

下顎遊離端欠損症例における部分床義歯の設計が

咀嚼機能に及ぼす影響

—リンガルエプロンとリンガルバーとの比較—

松井 藍有美

明海大学大学院歯学研究科

歯学専攻

(指導：大川 周治教授)

Influence of Partial Denture Design on Masticatory Function in Mandibular
Free-end Edentulous Patients

—A Comparison between Lingual Apron and Lingual Bar—

Ayumi MATSUI

Meikai University Graduate School of Dentistry

(Mentor : Prof. Shuji OHKAWA)

歯甲 第332号 2016年3月14日

Abstract

The purpose of this study was to determine the influence on masticatory function of the major connector in free-end removable partial dentures (fRPDs) fabricated with a lingual apron or a lingual bar.

Nine subjects (3 males and 6 females ; mean age 69.8 ± 9.4 years) who had free-end edentulous mandibles (Kennedy class I or class II) participated in this study. Two types of 9 fRPDs, with either a lingual apron (LA) or a lingual bar (LB), were fabricated for each of them. fRPDs with LA or LB were randomly worn to participate in a crossover clinical trial. Masticatory function was evaluated using maximum bite force and the sieve method measured while wearing, immediately after wearing, and one month later. Data were analyzed using a Wilcoxon signed-rank test, a two factor ANOVA, and a Tukey-Kramer test.

The results obtained were as follows:

1. As for the major connector, there were no significant differences. However, there was a statistically significant difference in the value of the maximum bite force for the Kennedy classification ($p < 0.05$).
2. As for the major connector and the Kennedy classification, there was a statistically significant difference. Then, one month later, a statistically significant difference in the value of masticatory performance was found between the major connector designs ($p < 0.05$).

Within the limitations of this study, masticatory performance in patients wearing fRPDs with an LA was better than in patients wearing those with an LB.

Key words : major connector, maximum bite force, masticatory performance, lingual apron, lingual bar

要 旨

本研究の目的は、下顎遊離端欠損症例において、リングルエプロンを大連結子に使用した部分床義歯（以下、エプロンタイプ）およびリングルバーを大連結子に使用した部分床義歯（以下、バータイプ）の2種類の義歯を同一被験者に対して製作し、大連結子の相違が咀嚼機能に及ぼす影響について検討することである。

上顎歯列には第三大臼歯を除いて欠損を認めず、下顎歯列に Kennedy I 級（以下、I 級群）ないし II 級（以下、II 級群）の欠損形態を有する患者 9 名（I 級群 6 名、II 級群 3 名）を対象に、エプロンタイプ、およびバータイプの 2 種類を各被験者に製作、装着し、最大咬合力と咀嚼値を測定した。

2 種類の義歯の装着順序はランダムとし、1 種類目を装着して 1 か月後に、2 種類目の大連結子を有する義歯に交換、装着した。測定時期は、装着直後と 1 か月後とした。統計解析には、Wilcoxon 符号順位和検定、および二元配置分散分析後、Tukey-Kramer 法による多重比較検定を行い、危険率が 5%未満の場合に有意差が存在すると判定した。その結果、以下の結論を得た。

1. 最大咬合力に関しては、装着直後および装着 1 か月後のいずれにおいても、大連結子の相違に有意差は認められなかったが、欠損形態の相違には有意差が認められた。
2. 咀嚼値に関しては、装着直後および装着 1 か月後のいずれにおいても欠損形態の相違に有意差が認められた。また装着 1 か月後では、大連結子の相違に有意差が認められるとともに、I 級群と II 級群を合わせた全体群では、エプロンタイプの咀嚼値が、バータイプよりも有意に大きい値を示した。

以上より、下顎では両側性遊離端義歯が片側性遊離端義歯よりも、義歯側第一大臼歯の最大咬合力は大きくなることが示唆された。また、下顎遊離端欠損症例に対する部分床義歯の大連結子には、リングルバーよりもリングルエプロンが咀嚼値を改善する上では有効となる可能性が示された。

索引用語：大連結子，最大咬合力，咀嚼値，リングルエプロン，リングルバー

欄外表題：大連結子の相違が咀嚼機能に及ぼす影響

緒 言

部分床義歯の設計は、補綴歯科治療の成否を左右する重要な臨床の1ステップであり^{1,2)}、また、的確な大連結子の選択は義歯の安定性を確保するための重要な因子の1つである。一方、部分歯列欠損の中でも、遊離端欠損は被圧変位性の大きく異なる支台歯と欠損部顎堤の双方に支持を求める³⁾ことから、義歯の動揺は部分床義歯の設計に大きく依存することになる。特に下顎遊離端欠損は、上顎と比較して義歯床面積の確保が難しく、義歯の維持安定が得にくい欠損形態とされている²⁾。したがって、下顎遊離端欠損症例に対する部分床義歯補綴において、義歯床同士あるいは義歯床と支台装置を連結する大連結子⁴⁾の相違が咀嚼機能に及ぼす影響を検討することは、設計と咀嚼機能との関連性という観点から補綴歯科治療を成功に導く上で重要である。

遊離端義歯に関する研究は、構成要素の相違による影響⁵⁻⁹⁾、義歯の動態分析¹⁰⁻¹⁴⁾、残存周囲組織への影響¹⁵⁻²¹⁾、口腔機能との関連性²²⁻³⁵⁾など、多岐に渡って報告されている。これらの中で特に下顎遊離端義歯の設計と咀嚼機能との関連性を検討した研究としては、Sánchez-Ayalaら³⁴⁾、大草¹⁰⁾、中基²⁰⁾、鈴木ら⁷⁾、の報告がある。

Sánchez-Ayalaら³⁴⁾は、咬合支持域の歯数が咀嚼機能に及ぼす影響について検討した結果、咬合支持域の歯数の減少は咀嚼機能を有意に低下することを報告している。大草¹⁰⁾は、両側遊離端義歯の支台装置（ワイヤークラスプ、キャストクラスプ、アタッチメント）の違いは、食品咀嚼時の義歯の沈下量にほとんど影響を与えないが、食品咀嚼時の義歯の浮上量には有意な影響を及ぼすことを報告している。中基²⁰⁾は、三次元光弾性実験法を応用して、咬合力を想定した垂直荷重負荷時の応力分布を解析した結果、下顎片側遊離端欠損症例の局部床義歯において、大連結子の設計としてはリングプレートが最も有効であることを報告している。鈴木ら⁷⁾は、下顎両側臼歯部欠損を想定したエポキシ樹脂模型を用いて、下顎大連結子の相違が顎堤粘膜の負担圧配分に及ぼす影響を検討した結果、変位量およびひずみ量のいずれにおいても、リ

リングプレートおよび連続切縁レストを併用したリングプレートと比較して、リングバーが最も大きい値を示すことを報告している。しかし、下顎遊離端欠損を有する患者を対象として、大連結子の相違が部分床義歯装着時の咀嚼機能に及ぼす影響について検討した報告は見当たらない。

本研究の目的は、下顎遊離端欠損症例を対象に、リングエプロンないしリングバーを使用した2種類の部分床義歯を同一の被験者に対して製作、装着し、これら2種類の大連結子の相違が咀嚼機能に及ぼす影響を明らかにすることである。

材料と方法

1. 被験者

下顎遊離端欠損患者 11 名（男性 3 名，女性 8 名，平均年齢 68.9 ± 8.7 歳）を被験者とした。被験者の選択基準としては、①下顎が Kennedy 分類 I 級ないし II 級で、類を含まない、②上顎歯列には第三大臼歯以外に欠損を認めない、③下顎 6 前歯を有する、④下顎前歯舌側歯肉縁から口腔底までの距離が 7mm 以上 10mm 以下である、⑤遊離端欠損部の欠損歯数は左側，右側のいずれにおいても 2 歯以上である、とした。被験者の除外基準は、①顎機能障害を有する（顎関節雑音のみの場合を除く）、②中等度以上の歯周疾患に罹患している、③下顎前歯舌側歯槽部の傾斜が著しい、④歯冠補綴を要するような上顎歯列咬合平面の修正が必要である、とした。今回これらに該当し除外された被験者はいなかった。最初に装着した義歯に満足し、それ以降の実験に来院しなくなった 2 名を除き、分析対象となる被験者総数は 9 名（男性 3 名，女性 6 名，平均年齢 68.9 ± 9.4 歳）で、下顎 Kennedy 分類 I 級の症例群（以下，I 級群）が 6 名（男性 2 名，女性 4 名，平均年齢 73.5 ± 8.2 歳），下顎 Kennedy 分類 II 級の症例群

(以下, II級群)が3名(男性1名,女性2名,平均年齢 62.3 ± 8.0 歳)となった(Table 1). なお, I級群とII級群を合わせた被験者のことを以下,全体群とする.

本研究遂行にあたっては明海大学歯学部倫理委員会の承認を得る(承認番号A-1123)とともに,本実験の協力を得たすべての被験者に本実験の主旨を十分説明し,同意書に署名を受けて実施した.

