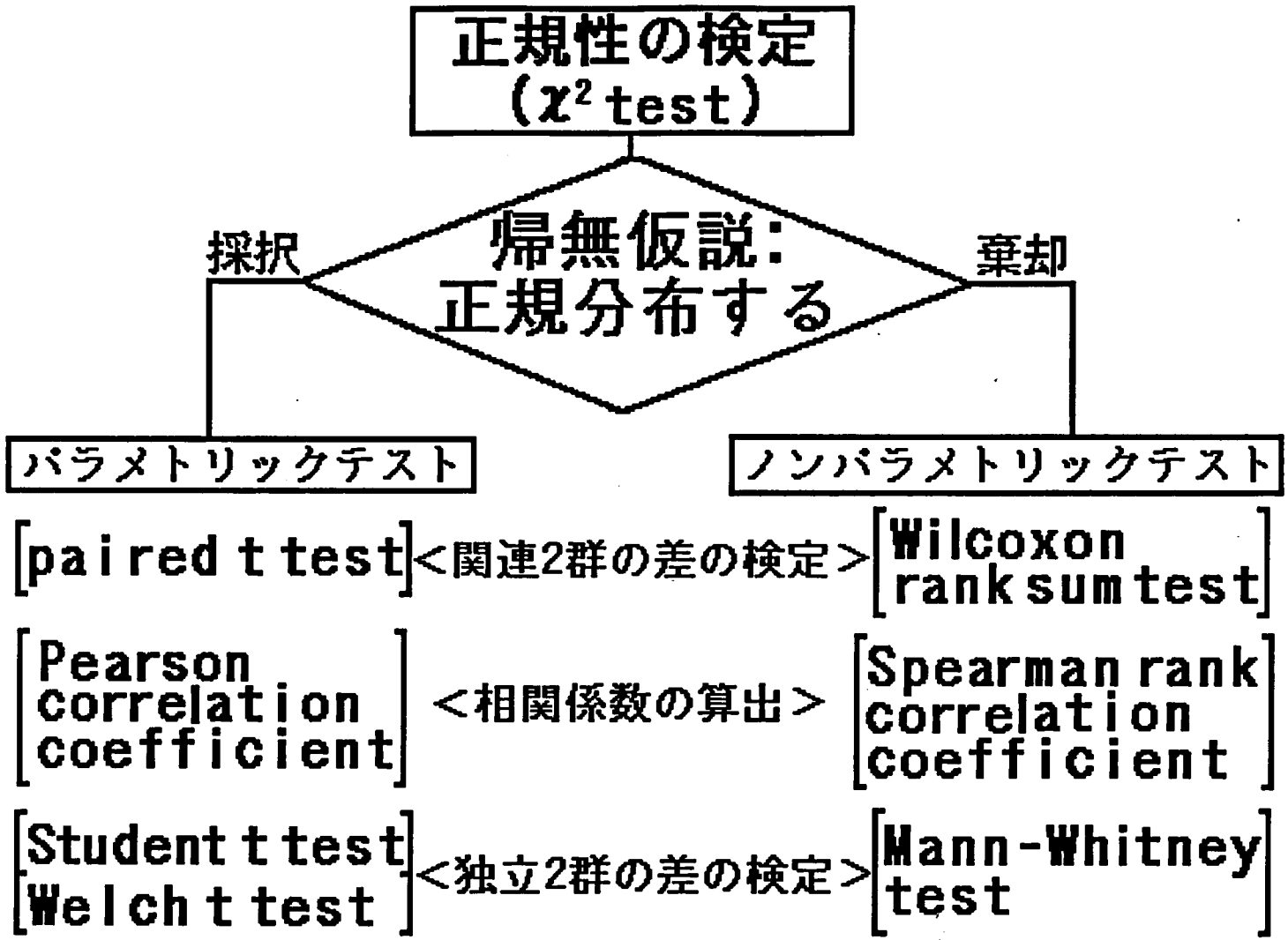

[図 1]


EMG/MKG 信号
ハードディスク
光磁気ディスク
ドライブ
ローカルエリア
ネットワーク
A/D
A/Dコンバータ
増幅器
16ビット型
パーソナルコンピュータ
ハイパーテキスト
マシーン

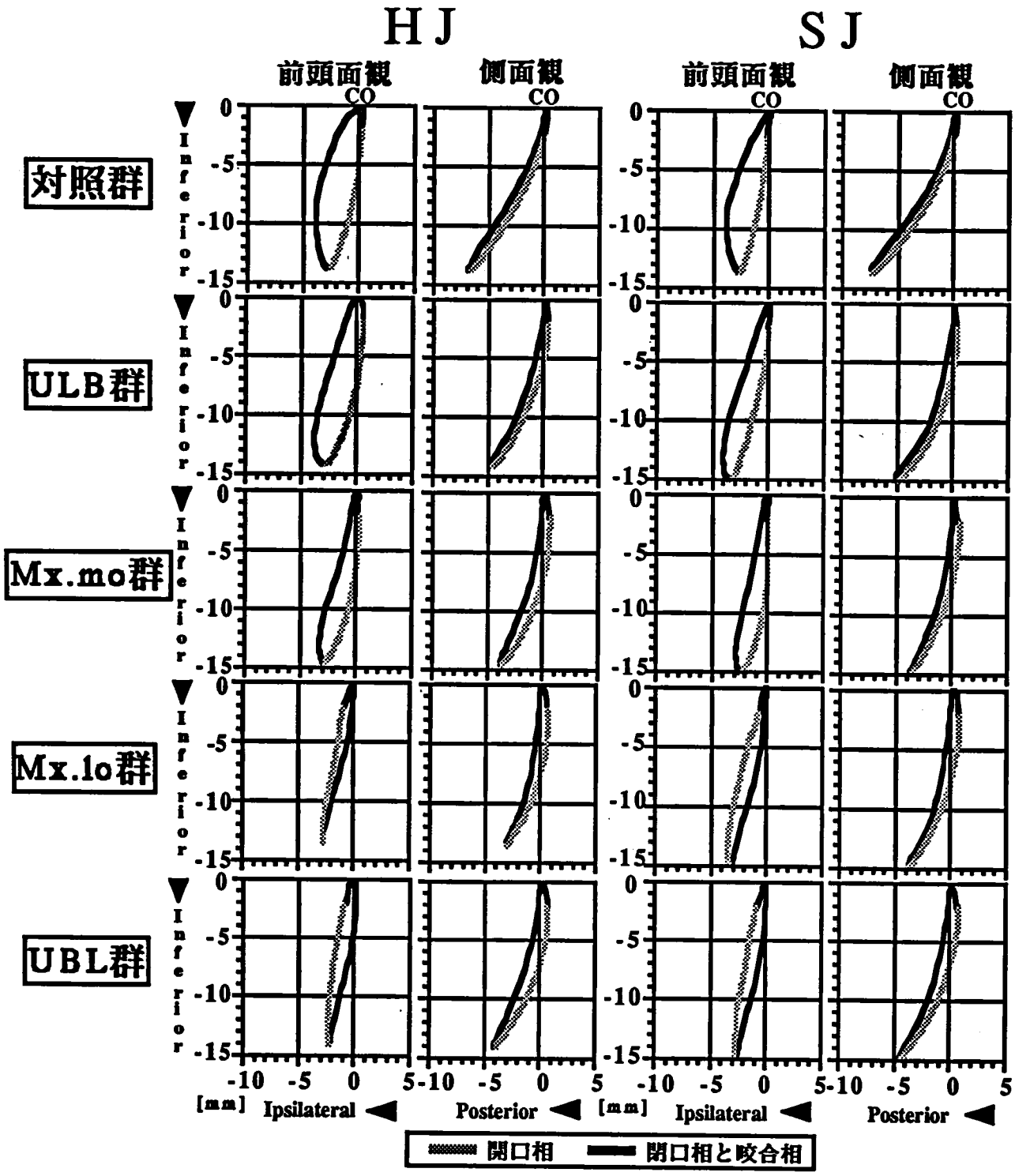
[図 2]



