

学位論文

口唇トレーニングの多方位口唇閉鎖力に対する影響  
—健全若年成人および健全高齢者を対象として—

楓 公士朗

大学院歯学独立研究科 硬組織疾患制御再建学講座  
(主指導教員:山田 一尋 教授)

松本歯科大学大学院歯学独立研究科博士(歯学)学位申請論文

Effects of lip training on multi-directional lip closing force  
in the healthy young and elderly adults

Koshiro KAEDE

Department of Hard Tissue Research, Graduate School of Oral Medicine  
(Chief Academic Advisor : Professor Kazuhiro Yamada)

The thesis submitted to the Graduate School of Oral Medicine,  
Matsumoto Dental University, for the degree Ph.D. (in Dentistry)

# 要旨

## 1. 目的

口唇閉鎖機能は食べることのみならず、話す、食物を取り込む、食塊を形成する、嚥下する、表情を作るなど様々な行動に対して重要だと考えられている。また日常臨床においても口腔機能や歯科矯正治療後の安定性のために口唇トレーニングは取り入れられており、筋機能療法として、その重要性は広く治療に応用されている。しかし、口唇トレーニングによる効果を定量的に評価した研究は少ない。また近年、高齢者における摂食機能の維持・向上や QOL の向上のために口腔機能の重要性が注目されているが、高齢者における口唇閉鎖力および口唇トレーニングの効果についての詳細は未だ不明である。

そこで、本研究では、健常若年成人および健常高齢者における口唇閉鎖トレーニングの効果を知る目的で、トレーニング中の経時的な多方位口唇閉鎖力(方向別の口唇閉鎖力)を測定し、トレーニング効果を方向別に評価して比較・検討した。

## 2. 方法

被験者は全身疾患がない 20～35 歳の健常若年成人トレーニング群 10 名(男性 5 名, 女性 5 名, 年齢 22～34 歳, 平均年齢  $28.5 \pm 1.5$  歳[平均  $\pm$  SD])と健常若年成人非トレーニング群 10 名(男性 5 名, 女性 5 名, 年齢 21～32 歳, 平均年齢  $26.7 \pm 1.8$  歳[平均  $\pm$  SD])とした。さらに、65 歳以上の被験者 10 名(男性 5 名, 女性 5 名, 年齢 65～73 歳, 平均年齢  $68.1 \pm 3.3$  歳[平均  $\pm$  SD])を選択し、健常高齢者トレーニング群とした。

口唇閉鎖トレーニングには、歯科用口唇筋力固定装置(M パタカラ)を使用するように指示した。M パタカラは上下口唇にセットすることにより、上下口唇を広げよう力が加かる。この力に対して上下口唇を 3 分間閉じることを 1 回のタスクとして、1 日 3 回、4 週間続けるように指導した。

口唇閉鎖力の測定には多方位口唇閉鎖力測定装置を用いて測定した。被験者は上唇と下唇でプローブをはさみ、最大努力で 5～6 秒間すぼめることによる多方位口唇閉鎖力を測定し、この測定を 3 回繰り返し、2 セット行った。この

ような手順で、各被験者の最大口唇閉鎖力を計 6 回記録した。

多方位口唇閉鎖力はトレーニング前および、口唇トレーニング開始 1,2,3,4 週間後に測定した。その後、トレーニング終了 1,2,3,4 週間後にも測定を行った。また非トレーニング群ではトレーニングを行わずに同じ日程で測定を行った。

### 3. 結果および考察

トレーニング前の口唇閉鎖力の総合力は 3 群間で有意差は認められなかった。

トレーニング後の口唇閉鎖力の総合力の変化は、健常若年成人トレーニング群では、健常若年成人非トレーニング群に比べて 3,4 週間後に有意に総合力は増大し、トレーニング終了時に約 40%の著明な増加が見られた。トレーニングを終了 1 週間後からは低下し、健常若年成人非トレーニング群との有意な差は認められなかった。口唇閉鎖力の方向別に評価すると、健常成人トレーニング群では上及び下方向でコントロール群に比べて有意な増加が認められた。