2. 下顎部分床義歯の製作

1名の被験者に対して大連結子にリングルエプロンを使用した部分床義歯(以下,エプロンタイプと略す)およびリングルバーを使用した部分床義歯(以下,バータイプと略す)を,1床ずつ製作した.以下に,その製作手順を記述するとともに,Fig 1に図示した.

最終印象から製作した模型を母模型とし,その母模型をシリコーン印象材(デュブリコーン,松風,東京)で複製した2個の模型を作業用模型として使用した.エプロンタイプを製作する模型を作業用模型A,バータイプを製作する模型を作業用模型Bとした.

大連結子部分以外が可及的に同一形態となるように1名の術者が2種類の下顎部分床義歯を製作した.すなわち,可及的にクラスプの形態,厚さ,幅,長さ等が同一となるように,クラスプを鋳造用コバルトクロム合金で2組製作し,作業用模型Aに対して人工歯排列後,通法に従い,流し込みレジンでエプロンタイプを完成させた.

完成したエプロンタイプの大連結子部分のシリコーンコア(以下,大連結子用コアと略す)を採得し,この大連結子用コアを用いてリングルエプロン下部と同一寸法,同一形態となるような,リングルバーを鋳造用コバルトクロム合金で製作した.その後,エプロンタイプの義歯床研磨面形態,人工歯の排列位置を記録したシリコーンコア(以下,人工歯排列用コアと略す)を採得し,人工歯排列用コア内に同一寸法,同一形態の臼歯部人工歯を固定した後,人工歯排列用コアと流し込みレジンを用いて

バータイプを完成させた。Fig 2 に完成したエプロンタイプおよびバータイプの 1 例を示す。

3. 咀嚼機能の評価方法

咀嚼機能検査においては、複数の測定法を組み合わせることの有用性が報告されている³⁶⁾ことから、咀嚼機能を客観的に評価するために、最大咬合力を測定するとともに、篩分法を応用した Okutsu らの方法³⁷⁾により咀嚼値を測定した。

1) 最大咬合力により判定する方法

歯科用咬合力計（オクルーザルフォースメーターGM10，長野計器，東京）にて 3 回測定を行い，3 回の平均値を最大咬合力とした。測定部位は，Ⅰ級群では習慣性咀嚼側の第一大臼歯部，Ⅱ級群では義歯装着側の第一大臼歯部とした。

2) 篩分法により咀嚼値を求める方法

Manly と Braley³⁸⁾による篩分法に画像解析を応用して咀嚼値の算出を行う，Okutsu ら³⁷⁾が開発した咀嚼機能評価法を用いた。咀嚼試料にはピーナッツ（木村ピーナッツ，千葉）を選択し，分析用電子天秤（HR-60，エー・アンド・デイ，東京）にて，半粒当たり $0.50 \pm 0.05\text{g}$ に秤量したものの中から 6 粒で $3.00 \pm 0.01\text{g}$ となるように秤量したものを使用した。Ⅰ級群では習慣性咀嚼側，Ⅱ級群では義歯装着側を咀嚼側とし，咀嚼回数は 20 回とした。咀嚼，粉碎された試料は，ビーカーに吐出させた。さらに洗口を指示し，すすぎかすもビーカーに吐出させた後，水を加えて 300ml とした。攪拌機（マグネチックスタラー，池本理化工業株式会社，東京）にて 30 秒間攪拌し，超音波洗浄器（ウルトラソニッククリーナー，松風，京都）にて 2 分間の洗浄を行った。この後，10mesh のステンレス製篩（奥谷金網製作所，兵庫）にて篩い分けを行った。咀嚼試料撮影装置にて篩上の試料（以下，残留試料）の画像を撮影した後，Okutsu ら³⁷⁾の方法に準じて，残留試料の画像解析とともに，以下の分析式 (1)，(2)，(3)

により、残留試料の実測重量 W_A （画像解析と換算式により得られる、乾燥処理後における残留試料の実測重量に相当する値）を算出した。

$$(1) y = -3 \times 10^{-13} x^3 + 6 \times 10^{-9} x^2 + 10^{-5} x$$

x : 1 粒子の平均面積 y : 1 粒子の平均重量

$$(2) W_E = \sum_{i=1}^n y_i$$

W_E : estimated weight（乾燥処理後における残留試料の予測重量）

$$(3) W_A = 0.8647 W_E$$

W_A : analyzed weight（乾燥処理後における残留試料の実測重量に相当する値）

Manly と Braley は粉砕された試料を全量回収するのは不可能で、ごく一部は水に溶解し、唾液とともに嚥下されるため、回収できる粉砕試料は咀嚼前の重量の 80%（標準乾燥重量）であると報告している³⁸⁾。咀嚼値は篩を通過した試料の乾燥重量を標準乾燥重量で除することで算出される。そこで、下記の分析式（4）により咀嚼値を求めた。

$$(4) \text{咀嚼値} = \frac{\text{篩を通過した試料の乾燥重量}}{\text{標準乾燥重量}} \times 100$$

$$= \frac{\text{咀嚼試料}(3.0\text{g}) \times 0.8 - \text{残留試料の乾燥重量}(W_A)}{\text{咀嚼試料}(3.0\text{g}) \times 0.8} \times 100$$

1 回の測定につき 3 回ずつ行い、3 回の平均値を咀嚼値とした。

4. 実験の流れ

2 種類の義歯の装着順序はランダムとし、1 種類目の義歯を装着して 1 か月後に、2 種類目の義歯に交換、装着した。測定時期は、部分床義歯装着直後と装着 1 か月後の計 4 回の測定を行った。なお、測定は義歯の調整が完了した後に開始し、1 種類目の義歯と 2 種類目の義歯との間に、1 週間のインターバルを設けた。1 種類目の義歯は、エプロンタイプが 5 名、バータイプが 4 名であった (Fig 3)。なお、2 種類の義歯を

装着，使用する場合のいずれにおいても，通法にしたがって義歯および口腔内の清掃法について指導を行った．義歯の取り扱いとしては，就寝時は必ず義歯を外し，義歯洗浄剤の溶液を入れた容器に保管するよう指導した．

5. 統計解析

1) 最大咬合力

(1) 部分床義歯装着直後（以下，装着直後）について

①バータイプ（全体群）とエプロンタイプ（全体群）との統計解析には Wilcoxon 符号順位和検定を用いた．

②大連結子（バータイプ，エプロンタイプ）と欠損形態（Ⅰ級群，Ⅱ級群）の2要因に関しては二元配置分散分析後，Tukey-Kramer 法による多重比較検定を行った．

(2) 部分床義歯装着1か月後（以下，装着1か月後）について

上記の（1）装着直後（①，②）と同様の統計処理を行った．

2) 咀嚼値

上記の1）最大咬合力の（1）装着直後（①，②），（2）装着1か月後（①，②）と同様の統計処理を行った．

なお，最大咬合力，咀嚼値のいずれにおいても危険率が5%未満の場合に有意差が存在すると判定した．

結 果

1. 最大咬合力

1) 装着直後について

装着直後の最大咬合力はエプロンタイプ（全体群）で $135.9 \pm 75.2\text{N}$ 、バータイプ（全体群）で $119.2 \pm 52.8\text{N}$ を示したが、両者間に有意差は認められなかった（Fig 4）。

また、大連結子と欠損形態の2要因のうち、欠損形態の相違に関しては、最大咬合力に有意差が認められた（Table 2）、また、最大咬合力に関しては、I級群がII級群より大きい傾向を示したが、多重比較検定の結果では、エプロンタイプおよびバータイプのいずれにおいてもI級群とII級群との間に有意差は認められなかった（Fig 5）。

2) 装着1か月後について

装着1か月後の最大咬合力はエプロンタイプで $126.2 \pm 56.4\text{N}$ 、バータイプで $134.1 \pm 43.5\text{N}$ を示し、両者間に有意差は認められなかった（Fig 6）。また、装着直後と同様に大連結子と欠損形態の2要因のうち、欠損形態の相違に関しては、最大咬合力に有意差が認められた（Table 2）。また最大咬合力に関しては、I級群がII級群より大きい傾向を示したが、多重比較検定の結果では、エプロンタイプおよびバータイプのいずれにおいてもI級群とII級群との間に有意差は認められなかった（Fig 5）。

2. 咀嚼値

1) 装着直後について

装着直後の咀嚼値は、エプロンタイプ（全体群）が $59.5 \pm 18.3\%$ 、バータイプ（全体群）が $56.4 \pm 17.7\%$ を示したが、両者間に有意差は認められなかった（Fig 7）。また、大連結子と欠損形態の2要因のうち、欠損形態に関しては有意差が認められた（Table 3）が、多重比較検定の結果では、エプロンタイプおよびバータイプのいずれにおいてもI級群とII級群との間に有意差は認められなかった（Fig 8）。

2) 装着1か月後について

装着1か月後の咀嚼値は、エプロンタイプ（全体群）が $71.8 \pm 14.9\%$ 、バータイプ（全体群）が $60.0 \pm 14.8\%$ を示し、両者間に有意差が認められた（Fig 9）。また、大連結子と欠損形態の2要因のいずれにおいても、有意差が認められた（Table 3）が、多重比較検定の結果では、いずれの組合せにおいても有意差は認められなかった（Fig 8）。