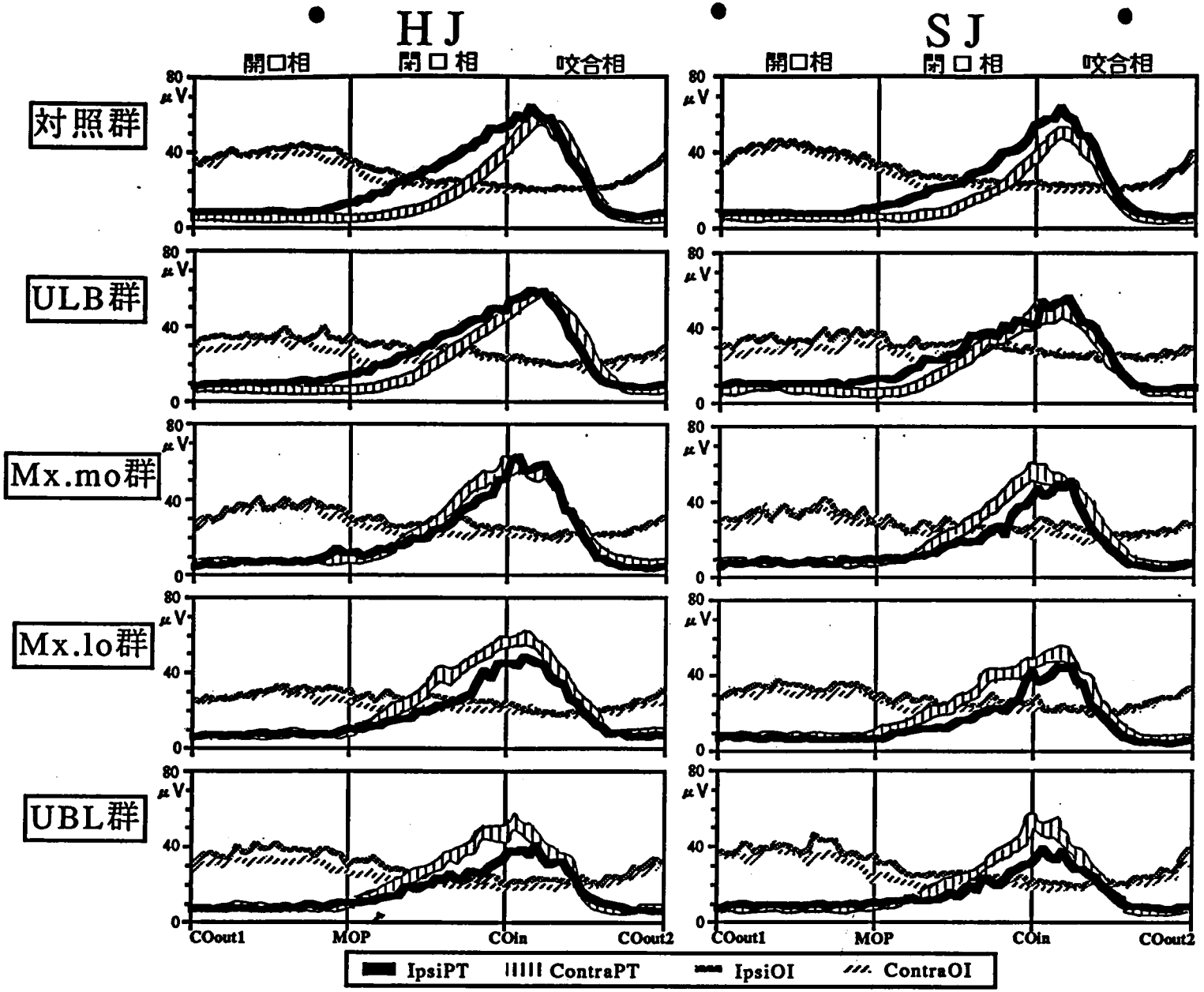

[図 3]


正規性の検定
($\chi^2$ test)
帰無仮説:
正規分布する
採択
棄却
パラメトリックテスト
ノンパラメトリックテスト
[paired t test]
<関連2群の差の検定>
[Wilcoxon rank sum test]
[Pearson correlation coefficient]
<相関係数の算出>
[Spearman rank correlation coefficient]
[Student t test
Welch t test]
<独立2群の差の検定>
[Mann-Whitney test]

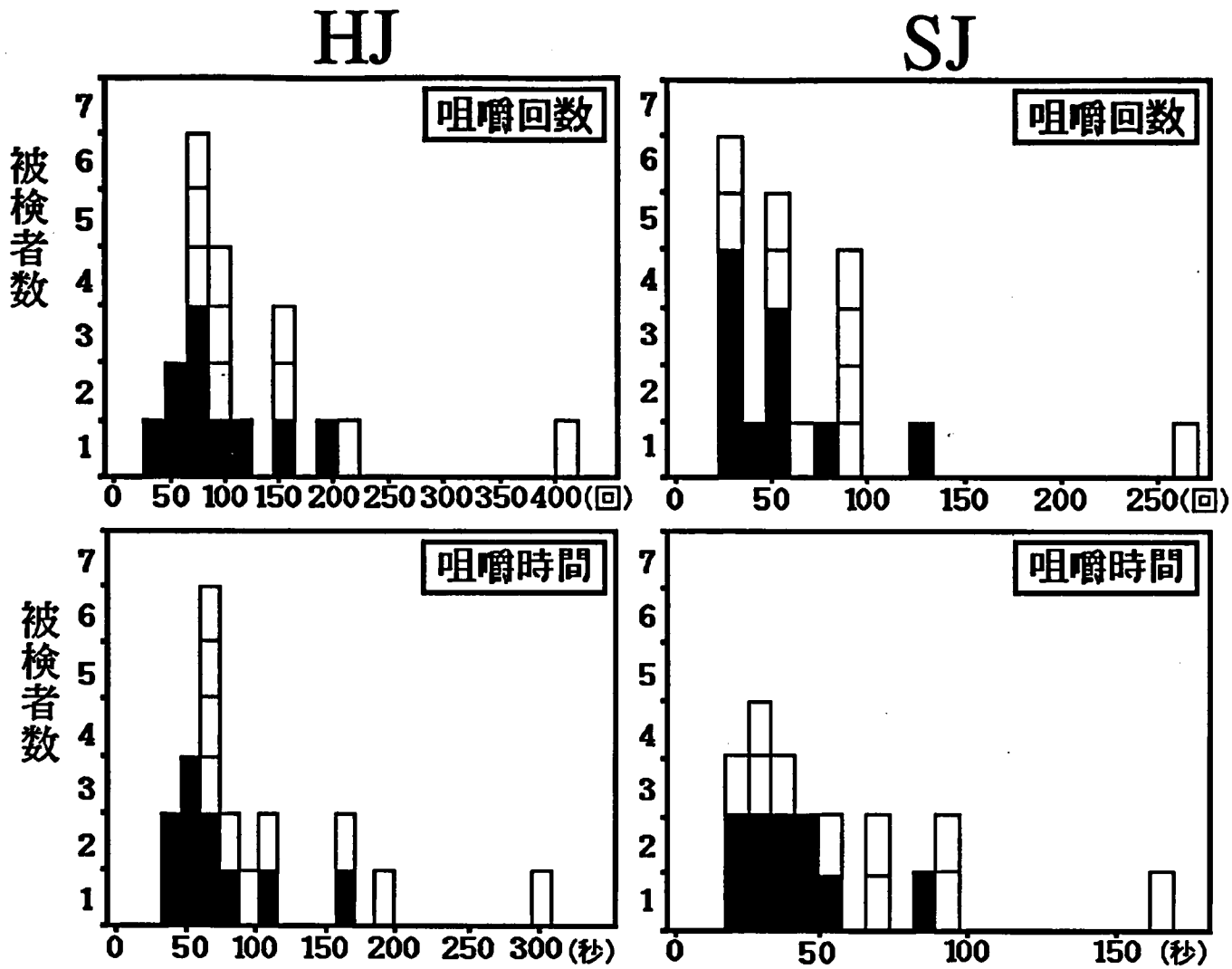
[図 4]