健常高齢者においても口唇閉鎖力の総合力はトレーニング開始 3,4 週間後で健常若年成人非トレーニング群に比べて有意に大きい値を示したが、健常成人トレーニング群との比較では有意差は認められなかった。口唇閉鎖力の方向別の評価では、健常高齢者トレーニング群では下方向の口唇閉鎖力がコントロール群に比べて 3,4 週間後に有意に増大した。また、健常若年成人トレーニング群および健常高齢者トレーニング群の測定期間において口唇閉鎖力の左右の対称性は保たれていた。

本研究結果から、歯科矯正治療において状況に応じた口唇閉鎖トレーニングを行う場合に、その方法の一つとして M パタカラによる口唇閉鎖トレーニングは有効であると考えられる。さらに、高齢者においても、口唇トレーニングの効果が認められたことは、捕食から咀嚼・嚥下と続く一連の摂食行動機能に関連が深いと考えられる口唇閉鎖力の低下を予防する方法として有用である可能性が示唆された。

## 緒言

口唇閉鎖機能は食べることのみならず、話す、食物を取り込む、食塊を形成する、嚥下する、表情を作るなど様々な行動に対して重要だと考えられている<sup>1)</sup>。しかし、口唇トレーニングによる効果を定量的に評価した研究は少ない。口唇と舌から歯列に加わる力の均衡が、歯列の位置を決定する最も重要な因子の一つであることが広く認められている。すなわち、顎顔面領域の成長発育と口唇閉鎖力の関連は**Buccinator Mechanism**として歯科矯正学領域で古くから受け入れられている<sup>2-6)</sup>。このような口唇閉鎖力については、古くから側面顔面形態との関連が注目され、上下口唇全体の口唇閉鎖総合力の測定<sup>7-10)</sup>ならびに上下口唇を別々に測定した研究<sup>6, 11, 12)</sup>により、側面顔面形態との関連が広く研究されてきた。日常臨床においても不正咬合発症の予防、歯科矯正治療の安定性のために口唇トレーニングは取り入れられており、筋機能療法として、その重要性は広く治療に応用されている<sup>13-16)</sup>。

口唇のトレーニングには、器具を用いた口唇閉鎖運動や口唇から歯列に向けての力を増強させるものが行われている<sup>17)</sup>。さらに、基礎的な研究により、トレーニング時の負荷量やその頻度により口唇閉鎖力に対する効果は異なることが報告されていることから<sup>18)</sup>、臨床的に口唇閉鎖不全の患者に対してどのようなトレーニングが適しているかを検討することは重要であると考えられる。

口唇閉鎖力の測定に関しては、口唇の力を8方向から測定するために多方位口唇閉鎖力測定装置が開発された<sup>19)</sup>。この装置を用いて方向別の口唇閉鎖力を測定すると若年成人<sup>20)</sup>、小児<sup>21)</sup>、高齢者<sup>22)</sup>ともに、左右の口唇閉鎖力はおおむね対称的であることが示されている。また、口唇裂術後患者では左右の非対称が示され、器質的な変化で口唇閉鎖力に非対称が生じることが示唆されている<sup>23)</sup>。トレーニング効果を方向別の口唇閉鎖力を用いて検討することは、口唇閉鎖力の機能的な役割を考慮するために有用であると考えられる。さらに、口唇に表面麻酔を施して、口唇閉鎖力の部位特異的な感覚-運動統合機能を検討した研究では、口唇の一部分の麻酔がすべての部位の口唇閉鎖力に影響をおよぼすことが明らかにされており、口唇閉鎖機能には、すべての部位の力を統合するような機構が存在することが示唆されている<sup>24)</sup>。このこ

とから、口唇閉鎖トレーニングを行ったときも部位特異的な効果が認められないとの仮説を立てることができる。

また近年、高齢者における摂食機能の維持・向上やQOLの向上のために口腔機能の重要性が注目されている<sup>25)</sup>。高齢者の骨格筋における3ヶ月間のトレーニング効果は、成人と同様の効果が認められると報告されている<sup>26)</sup>。高齢者における口唇閉鎖力および口唇トレーニングの効果についての詳細は未だ不明であるが、骨格筋のトレーニング効果から推察して、高齢者における口唇トレーニングの効果も若年成人に比較して同様の効果が認められるのではないかと考えられる。

