

クレンチング強度と咬合接触の関係

Analysis of occlusal contact during different tooth clenching intensities with silicone registration materials.

日本大学大学院松戸歯学研究科 顎口腔機能治療学専攻
小原 綾子

(指導：川良 美佐雄 教授)

I 【Abstract】

II 【緒言】

III 【方法および材料】

実験 1：異なるクレンチング強度における咬合接触面積および咬合接触点数の検討

1. 被験者
2. 測定方法
3. 解析方法
4. 統計分析

実験 2：有歯顎者の咬合採得における術者の指示が咬合接触記録に及ぼす影響

1. 被験者
2. 測定方法
3. 解析方法
4. 統計分析

IV 【結果】

実験 1：異なるクレンチング強度における咬合接触面積および咬合接触点数の検討

1. 筋電計による咀嚼筋筋活動
2. 咬合接触面積と咬合接触点数の再現性
3. 咬合接触面積
4. 咬合接触点数

実験 2：有歯顎者の咬合採得における術者の指示が咬合接触記録に及ぼす影響

1. 筋電計による咀嚼筋筋活動
2. 咬合接触面積と咬合接触点数
3. 咀嚼筋筋活動と全歯列の咬合接触面積の比較

V 【考察】

VI 【結語】

VII 【参考文献】

VIII 【Tables and Figures】

【Abstract】

Introduction

This study explored the influence of the thickness of silicone material on evaluation of the occlusal contact area and points, during increasing clenching conditions in normal subjects. In addition, this study examined the influence of narrative instructions on the occlusal contact area, occlusal contact point, and masticatory muscle activities in normal subjects.

Research 1

Materials and methods

Twenty four subjects participated. EMG was recorded from the masseter muscle. As a baseline measurement, intercuspal position was maintained with minimal force and occlusal contact, and was recorded at 20% MVC and 40% MVC using visual feedback and silicone. The occlusal contact area and points were analyzed using five levels of thickness of silicone material.

Result and Discussion

The occlusal contact area increased with increasing tooth clenching intensity from baseline to 20% MVC and 40% MVC, and that the number of occlusal contact points also increased with changes in the tooth clenching intensity at a higher detection level. It suggested that occlusal contacts may be different at low tooth clenching intensity with potential effects on the teeth or periodontal tissues.

Research 2

Materials and methods

Twenty four subjects participated. EMG was recorded from the masseter and temporalis muscle. The occlusal contact area and point were recorded with the narrative instruction for a normal clenching record (NCR), minimum clenching record (MCR), light clenching record (LCR), and strong clenching record (HCR) using blue silicone.

Result and Discussion

The EMG activity increased modestly from MCR to LCR, but occlusal contact area increased rapidly. Both EMG activity and occlusal contact area increased gradually from LCR to NCR. Finally, the EMG activity still increased from NCR to HCR while the occlusal contact area remained stable.

Conclusion

This study showed that appropriate instructions for bite recording resulted in a largely stable recording of the occlusal contact area.

【緒言】

クレンチングとは、上下顎の歯における強い噛みしめであり、精神的ストレスあるいは肉体的ストレス、緊急事態における緊張動作時、全身運動時に発現するといわれている¹⁾。近年、クレンチング習癖が原因と考えられる顎口腔系の異常を訴える患者は多く²⁾、クレンチング習癖による過剰な咬合力により歯や顎関節へ障害が生じることが考えられる。またクレンチング習癖による過剰な咬合力により引き起こされた咬合接触の変化は、補綴治療においては、補綴物の破損を引き起こす原因になると報告されている³⁾。クレンチング習癖の過剰な咬合力に伴うそれらの障害を予防するためには、咬合圧下での咬合接触面積と咬合接触点数の変化を解明し、理解しておく必要がある。

過去の研究では、筋電計 (electromyogram : EMG) を使用し、クレンチング時の咀嚼筋筋活動と咬合接触面積に正の相関を認めるとの報告がある^{4,5)}。一方、村田⁶⁾は、咬合接触検査材 (ブラックシリコーン) を使用しクレンチング時の咬合力と咬合接触面積の関係を検討した結果、臼歯部では咬合力の増加に伴い咬合接触面積に有意な増加を認めるが、前歯部では有意差を認めないと報告した。Gurdsapsri ら⁷⁾は、ブラックシリコーンおよび画像解析ソフトを使用し、クレンチング強度と咬合接触面積の関係を検討した結果、小臼歯部と大臼歯部において、クレンチング強度の増加に伴い咬合接触面積は有意に増加すると報告している。また、Riise ら⁸⁾は、咬合紙を使用し弱い咬合力と強い咬合力における咬合接触状態を検討した結果、弱い咬合力における咬合接触点数においては臼歯部と前歯部で有意差を認めないのに対し、強い咬合力における咬合接触点数は臼歯部よりも前歯部で多くなると報告した。以上のように、クレンチング時の咬合力と咬合接触面積、クレンチング時の咬合力と咬合接触点数、クレンチング強度と咬合接触面積の関係を検討した報告は認めるが、クレンチング強度と咬合接触面積、咬合接触点数の3つの関係を同時に検討した報告は認めない。また、臨床における各種咬合採得時の指示が、クレンチング強度の変化に伴う咀嚼筋筋活動と咬合接触関係に及ぼす影響についても報告を認めない。

そこで本実験では、まず健常有歯顎者において咬合接触検査材を使用し、筋電計によるビジュアルフィードバックを用いて異なるクレンチング強度における咬合接触面積および咬合接触点数を同時に測定し検討した。次に、健常有歯顎者における咬合採得を想定し、術者の異なるクレンチング強度の指示が咬合接触面積および咬合接触点数へ及ぼす影響について咀嚼筋筋活動と同時に測定し検討した。

【方法および材料】

実験 1 : 異なるクレンチング強度における咬合接触面積および咬合接触点数の検討 (ビジュアルフィードバック)