HJ
SJ
前頭面観
側面観
CO
対照群
ULB群
Mx.mo群
Mx.lo群
UBL群
Inferior
0
-5
-10
-15
-10 -5 0 5
[mm]
Ipsilateral
Posterior
開口相
閉口相と咬合相

[図5]


HJ
SJ
開口相
閉口相
咬合相
対照群
ULB群
Mx.mo群
Mx.lo群
UBL群
80
μV
40
0
COout1
MOP
COin
COout2
IpsiPT
ContraPT
IpsiOI
ContraOI

[図 6]


HJ
SJ
咀嚼回数
咀嚼時間
被検者数
0 50 100 150 200 250 300 350 400(回)
0 50 100 150 200 250(回)
0 50 100 150 200 250 300(秒)
0 50 100 150(秒)
1 2 3 4 5 6 7

[ 図 7 ]

# 表1

| | 対照群 | 患者群 |
|---|---|---|
| 特徴 | 良好な咬合を有する健常児 | 形成手術を受けた片側性唇顎口蓋裂児 |
| 数 | ２２名 (男子6名, 女子16名) | ２３名 (男子14名, 女子9名) |
| 年齢 | 平均 １１歳2ヵ月 (標準偏差 13ヵ月) | 平均 １１歳4ヵ月 (標準偏差 15ヵ月) |
| 身長* | 平均 141.0cm (標準偏差 12.1cm) | 平均 142.9cm (標準偏差 9.8cm) |
| 体重* | 平均 34.3Kg (標準偏差 9.0Kg) | 平均 35.6Kg (標準偏差 7.5Kg) |
| 習慣性咀嚼側 | 右側 6名,左側 1名 有さない者 15名 | 右側1 6名,左側4名 有さない者 3名 |

*:この年齢では、日本全国の平均[32]と本研究被検者において、性差が認められなかったので男女混合データを用いた。

# 表 2

| 下顎位 | 計測項目 | 対照群 (n=22) 部位 | 中央値 | 最小値 | 最大値 | 患者群 (n=23) 部位 | 中央値 | 最小値 | 最大値 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 中心咬合位 | 咬合接触点数（点） | 右側臼歯部 | 8 | 5 | 17 | 裂側臼歯部 | 3** | 1 | 7 |
| | | 右側前歯部 | 2 | 0 | 3 | 裂側前歯部 | 1** | 0 | 4 |
| | | 左側臼歯部 | 8 | 3 | 18 | 非裂側臼歯部 | 3** | 1 | 8 |
| | | 左側前歯部 | 2 | 1 | 3 | 非裂側前歯部 | 1* | 0 | 4 |
| | 咬合接触歯数（歯） | 右側臼歯部 | 3 | 1 | 3 | 裂側臼歯部 | 1** | 1 | 3 |
| | | 右側前歯部 | 2 | 0 | 3 | 裂側前歯部 | 1** | 0 | 2 |
| | | 左側臼歯部 | 3 | 1 | 3 | 非裂側臼歯部 | 2* | 1 | 3 |
| | | 左側前歯部 | 2 | 1 | 3 | 非裂側前歯部 | 1* | 0 | 3 |
| | 交叉咬合歯数（歯） | 右側臼歯部 | 0 | 0 | 0 | 裂側臼歯部 | 2** | 0 | 3 |
| | | 右側前歯部 | 0 | 0 | 0 | 裂側前歯部 | 2** | 0 | 3 |
| | | 左側臼歯部 | 0 | 0 | 0 | 非裂側臼歯部 | 1** | 0 | 3 |
| | | 左側前歯部 | 0 | 0 | 0 | 非裂側前歯部 | 2** | 0 | 3 |
| 偏心位（下顎側方誘導時） | ULB歯数（歯） | 右側臼歯部 | 3 | 1 | 3 | 裂側臼歯部 | 1** | 0 | 2 |
| | | 左側臼歯部 | 3 | 1 | 3 | 非裂側臼歯部 | 1** | 0 | 3 |
| | UBL歯数（歯） | 右側臼歯部 | 0 | 0 | 0 | 裂側臼歯部 | 1** | 0 | 3 |
| | | 左側臼歯部 | 0 | 0 | 0 | 非裂側臼歯部 | 1** | 0 | 3 |

*:P<0.05,　**:P<0.001

表3

| 計測項目 | 対照群(n=22) 平均 | 標準偏差 | 実験群(n=23) 平均 | 標準偏差 |
|---|---|---|---|---|
| 上顎 | | | | |
| 歯列弓長径(mm) | 31.8 | 3.1 | 24.5** | 6.2 |
| 第1小臼歯間幅径(mm) | 29.7 | 3.2 | 24.2** | 3.6 |
| 第1大臼歯間幅径(mm) | 41.0 | 2.7 | 38.2* | 4.8 |
| 口蓋高径(mm) | 16.1 | 2.2 | 9.5** | 3.3 |
| 下顎 | | | | |
| 歯列弓長径(mm) | 27.7 | 2.4 | 28.4 | 2.2 |
| 第1小臼歯間幅径(mm) | 24.6 | 2.8 | 23.3 | 2.3 |
| 第1大臼歯間幅径(mm) | 34.6 | 2.2 | 35.3 | 1.3 |

*:P<0.05,　**:P<0.001

# 表 4

| 計測項目 | 標準値(大阪大学) 平均 | 標準偏差 | 患者群(n=23) 平均 | 標準偏差 |
|---|---|---|---|---|
| SN(mm) | 66.7 | 2.8 | 67.6 | 2.1 |
| ∠SNA(dg) | 81.3 | 3.6 | 76.8* | 4.4 |
| Ptm-A/PP(mm) | 46.5 | 2.6 | 44.0* | 3.0 |
| ∠SNB(dg) | 77.4 | 3.3 | 76.5 | 4.4 |
| ∠SNMP(dg) | 37.4 | 4.3 | 37.5 | 5.4 |
| Go.A.(dg) | 125.7 | 5.3 | 127.4 | 7.1 |
| Go-Me(mm) | 66.6 | 3.6 | 66.2 | 4.6 |
| Ar-Go(mm) | 42.9 | 3.1 | 42.7 | 4.4 |
| ∠ANB(dg) | 3.8 | 2.3 | 0.3* | 2.1 |
| N-Me(mm) | 118.2 | 4.5 | 117.8 | 6.9 |
| OJ(mm) | 2.5 | 1.0 | -3.4* | 3.0 |
| OB(mm) | 2.5 | 1.0 | 1.9 | 2.8 |