そこで、本研究では、健常若年成人および健常高齢者における口唇閉鎖トレーニングの効果を調べる目的で、トレーニング中の経時的な多方位口唇閉鎖力(方向別の口唇閉鎖力)を測定し、トレーニング効果を方向別に評価して検討した。すなわち、口唇閉鎖トレーニングを行ったときも部位特異的な効果は認められないとの仮説を検証することとした。

## 対象及び方法

### 1. 被験者

20～35歳の健常若年成人トレーニング群10名(男性5名、女性5名、年齢22～34歳、平均年齢 $28.5 \pm 1.5$ 歳[平均 $\pm$ SD])と健常若年成人非トレーニング群10名(男性5名、女性5名、年齢21～32歳、平均年齢 $26.7 \pm 1.8$ 歳[平均 $\pm$ SD])とした。さらに、65歳以上の被験者10名(男性5名、女性5名、年齢65～73歳、平均年齢 $68.1 \pm 3.3$ 歳[平均 $\pm$ SD])を選択し、健常高齢者トレーニング群とした。

除外基準として以下の項目を定めた

- A) 義歯使用者
- B) オーバーバイトが0mm以下
- C) オーバージェットが0mm以下もしくは5mm以上

### 2. 口唇閉鎖トレーニングの設定

口唇閉鎖トレーニングには、歯科用口唇筋力固定装置(M パタカラ)(図1A)を使用するように指示した。M パタカラは上下口唇にセットすることにより、上下口唇を広げるように力がかかる(図1B)。この力に対して上下口唇を3分間閉じることを1回のタスクとし、1日3回、4週間続けるように指導した。

### 3. 多方位口唇閉鎖力の測定

図2に多方位口唇閉鎖力測定装置を示す。各被験者を椅子に座らせ頭部はカンペル平面と多方位口唇閉鎖力測定装置の測定プローブが平行(水平方向)になるよう位置づけた(図3)。各試行では被験者は上唇と下唇でプローブをはさみ、最大努力で5~6秒間すぼめることによる多方位口唇閉鎖力を測定した。この測定を3回繰り返し、2セット行った。測定者は被験者らに、口すぼめ運動中、上下の歯は接触しないよう指導した。口唇、頭部がぶれるなど、明らかな誤動作が認められた場合、測定者はその記録を中断し各被験者の状態を改善した後、記録を再開した。このような手順で、各被験者の最大口唇閉鎖力を計6回記録した。また、口唇閉鎖力の大きさは平均力積(N・s)で示した。

多方位口唇閉鎖力はトレーニング前および、口唇トレーニング開始1, 2, 3, 4週間後に測定した。その後、トレーニング終了1, 2, 3, 4週間後にも測定を行った。また非トレーニング群ではトレーニングを行わずに同じ日程で測定を行った。これらの統計処理に、統計処理ソフト(SPSS, SPSS Inc., 東京)を用いた。

### 4. 波形解析および統計解析

#### 1) 波形解析

図4のグラフは多方位口唇閉鎖力測定装置により得られた1方向のデータを示している。①は口唇閉鎖開始時を示し、口唇閉鎖力は図4に示すように閉鎖開始1秒後から安定したので、運動開始1秒後から4秒後までの3秒間における1秒あたりの平均力積値、つまり矢印で示す面積を3で割った値を算出し、1回の測定値とした。この口唇閉鎖の測定を6回行い、その平均値を測定値として使用した。

## 2) 統計解析

多方位口唇閉鎖力の総合力は、全方向の口唇閉鎖力を合計して算出した。口唇閉鎖力の総合力、および各方向別口唇閉鎖力の経時的変化のトレーニングによる効果および年齢による影響は 2 元配置分散分析にて検定した。各測定時のトレーニング群と非トレーニング群の相違には t 検定を用いた。各群の各測定時の左右対称性は Pearson の相関係数による相関の有無により検定した。