1. 被験者

被験者はインフォームド・コンセントのもとに参加し、第3大臼歯を除いて欠損がなく、個性正常咬合を有し、顎口腔領域に異常を認めない男性 12 人、女性 12 人 (平均年齢 : 男性 24.8 ± 2.5 歳、女性 24.3 ± 2.0 歳) の計 24 人とした。

2. 測定方法

被験者は、歯科用治療椅子にリラックスした状態で座り、フランクフルト平面が床と平行になるように、頭部をヘッドレストに位置づけた。筋電計による咀嚼筋筋活動の測定部位は両側浅部咬筋中央部とし、電極は筋側中央部に筋側前縁と平行に双極の筋電図電極を筋束の方向に沿って電極間距離 15mm で装着した。両側の咬筋筋活動はマルチテレメーターシステム (WEB-5000, Nihon Kohden, Tokyo, Japan) に

て記録した。並行して、マッスルバランスモニター（GC, Tokyo, Japan）を使用し咬筋筋活動のモニターを行い、筋活動変化を被験者に対するビジュアルフィードバックとして使用した。はじめに、被験者は咬頭嵌合位にて3秒間の最大随意的クレンチング（maximum voluntary contraction：MVC）を3回記録し、この結果をもとに被験者はビジュアルフィードバックを使用し各クレンチング強度をコントロールした。測定条件は、baseline, 20%MVC, および40%MVCの3条件とした。baselineは、被験者に対して「最小の力で上下の歯を接触させてください」と指示し、最小限の力を維持する咬頭嵌合位とした。20%MVC および40%MVCは、被験者がモニター画面でそれぞれのクレンチング強度を確認し咬頭嵌合位を維持した。各クレンチング強度の咬合接触面積および点数は、咬合接触検査材（Blue Silicone, GC, Tokyo, Japan）を用いて記録した。

被験者は、各3条件において咬合接触検査材を上下歯列間に介在させ、硬化時間にあたる1分間保持した。3条件の測定は順番をランダムとし、各測定間には最低2分間の休憩を設定した。また、再現性確認のため2度の繰り返し測定を行った。

3. 解析方法

咀嚼筋筋活動の解析は、3条件（baseline, 20%MVC, および40%MVC）における両側咬筋の筋電図波形から咬合接触記録開始10秒後、30秒後、50秒後からの10秒間における実効値（RMS値）を算出した。また、10秒後、30秒後、50秒後のRMS値を加算平均し、3条件における咀嚼筋筋活動の代表値をそれぞれ算出した。さらに、代表値および咬筋のMVCにおけるRMS値より相対比率を算出した。

採得した全ての咬合接触検査材は、5mmの厚さにトリミングし解析した。咬合接触記録の解析は、咬合接触検査材画像を撮影するデジタルカメラ、咬合接触検査材の反射光画像用、透過光画像用の2種類の照明と、これらを制御するPCボードで構成される咬合診断装置（BITEEYE BE-I, GC, Tokyo, Japan）を使用し、撮影された画像から咬合接触面積と咬合接触点数を算出した。

また、本研究で使用した咬合診断装置は咬合接触面積および咬合接触点数の検出が咬合接触検査材の咬合接触部における厚さの設定によって調整できる。本実験における咬合接触面積および咬合接触点数の解析は5つの検出レベル、検出レベル1（0～149 μm ）、検出レベル2（0～89 μm ）、検出レベル3（0～59 μm ）、検出レベル4（0～29 μm ）、検出レベル5（0～4 μm ）とした。

咬合接触検査材の解析は、3条件における咬合接触面積と咬合接触点数を左右側臼歯部および前歯部の3領域に分けて算出した。さらに、繰り返し行った咬合接触記録から、咬合接触面積および咬合接触点数の変動係数（CV値）を算出した。

4. 統計分析

咀嚼筋筋活動におけるRMS値および相対比率の3条件における比較は、一元配置分散分析を用いた。咬合接触面積および咬合接触点数のCV値の3条件および5つの検出レベルにおける比較は、二元配置分散分析を用いた。その後、検出レベルごとに3条件における有意差を検討するため多重比較検定としてTukey法を用いた。

3つの歯列領域における咬合接触面積と咬合接触点数の正規性検討のため、Shapiro-Wilkesテストを用いた。その後、咬合接触面積と咬合接触点数の3条件（baseline, 20%MVC, 40%MVC）間における有意差を検討するため一元配置分散分析を行い、多重比較検定として咬合接触検査材の検出レベルごとにWilcoxonの順位和検定を用いた。有意水準は、5%とした。

実験 2：有歯顎者の咬合採得における術者の指示が咬合接触記録に及ぼす影響

1. 被験者

被験者の選択基準および除外基準は、実験 1 と同じ基準とした。本実験の被験者は、男性 12 人、女性 12 人（平均年齢：男性 25.3 ± 1.3 歳、女性 25.9 ± 0.9 歳）の計 24 人とした。

2. 測定方法

被験者は、実験 1 に基づいて、歯科用治療椅子に座り測定を行った。筋電計による咀嚼筋活動の測定部位は、両側浅部咬筋中央部および両側側頭筋前部筋束とした。電極は咬筋では筋側中央部に筋側前縁と平行に、側頭筋では側頭筋前縁と平行に 10mm 後方の部位で筋線維の走行に沿って、それぞれ双極の筋電図電極を電極間距離 15mm で装着した。

被験者に対する咬合採得の指示は「噛んでください (Normal clenching record : NCR)」, 「最小の力で上下の歯を接触させてください (Minimal clenching record : MCR)」, 「軽く噛みしめてください (Light clenching record : LCR)」, 「強く噛みしめてください (Hard clenching record : HCR)」の 4 条件とした。4 条件下において咬合接触検査材を上下の歯列間に介在させ、硬化時間にあたる 1 分間保持した。4 条件の測定は順番をランダムとし、各測定間には最低 3 分間の休憩を設定した。最後に、被験者は咬頭嵌合位にて 3 秒間の最大随意的クレンチング (MVC) を 3 回記録した。4 条件における咬合接触記録は、再現性確認のため 2 度の繰り返し測定を行った。