*P<0.01

表 5

| 構成成分 | 重量比(%) HJ | SJ |
|---|---|---|
| 水飴 | 25.09 | 20.79 |
| グラニュー糖 | 25.09 | 20.79 |
| 麦芽糖 | 25.09 | 20.79 |
| 45.3%ゼラチン溶液 | 11.31 | 26.51 |
| 濃縮オレンジ果汁 | 5.97 | 4.95 |
| その他 | 7.45 | 7.17 |

表 6

| | 対照群 (n=22) | | | | 患者群 (n=23) | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 咀嚼側 | 中央値 | 最小値 | 最大値 | 咀嚼側 | 中央値 | 最小値 | 最大値 |
| HJ | 右側 | 100 | 73 | 100 | 裂側 | 57* | 15 | 100 |
| | 左側 | 100 | 86 | 100 | 非裂側 | 50* | 0 | 100 |
| SJ | 右側 | 93 | 60 | 100 | 裂側 | 46* | 0 | 93 |
| | 左側 | 97 | 63 | 100 | 非裂側 | 33* | 0 | 100 |

*:P<0.0001

単位：%

# 表 7

| 下顎運動パラメータ | 対照群(n=22) 平均 | 標準偏差 | ULB群(n=9) 平均 | 標準偏差 | Mx.mo群(n=18) 平均 | 標準偏差 | Mx.lo群(n=18) 平均 | 標準偏差 | UBL群(n=11) 平均 | 標準偏差 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **HJ** | | | | | | | | | | |
| **時間的計測項目** | | | | | | | | | | |
| 開口相時間 (ms) | 189 | 43 | 175 | 42 | 192 | 50 | 178 | 49 | 185 | 26 |
| 閉口相時間(ms) | 199 | 42 | 219 | 49 | 215 | 47 | 213 | 46 | 209 | 41 |
| 咬合相時間(ms) | 312 | 61 | 277 | 86 | 297 | 74 | 261 | 93 | 278 | 57 |
| 咀嚼サイクル (ms) | 700 | 78 | 671 | 132 | 704 | 121 | 652 | 104 | 672 | 64 |
| **空間座標値** | | | | | | | | | | |
| COout2mmLat(mm) | 0.3 | 0.7 | 0.5 | 0.4 | 0.2 | 0.6 | -1.0*** | 0.9 | -0.9** | 1.0 |
| COout5mmLat(mm) | -0.1 | 1.0 | 0.2 | 0.6 | -0.1 | 0.8 | -1.5** | 1.2 | -1.6** | 1.4 |
| MOPLat(mm) | -2.4 | 1.0 | -2.7 | 0.9 | -2.8 | 1.6 | -2.7 | 1.8 | -2.2 | 1.8 |
| COin5mmLat (mm) | -3.1 | 0.8 | -2.3 | 1.2 | -1.2*** | 1.0 | -0.7*** | 1.2 | -0.1*** | 1.3 |
| COin2mmLat(mm) | -2.0 | 0.7 | -1.1 | 1.3 | -0.5*** | 0.6 | -0.1*** | 0.8 | 0.1*** | 0.7 |
| COout2mmA/P(mm) | 0.4 | 0.9 | 0.7 | 0.6 | 0.7 | 1.0 | 0.7 | 1.2 | 0.7 | 1.0 |
| COout5mmA/P(mm) | -0.9 | 2.1 | 0.3 | 1.8 | 0.4 | 1.8 | 0.7* | 1.3 | 0.5* | 1.4 |
| MOPA/P(mm) | -6.8 | 2.8 | -4.8 | 5.4 | -3.7** | 3.4 | -3.0** | 3.0 | -3.9* | 3.6 |
| COin5mmA/P(mm) | -1.7 | 2.0 | -0.9 | 2.3 | -0.6 | 1.8 | -0.3 | 1.1 | -0.7 | 1.6 |
| COin2mmA/P(mm) | -0.3 | 1.1 | -0.2 | 1.1 | 0.3 | 0.8 | -0.1 | 1.0 | -0.1 | 1.1 |
| MOPVertical(mm) | -13.4 | 2.7 | -14.8 | 3.7 | -14.4 | 3.4 | -13.3 | 3.6 | -13.9 | 3.2 |
| **SJ** | | | | | | | | | | |
| **時間的計測項目** | | | | | | | | | | |
| 開口相時間 (ms) | 182 | 45 | 162 | 45 | 172 | 41 | 187 | 51 | 194 | 43 |
| 閉口相時間(ms) | 180 | 33 | 176 | 16 | 183 | 37 | 176 | 50 | 180 | 30 |
| 咬合相時間(ms) | 301 | 63 | 273 | 90 | 294 | 73 | 275 | 69 | 279 | 61 |
| 咀嚼サイクル (ms) | 663 | 92 | 612 | 126 | 650 | 81 | 638 | 115 | 654 | 76 |
| **空間座標値** | | | | | | | | | | |
| COout2mmLat(mm) | -0.2 | 0.8 | 0.0 | 0.4 | 0.0 | 1.8 | -1.2** | 1.1 | -1.1* | 1.0 |
| COout5mmLat(mm) | -0.6 | 0.9 | -0.5 | 0.8 | 0.0 | 2.3 | -1.8** | 1.5 | -1.7* | 1.3 |
| MOPLat(mm) | -2.6 | 1.5 | -3.4 | 1.4 | -2.3 | 2.1 | -2.9 | 2.4 | -2.7 | 2.3 |
| COin5mmLat (mm) | -2.7 | 1.2 | -2.0 | 0.8 | -1.2** | 1.7 | -0.8*** | 1.2 | -0.4*** | 1.3 |
| COin2mmLat(mm) | -1.6 | 0.7 | -0.9 | 1.0 | -0.7* | 1.2 | -0.4*** | 0.8 | -0.2*** | 0.7 |
| COout2mmA/P(mm) | -0.2 | 0.7 | 0.2 | 1.2 | 0.6 | 1.5 | 0.6* | 1.4 | 0.6** | 0.7 |
| COout5mmA/P(mm) | -1.5 | 1.6 | -0.1 | 2.2 | 0.2* | 2.1 | 0.3* | 2.4 | 0.2** | 1.2 |
| MOPA/P(mm) | -7.8 | 2.9 | -5.0 | 5.4 | -3.9** | 4.3 | -3.9** | 4.4 | -4.6* | 2.9 |
| COin5mmA/P(mm) | -2.3 | 1.9 | -0.8 | 2.4 | -0.7* | 2.0 | -0.8* | 2.0 | -0.9* | 1.3 |
| COin2mmA/P(mm) | -0.9 | 0.9 | -0.2 | 1.1 | -0.1 | 1.1 | -0.2 | 1.0 | -0.3 | 0.7 |
| MOPVertical(mm) | -13.4 | 2.8 | -15.0 | 3.8 | -14.8 | 3.7 | -14.8 | 4.0 | -15.0 | 3.0 |