## 結果

多方位口唇閉鎖力測定装置を用いて各方向からの口唇閉鎖力をレーダーチャートで表した 1 例を図 5 に示す。上下から測定される力が大きく、次いで斜め方向からの力が大きく、横からの力は測定されにくかった。この結果はこの装置を用いた過去の研究の結果<sup>19)</sup>と一致する。

本研究では、8 方向からの力を合計した総合力と、8 方向のうち、測定に信頼性の低い左右方向を除いた 6 方向からの部位別の口唇閉鎖力について検討した。

健常若年成人トレーニング群、健常若年成人非トレーニング群、健常高齢者トレーニング群の 3 群における、トレーニング前の口唇閉鎖力の総合力を図 6 に表す。3 群間におけるトレーニング前の総合力に有意な相違は認められなかった。

### 1. 健常若年成人におけるトレーニング効果

図 7 に 3 群のトレーニングの効果を示す。健常若年成人トレーニング群の多方位口唇閉鎖力の総合力は非トレーニング群に比べてトレーニング 3, 4 週間後に有意に総合力は増大し、トレーニング終了時に約 40% の著明な増加が見られた。トレーニングを終了した 1 週間後からは低下し、非トレーニング群と有意差は認められなかった。多方位口唇閉鎖力のトレーニングの効果を方向別に評価すると、健常若年成人トレーニング群では上および下方向で非トレーニン

グ群に比べて有意な変化が認められた。(図 8)

図 9 は健常若年成人トレーニング群における右上と左上の口唇閉鎖力の相関関係を示したもので、A はトレーニング前、B はトレーニング実施 4 週目、C はトレーニング終了後 4 週目の結果を示している。いずれも有意な高い相関があり、上唇の左右対称性が示された。表 1 は上唇および下唇の左右の口唇閉鎖力の測定日ごとの相関係数を表している。トレーニング終了 2 週目の上唇部以外は、すべて無相関検定で 5% 以下の有意な相関を示した。さらに、これらは paired t-test で相違がないことも確認しており、上唇と下唇の左右の対称性が示された。

## 2. 健常高齢者におけるトレーニング効果

健常高齢者においてもトレーニングにより口唇閉鎖力の総合力は有意に増加した(図 7)。3 週目、4 週目では健常若年成人非トレーニング群に比べて、有意に増加したが、健常若年成人トレーニング群との有意差は認められなかった。方向別に評価すると、健常高齢者トレーニング群では下方向の口唇閉鎖力が健常若年成人非トレーニング群に比べて 3、4 週間後に有意に増大した(図 8)。図 10 に健常高齢者トレーニング群における右上と左上の口唇閉鎖力の相関関係を示す。トレーニング前、トレーニング実施 4 週目、トレーニング終了後 4 週目でいずれも有意な高い相関が認められた。測定日ごとに表した表 1 に示すように、トレーニング前後の実験期間で、上下口唇の左右対称性が認められた。

# 考察

## 1. 口唇閉鎖力の測定装置について

本研究で用いた多方位口唇閉鎖力測定装置は、燐青銅板にひずみゲージを貼付した 8 本の測定子を用いて口すぼめ運動時の上唇の正中部、左上部、右上部、下唇の正中部、左下部、右下部、および口唇の左側部と右側部の測定を同時に行うことが可能である。Nakatsuka<sup>19)</sup>が、健常若年成人を用いて本測定装置の測定の再現性を調べるために、同一検者および 2 人の検



者で検討したところ、いずれも高い再現性が示された。さらに、口唇閉鎖力と口輪筋筋電図との関連を調べ、口すぼめ運動時に活動する主要な筋とされる口輪筋活動量と口唇閉鎖力の間には高い相関があることも示している。本研究で健常若年成人トレーニング群におけるトレーニング前の口唇閉鎖力の総合力は  $6.61 \pm 2.57 \text{N} \cdot \text{s}$  を示し、同じ装置で測定された過去の若年成人の総合力とほぼ同様の値を示した<sup>19)</sup>。