3. 解析方法

咀嚼筋活動の解析は、4 条件における両側咬筋および側頭筋の筋電図波形から 60 秒間の RMS 値を算出した。この RMS 値と MVC における RMS 値を用いて、4 条件における咬筋および側頭筋の相対比率を算出した。

さらに、測定中における筋活動の安定性を評価するため、1 分間の測定時間を 4 相 (Phase1:0-15s, Phase2:15-30s, Phase3:30-45s, Phase4:45-60s) に分けて、条件ごとに各相における咀嚼筋活動の相対比率および相対比率の CV 値を算出した。1 回目と 2 回目の測定に関する再現性を検討するため、両側咀嚼筋の相対比率で級内相対係数 (ICC) を 4 条件ごとに算出した。

咬合接触記録の解析は、実験 1 と同じ咬合診断装置を使用した。咬合接触記録は、咬合接触検査材の咬合接触部における検出厚さを 30 μm 未満とし、4 条件における咬合接触面積と咬合接触点数を左右側臼歯部と前歯部の 3 領域に分けて算出した。また、3 領域を合わせた全歯列における咬合接触面積も算出した。繰り返し行った咬合接触記録の再現性を検討するため、咬合接触面積および点数の変動係数 (CV 値) を算出した。また、1 回目と 2 回目の測定に関する再現性を検討するため、全歯列領域の咬合接触面積および点数で級内相対係数 (ICC) を 4 条件ごとに算出した。

4. 統計分析

各条件における咀嚼筋活動測定中の RMS 値と相対比率、さらに各相における相対比率および CV 値、そして咬合接触面積および点数および CV 値の 4 条件における比較は、それぞれの項目で Kruskal-Wallis 検定を用いた。その後、4 条件における有意差を検討するため、多重比較検定として Bonferroni 検定を用いた。有意水準は 5% とした。

【結果】

実験 1 : 異なるクレンチング強度における咬合接触面積および咬合接触点数の検討

1. 筋電計による咀嚼筋筋活動

40%MVCにおけるRMS値と相対比率は、baselineおよび20%MVCよりも有意に高い値を示した($P < 0.05$)。20%MVCのRMS値および相対比率は、baselineよりも有意に高い値を示した($P < 0.001$)。(Table 1)

2. 咬合接触面積と咬合接触点数の再現性

咬合接触面積におけるCV値は、3条件間および5つの検出レベル間で有意差を認めた(条件: $F = 48.580$; $P < 0.001$, 検出レベル: $F = 6.395$; $P < 0.001$)。咬合接触点数におけるCV値もまた、3条件の変化および5つの検出レベルの相違で有意差を認めた(条件: $F = 26.744$; $P < 0.001$, 検出レベル: $F = 6.138$, $P < 0.001$)。多重比較検定では、咬合接触面積のCV値において検出レベル1から3では、baselineは20%MVCおよび40%MVCよりも有意に大きい値を示した($P < 0.05$)。検出レベル4, 5の咬合接触面積におけるCV値では、baselineは、40%MVCのCV値よりも有意に大きい値を示した($P < 0.05$)。咬合接触点数のCV値において検出レベル3から5では、baselineは20%MVCと40%MVCのCV値よりも有意に大きい値を示した($P < 0.05$)。検出レベル5における咬合接触面積と咬合接触点数のCV値は、クレンチング強度に関わらず、ほかの検出レベルと比較して高い傾向を示した(Table 2)

3. 咬合接触面積

検出レベル1から3では、臼歯部においてbaselineよりも20%MVCおよび40%MVCで咬合接触面積に有意な増加を認めた($P < 0.05$)。検出レベル4では、臼歯部においてbaselineよりも20%MVCおよび40%MVCでより明確な増加を認めた($P < 0.01$)。検出レベル1から4では、クレンチング強度が増加しても前歯部の咬合接触面積に有意な差を認めなかった。最も薄い検出レベル5では、前歯部においてbaselineよりも20%MVCおよび40%MVCで有意な増加を認めた($P < 0.05$)。臼歯部もまた、baselineよりも20%MVCおよび40%MVCにおいて有意な増加を認め($P < 0.01$)、そしてさらに、20%MVCと40%MVC間でも有意な増加を認めた($P < 0.05$)。(Table 3)

4. 咬合接触点数

3条件において、クレンチング強度が増加するにもかかわらず、検出レベル1から4は、咬合接触点数の増加を認めなかった。検出レベル5では、臼歯部においてbaselineよりも20%MVCおよび40%MVCで有意な増加を認めた($P < 0.05$)。(Table 4)

実験 2 : 有歯顎者の咬合採得における術者の指示が咬合接触記録に及ぼす影響

1. 筋電計による咀嚼筋筋活動

両側咬筋および側頭筋のMCRにおけるRMS値はNCRと比較し有意に低い値を示した($P < 0.001$)。両側咬筋および側頭筋のLCRにおけるRMS値はNCRと比較し有意に低い値を示し($P < 0.05$)、またMCRと比較し有意に高い値を示した($P < 0.05$)。両側咬筋および側頭筋のHCRにおけるRMS値はNCR, MCRおよびLCRと比較し有意に高い値を示した($P < 0.001$) (Table 5)。

両側咬筋および側頭筋のNCRにおける相対比率はMCRと比較し有意に高い値を示し($P < 0.001$)、また、両側咬筋および側頭筋のHCRにおける相対比率はNCR, MCR, LCRと比較し有意に高い値を示した($P < 0.001$)。両側側頭筋のNCRにおける相対比率はLCRと比較し有意に高い値を示した($P < 0.05$)。(Table 5)