考 察

1. 研究方法について

1) 最大咬合力

最大咬合力は、咀嚼機能との関連性が高いという報告もあるが^{39, 40)}、最大咬合力が咀嚼機能に及ぼす影響は小さいという報告もあり⁴¹⁾、最大咬合力と咀嚼機能との関係は明確にはなっていない。しかし、上下顎歯列間の全歯接触によって生じる最大咬合力ではなく、部位を1歯対1歯に局限した場合の最大咬合力は、同部位における支持機能を表している可能性があると考えた。また加藤⁴²⁾は、咀嚼時の食物の粉碎は第一大臼歯の機能咬頭間に局在する「主機能部位」と名付けた、わずか数 mm 四方の範囲が中心となって営まれていることを報告している。そこで、本研究では、歯科用咬合力計を用いて、I級群では習慣性咀嚼側の第一大臼歯部、II級群では義歯装着側の第一大臼歯部を測定部位とし、同部位における最大咬合力を咀嚼機能の客観的評価項目の1つとして選択した。

2) 咀嚼値

咀嚼試料の粉碎粒子の分布状態から判定する篩分法⁴³⁾は、再現性が高く、臨床応用

が可能な咀嚼機能評価法である。さらに Okutsu ら³⁷⁾が開発した咀嚼試料撮影装置とともに、篩分された試料の二次元画像を撮影し、その画像から、試料の重量を算出する近似式を応用することにより、咀嚼値を的確にかつ短時間で測定することが可能となった。以上より、Okutsu らの方法³⁷⁾に準じた篩分法で測定した咀嚼値を、咀嚼機能の評価項目とした。

3) 実験の流れ

2種類の義歯の装着順序はランダムとし、1種類目の義歯を装着して1か月後に、2種類目の義歯に交換、装着し、測定を行った。新たに製作、装着された義歯が十分な機能を発揮するためには、装着された義歯に順応することが必要であり⁴⁴⁾、一定期間を要することになる^{45,46)}。新義歯を用いてほぼ満足に咀嚼できるまでの期間は、野沢らは約80%の被験者が1か月以内である^{47,48)}と報告している。この報告を基に義歯装着後における測定時期を義歯装着1か月後と設定した。なお、1種類目の義歯の影響を排除する目的で、2種類目の義歯の使用を開始するまでに1週間のインターバルを設けた。

4) 大連結子について

下顎遊離端義歯に応用される代表的な大連結子は、リングプレートとリングバーである。リングプレートは床縁の設置部位により、下顎前歯舌側面を被覆するリングエプロンとリングプレートとに分けられる⁴⁹⁾。その他に前歯舌側面上を横走する Kennedy バーや、唇側、頬側に大連結子を設置する外側バーがある。これらの大連結子の中で、Kennedy バーは、異物感が大きいことから臨床で応用されることは稀であり、また外側バーも審美性に難点があることから、適応症例が限られている。したがって、下顎遊離端義歯の大連結子としては、リングプレートの1種で下顎前歯の基底結節を被覆するリングエプロン、もしくはリングバーが臨床では主に用いられている。リングエプロンは、幅5mm以上で義歯床粘膜と接するとともに下顎前歯基底結節とも接している。一方、リングバーは幅4~5mmで義歯床粘膜と接し

ているが、残存歯との接触はない。すなわち、リングエプロンとリングバーでは支持機能および把持機能に相違があることは明らかであり、両者のいずれを大連結子として応用するかによって、義歯の安定性ひいては義歯使用時の咀嚼機能に与える影響は大きいと考えた。そこで、設計の相違が咀嚼機能に及ぼす影響を検討するために、大連結子としてリングエプロンとリングバーの2種類を選択することとした。

2. 結果について

1) 最大咬合力について

義歯装着直後および義歯装着1か月後の最大咬合力に関しては、全体群、I級群、II級群のいずれにおいても大連結子の相違による有意差は認められなかった。本研究では、最大咬合力の測定にオクルーザルフォースメーターを使用し、測定部位は有歯顎者においても、義歯装着者においても、最大咬合力を発揮する第一大臼歯と設定した⁵⁰⁻⁵²⁾。すなわち第一大臼歯部の人工歯を排列した部位に局限した箇所での最大咬合力を測定していることから、最大咬合力発揮時の主たる支持域は欠損部顎堤粘膜となり、大連結子部分は有効な支持域として作用しなかった可能性がある。その結果、大連結子の相違は最大咬合力に大きな影響を及ぼさなかったと推察される。

一方、二元配置分散分析では、装着直後および装着1か月後のいずれにおいても、欠損形態の相違に関しては有意差が認められたが、多重比較検定では有意差は認められなかった。I級群は、測定部位の反対側にも義歯床を有しており、反対側に義歯床を有していないII級群と比較して、義歯の回転沈下に抵抗する支持域は明らかに広い。このことが、欠損形態の相違に関して有意差が認められた理由と考えられる。なお、多重比較検定で有意差が認められなかったのは、被験者総数が9名と少なかったことや、個体差に起因するものと考えられる。

以上より、下顎では両側性遊離端義歯の方が、片側性遊離端義歯よりも最大咬合力が大きくなる可能性が示された。

2) 咀嚼値について

装着直後および装着1か月後のいずれにおいても二元配置分散分析の結果、欠損形態の相違に関しては、有意差が認められた。すなわち、いずれの大連結子においてもⅠ級群の方がⅡ級群より大きい咀嚼値を示す傾向が認められた。このことから、大連結子の種類よりも義歯床の支持域が左右両側に位置していることの方が、義歯の安定性にとって重要であると推察される。ただし、多重比較検定の結果からは、いずれの群間においても有意差が認められていない。

一方、大連結子の相違に関しては、装着直後では、二元配置分散分析の結果、有意差は認められなかったが、装着1か月後では有意差が認められた。ただし、多重比較検定では、いずれの組合せにおいても有意差は認められなかったが、装着1か月後の全体群におけるWilcoxon符号順位和検定では、エプロンタイプの方がバータイプよりも有意に大きい値を示した。

本研究では、咀嚼能率の評価に篩分法による咀嚼値を用いた。咀嚼運動は、最大咬合力を測定する際のような単発的な咬合力の負荷とは異なり、咀嚼圧とともに、義歯全体を取り囲む、咀嚼に関連する筋群から種々の力を受けることになる。したがって、義歯の支持機能のみならず把持機能および維持機能を含めた、義歯の安定性が重要になってくる。

中基²⁰⁾は、三次元光弾性実験法を応用して、咬合力を想定した垂直荷重負荷時の応力分布を解析した結果、下顎片側遊離端欠損症例の局部床義歯において、大連結子の設計としてはリングプレートが最も有効であることを報告している。鈴木ら⁷⁾は、下顎両側臼歯部欠損を想定したエポキシ樹脂模型を用いて、下顎連結装置の相違が顎堤粘膜の負担圧配分に及ぼす影響を検討した結果、変位量およびひずみ量のいずれにおいても、リングプレートおよび連続切縁レストを併用したリングプレートと比較して、リングバーが最も大きい値を示すことを報告している。リングエプロンは下顎前歯舌側面を被覆しているとともに床面積がリングバーよりも広いことか

ら、支持機能および把持機能においては、エプロンタイプの方がバータイプよりも優れていると考えられる。すなわち、咀嚼時における義歯の安定性はバータイプよりもエプロンタイプの方が優れていると考えられることから、バータイプよりもエプロンタイプの咀嚼値の方が有意に大きい値を示した、と推察される。なお、全体群の咀嚼値において、装着直後では有意差が認められず、装着1か月後に有意差が認められたことから、義歯への馴化も大きい要因の1つと考えられる。

以上より、下顎の遊離端欠損症例に対する部分床義歯の大連結子には、設計と咀嚼機能との関連性という観点から、リングルバーよりも、リングルエプロンが咀嚼値を向上させる上では有効となることが示唆された。

結 論

下顎遊離端欠損症例において、対してリングルエプロンを大連結子として使用した部分床義歯、およびリングルバーを大連結子として使用した部分床義歯の2種類を同一被験者に対して製作し、大連結子の相違が咀嚼機能に及ぼす影響について検討を行い、以下の結論を得た。

1. 最大咬合力に関しては、装着直後および装着1か月後のいずれにおいても、大連結子の相違に有意差は認められなかったが、装着直後および装着1か月後のいずれにおいても、欠損形態の相違には有意差が認められた。
2. 咀嚼値に関しては、装着直後および装着1か月後のいずれにおいても欠損形態の相違に有意差が認められた。また装着1か月後では、大連結子の相違に有意差が認められるとともに、全体群では、エプロンタイプの咀嚼値の方が、バータイプよりも有意に大きい値を示した。

以上より、下顎では両側性遊離端義歯が片側性遊離端義歯よりも、義歯側第一大臼歯部の最大咬合力は大きくなることが示唆された。また、下顎遊離端欠損症例に対する部分床義歯の大連結子には、リングルバーよりもリングルエプロンが咀嚼値を改善する上では有効となる可能性が示された。