口唇の発揮する力は過去の研究では様々な方法で測定されている。上下の歯に圧センサーを接着し、歯に対して唇を押しつける力を測定する方法<sup>27-30)</sup>、や垂直方向の力を測定するためにスリムなセンサーがついたYメーターやMyometer160<sup>®</sup>などを用いて唇を互いに押しつける力を測定する方法<sup>31-35)</sup>が報告されている。しかし、これらの装置は上下口唇閉鎖力や方向別の力を同時に測定することはできない。また、YメーターやMyometer160<sup>®</sup>は測定時に切歯で測定装置を保持するために、口唇閉鎖力に咬筋などの咀嚼筋の力が加わっている可能性が考えられる。本研究では、口唇閉鎖力をトレーニングした際に口唇が発揮する力を経日的に評価するために再現性の優れた装置として、さらに、トレーニング効果の対称性を知るために方向別に口唇閉鎖力を評価できる装置として、多方位口唇閉鎖力測定装置を用いた。

口すぼめ運動時の方向別口唇閉鎖力は、本研究の健常若年成人トレーニング群、健常若年成人非トレーニング群および健常高齢者トレーニング群の3群ともに垂直、斜め、水平方向の順で大きく、過去に報告されている多方位口唇閉鎖力測定装置で測定した報告<sup>33-35)</sup>と一致した。

## 2. 健常若年成人における口唇閉鎖トレーニングの効果

大矢らは顎口腔機能に異常が認められず口唇閉鎖不全のない成人男女の被験者において牽引用プレートを用いた口輪筋トレーニングを行い、筋力強化を目的とするなら高負荷、低頻度のトレーニングが、持久力トレーニングを目的とするなら低負荷、高頻度のトレーニングがそれぞれ有効であると報告している<sup>21)</sup>。今回Mパタカラを用いて成人男女にトレーニングを行うと口唇閉鎖力の総合力は有意に増加し、口唇機能の活性化が図れることが示唆され、トレーニングを終了するとトレーニング前と変わらないくらいまで口唇閉鎖力は減少した。ト

トレーニング終了後から口唇閉鎖力が低下し始めたのは、今回行ったトレーニングの強度およびトレーニング期間では筋肉の構造そのものの変化は大きくなく、主に口唇閉鎖時に筋線維の動員が増えたことによる増強効果が生じた可能性が考えられる。今後の研究において、トレーニングの強度および期間を変えることで、増強効果が維持されるかどうかを調べることは重要である。

方向特異的な効果に関しては上方向、また下の左右を含む 3 方向において有意な増加が認められた。Mパタカラを用いてトレーニングを行うことによって、口輪筋をはじめとする口腔周囲筋が賦活され、口唇機能の向上が認められることが報告されている<sup>36)</sup>が、多方位口唇閉鎖力測定装置を用いて方向特異的な変化を見ると主に上下方向への増強効果が強く、さらに健常若年成人においては下方向に有意な増強効果が発現した。これはMパタカラの性質上、口唇を上下に広げるように力がかかることが原因と考えられ、特に下唇では下顎運動とも連動していることからより強く効果が発現した可能性が考えられた。またMパタカラを用いたトレーニングでは口唇閉鎖力の左右対称性はトレーニング期間、終了後においても保たれていた。多方位口唇閉鎖力測定装置を用いて、小児、若年成人および高齢者を対象として口唇閉鎖力の対称性を検討した報告では、性別による相違はあるものの左右の対称性はいずれの年代においても存在することが示されている<sup>20-22)</sup>。また、口唇の口すぼめ力に対して、口唇に表面麻酔を行い、口唇閉鎖力の部位特異的な感覚-運動統合機能を検討した報告では、口唇の一部分の麻酔がすべての部位の口唇閉鎖力に影響をおよぼすことが示され、口唇閉鎖機能には、すべての部位の力を統合するような機構が存在することが示唆されている<sup>24)</sup>。本研究結果はこのような口唇閉鎖力の左右対称性を保つ機構はトレーニングを行っても機能し続けることを示唆している。