* : P<0.025, ** : P<0.005, *** : P<0.0001

# 表 8

| 下顎中切歯点の空間座標置 | 対照群(n=22) 中央値 | 最小値 | 最大値 | ULB群(n=9) 中央値 | 最小値 | 最大値 | Mx.mo群(n=18) 中央値 | 最小値 | 最大値 | Mx.lo群(n=18) 中央値 | 最小値 | 最大値 | UBL群(n=11) 中央値 | 最小値 | 最大値 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **HJ** | | | | | | | | | | | | | | | |
| COout2mm | | | | | | | | | | | | | | | |
| Lat | 0 | -16 | 15 | 0 | -15 | 16 | 0 | -15 | 9 | 0 | -33 | 0 | 0 | -28 | 0 |
| A/P | -14 | -28 | 12 | 0 | -31 | 33 | 0** | -28 | 19 | 0 | -67 | 35 | 0** | -13 | 17 |
| Ver | -45 | -68 | -27 | -53 | -68 | -28 | -50 | -79 | -12 | -43 | -88 | -23 | -37 | -89 | -23 |
| Total | 49 | 29 | 74 | 56 | 39 | 0 | 50 | 17 | 79 | 56 | 23 | 95 | 42 | 31 | 89 |
| COout5mm | | | | | | | | | | | | | | | |
| Lat | -13 | -30 | 15 | -15 | -33 | 0 | -11 | -30 | 12 | -16 | -45 | 15 | -20 | -36 | 17 |
| A/P | -42 | -96 | 11 | -29 | -123 | 47 | -15 | -56 | 38 | -17 | -67 | 53 | -15 | -48 | 0 |
| Ver | -76 | -133 | -43 | -114 | -126 | -37 | -98 | -194 | -46 | -88 | -176 | -33 | -109 | -149 | -50 |
| Total | 90 | 60 | 155 | 121 | 50 | 169 | 100 | 54 | 201 | 92 | 56 | 187 | 116 | 58 | 150 |
| COin5mm | | | | | | | | | | | | | | | |
| Lat | 25 | 0 | 65 | 20 | 0 | 42 | 17 | 0 | 52 | 18 | -11 | 51 | 13** | -11 | 26 |
| A/P | 30 | 0 | 66 | 25 | -36 | 87 | 9* | -37 | 51 | 11** | -26 | 30 | 13* | 0 | 53 |
| Ver | 63 | 26 | 124 | 81 | 38 | 102 | 82 | 23 | 112 | 69 | 0 | 113 | 63 | 43 | 114 |
| Total | 77 | 47 | 140 | 88 | 49 | 119 | 91 | 33 | 123 | 72 | 19 | 117 | 67 | 43 | 115 |
| COin2mm | | | | | | | | | | | | | | | |
| Lat | 33 | 0 | 82 | 26 | 0 | 58 | 13** | 0 | 51 | 0*** | -20 | 38 | 0*** | -13 | 35 |
| A/P | 23 | -21 | 82 | 14 | -26 | 72 | 13 | -56 | 77 | 10 | -53 | 28 | 13 | -15 | 32 |
| Ver | 61 | 26 | 185 | 66 | 29 | 115 | 78 | 23 | 206 | 61 | 14 | 185 | 63 | 34 | 108 |
| Total | 77 | 38 | 204 | 72 | 45 | 148 | 82 | 26 | 217 | 65 | 31 | 192 | 69 | 35 | 109 |
| **SJ** | | | | | | | | | | | | | | | |
| COout2mm | | | | | | | | | | | | | | | |
| Lat | 0 | -23 | 20 | -15 | -26 | 0 | 0 | -21 | 27 | -14 | -33 | 0 | -13 | -33 | 0 |
| A/P | -17 | -52 | 33 | 0 | -33 | 39 | 0* | -45 | 42 | 0** | -37 | 25 | 0* | -30 | 16 |
| Ver | -55 | -82 | -32 | -67 | -93 | -32 | -72 | -87 | -12 | -53 | -83 | -22 | -65 | -87 | -35 |
| Total | 64 | 33 | 83 | 68 | 40 | 100 | 75 | 17 | 95 | 56 | 27 | 88 | 68 | 42 | 90 |
| COout5mm | | | | | | | | | | | | | | | |
| Lat | -17 | -37 | 27 | -22 | -55 | 20 | -13 | -34 | 29 | -21 | -52 | 0 | -25 | -58 | 16 |
| A/P | -55 | -111 | -14 | -22 | -99 | 39 | -17 | -101 | 42 | -20** | -74 | 17 | -26* | -71 | 0 |
| Ver | -107 | -149 | -35 | -117 | -186 | -54 | -112 | -245 | -46 | -89 | -188 | -22 | -120 | -164 | -39 |
| Total | 117 | 61 | 171 | 129 | 59 | 194 | 119 | 50 | 267 | 107 | 33 | 195 | 137 | 50 | 174 |
| COin5mm | | | | | | | | | | | | | | | |
| Lat | 32 | 0 | 93 | 35 | 15 | 60 | 20 | -13 | 53 | 16* | 0 | 56 | 13* | 0 | 64 |
| A/P | 48 | 0 | 76 | 28 | -42 | 77 | 15** | -32 | 87 | 11** | 0 | 68 | 25* | 0 | 62 |
| Ver | 78 | 15 | 134 | 83 | 67 | 156 | 90 | 50 | 149 | 91 | 50 | 140 | 104 | 38 | 144 |
| Total | 95 | 54 | 158 | 106 | 86 | 173 | 102 | 70 | 157 | 92 | 59 | 151 | 107 | 46 | 161 |
| COin2mm | | | | | | | | | | | | | | | |
| Lat | 41 | 0 | 103 | 28 | 24 | 89 | 20* | -26 | 75 | 15*** | -16 | 49 | 0** | -31 | 48 |
| A/P | 34 | -41 | 116 | 28 | -42 | 74 | 13 | -64 | 74 | 7 | -49 | 137 | 26 | -31 | 77 |
| Ver | 84 | 42 | 226 | 103 | 70 | 168 | 102 | 49 | 177 | 102 | 41 | 368 | 110 | 67 | 219 |
| Total | 103 | 55 | 251 | 112 | 86 | 188 | 107 | 51 | 201 | 104 | 43 | 375 | 113 | 67 | 223 |