なお、本研究の一部は平成 27 年度宮田研究奨励金 E の助成を受けて行った。

謝辞

稿を終えるにあたり、終始御指導、御鞭撻を賜りました機能系正常機能研究群 歯科補綴学Ⅰ 大川周治教授に厚く御礼申し上げます。また、論文の審査にあたり、御指導、御校閲を賜りました理工系歯科器材研究群 歯科材料学 中畠 裕教授、理工系歯材応用研究群 歯科補綴学Ⅱ 藤澤政紀教授、ならびに機能系正常機能研究群 口腔生理学 村本和世教授に深く感謝申し上げます。

さらに本研究にあたり御援助、御協力いただきました機能保存回復学講座歯科補綴学分野の諸氏に厚く感謝いたします。

引用文献

- 1) 大川周治：局部床義歯の設計とフレームワークの製作. In：歯学生のパーシャルデンチャー. 三谷春保, 小林義典, 赤川安正編, 第5版, 医歯薬出版, 東京, pp175-191, 2009
- 2) 五十嵐順正, 若林則幸, 松原 恒：パーシャルデンチャーの理論. In：設計原則からトラブル対応までの臨床ガイド パーシャルデンチャーを得意になろう. 五十嵐順正, 若林則幸編, 第1版, 日本歯科評論, 東京, pp10-33, 2013
- 3) 清野和夫：歯の欠損様式と義歯の分類. In：スタンダード部分床義歯補綴学. 藍稔, 五十嵐順正編, 第2版, 学建書院, 東京, pp29-35, 2013
- 4) 櫻井 薫：大連結子. In：歯学生のパーシャルデンチャー. 三谷春保, 小林義典, 赤川安正編, 第5版, 医歯薬出版, 東京, pp192-197, 2009
- 5) 矢代譲治, 一和多寿樹, 植田耕一郎, 武田友孝, 龍 昭一郎, 佐藤吉則, 大木一三：局部床義歯の動ひずみに関する基礎的研究 第1報 リンガルバーの走行位置が床のひずみに及ぼす影響について. 補綴誌 28, 26-33, 1984
- 6) 矢代譲治：床下粘膜の負担圧に関する基礎的研究—下顎両側遊離端局部床義歯における直接維持装置およびレストの影響について—. 補綴誌 29, 582-599, 1985
- 7) 鈴木恭典, 大久保力廣, 阿部 實, 細井紀雄：下顎連結装置の相違が顎堤粘膜の負担圧配分に及ぼす影響. 補綴誌 45, 129-136, 2001
- 8) 浅井政一：下顎遊離端義歯における支台歯の挙動に対する双子鉤の効果. 奥羽大歯誌 32, 111-121, 2005
- 9) 大木研一：リンガルバーの厚みが下顎両側遊離端義歯の変位および義歯床下組織の応力分布に及ぼす影響. 日大歯学 82, 181-185, 2008
- 10) 大草洋志：下顎両側遊離端義歯の咀嚼時の移動量について. 補綴誌 20, 551-562, 1976

- 11) 細見洋泰：下顎両側性遊離端義歯の人工歯形態が咀嚼時の義歯動態におよぼす影響. 補綴誌 **24**, 284-300, 1980
- 12) 大竹博之, 河野正司：下顎機能運動時の下顎片側遊離端義歯の浮き上がり. 補綴誌 **43**, 582-591, 1999
- 13) 西田 圭, 小野高裕, 野首孝祠：下顎片側遊離端欠損症例における垂直荷重時の義歯床の回転. 補綴誌 **43**, 830-838, 1999
- 14) 湊 修, 河野正司：下顎片側遊離端義歯における浮上回転軸の検索. 補綴誌 **46**, 655-664, 2002
- 15) 佐藤 裕：下顎部分床義歯装着患者の顎堤変化に関する研究. 口病誌 **35**, 34-57, 1968
- 16) 宮田孝義：遊離端義歯における義歯床の適合性に関する研究—経時的变化と咬合の高さによる影響について—. 補綴誌 **20**, 694-710, 1976
- 17) 榎津徳弘：床下粘膜の負担圧に関する研究—下顎片側性遊離端欠損症例における印象圧の相違による影響について—. 補綴誌 **33**, 757-770, 1989
- 18) 幸阪保雄, 加藤光雄, 姜 婷, 後藤忠正, 藍 稔：部分床義歯装着による咀嚼能力ならびに鉤歯動揺度の経時的变化. 補綴誌 **35**, 681-688, 1991
- 19) Toyoda M, Hojo S, Morita K, Takagaki T, Hamano N and Ishikawa Y : Loads on abutment teeth on the working side of bilateral free-end dentures. Bull Kanagawa Dent Coll **28**, 113-118, 2000
- 20) 中藁一介：光弾性実験法による歯槽骨および顎堤の力学的研究—下顎片側遊離端義歯の大連結子の形態について—. 日大歯学 **75**, 365-375, 2001
- 21) Ao A, Wakabayashi N, Nitta H and Igarashi Y : Clinical and microbiologic effects of lingual cervical coverage by removable partial dentures. Int J prosthodont **26**, 45-50, 2013

- 22) 原 雄大:遊離端義歯床下粘膜への実験的局部加圧が咀嚼筋筋電図に及ぼす影響.
補綴誌 40, 284-292, 1996
- 23) 田中泰弘:両側遊離端義歯装着による咀嚼機能変化の筋電図学的追跡調査. 口病誌 64, 97-120, 1997
- 24) 金田 恒, 土田幸弘, 河野正司:咀嚼における片側遊離端義歯装着の意義. 補綴誌 43, 592-601, 1999
- 25) 塩崎智彦:下顎片側遊離端義歯の人工歯咬合面間距離が咀嚼機能に及ぼす影響.
口病誌 66, 67-75, 1999
- 26) 河原俊朗, 山倉大紀, 岸 正孝:下顎片側遊離端義歯症例における咀嚼運動様相の評価に関する影響. 歯科学報 100, 541-557, 2000
- 27) 瀧下 護:両側性遊離端義歯による補綴治療の臨床生理学的評価—3.5年間の経時的観察—. 口病誌 68, 254-261, 2001
- 28) Tumrasvin W, Fueki K, Yanagawa M, Asakawa A, Yoshimura M and Ohyama T :
Masticatory function after unilateral distal extension removable partial denture treatment:intra-individual comparison with opposite dentulous side.
J Med Dent Sci 52, 35-41, 2005
- 29) 虫本栄子, 小野田利枝, 河上雄之介, 田中久敏:大連結子のデザインの違いが口腔感覚に及ぼす影響に関する脳波学的検討. 補綴誌 49, 478-487, 2005
- 30) Yaka T, Shimokawara S, Yamamoto H and Ohkawa S : Influence of location of palatal bar on oral perception and functions. J Meikai Dent Med 35, 53-57, 2006
- 31) 荒川一郎, 志賀 博, 小林義典, 水内一恵, 渡邊篤士, 羽村 章:有床義歯補綴治療前後における咀嚼運動経路のパターンと安定性. 顎機能誌 17, 1-5, 2010
- 32) 志賀 博, 小林義典, 横山正起, 渡邊篤士, 中島邦久, 荒川一郎:有床義歯補綴治療前後における咀嚼運動の安定性. 日咀嚼誌 21, 118-123, 2011

- 33) Wada J, Hideshima M, Inukai S, Ando T, Igarashi Y and Matsuura H : Influence of the major connector in a maxillary denture on phonetic function. *J Prosthodont Res* **55**, 234-242, 2011
- 34) Sánchez-Ayala A, Ambrosano GMB and Gracia RCMR: Influence of length of occlusal support on masticatory function of free-end removable partial dentures. *Int J Prosthodont* **25**, 472-479, 2012
- 35) 庄井和人 : 大臼歯部における咬合の有無が咀嚼時の筋活動に及ぼす影響: fMRI 研究. *口病誌* **81**, 38-44, 2014
- 36) 山本孝文, 吉牟田陽子, 野首孝祠, 安井 栄, 楠 智恵, 野首文公子, 島原政司, 植野高章, 有吉靖則 : 各種咀嚼機能測定法と口腔内因子との関連に関する臨床的研究. *日咀嚼誌* **23**, 30-38, 2013
- 37) Okutsu F, Akimoto T, Kurihara M, Matsui A, Okamoto K, Terada N and Ohkawa S : Construction of a practical system using the sieve method and image analysis for evaluation of masticatory performance—development of a new device for scanning masticatory samples—. *J Meikai Dent Med* **43**, 11-17, 2014
- 38) Manly RS and Braley LC : Masticatory performance and efficiency. *J Dent Res* **29**, 448-462, 1950
- 39) 内田達郎, 下山和弘, 長尾正憲, 小田切一浩 : 全部床義歯装着者の咀嚼能力とその変化の評価を目的とした摂取状況調査票の検討. *補綴誌* **36**, 766-771, 1992
- 40) 野首文公子, 吉牟田陽子, 野首孝祠, 横田和則, 安井 栄, 川野雅也, 深水皓三, 吉田 実, 池邊一典, 小野高裕, 前田芳信, 塚本慎平, 倉本崇之, 山本崇雄 : 一般歯科医院における義歯装着者の咀嚼能率に影響を及ぼす要因. *日咀嚼誌* **20**, 18-26, 2010