### 3. 高齢者におけるトレーニング効果

健常高齢者トレーニング群のトレーニング前の口唇閉鎖力の総合力は  $6.52 \pm 2.96 \text{ N} \cdot \text{s}$  であり、健常若年成人トレーニング群および健常若年成人非トレーニング群の値と有意な相違は認められなかった。文部科学省の平成 23 年度の体力・運動能力に関する調査結果において、一般的な筋力として握力の

加齢に伴う変化が報告されている<sup>37)</sup>。男子では 35～39 歳，女子は 40～44 歳でピークに達しており，ピーク時以後は男女とも緩やかな低下傾向を示し，60～64 歳には，男女ともにピーク時の約 90%に，さらに 75～79 歳には，男女ともに約 75%に低下すると報告されている<sup>37)</sup>。このように骨格筋では加齢に伴い筋力が低下するが，本研究の結果からは口唇閉鎖力には加齢に伴う変化が認められないことが示された。

一方，高齢者における骨格筋のトレーニング効果はJozsiらによって報告されている<sup>27)</sup>。腕を引き付ける力あるいは膝を伸ばす力のトレーニングを 12 週間行うと高齢者においても，繰り返すことのできる最大力のそれぞれ 40～60%あるいは 80%増強したことを示しており，成人と比較すると同様の効果が認められた。このことから高齢者における筋力にはトレーニングによって増強できる許容範囲が若年成人と相違ないことが示唆されている。今回，高齢者の口唇閉鎖力の総合力において健常若年成人と変わらないトレーニング効果が得られた。この結果は，この骨格筋の報告と一致し，口唇閉鎖力の大きさだけでなく，トレーニングによって増強できる許容範囲も若年成人と相違がないことを示唆している。

方向特異的な効果に関しては下方方向に有意な増加が認められた。健常若年成人と同様に上方方向および左右の下方方向への増加も認められたが，有意ではなかった。これは若年成人と比べて高齢者における個人差が大きかったことがその原因と考えられる。また左右対称性に関しては健常若年成人トレーニング群と同様に保たれていた。高齢者においても口唇閉鎖力の左右対称性を保つ機構はトレーニングを行っても機能し続けることが示唆された。

#### 4. 口唇閉鎖トレーニングの臨床応用

矯正歯科や小児歯科の臨床において口呼吸や舌突出癖などの口腔習癖が上顎前突や開咬の不正咬合を引き起こす要因になると考えられており，臨床歯科の現場においても口腔機能や歯並びの向上のために口腔筋機能療法が取り入れられている<sup>13-16)</sup>。村上<sup>38)</sup>は上下口唇閉鎖力のバランスは側面顎顔面形態に関連し，水野<sup>39)</sup>は口唇閉鎖力の左右バランスが下顎偏位に関連することを報告している。治療後に口唇閉鎖力と舌圧や頬圧とのバランスが崩れている場合，後戻りのリスクが懸念されているが，治療後に歯列に加わる力

のバランスがどのように保たれているかを調べることは、今後重要であると考えられる。状況に応じて口腔筋機能療法に加えて定量的に評価した口唇閉鎖トレーニングを行う必要性が考えられ、その方法の一つとしてMパタカラによる口唇閉鎖トレーニングは有効であると考えられる。

一方、虚弱高齢者においては、口唇閉鎖力の低下に伴ってADL ならびに認知機能が有意に低下していたことが示されており<sup>40)</sup>、口唇閉鎖力の低下は捕食から咀嚼・嚥下と続く一連の摂食行動機能に関連が深いと考えられる。本研究は健常高齢者を対象とした研究であり、口唇閉鎖力のトレーニングがこのような機能を維持できるかについては不明である。しかし、本研究からその可能性の一端が示されたと考える。今後、虚弱高齢者を対象としたさらなる研究が必要と考える。

## 結論

- 1) 健常若年成人、健常高齢者ともに、口唇閉鎖力の総合力は口唇トレーニングで、有意な増加が認められた。
- 2) 口唇閉鎖力の方向別では、健常若年成人は上、下、右下、左下からの力に対する増強効果が大きく、健常高齢者では下からの力に対する影響が大きかった。また、左右の対称性はトレーニング後も保たれていた。
- 3) 健常高齢者の口唇閉鎖力のトレーニング効果は、健常若年成人と有意な相違は認められなかった。