* : P<0.025, ** : P<0.005, *** : P<0.0001

単位 : mm/s

# 表 9

| 被験筋肉 | 筋電図パラメータ | 対照群 (n=22) 中央値 | 最小値 | 最大値 | ULB群 (n=9) 中央値 | 最小値 | 最大値 | Mx.mo群 (n=18) 中央値 | 最小値 | 最大値 | Mx.lo群 (n=18) 中央値 | 最小値 | 最大値 | UBL群 (n=11) 中央値 | 最小値 | 最大値 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| HJ | | | | | | | | | | | | | | | | |
| IpsiPT | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | ピーク電位(μV) | 192 | 54 | 546 | 166 | 70 | 358 | 144 | 57 | 442 | 117 | 48 | 407 | 121** | 56 | 195 |
| | 開始時刻(ms) | 208 | 43 | 378 | 189 | 111 | 424 | 212 | 46 | 380 | 221 | 71 | 403 | 232 | 180 | 313 |
| | ピーク時刻(ms) | 414 | 226 | 561 | 355 | 266 | 604 | 415 | 244 | 555 | 413 | 194 | 547 | 404 | 321 | 588 |
| | 終了時刻 (ms) | 557 | 471 | 683 | 517 | 418 | 771 | 567 | 382 | 861 | 514 | 362 | 787 | 564 | 490 | 686 |
| | 持続時間(ms) | 375 | 266 | 446 | 322 | 257 | 410 | 354 | 211 | 480 | 305* | 159 | 449 | 296* | 196 | 413 |
| ContraPT | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | ピーク電位(μV) | 164 | 63 | 414 | 167 | 65 | 323 | 150 | 54 | 500 | 172 | 47 | 445 | 133 | 75 | 298 |
| | 開始時刻(ms) | 266 | 100 | 369 | 226 | 34 | 501 | 251 | 127 | 360 | 225 | 78 | 334 | 201 | 147 | 320 |
| | ピーク時刻(ms) | 438 | 241 | 615 | 385 | 305 | 641 | 441 | 250 | 650 | 396 | 295 | 601 | 394 | 330 | 503 |
| | 終了時刻 (ms) | 588 | 462 | 808 | 538 | 483 | 864 | 626 | 428 | 751 | 545 | 417 | 770 | 544 | 476 | 686 |
| | 持続時間(ms) | 342 | 259 | 555 | 349 | 187 | 492 | 368 | 263 | 487 | 361 | 243 | 437 | 353 | 259 | 452 |
| IpsiOI | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | ピーク電位(μV) | 146 | 76 | 250 | 129 | 65 | 246 | 148 | 6 | 207 | 124 | 6 | 232 | 120 | 102 | 219 |
| | 開始時刻(ms) | 668 | 448 | 808 | 589 | 420 | 898 | 644 | 471 | 901 | 573 | 228 | 832 | 631 | 378 | 756 |
| | ピーク時刻(ms) | 133 | 5 | 265 | 95 | 28 | 227 | 122 | 17 | 209 | 128 | 3 | 246 | 108 | 22 | 193 |
| | 終了時刻 (ms) | 209 | 118 | 341 | 158 | 86 | 372 | 202 | 45 | 363 | 170 | 56 | 354 | 216 | 131 | 285 |
| | 持続時間(ms) | 268 | 129 | 393 | 198 | 126 | 412 | 237 | 45 | 670 | 251 | 118 | 441 | 216 | 131 | 563 |
| ContraOI | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | ピーク電位(μV) | 147 | 56 | 255 | 99 | 5 | 237 | 139 | 72 | 242 | 106 | 32 | 197 | 124 | 67 | 185 |
| | 開始時刻(ms) | 684 | 433 | 794 | 589 | 517 | 898 | 677 | 297 | 941 | 557 | 393 | 872 | 631 | 491 | 694 |
| | ピーク時刻(ms) | 95 | 27 | 177 | 117 | 10 | 194 | 107 | 9 | 209 | 136 | 3 | 235 | 108 | 29 | 193 |
| | 終了時刻 (ms) | 194 | 74 | 321 | 177 | 50 | 310 | 157 | 47 | 326 | 157 | 39 | 331 | 184 | 115 | 223 |
| | 持続時間(ms) | 233 | 74 | 502 | 217 | 90 | 350 | 190 | 51 | 402 | 195 | 65 | 551 | 212 | 142 | 472 |
| SJ | | | | | | | | | | | | | | | | |
| IpsiPT | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | ピーク電位(μV) | 176 | 62 | 468 | 143 | 79 | 356 | 119 | 17 | 401 | 126 | 32 | 447 | 124* | 36 | 198 |
| | 開始時刻(ms) | 217 | 93 | 391 | 183 | 64 | 339 | 205 | 121 | 438 | 200 | 9 | 389 | 267 | 87 | 383 |
| | ピーク時刻(ms) | 388 | 237 | 563 | 312 | 199 | 525 | 387 | 181 | 504 | 406 | 273 | 535 | 417 | 306 | 497 |
| | 終了時刻 (ms) | 537 | 383 | 717 | 449 | 316 | 674 | 518 | 314 | 720 | 549 | 299 | 787 | 535 | 379 | 663 |
| | 持続時間(ms) | 334 | 175 | 420 | 289 | 179 | 386 | 294 | 179 | 441 | 288 | 143 | 535 | 241 | 137 | 474 |
| ContraPT | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | ピーク電位(μV) | 151 | 48 | 418 | 150 | 45 | 293 | 148 | 41 | 395 | 138 | 37 | 458 | 146 | 56 | 304 |
| | 開始時刻(ms) | 250 | 94 | 377 | 231 | 73 | 445 | 226 | 90 | 332 | 212 | 90 | 523 | 232 | 56 | 348 |
| | ピーク時刻(ms) | 389 | 261 | 653 | 341 | 289 | 540 | 401 | 191 | 542 | 363 | 247 | 641 | 384 | 262 | 484 |
| | 終了時刻 (ms) | 558 | 394 | 904 | 485 | 412 | 752 | 536 | 283 | 721 | 517 | 358 | 734 | 536 | 430 | 652 |
| | 持続時間(ms) | 302 | 204 | 725 | 293 | 152 | 469 | 324 | 193 | 431 | 302 | 166 | 426 | 304 | 179 | 435 |
| IpsiOI | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | ピーク電位(μV) | 137 | 49 | 246 | 149 | 76 | 309 | 115 | 6 | 332 | 145 | 6 | 229 | 133 | 64 | 303 |
| | 開始時刻(ms) | 590 | 324 | 881 | 588 | 420 | 727 | 605 | 280 | 821 | 579 | 405 | 777 | 636 | 517 | 730 |
| | ピーク時刻(ms) | 84 | 23 | 238 | 99 | 30 | 158 | 100 | -40 | 234 | 78 | 25 | 271 | 112 | 6 | 233 |
| | 終了時刻 (ms) | 197 | 87 | 315 | 163 | 75 | 281 | 173 | 21 | 307 | 139 | 61 | 321 | 227 | 69 | 316 |
| | 持続時間(ms) | 254 | 87 | 545 | 163 | 75 | 538 | 191 | 70 | 460 | 221 | 106 | 361 | 227 | 69 | 490 |
| ContraOI | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | ピーク電位(μV) | 116 | 37 | 315 | 118 | 7 | 269 | 125 | 51 | 256 | 116 | 46 | 253 | 124 | 47 | 241 |
| | 開始時刻(ms) | 630 | 457 | 905 | 588 | 335 | 781 | 599 | 376 | 821 | 575 | 319 | 880 | 636 | 391 | 735 |
| | ピーク時刻(ms) | 73 | 23 | 185 | 81 | 31 | 158 | 81 | -34 | 166 | 91 | 27 | 227 | 103 | 6 | 213 |
| | 終了時刻 (ms) | 179 | 99 | 365 | 172 | 76 | 293 | 152 | 73 | 313 | 136 | 55 | 269 | 204 | 103 | 300 |
| | 持続時間(ms) | 201 | 99 | 382 | 172 | 76 | 553 | 170 | 73 | 525 | 189 | 55 | 505 | 224 | 112 | 444 |

* : P<0.025, ** : P<0.005

表10

| 計測項目 | 対照群(n=22) 中央値 | 最小値 | 最大値 | 患者群(n=23) 中央値 | 最小値 | 最大値 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| HJ | | | | | | |
| 咀嚼回数（回） | 53 | 25 | 165 | 93** | 28 | 410 |
| 咀嚼時間（秒） | 49 | 19 | 115 | 68** | 33 | 299 |
| SJ | | | | | | |
| 咀嚼回数（回） | 34 | 10 | 102 | 55* | 23 | 262 |
| 咀嚼時間（秒） | 26 | 6 | 71 | 39* | 17 | 169 |