- 41) Hatch JP, Shinkai RSA, Sakai S, Rugh JD and Paunovich ED : Determinants of masticatory performance in dentate adults. Arch Oral Biol **46**, 641-648, 2001
- 42) 加藤 均 : 主機能部位と臼歯咬合面形態の機能的意義. 日補綴会誌 **5**, 8-13, 2013
- 43) 日本補綴歯科学会ガイドライン作成委員会 : 咀嚼障害評価法のガイドライン—主として咀嚼能力検査法—. 補綴誌 **46**, 619-625, 2002
- 44) 重頭直文, 村田比呂司, 奥原利樹, 亀田浩司, 浜田泰三 : 無歯顎患者の健康状態と補綴の予後. 老年歯学 **5**, 23-29, 1991
- 45) 小谷博夫, 安部倉 仁, 浜田泰三 : 義歯への順応が咀嚼機能に及ぼす影響. 広島歯誌 **18**, 21-26, 1990
- 46) 日本補綴歯科学会有床義歯補綴診療のガイドライン作成委員会 : 有床義歯補綴診療のガイドライン (2009 改訂版). 日補綴会誌 **1**, E205-E283, 2009
- 47) 野沢正仁, 瓜生 厚, 永田康文, 荒川秀樹, 柏田英人, 清水 忠, 浮谷 實 : 総義歯患者の統計調査と経過観察. 神奈川歯学 **17**, 309-313, 1982
- 48) 西浦 恂, 権田悦通, 三木基二, 小正 裕, 松尾光至, 合田耕太郎, 古波蔵健一, 柿本和俊, 河村達也 : 総義歯患者の統計的観察(続), 第2報 局所的診査および新義歯の治療内容と治療効果について. 歯科医学 **49**, 98-106, 1986
- 49) 鈴木哲也 : 連結子と義歯床. In : スタンダード部分床義歯補綴学. 藍 稔, 五十嵐順正編, 第2版, 学建書院, 東京, pp95-105, 2013
- 50) Howell AH and Brudevold F : Vertical forces used during chewing of food. J Dent Res **29**, 133-136, 1950
- 51) 三浦不二夫, 角田正明 : 咬合圧(咀嚼圧)に関する研究. 日歯医師会誌 **7**, 293-298, 1954
- 52) 渡邊竜登美 : 全部床義歯咀嚼時咬合力に関する研究. 口病誌 **57**, 16-31, 1990

Figure legends

Fig 1 ; Procedure for partial denture fabrication

Fig 2 ; Fabricated partial denture(left : apron type, right : bar type)

Fig 3 ; Experimental schedule

Fig 4 ; Comparison of the maximum bite force between the apron and bar types,
immediately after wearing

Fig 5 ; Comparison of the maximum bite force of a different major connector and
the Kennedy classification
Some alphabetical letters indicate no significant differences

Fig 6 ; Comparison of the maximum bite force between the apron and bar types,
one month after wearing

Fig 7 ; Comparison of masticatory performance between the apron and bar types,
immediately after wearing

Fig 8 ; Comparison of masticatory performance of a different major connector and
the Kennedy classification
Some alphabetical letters indicate no significant differences

Fig 9 ; Comparison of masticatory performance between the apron and bar types,
one month after wearing

The masticatory performance with the apron type was significantly higher
than with the bar type (* : $p < 0.05$)

Table 1

松井藍有美

天

Table 1 Subject characteristics

Subject	Gender	Age (Years)	Defect		Number of Akers clasp	Habitual masticatory side
a	female	79	76	67	4	right
b	male	71	7654	67	3	right
c	male	63	76		3	right
d	male	84	76	567	3	right
e	female	70	76		3	right
f	female	60	76	67	4	right
g	female	72	765	4567	4	right
h	female	54	76		4	right
i	female	75	76	67	4	left

(n=9)

地

Table 2 Result of two-way ANOVA without replication
A: Kennedy classification, B: Major connector

	Factor	S.S.	D.F.	M.S.	F	p (%)
Maximum bite force (immediately after wearing)	AxB	68820.031	17			
	A	53640.864	8	6705.108	3.850	3.7 *
	B	1244.451	1	1244.451	0.714	42.2
	e	13934.716	8	1741.840		
Maximum bite force (one month later)	AxB	40857.167	17			
	A	35097.000	8	4387.125	6.404	0.8 *
	B	280.056	1	280.056	0.409	54
	e	5480.111	8	685.014		

Significant difference (* : $p < 0.05$)

Table 3
松井藍有美

天

Table 3 Result of two-way ANOVA without replication
A: Kennedy classification, B: Major connector

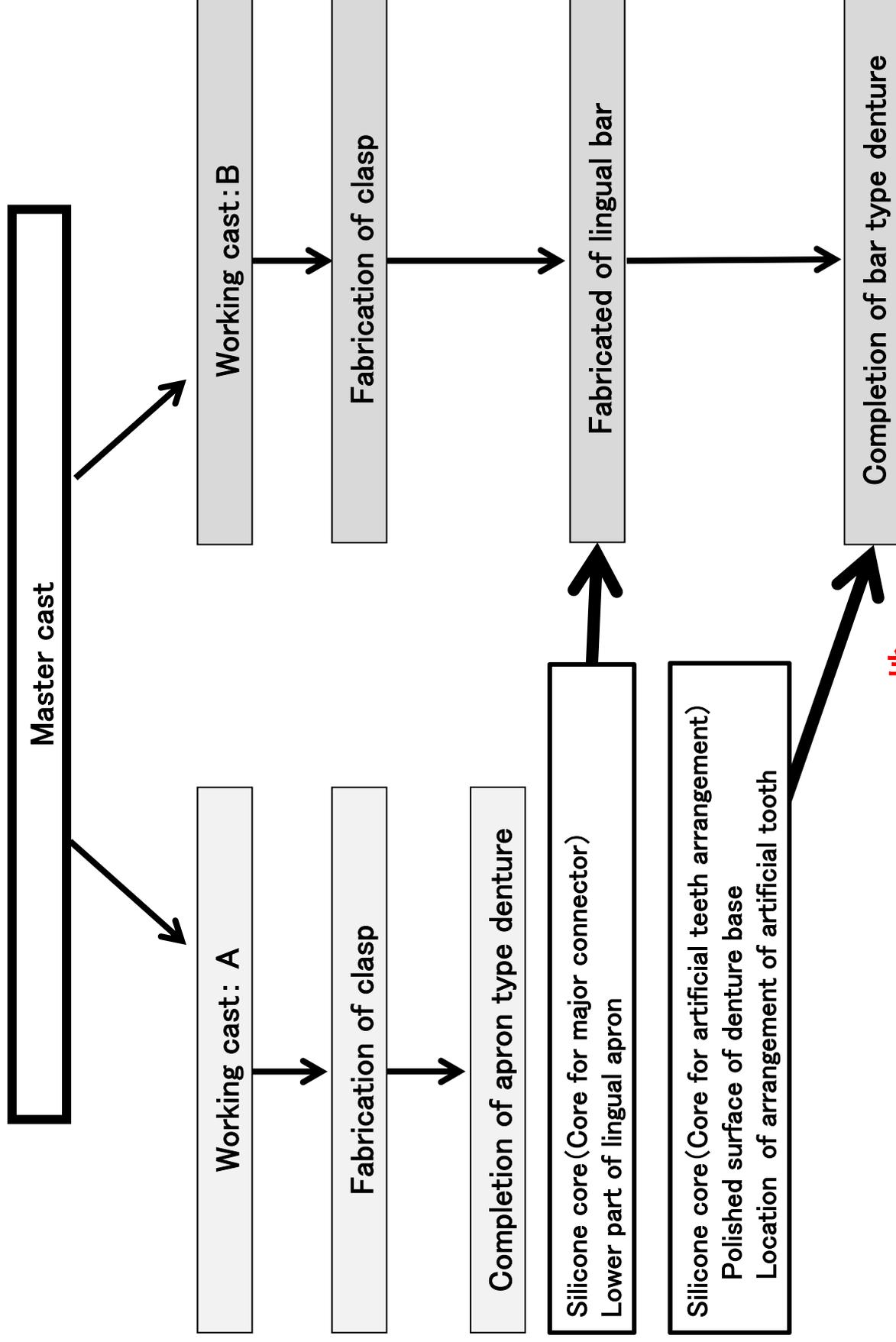
	Factor	S.S.	D.F.	M.S.	F	p (%)
Masticatory performance (immediately after wearing)	AxB	5219.347	17			
	A	4348.325	8	543.541	5.239	1.5 *
	B	40.961	1	40.961	0.395	54.7
	e	830.061	8	103.758		
Masticatory performance (one month later)	AxB	4425.704	17			
	A	3518.738	8	439.842	12.108	0.09 *
	B	616.343	1	616.343	16.966	0.3 *
	e	290.623	8	36.328		