## 文献

- 1)森本俊文(2013 歯科基礎生理学 5 版(森本俊文, 山田好秋編), 353-4, 医歯薬出版, 東京.
- 2)Brodie AG (1953) Muscular factors in the diagnosis and treatment of malocclusions. *Angle Orthod* 23:71-7.
- 3)Moyers RE (1958) *Handbook of Orthodontics*, 89-110. The Year Book Publishers, Chicago.
- 4)Ahlgren JG, Ingervall BF and Thilander BL (1973) Muscle activity in normal and postnormal occlusion. *Am J Orthod* 64:445-56.
- 5)Lowe AA and Takada K (1984) Associations between anterior temporal, masseter, and orbicularis oris muscle activity and craniofacial morphology in children. *Am J Orthod* 86:319-30.
- 6)Jung MH, Yang WS and Nahm DS (2003) Effects of upper lip closing force on craniofacial structures. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 123:58-63.
- 7)Ingervall B and Janson T (1981) The value of clinical lip strength measurements. *Am J Orthod* 80:496-507.
- 8)齋藤浩子, 河内満彦, 冨塚亮, 金高弘恭, 三谷英夫 (2001) 筋機能訓練療法による口唇圧・舌圧の変化に関する研究—外科的矯正治療を施した骨格性開咬症例を対象として—*東北矯歯誌* 9:48-56.
- 9)佐橋喜志夫, 近藤俊 (2004) 小児の上唇小帯の付着位置が口唇閉鎖に及ぼす影響. *小児歯誌* 42:661-7.
- 10)金尾晃 (2009) 発達期における口唇閉鎖力の横断的研究. *岡山歯誌* 28:1-11.
- 11)Jung MH, Yang WS and Nahm DS (2010) Maximum closing force of mentolabial muscles and type of malocclusion. *Angle Orthod* 80:72-9.
- 13)Gerliner D (1981) 口腔領域における筋機能療法. 17-31, 350-67, 書

林, 東京.

14) Moyers RE. (1958) Handbook of Orthodontics. 97-122, Year Book Medical Publishers, Chicago.

15) Barrett RH and Hanson ML. (1978) Oral Myofunctional Disorders. 86-101, Mosby Company, St. Louis.

16) Zickefoose WE. (山口秀晴, 大野肅英, 吉田康子ほか 訳) (1986) 口腔筋機能療法の臨床, 212-23, 265-71, わかば出版, 東京.

17) 野呂 明夫, 細川 壮平, 高橋 潤一, 秋廣 良昭, 西本 幸仁, 細川 伊平, 槇石 武美, 平井 義人 (2002) 新規口腔リハビリ器具による口腔筋(口輪筋・頬筋)機能療法の基礎と臨床(第 2 報)若年者から高齢者における口唇閉鎖力の経年変化の評価. 日歯保誌 45, 817-28.

18) 大矢 和可, 金子 知生, 半田 薫, 飯田 順一郎(2009) 口輪筋の筋力, 持久力の強化に対する有効なトレーニング法について. 顎機能誌 15:131-8.

19) Nakatsuka K, Adachi T, Kato T, Oishi M, Murakami M, Okada Y and Masuda Y (2011) Reliability of novel multidirectional lip-closing force measurement system. J Oral Rehabil 38:18-26.

20) Murakami M, Adachi T, Nakatsuka K, Kato T, Oishi M and Masuda Y (2012) Gender differences in maximum voluntary lip-closing force during lip pursing in healthy young adults, J Oral Rehabil 39: 399-404.

21) 大石めぐみ, 足立忠文, 安富和子, 中塚久美子, 山田一尋, 増田裕次 (2010) 永久前歯被蓋完成初期における多方位口唇閉鎖力(I) その特性と体格・体力との関連. 顎機能誌 17:11-21.