4条件において、1分間の測定時間における4相間での両側咬筋および側頭筋の相対比率は、有意な差

を認めなかった (Fig. 1)。4 条件において、1 分間の測定時間における 4 相間での両側咬筋および側頭筋の相対比率における CV 値は、有意な差を認めなかったが、NCR における CV 値は他の 3 条件と比較し高い傾向を示した (Fig. 2)。4 条件ごとにおいて、相対比率における両側咬筋および側頭筋の ICC は、Landis JR の基準⁹⁾で、“substantial”または“almost perfect”であった。

2. 咬合接触面積と咬合接触点数

NCR, LCR, HCR における両側臼歯部および全歯列領域の咬合接触面積は、MCR と比較し有意に高い値を示した ($P < 0.05$)。HCR における両側臼歯部および全歯列領域の咬合接触面積は LCR と比較し有意に高い値を示した ($P < 0.05$)。4 条件における両側臼歯部および前歯部の咬合接触面積における CV 値は有意な差を認めなかったが、MCR における CV 値は他の 3 条件と比較し高い傾向を示した (Table 6)。4 条件における両側臼歯部および前歯部の咬合接触点数においては有意な差を認めず、また咬合接触点数における CV 値においても有意な差を認めなかった。4 条件において、咬合接触面積および点数の ICC は、Landis JR の基準⁹⁾で、“almost perfect”であった。(Table 7)

3. 咀嚼筋筋活動と全歯列の咬合接触面積の比較

NCR および HCR 間の咬合接触面積は有意な差を認めなかったが、HCR における咀嚼筋筋活動の相対比率は NCR よりも有意に高い値を示した ($P < 0.05$)。NCR および LCR 間の咬合接触面積は有意な差を認めなかったが、NCR における咀嚼筋筋活動の相対比率は LCR よりも有意に高い値を示した ($P < 0.05$)。HCR の咬合接触面積および咀嚼筋筋活動における相対比率は LCR よりも有意に高い値を示した ($P < 0.05$)。MCR の咬合接触面積と咀嚼筋筋活動における相対比率は、NCR および HCR よりも有意に低い値を示した ($P < 0.05$)。MCR と LCR 間の咀嚼筋筋活動における相対比率は有意な差を認めなかったが、LCR の咬合接触面積は MCR よりも有意に高い値を示した ($P < 0.05$)。(Table 5.6)

【考察】

実験 1 では、異なるクレンチング強度における咬合接触面積および咬合接触点数を咬合接触検査材の咬合接触部における検出レベルを変えて検討し、実験 2 では、有歯顎者の咬合採得における術者の指示が咬合接触記録に及ぼす影響を咀嚼筋筋活動とともに検討した。その結果、クレンチング強度が低いレベルの範囲内においても咀嚼筋活動の上昇に伴って咬合接触面積および点数は増加し、また、術者の適切な指示が有歯顎者の咬合採得において安定した咬合接触を記録することがわかった。

Gurdsapsri らは、クレンチング強度の増加に伴い小臼歯部と大臼歯部において咬合接触面積が有意に増加すると報告している⁷⁾。本実験においても同様の結果であり、クレンチング強度の増加に伴い咬合接触面積は有意に増加した。さらに、咬合接触点数も検出レベル 5 においては有意に増加した。現在、臨床において咬合検査で使用する咬合紙の厚さは約 20–50 μm であり¹⁰⁾、シムストックの厚さは 8–12 μm である¹¹⁾。実験 1 の咬合接触面積において、検出厚さが 0–29 μm であるレベル 4 と 0–4 μm であるレベル 5 のクレンチング 3 条件下での咬合接触面積の増加は、検出レベル 1 から 3 の増加と比較してより明確に増加し、また検出レベル 5 における臼歯部の咬合接触点数はクレンチング強度の増加に伴い有意に増加した。これらより、咬合接触面積の検査は 30 μm 未満で行うことが望ましく、また咬合接触点数の検査には 5 μm 未満で評価することで明瞭な評価が行えることが示された。しかしながら、検出レベル 5 では、咬合接触面積と咬合接触点数の CV 値がほかの検出レベルと比較し高い値を示したことから、検出レベル 5 での評価は再現性を踏まえた評価を行うべきと考える。中心位における咬合検査では、10 人中 8 人の

被験者は、習慣性閉口路にて早期接触し、その後下顎は後方へ変位し咬頭嵌合位で咬合するとの報告がある¹²⁾。本実験における baseline (実験 1) および MCR (実験 2) の咬合接触面積は、全条件よりも有意に低い値を示し、また咬合接触面積における CV 値は、全条件よりも高い値を示した。この結果より、baseline および MCR の測定は最小の力で維持した結果、咬合接触記録は早期接触で記録された可能性がある。以上より、最小限の咬合力による咬合接触記録は、安定した咬合接触を記録できず、臨床における咬合接触記録として不適切な指示であると考えられる。

日高らは、咬頭嵌合位で 30%MVC から 60%MVC にてクレンチング強度を増加した結果、顎関節や歯への損傷を防止するため、クレンチング強度の増加に伴いバランスの良い位置で咬合すると報告している¹³⁾。実験 2 において、NCR と HCR の咬合接触面積に有意差を認めなかったが、咀嚼筋活動の相対比率は NCR よりも HCR で有意に高い値を示した。この結果より、HCR を指示することなく NCR の指示が、咬合接触面積の観点からは充分であることが示唆される。また、NCR と LCR における咬合接触面積は有意差を認めず、咀嚼筋活動の相対比率は LCR よりも NCR で有意に高い値を認めた。さらに、咬合接触面積および咀嚼筋活動の相対比率における CV 値は、LCR よりも NCR で高くなる傾向を認めた。これらより、LCR の「軽く噛んでください」は、咬合採得時の咬合接触面積と咀嚼筋活動様相の観点から、適確な咬合記録を採得するために有効であると考えられる。

しかしながら、過去の研究においてビジュアルフィードバックを用いた咬筋と側頭筋活動における CV 値は 30%以下の値を示したが¹⁴⁾、本実験では、術者の指示での咬筋と側頭筋活動における CV 値は 20%から 40%であった。この結果より、より安定した咬合接触記録にはビジュアルフィードバックを用いて咀嚼筋活動をコントロールしたほうがより正確であろう。