Significant difference (* : p < 0.05)

地

Fig 1
松井藍有美

天



地

Fig 2
松井藍有美

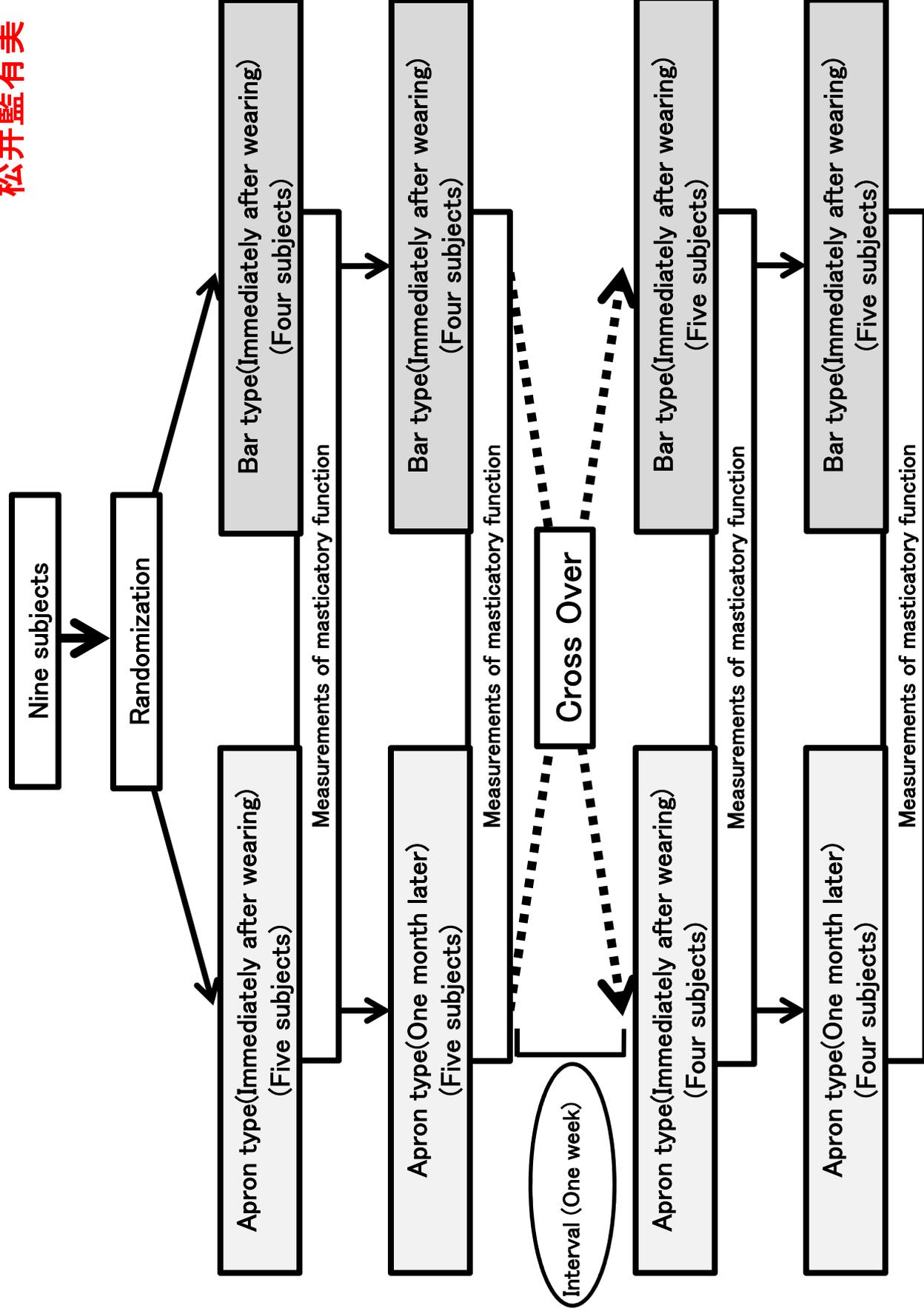
天



地

天

Fig 3
松井藍有美



地

Fig 4
松井藍有美

天

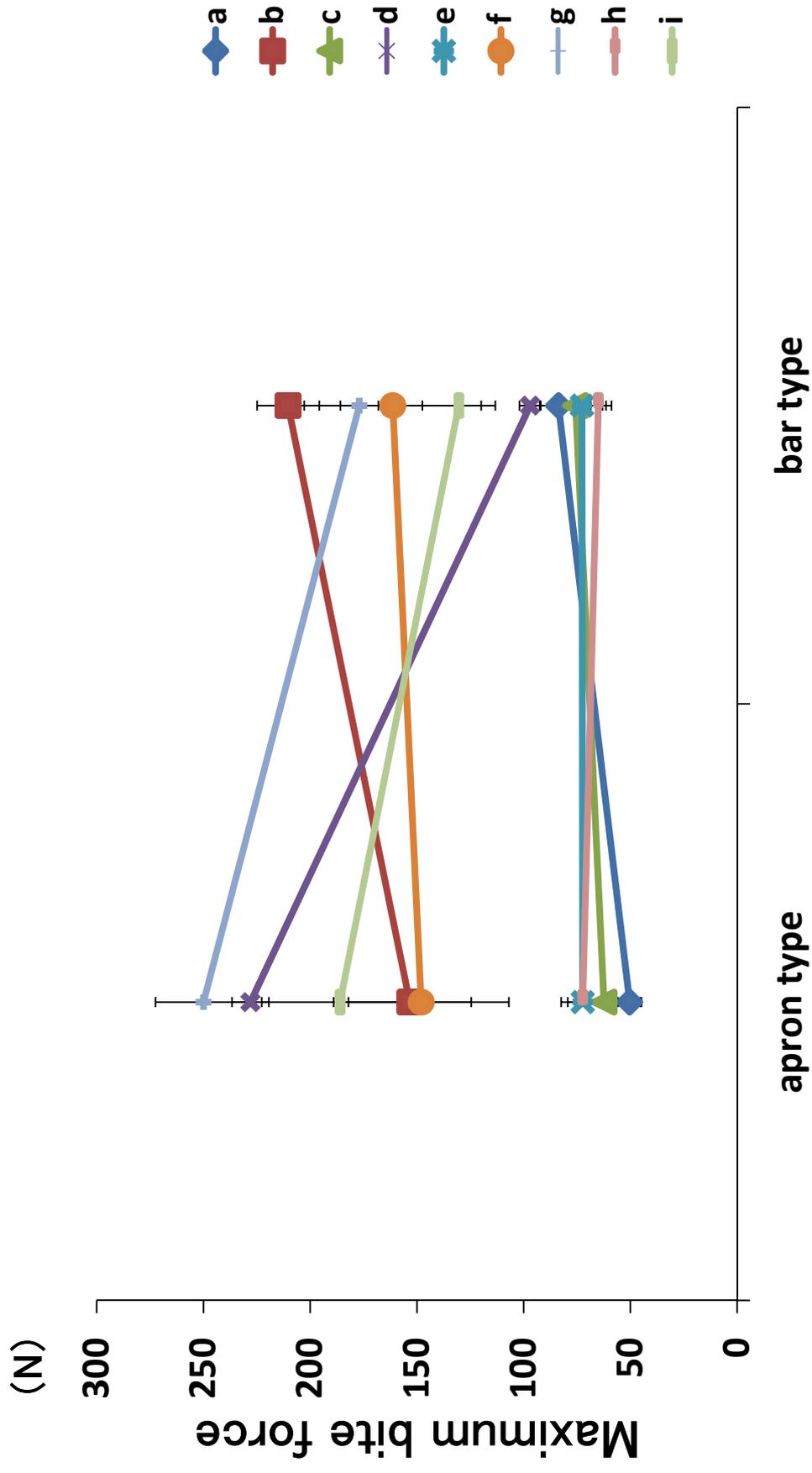
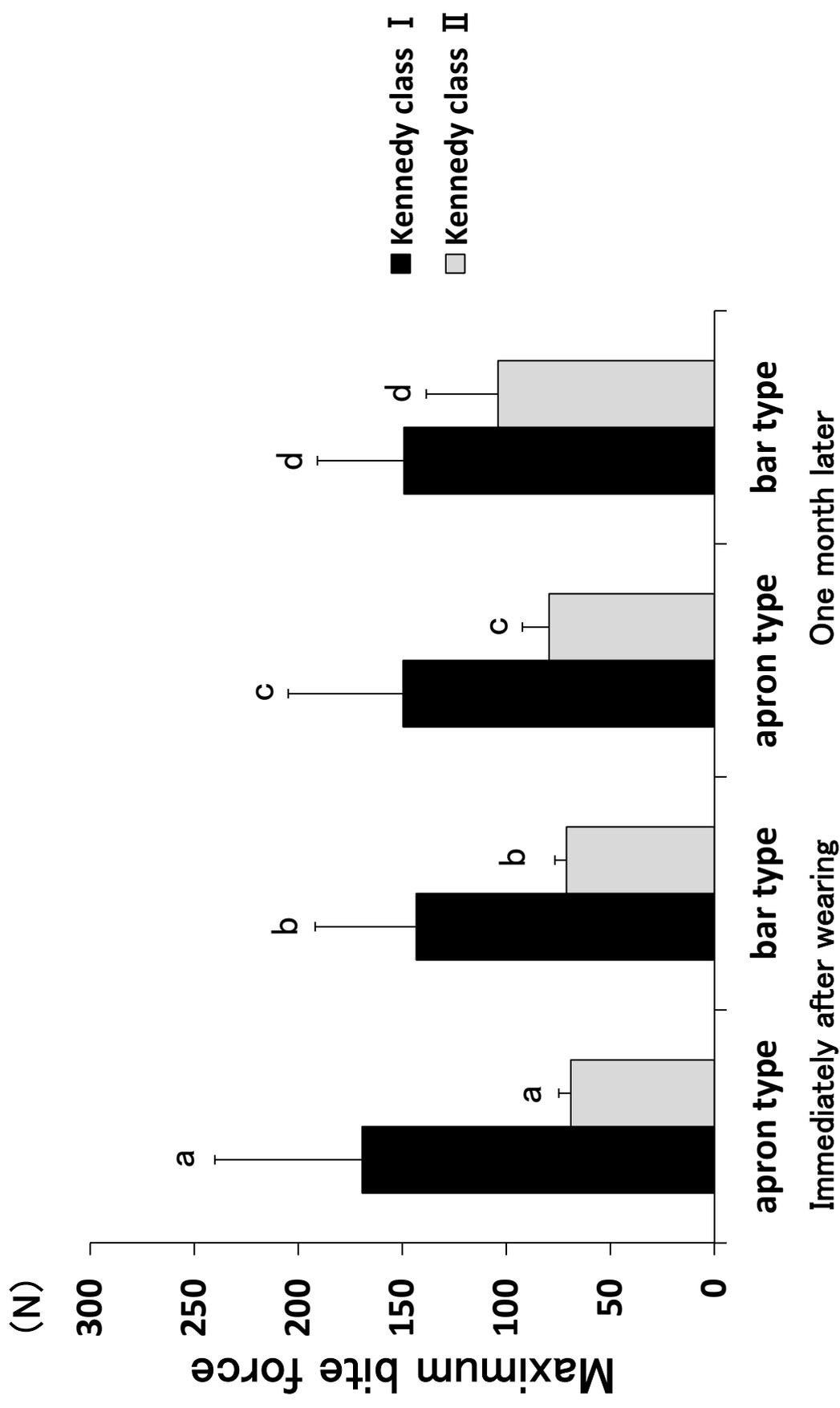