*:P<0.05,**:P<0.01

# 附表 I

| moストローク発現率(%)と比較される形態分析項目 | 裂側咀嚼 rs | 裂側咀嚼 確率(P) | 非裂側咀嚼 rs | 非裂側咀嚼 確率(P) |
|---|---|---|---|---|
| **HJ** | | | | |
| 咬合接触点数 | | | | |
| 裂側白歯部 | 0.3602 | 0.0911 | -0.0651 | 0.7601 |
| 裂側前歯部 | 0.1065 | 0.6173 | 0.3386 | 0.1122 |
| 非裂側白歯部 | 0.3160 | 0.1383 | 0.0916 | 0.6674 |
| 非裂側前歯部 | 0.2668 | 0.2107 | 0.1593 | 0.4550 |
| 咬合接触歯数 | | | | |
| 裂側白歯部 | 0.0223 | 0.9167 | 0.0473 | 0.8243 |
| 裂側前歯部 | 0.0986 | 0.6438 | 0.3343 | 0.1169 |
| 非裂側白歯部 | 0.0925 | 0.6644 | -0.0244 | 0.9090 |
| 非裂側前歯部 | 0.2480 | 0.2447 | 0.1270 | 0.5513 |
| 交叉咬合歯数 | | | | |
| 裂側白歯部 | -0.3994 | 0.0610 | -0.2533 | 0.2348 |
| 裂側前歯部 | 0.3999 | 0.0607 | -0.0837 | 0.6945 |
| 非裂側白歯部 | -0.3886 | 0.0684 | -0.3012 | 0.1577 |
| 非裂側前歯部 | -0.1541 | 0.4697 | -0.1467 | 0.4915 |
| ULB歯数 | | | | |
| 裂側白歯部 | 0.5211 | 0.0145* | 0.1491 | 0.4843 |
| 非裂側白歯部 | 0.1369 | 0.5209 | 0.7769 | 0.0003** |
| UBL歯数 | | | | |
| 裂側白歯部 | -0.5182 | 0.0151* | -0.4577 | 0.0318 |
| 非裂側白歯部 | -0.0824 | 0.6992 | -0.7769 | 0.0003** |
| 上顎の歯列弓長径(mm) | 0.0062 | 0.9768 | 0.2229 | 0.2958 |
| 上顎の第1小白歯間幅径(mm) | 0.3618 | 0.0897 | 0.1246 | 0.5590 |
| 上顎の第1大白歯間幅径(mm) | 0.3200 | 0.1333 | 0.2748 | 0.1975 |
| 上顎の口蓋高径(mm) | 0.2407 | 0.2588 | 0.3039 | 0.1541 |
| SNA(dg) | 0.0067 | 0.9750 | -0.1419 | 0.5057 |
| Ptm-A/PP(mm) | 0.0959 | 0.6528 | 0.1082 | 0.6117 |
| ANB(dg) | -0.0842 | 0.6928 | -0.2614 | 0.2201 |
| OJ(mm) | 0.1143 | 0.5918 | 0.0057 | 0.9786 |
| **SJ** | | | | |
| 咬合接触点数 | | | | |
| 裂側白歯部 | 0.1527 | 0.4740 | 0.0100 | 0.9625 |
| 裂側前歯部 | 0.0121 | 0.9548 | 0.2205 | 0.3010 |
| 非裂側白歯部 | 0.2540 | 0.2335 | 0.1130 | 0.5960 |
| 非裂側前歯部 | 0.0712 | 0.7384 | 0.2310 | 0.2786 |
| 咬合接触歯数 | | | | |
| 裂側白歯部 | -0.0723 | 0.7345 | -0.2699 | 0.2055 |
| 裂側前歯部 | 0.0088 | 0.9671 | 0.2107 | 0.3231 |
| 非裂側白歯部 | 0.0688 | 0.7470 | -0.1072 | 0.6151 |
| 非裂側前歯部 | 0.0767 | 0.7192 | 0.2115 | 0.3212 |
| 交叉咬合歯数 | | | | |
| 裂側白歯部 | -0.1382 | 0.5169 | -0.3632 | 0.0885 |
| 裂側前歯部 | -0.0646 | 0.7618 | 0.0943 | 0.6583 |
| 非裂側白歯部 | -0.1989 | 0.3509 | -0.3024 | 0.1561 |
| 非裂側前歯部 | -0.0559 | 0.7573 | -0.2422 | 0.2559 |
| ULB歯数 | | | | |
| 裂側白歯部 | 0.5671 | 0.0078* | 0.0701 | 0.7422 |
| 非裂側白歯部 | 0.2456 | 0.2493 | 0.4793 | 0.0246* |
| UBL歯数 | | | | |
| 裂側白歯部 | -0.4860 | 0.0226* | -0.3404 | 0.1103 |
| 非裂側白歯部 | -0.2841 | 0.1827 | -0.5315 | 0.0123* |
| 上顎の歯列弓長径(mm) | -0.0764 | 0.7200 | 0.3468 | 0.1038 |
| 上顎の第1小白歯間幅径(mm) | 0.0198 | 0.9261 | 0.4040 | 0.0581 |
| 上顎の第1大白歯間幅径(mm) | 0.2621 | 0.2190 | 0.2825 | 0.1851 |
| 上顎の口蓋高径(mm) | -0.0315 | 0.8826 | 0.3506 | 0.1001 |
| SNA(dg) | -0.2298 | 0.2811 | 0.0762 | 0.7207 |
| Ptm-A/PP(mm) | -0.0893 | 0.6754 | 0.1470 | 0.4904 |
| ANB(dg) | -0.1227 | 0.5648 | -0.0012 | 0.9954 |
| OJ(mm) | -0.1649 | 0.4392 | 0.0916 | 0.6675 |

*:P<0.025, **:P<0.005

# 附表 II

| 下顎運動パラメータ | 対照群 | ULB群 | Mx.mo群 | Mx.lo群 | UBL群 |
|---|---|---|---|---|---|
| **時間的計測項目** | | | | | |
| 開口相時間 (ms) | 0.4116 | 0.0575 | 0.0711 | 0.4901 | 0.5045 |
| 閉口相時間(ms) | 0.0115* | 0.0060* | 0.0009** | 0.0004** | 0.0031** |
| 咬合相時間(ms) | 0.2625 | 0.7418 | 0.8284 | 0.4653 | 0.8478 |
| 咀嚼サイクル (ms) | 0.0040** | 0.0014** | 0.0167* | 0.5486 | 0.4409 |
| **空間座標値** | | | | | |
| COout2mmLat(mm) | 0.0027** | 0.0203* | 0.6785 | 0.4746 | 0.2566 |
| COout5mmLat(mm) | 0.0074** | 0.0170* | 0.8377 | 0.3535 | 0.7871 |
| MOPLat(mm) | 0.4341 | 0.1145 | 0.2491 | 0.7399 | 0.1620 |
| COin5mmLat (mm) | 0.0093** | 0.0150* | 0.8470 | 0.6284 | 0.6899 |
| COin2mmLat(mm) | 0.0038** | 0.0185* | 0.2847 | 0.3382 | 0.1485 |
| COout2mmA/P(mm) | 0.0847 | 0.1609 | 0.7012 | 0.4702 | 0.8348 |
| COout5mmA/P(mm) | 0.1133 | 0.1078 | 0.2657 | 0.3239 | 0.5344 |
| MOPA/P(mm) | 0.0758 | 0.6010 | 0.6874 | 0.0808 | 0.1579 |
| COin5mmA/P(mm) | 0.0611 | 0.4401 | 0.8106 | 0.1794 | 0.4099 |
| COin2mmA/P(mm) | 0.2252 | 0.6195 | 0.5592 | 0.1670 | 0.3348 |
| MOPVertical(mm) | 0.1510 | 0.4681 | 0.3808 | 0.0847 | 0.0837 |