また、過去の研究では、クレンチング時における歯の生理的動揺や歯列弓の変形が、前歯部と臼歯部の咬合接触面積に相違を生ずるとの報告がある¹⁵⁾。加えて、Lavigne らはラットを用いた実験から、歯周組織の受容器の興奮は咀嚼中の閉口筋に正のフィードバックを与えると結論づけている¹⁶⁾。本実験では、術者のさまざまな指示下において、臼歯部における咬合接触面積は咀嚼筋活動の上昇とともに増加したが、前歯部では増加しなかった。以上より、臼歯部における歯周組織の受容器はビジュアルフィードバックの有無に関わらず、クレンチング時の強度をコントロールしている可能性がある。実験 1 では、検出レベル 5 においてのみ、条件間で前歯部領域の咬合接触面積および点数の有意な増加を認めた。異なるクレンチング強度における前歯部領域の咬合接触については、より詳細な検討が必要と考えられる。

【結語】

クレンチング強度が低いレベルの範囲内においても咀嚼筋活動の上昇に伴って咬合接触面積および点数は増加した。また、術者の適切な指示が有歯顎者の咬合採得において安定した咬合接触を記録するために必要であることが示唆された。

以上の結果は、クレンチング習癖の過剰な咬合力に伴い引き起こされる顎関節や歯への障害を予防し、また予後良好な補綴物を作製する一助になると考えられる。

【参考文献】

- 1) 日本補綴歯科学会編. 歯科補綴学専門用語集第3版. 医歯薬出版株式会社 2010.
- 2) Glaros AG, Williams K, Lausten L. Diurnal Variation in Pain Reports in Temporomandibular Disorder Patients and Control Subjects. *J Orofac Pain*. 2008;22:115-121.
- 3) 友永章雄, 池田雅彦, 加藤熙, 大畑昇. Sleep bruxism が修復物脱落に及ぼす影響. *補綴誌*. 2005;49:221-230.
- 4) Hagberg C. EMG versus force relationship in painful masseter muscles before and after intramuscular anesthetics and saline injections. *Scand J Dent Res*. 1987;95:259-265.
- 5) Kerstein RB. Combining technologies: a computerized occlusal analysis system synchronized with a computerized electromyography system. *Cranio*. 2004;22:96-109.
- 6) 村田洋一. 臼歯単独補綴歯冠の高さの調整が歯列咬合接触に及ぼす影響. *補綴誌*. 1988;32:601-609.
- 7) Gurdapsri W, Ai M, Baba K, Fueki K. Influence of clenching level on intercuspal contact area in various regions of the dental arch. *J Oral Rehabil*. 2000;27:239-244.
- 8) Riise C, Ericsson SG. A clinical study of the distribution of occlusal tooth contacts in the intercuspal position at light and hard pressure in adults. *J Oral Rehabil*. 1983;10:473-480.
- 9) Landis JR, Koch GG. The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics*. 1977; 33:159-174.
- 10) Forrester SE, Presswood RG, Toy AC, Pain MT. Occlusal measurement method can affect SEMG activity during occlusion. *J Oral Rehabil*. 2011;38:655-660.
- 11) Ogawa T, Ogimoto T, Koyano K. Validity of the examination method of occlusal contact pattern relating to mandibular position. *J Dent*. 2000;28:23-29.
- 12) Rieder CE. The prevalence and magnitude of mandibular displacement in a survey population. *J Prosthet Dent*. 1978;39:324-329.
- 13) Hidaka O, Iwasaki M, Saito M, Morimoto T. Influence of clenching intensity on bite force balance, occlusal contact area, and average bite pressure. *J Dent Res*. 1999;78:1336-1344.
- 14) Iida T, Komiyama O, Obara R, Baad-Hansen L, Kawara M, Svensson P. Influence of visual feedback on force-EMG curves from spinally-innervated versus trigeminally-innervated muscles. *Arch Oral Biol* 2013;58:331-339.
- 15) Koriotoh TW, Hannam AG. Deformation of the human mandible during simulated tooth clenching. *J Dent Res*. 1994;73:56-66.
- 16) Lavigne G, Kim J, Valiquette C, Lund J. Evidence that periodontal pressoreceptors provide positive feedback to jaw closing muscles during mastication. *J Neurophysiol* 1987;58:342-358.

【Tables and Figures】

Table 1 各クレンチング強度における咀嚼筋活動の実効値（RMS 値）と相対比率

		Tooth clenching Condition			
		baseline	20% MVC	40% MVC	100%MVC
RMS	Right	0.014(0.002)	0.036(0.023)†	0.071(0.054)†‡	0.195(0.117)
	Left	0.014(0.002)	0.037(0.035)†	0.071(0.083)†‡	0.223(0.348)
relative ratio	Right	10.4(6.9)	20.7(8.3)†	37.0(14.2)†‡	100
	Left	11.7(7.6)	22.1(9.0)†	38.0(12.9)†‡	100

Values of RMS and relative ratio are expressed as the means (standard deviation).

MVC: maximum voluntary contraction.

†: $P < 0.001$ when compared to baseline.

‡: $P < 0.05$ when compared to 20%MVC.

Table 2 咬合接触検査材の咬合接触部における検出レベルでの各クレンチング強度における咬合接触面積および咬合接触点数の変動係数（CV 値）

Detection Level	Occlusal contact area			Occlusal contact point		
	Tooth clenching Condition			Tooth clenching Condition		
	baseline	20% MVC	40% MVC	baseline	20% MVC	40% MVC
Level 1	11.8% (13.7%)	4.4% (3.8%)†	2.9% (2.7%)†	7.9% (8.3%)	8.0% (6.2%)	7.8% (5.6%)
Level2	18.5% (20.0%)	4.0% (3.4%)†	2.9% (2.8%)†	10.8% (13.7%)	7.3% (8.4%)	5.1% (2.4%)
Level3	28.8% (33.2%)	4.5% (4.5%)†	2.9% (2.7%)†	21.0% (21.1%)	8.9% (6.6%)†	7.0% (4.8%)†
Level4	33.5% (37.2%)	6.0% (6.4%)	3.3% (3.4%)†	23.5% (26.5%)	7.1% (7.2%)†	6.6% (2.6%)†
Level5	35.6% (33.1%)	18.7% (23.6%)	7.0% (6.2%)†	33.1% (30.6%)	11.9% (8.6%)†	8.4% (6.6%)†

Values are expressed as the means (standard deviation).