Fig 5
松井藍有美

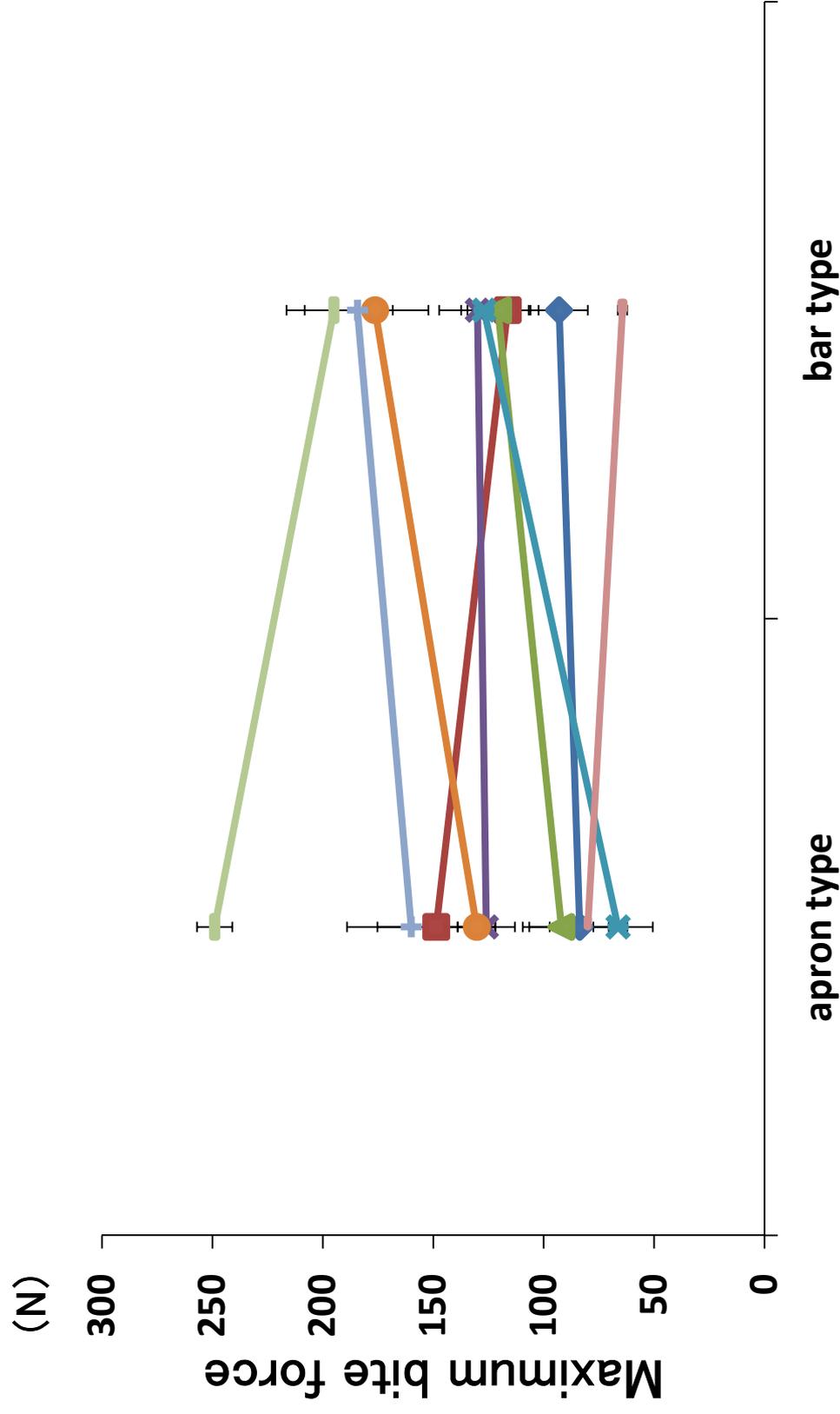
天



地

Fig 6
松井藍有美

天



地

Fig 7
松井藍有美

天

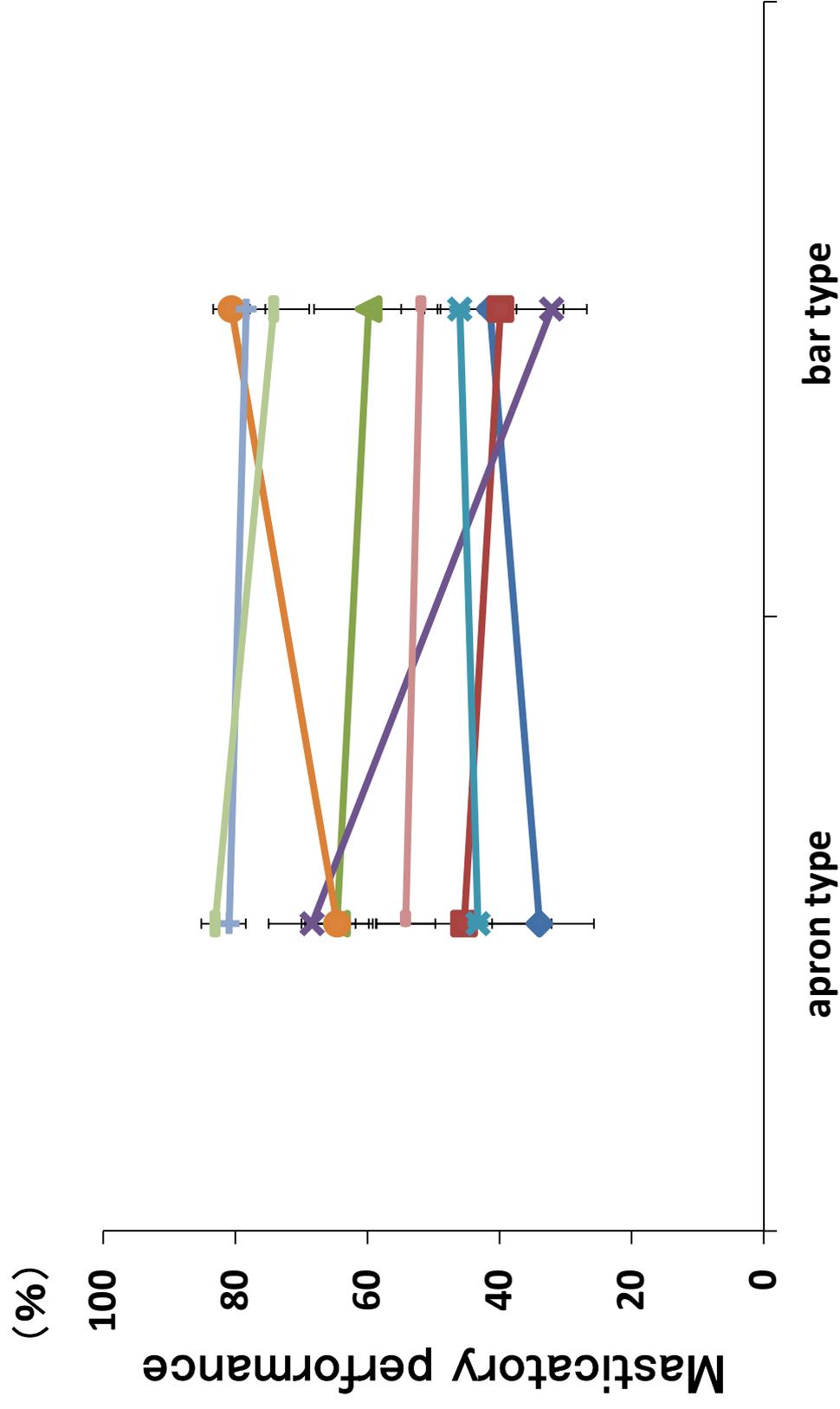