対照群：*:P<0.05, **:P<0.01
患者群：*:P<0.025, **:P<0.005

# 附表 III

| 下顎中切歯点の空間座標置 | 対照群 | ULB群 | Mx.mo群 | Mx.lo群 | UBL群 |
|---|---|---|---|---|---|
| COout2mm | | | | | |
| Lat | 0.0183* | 0.0178* | 0.8589 | 0.0690 | 0.3946 |
| A/P | 0.0229* | 1.0000 | 0.1259 | 0.9443 | 0.1731 |
| Ver | 0.0043** | 0.0075* | 0.0006** | 0.0613 | 0.0291* |
| Total | 0.0060** | 0.0077* | 0.0004** | 0.1485 | 0.0183* |
| COout5mm | | | | | |
| Lat | 0.0261* | 0.0227* | 0.5693 | 0.0524 | 0.1542 |
| A/P | 0.0007** | 0.5940 | 0.0258 | 0.0786 | 0.0525 |
| Ver | 0.0067** | 0.0221* | 0.1488 | 0.9434 | 0.3061 |
| Total | 0.0023** | 0.0128* | 0.0928 | 0.8971 | 0.0408 |
| COin5mm | | | | | |
| Lat | 0.0071** | 0.0233* | 0.6049 | 0.3784 | 0.1383 |
| A/P | 0.0041** | 0.7995 | 0.1020 | 0.0528 | 0.0850 |
| Ver | 0.0067** | 0.0209* | 0.0113* | 0.0008** | 0.0076* |
| Total | 0.0009** | 0.0214* | 0.0099* | 0.0012** | 0.0076* |
| COin2mm | | | | | |
| Lat | 0.0172* | 0.0182* | 0.1958 | 0.2324 | 0.1921 |
| A/P | 0.0217* | 0.2367 | 0.6230 | 0.1555 | 0.1383 |
| Ver | 0.0019** | 0.0209* | 0.0035** | 0.0157* | 0.0033** |
| Total | 0.0010** | 0.0205* | 0.0032** | 0.0148* | 0.0033** |

対照群：*:P<0.05, **:P<0.01

患者群：*:P<0.025, **:P<0.005

# 附表 IV

| 計測項目および | HJ | | | | | SJ | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 比較される筋肉名 | 対照群 | ULB群 | Mx.mo群 | Mx.lo群 | UBL群 | 対照群 | ULB群 | Mx.mo群 | Mx.lo群 | UBL群 |
| **開始時刻(ms)** | | | | | | | | | | |
| IpsiPT vs ContraPT | 0.0017** | 0.0076* | 0.1488 | 0.7547 | 0.0912 | 0.0096** | 0.0182* | 0.9811 | 0.6319 | 0.3863 |
| IpsiOI vs ContraOI | 0.3455 | 1.0000 | 0.7135 | 0.1045 | 0.7150 | 0.1520 | 1.0000 | 0.6121 | 0.1068 | 0.9165 |
| **ピーク時刻(ms)** | | | | | | | | | | |
| IpsiPT vs ContraPT | 0.0074** | 0.0240* | 0.9306 | 0.9320 | 0.4446 | 0.2249 | 0.1609 | 0.8789 | 0.0702 | 1.0000 |
| IpsiOI vs ContraOI | 0.0871 | 0.6115 | 0.4690 | 0.9499 | 0.8125 | 0.3604 | 0.7353 | 0.1570 | 0.8313 | 0.2041 |
| **終了時刻 (ms)** | | | | | | | | | | |
| IpsiPT vs ContraPT | 0.0051** | 0.0184* | 0.0245* | 0.0640 | 0.7989 | 0.0707 | 0.0858 | 0.2860 | 0.5318 | 0.5337 |
| IpsiOI vs ContraOI | 0.1776 | 0.9528 | 0.1989 | 0.7298 | 0.1095 | 0.7022 | 1.0000 | 0.7111 | 0.7771 | 0.1823 |
| **持続時間(ms)** | | | | | | | | | | |
| IpsiPT vs ContraPT | 0.0321* | 0.0152* | 0.8107 | 0.0720 | 0.0242* | 0.0721 | 0.3139 | 0.6791 | 0.5277 | 0.2132 |
| IpsiOI vs ContraOI | 0.2765 | 0.8590 | 0.1840 | 0.2143 | 0.2477 | 0.0666 | 0.7794 | 0.6474 | 0.2310 | 0.6566 |
| **ピーク電位($\mu$V)** | | | | | | | | | | |
| IpsiPT vs ContraPT | 0.0666 | 0.5745 | 0.3271 | 0.0199* | 0.0209* | 0.0240* | 0.9527 | 0.1119 | 0.0740 | 0.0754 |
| IpsiOI vs ContraOI | 0.0297* | 0.0152* | 0.0175* | 0.0129* | 0.0207* | 0.0234* | 0.0234* | 0.0186* | 0.0246* | 0.0229* |

対照群：*:P<0.05,**P:<0.01
患者各小群：*:P<0.025

# 附表V

| 筋電図パラメータ | 対照群 | ULB群 | Mx.mo群 | Mx.lo群 | UBL群 |
|---|---|---|---|---|---|
| IpsiPT | | | | | |
| ピーク電位(μV) | 0.0017 ** | 0.0244 * | 0.0198 * | 0.7582 | 0.4229 |
| 開始時刻(ms) | 0.2491 | 0.0858 | 0.9811 | 0.7226 | 0.8589 |
| ピーク時刻(ms) | 0.1045 | 0.1386 | 0.0777 | 0.8871 | 0.3863 |
| 終了時刻 (ms) | 0.0046 ** | 0.0077 * | 0.0139 * | 0.8129 | 0.2662 |
| 持続時間(ms) | 0.0003 ** | 0.0243 * | 0.0123 * | 0.7174 | 0.2858 |
| ContraPT | | | | | |
| ピーク電位(μV) | 0.0012 ** | 0.0209 * | 0.1024 | 0.0720 | 0.2858 |
| 開始時刻(ms) | 0.2988 | 0.0663 | 0.0615 | 0.5540 | 0.5337 |
| ピーク時刻(ms) | 0.0824 | 0.0663 | 0.1119 | 0.5074 | 0.7221 |
| 終了時刻 (ms) | 0.0203 * | 0.0208 * | 0.0050 ** | 0.2011 | 0.2860 |
| 持続時間(ms) | 0.0424 * | 0.0109 * | 0.0139 * | 0.0627 | 0.2477 |
| IpsiOI | | | | | |
| ピーク電位(μV) | 0.6848 | 0.5940 | 0.1446 | 0.6791 | 0.8589 |
| 開始時刻(ms) | 0.0575 | 0.1614 | 0.2485 | 0.2868 | 0.9645 |
| ピーク時刻(ms) | 0.0824 | 0.6784 | 0.3837 | 0.2976 | 0.6566 |
| 終了時刻 (ms) | 0.1080 | 0.1731 | 0.2668 | 0.4073 | 0.5937 |
| 持続時間(ms) | 0.2234 | 0.3743 | 0.3271 | 0.5074 | 0.6566 |
| ContraOI | | | | | |
| ピーク電位(μV) | 0.3300 | 0.6784 | 0.3271 | 0.9434 | 0.6566 |
| 開始時刻(ms) | 0.2768 | 0.0687 | 0.0929 | 0.9110 | 0.8589 |
| ピーク時刻(ms) | 0.1830 | 0.8588 | 0.1701 | 0.3088 | 0.7221 |
| 終了時刻 (ms) | 0.5161 | 0.7220 | 0.4724 | 0.4925 | 0.5045 |
| 持続時間(ms) | 0.1778 | 0.9528 | 0.4204 | 0.2659 | 0.5937 |

対照群：*:P<0.05, **:P<0.01

患者群：*:P<0.025, **:P<0.005