MVC: maximum voluntary contraction.

†: $P < 0.05$ when compared to baseline.

Table 3 咬合接触検査材の咬合接触部における検出レベルでの各クレンチング強度における咬合接触面積 (mm²)

Detection level	Part of dental arch	Tooth clenching Condition		
		baseline	20% MVC	40% MVC
Level 1	Anterior	4.3(3.0-5.7)	5.0 (3.7-6.4)	5.2 (3.8-6.8)
	Right Posterior	21.5 (17.4-25.6)	29.0 (24.8-33.3) *	29.5 (25.3-33.6) *
	Left Posterior	23.7 (19.7-27.7)	29.2 (25.5-32.9) *	29.6 (25.5-32.9) *
Level 2	Anterior	2.6 (1.7-3.6)	3.3 (2.4-4.3)	3.5 (2.5-4.5)
	Right Posterior	14.0 (10.6-17.3)	21.2 (17.8-24.5) *	22.0 (18.6-25.4) *
	Left Posterior	15.7 (12.5-18.8)	22.0 (19.2-25.0) *	22.3 (19.2-25.4) *
Level 3	Anterior	1.5 (0.9-2.1)	2.1 (1.5-2.7)	2.3 (1.6-3.0)
	Right Posterior	9.3 (6.7-12.0)	15.6 (13.0-18.2) *	16.8 (13.8-19.8) *
	Left Posterior	10 (7.7-12.4)	15.6 (13.2-18) *	17.3 (14.7-19.8) **
Level 4	Anterior	0.9 (0.5-1.3)	1.4 (1.0-1.9)	1.5 (1.0-2.0)
	Right Posterior	5.9 (3.9-7.9)	12.1 (10.1-14.0) **	13.8 (11.0-16.5) **
	Left Posterior	6.7 (4.9-8.5)	12.4 (10.6-14.3) **	13.8 (11.7-15.9) **
Level 5	Anterior	0.2 (0.1-0.4)	0.4 (0.3-0.5) *	0.6 (0.3-0.8) *
	Right Posterior	1.6 (0.9-2.3)	4.7 (3.8-5.6) **	6.4 (5.2-7.7) **†
	Left Posterior	1.5 (0.8-2.2)	4.4 (3.5-5.3) **	6.2 (5.3-7.1) **†

Values are expressed as mean (95% confidence interval).

MVC: maximum voluntary contraction

Detection level as occlusal contact depending on silicone thickness determined by light transmittance was as follows: Level 1: 0-149 μm; Level 2: 0-89 μm; Level 3: 0-49 μm; Level 4: 0-29 μm; Level 5: 0-4μm.

*: $P < 0.05$; **: $P < 0.01$ when compared to baseline. †: $P < 0.05$ when compared to 20% MVC.

Table 4 咬合接触検査材の咬合接触部における検出レベルでの各クレンチング強度における咬合接触点数

Detection level	Part of dental arch	Tooth clenching Condition		
		baseline	20% MVC	40% MVC
Level 1	Anterior	8.0 (6.1-9.9)	8.8 (6.9-10.7)	8.9 (7.0-10.7)
	Right Posterior	17.1 (13.8-20.4)	17.2 (15.2-19.2)	17.9 (15.6-20.1)
	Left Posterior	18.1 (15.3-21.0)	19.2 (16.3-22.2)	19.6 (16.8-22.4)
Level 2	Anterior	6.5 (4.5-8.5)	7.0 (5.3-8.9)	7.0 (5.3-8.8)
	Right Posterior	15.2 (11.8-18.5)	17.0 (14.4-19.7)	17.5 (15.1-19.9)
	Left Posterior	17.0 (13.9-20.1)	18.2 (15.4-21.1)	18.6 (15.6-21.4)
Level 3	Anterior	6.3 (4.2-8.5)	6.8 (5.0-8.6)	7.3 (5.3-9.3)
	Right Posterior	15.2 (11.4-19.0)	18.0 (14.9-21.1)	17.7 (15.1-20.3)
	Left Posterior	18.0 (13.8-22.3)	19.2 (16.3-22.1)	19.4 (16.5-22.3)
Level 4	Anterior	5.2 (3.2-7.1)	8.3 (4.1-12.6)	6.7 (4.8-8.6)
	Right Posterior	14.8 (10.2-19.3)	19.0 (15.3-22.7)	18.8 (15.8-21.8)
	Left Posterior	18.6 (14.0-23.1)	21.4 (17.8-25.0)	20.1 (16.9-23.2)
Level 5	Anterior	4.4 (2.3-6.4)	6.2 (4.1-8.3)	6.3 (3.9-8.6)
	Right Posterior	18.8 (11.6-25.9)	32.8 (23.3-42.3) *	36.9 (27.1-46.6) *
	Left Posterior	19.3 (13.3-25.3)	37.7 (28.9-46.5) *	39.7 (32.1-47.4) **

Values are expressed as the means (95% confidence interval).

MVC: maximum voluntary contraction

Detection level as occlusal contact depending on silicone thickness determined by light transmittance was as follows: Level 1: 0-149 μ m; Level 2: 0-89 μ m; Level 3: 0-49 μ m; Level 4: 0-29 μ m; Level 5: 0-4 μ m.

*: $P < 0.05$; **: $P < 0.01$ when compared to baseline.