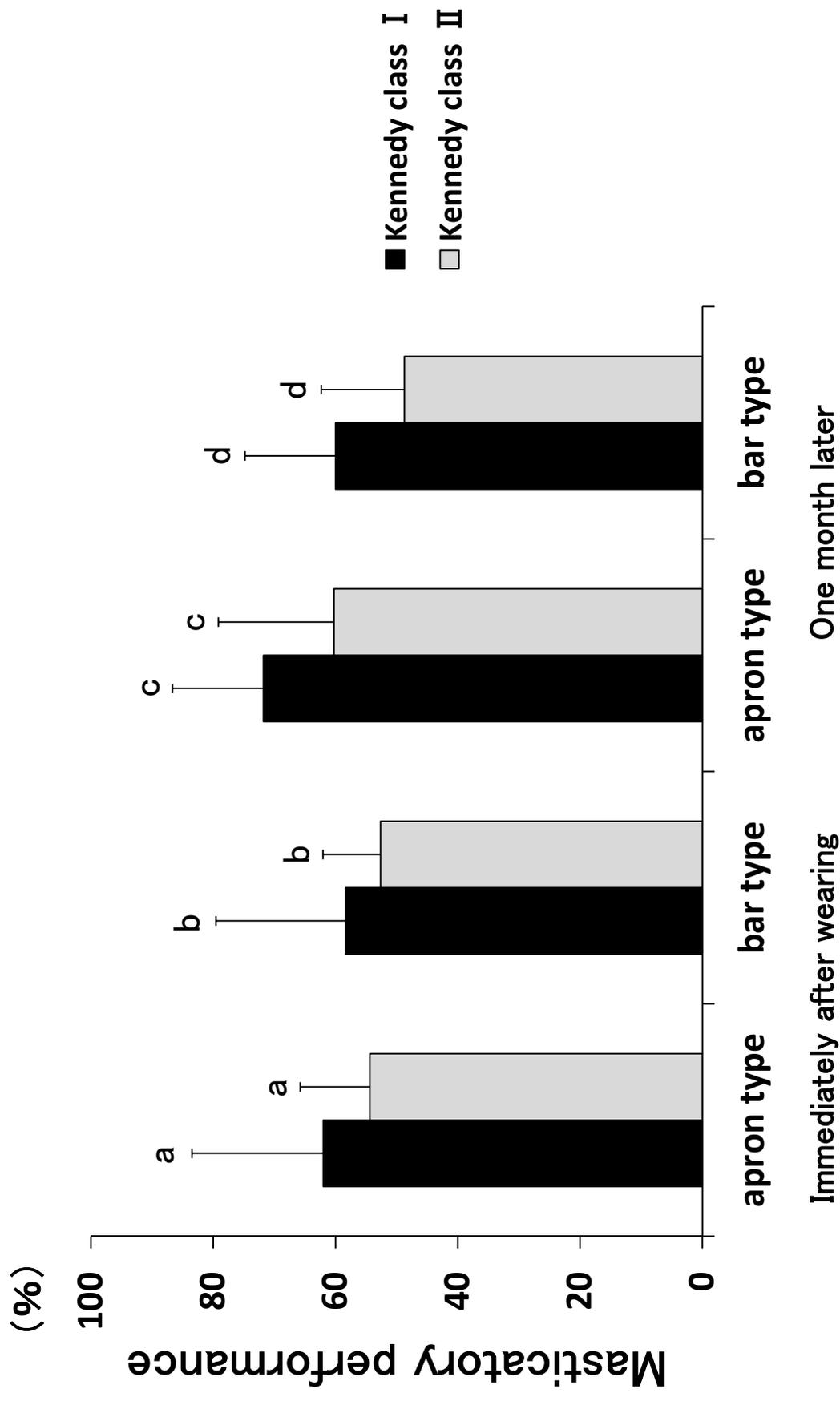


Fig 8
松井藍有美

天

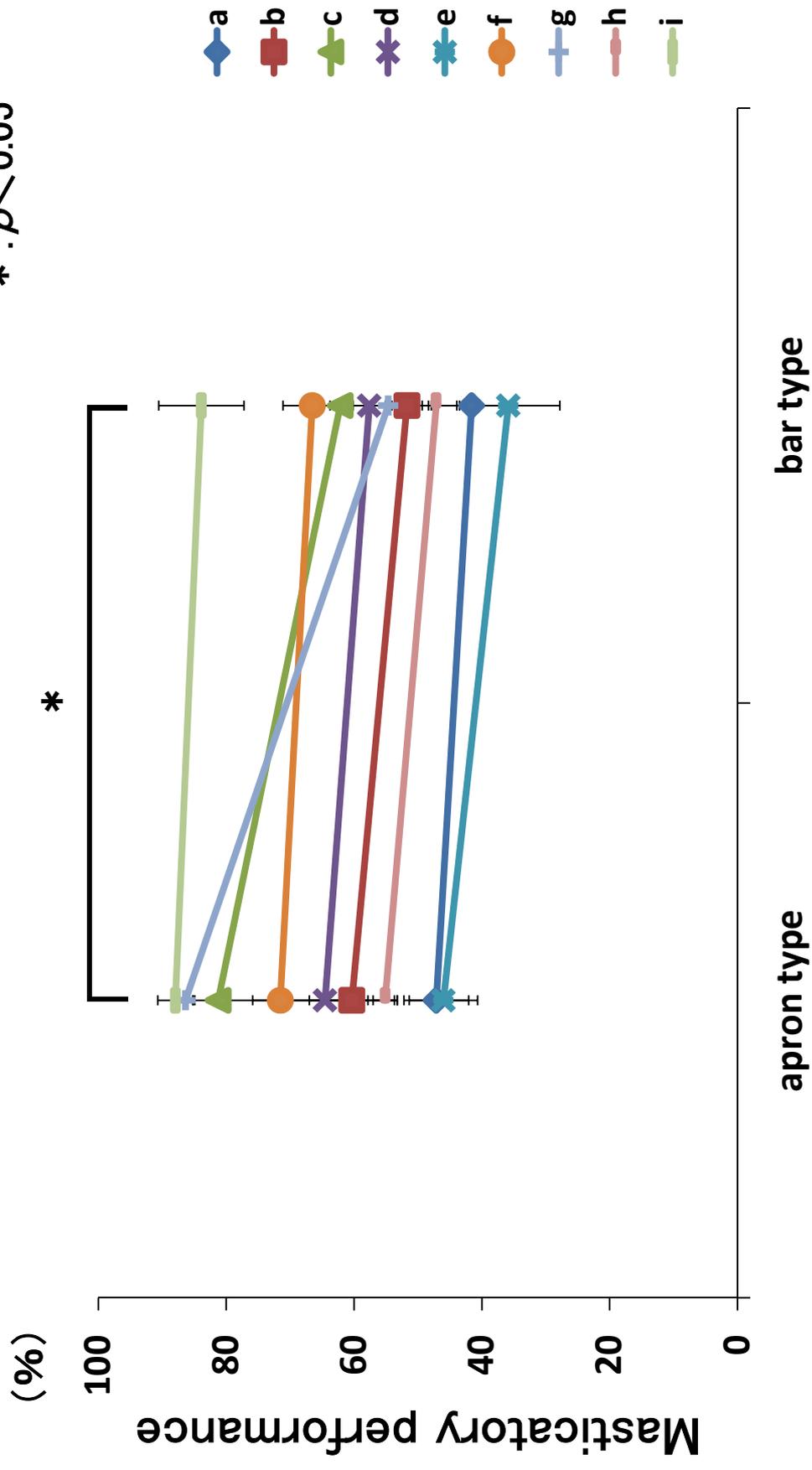


地

Fig 9
松井藍有美

天

* : $p < 0.05$



bar type

apron type

地