Table 5 術者の異なる指示における咀嚼筋活動の実効値 (RMS 値) と相対比率 (%MVC) および級内相関係数 (ICC)

Task		NCR	MCR	LCR	HCR
RMS	L-MM	0.042(0.021-0.062)	0.018(0.016-0.021) *	0.025(0.021-0.028) * †	0.131(0.090-0.171) * † ‡
	R-MM	0.038(0.024-0.051)	0.017(0.015-0.019) *	0.022(0.019-0.025) * †	0.123(0.084-0.162) * † ‡
	L-TM	0.058(0.028-0.088)	0.021(0.018-0.025) *	0.035(0.019-0.050) * †	0.148(0.105-0.192) * † ‡
	R-TM	0.059(0.035-0.084)	0.025(0.021-0.030) *	0.035(0.026-0.043) * †	0.144(0.110-0.177) * † ‡
Relative ratio (%MVC)	L-MM	15.7(10.5)	8.3(6.7) *	10.2(5.9)	42.6(19.9) * † ‡
	R-MM	16.7(11.9)	9.6(10.9) *	11.2(9.2)	43.7(24.0) * † ‡
	L-TM	18.2(14.8)	8.8(7.3) *	11.8(8.5) *	44.6(16.6) * † ‡
	R-TM	20.2(14.3)	10.4(7.0) *	12.9(7.0) *	47.1(16.0) * † ‡
	Mean	17.7(12.8)	9.3(7.9) *	11.5(7.7) *	44.5(19.0) * † ‡
ICC	L-MM	0.818(0.643-0.907)	0.890(0.782-0.944)	0.862(0.730-0.930)	0.927(0.857-0.963)
	R-MM	0.796(0.599-0.896)	0.834(0.674-0.915)	0.726(0.462-0.860)	0.917(0.838-0.958)
	L-TM	0.806(0.619-0.901)	0.601(0.217-0.796)	0.610(0.235-0.801)	0.854(0.713-0.925)
	R-TM	0.611(0.237-0.802)	0.832(0.671-0.914)	0.759(0.527-0.877)	0.774(0.557-0.885)

NCR: Normal clenching record, MCR: Minimal clenching record, LCR: Light clenching record, HCR: Hard clenching record

MM: masseter muscles. TM: temporal muscles.

Values of RMS are expressed as the means (95% confidence interval).

Values of relative ratio are expressed as the means (standard deviation).

*: $P < 0.05$ when compared to NCR, †: $P < 0.05$ when compared to MCR, ‡: $P < 0.05$ when compared to LCR.

Table 6 術者の異なる指示における咬合接触面積と変動係数 (CV 値) および級内相関係数 (ICC)

		NCR	MCR	LCR	HCR
Occlusal Contact Area (mm ²)	Left Posterior	15.8(12.2-19.4)	8.6(6.2-11.1)*	13.4(9.7-17.0)†	18.4(14.5-22.3)†‡
	Right Posterior	13.6(11.4-15.8)	7.1(5.1-9.1)*	11.8(9.2-14.4)†	16.3(13.5-19.2)†‡
	Anterior	1.9(1.3-2.6)	1.4(0.9-1.9)	1.6(1.1-2.1)	2.1(1.3-2.8)
	Total	31.4(25.8-36.9)	17.2(12.8-21.5)*	26.8(20.8-32.9)†	36.8(30.4-43.3)†‡
Coefficient of Variation (CV)	Left Posterior	10.7%(16.6)	22.9%(36.0)	6.8%(4.9)	3.4%(1.7)
	Right Posterior	10.2%(7.5)	21.1%(26.8)	6.3%(4.5)	4.8%(2.4)
	Anterior	4.4%(7.2)	15.3%(19.1)	8.6%(10.8)	16.0%(24.2)
	Total	6.1%(7.9)	16.8%(27.8)	5.1%(3.0)	4.9%(3.2)
ICC	Total	0.946(0.722-0.990)	0.952(0.756-0.992)	0.992(0.959-0.998)	0.994(0.971-0.999)

NCR: Normal clenching record, MCR: Minimal clenching record, LCR: Light clenching record, HCR: Hard clenching record

Values of occlusal contact area and point are expressed as the means (95% confidence interval).

Values of CVs of occlusal contact area and point are expressed as the means (standard deviation.)

*: $P < 0.05$ when compared to NCR, †: $P < 0.05$ when compared to MCR, ‡: $P < 0.05$ when compared to LCR.

Table 7 術者の異なる指示における咬合接触点数と変動係数 (CV 値) および級内相関係数 (ICC)

		NCR	MCR	LCR	HCR
Occlusal Contact Point (number)	Left Posterior	14.7(10.0-19.4)	13.9(10.5-17.3)	13.9(10.6-17.2)	15.9(11.3-20.4)
	Right Posterior	17.8(11.1-24.5)	19.2(12.1-26.4)	19.8(11.4-28.1)	19.4(11.9-26.8)
	Anterior	9.1(3.1-18.5)	8.2(1.3-16.5)	9.0(0.5-17.5)	8.7(2.2-15.2)
	Total	41.6(28.0-55.2)	41.4(26.6-56.1)	42.7(27.1-58.3)	43.9(30.0-58.0)
Coefficient of Variation (CV)	Left Posterior	19.2%(16.7)	13.4%(10.4)	11.1%(8.2)	11.5%(8.1)
	Right Posterior	8.3%(6.2)	9.4%(7.8)	4.4%(4.6)	10.9%(13.8)
	Anterior	52.5%(48.9)	44.9%(57.4)	26.9%(51.0)	25.3%(35.4)
	Total	13.2%(5.6)	7.3%(4.4)	5.6%(4.3)	11.7%(9.0)
ICC	Total	0.924(0.608-0.987)	0.973(0.860-0.995)	0.982(0.910-0.997)	0.866(0.316-0.977)

NCR: Normal clenching record, MCR: Minimal clenching record, LCR: Light clenching record, HCR: Hard clenching record

Values of occlusal contact area and point are expressed as the means (95% confidence interval).

Values of CVs of occlusal contact area and point are expressed as the means (standard deviation.)

*: $P < 0.05$ when compared to NCR, †: $P < 0.05$ when compared to MCR, ‡: $P < 0.05$ when compared to LCR.

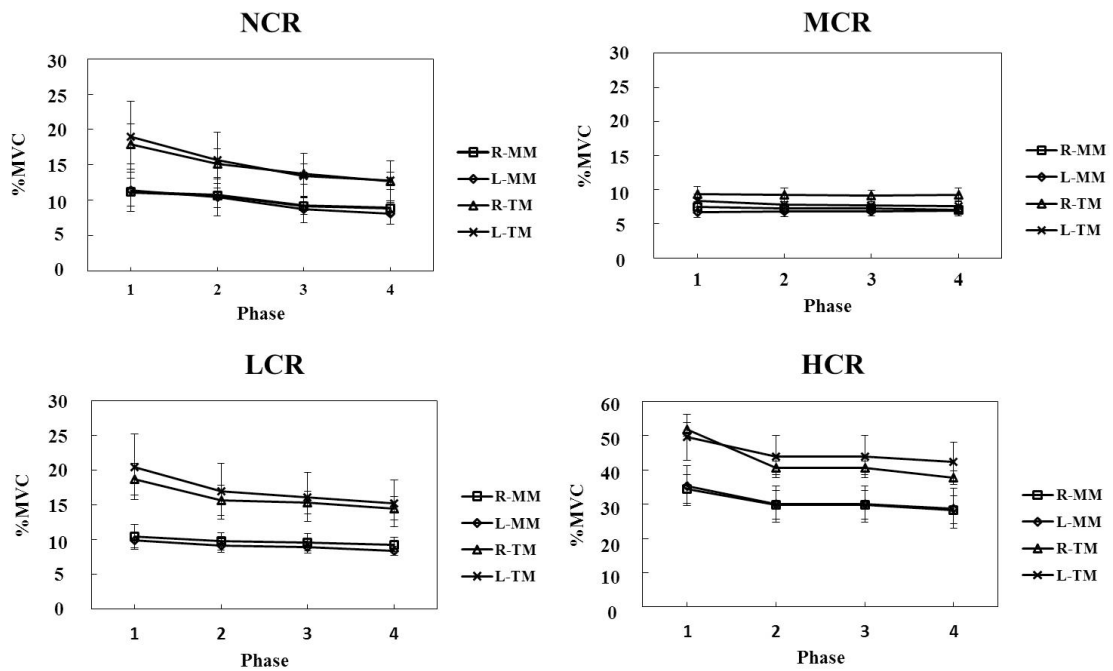


Fig.1 術者の異なる指示における4相に分けた両側咬筋および側頭筋の相対比率 (%MVC)

Values are mean \pm standard error. NCR: Normal clenching record, MCR: Minimal clenching record, LCR: Light clenching record, HCR: Hard clenching record

MVC: maximum voluntary contraction

MM: masseter muscles. TM: temporal muscles.

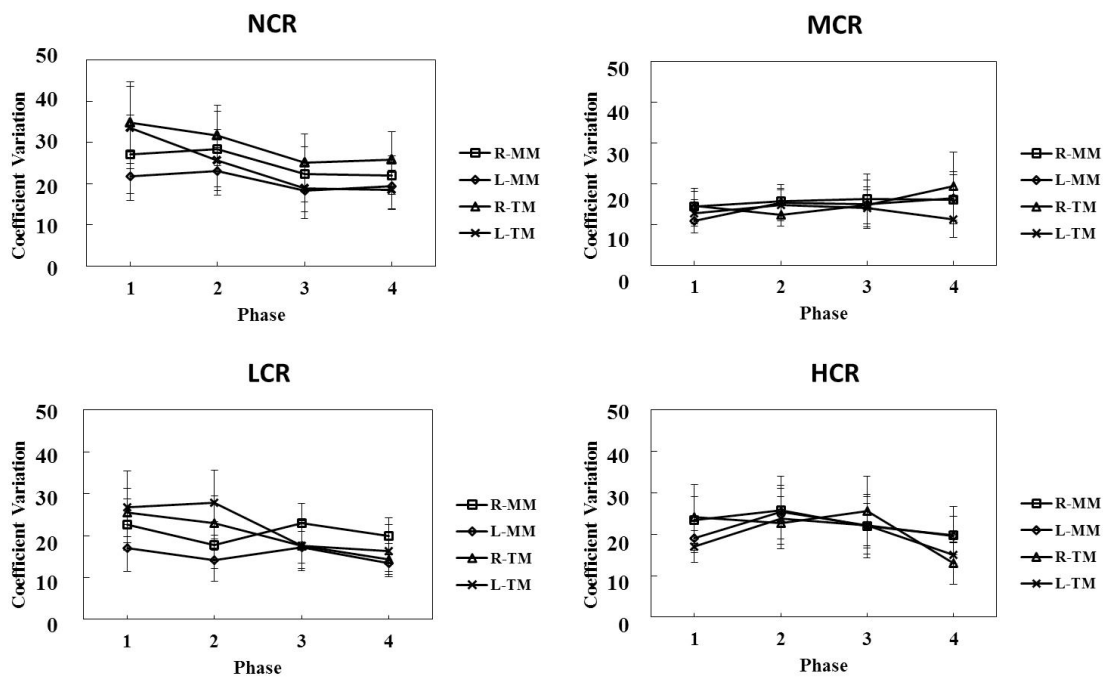


Fig.2 術者の異なる指示における4相に分けた両側咬筋および側頭筋の相対比率における変動係数 (CV値)

Values are mean \pm standard error. NCR: Normal clenching record, MCR: Minimal clenching record, LCR: Light clenching record, HCR: Hard clenching record

MVC: maximum voluntary contraction

MM: masseter muscles. TM: temporal muscles.