22) 山口正人, 足立忠文, 大石めぐみ, 中塚久美子, 横井磯子, 吉成伸夫, 黒岩昭弘, 増田裕次 (2011) 健常高齢者における多方位口唇閉鎖力 その特定と体格・握力・残存歯との関連. 顎機能誌 17:125-34.

23) Nakatsuka K, Adachi T, Kato T, Murakami M, Yamada K and Masuda Y (2011) Asymmetric lip-closing forces in children with repaired unilateral cleft lip and/or palate. J Oral Rehabil 38:

921-8.

24) Nakatsuka K, Adachi T, Kato T, Oishi M and Masuda Y (2011) Regulatory relationship between tactile sensation at the vermilion of the lips and lip-closing force. *J Oral Rehabil* 38:579-87.

25) Ishikawa M, Ishikawa S, Kamata H, Akihiro Y, Hamada U and Yonei Y (2010) Efficacy of a health promotion program with facial mimetic muscle training in residents of a medical care facility for the elderly anti-aging. *Medicine* 7: 120-8.

26) Jozsi AC, Campbell WW, Joseph L, Davey SL and Evans WJ (1999) Changes in power with resistance training in older and younger men and women. *J Gerontol* 54A:M591-6.

27) Posen AL (1976) The application of quantitative perioral assessment to orthodontic case analysis and treatment planning. *Angle Orthod* 46:118-43.

28) Fogel ML and Strac MF (1984) Lip function: a study of normal lip parameters. *Br J Plast Surg* 37:542-9.

29) Thuer U and Ingervall B (1986) Pressure from the lips on the teeth and malocclusion. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 90:234-42.

30) Hagg M, Olgarsson M and Anniko M (2008) Reliable lip force measurement in healthy controls and in patients with stroke: a methodologic study. *Dysphagia* 23:291-6.

31) Barlow SM and Rath EM (1985) Maximum voluntary closing forces in the upper and lower lips of humans. *J Speech Hear Res* 28:373-6.

32) Barlow SM and Burton MK (1990) Ramp-and-hold force control in the upper and lower lips: developing new neuromotor assessment applications in traumatically brain injured adults. *J Speech Hear Res* 33:660-75.

33) Wood LM, Hughes J, Hayes KC and Wolfe DL (1992) Reliability

of labial closure force measurements in normal subjects and patients with CN・S disorders. J Speech Hear Res 35:252-8.

34) Amerman JD (1993) A maximum-force-dependent protocol for assessing labial force control. J Speech Hear Res 36:460-5.

35) 吉田良成, 大塚章仁, 坂井志穂, 眞鍋視里, 鬼頭佳子, 小野俊朗, 神谷省吾, 土屋友幸 (2004) 小児の口唇閉鎖力に関する研究 第1報 口唇閉鎖力と年齢の関係. 小児歯誌 42:436-40.

36) 野呂明夫 (2004) 口腔リハビリ器具『パタカラ』を利用した口腔筋機能療法. 日歯東洋医学会誌, 20:6-24.

37) 文部科学省. (2013) 平成23年度体力・運動能力調査結果の概要及び報告書について. ([http://www.mext.go.jp/b\\_menu/toukei/chousa04/tairyoku/kekka/k\\_detail/1326589.htm](http://www.mext.go.jp/b_menu/toukei/chousa04/tairyoku/kekka/k_detail/1326589.htm))

38) 村上円郁 (2012) 上下口唇閉鎖力のバランスと側面顎顔面形態との関連性. 松本歯科大学大学院歯学独立研究科博士論文.

39) 水野瑠莉香 (2013) 上下口唇閉鎖力の水平方向対称性と正面顔面形態との関連. 松本歯科大学大学院歯学独立研究科博士論文.

40) 三浦宏子, 荻安誠, 角保, 山崎きよ子 (2008) 虚弱高齢者における口唇閉鎖力と日常生活機能ならびに認知機能との関連性. 日老医誌 45:520-5.



## 図表の説明

### 図 1

A: 歯科用口唇筋力固定装置 (M パタカラ)

B: 歯科用口唇筋力固定装置 (M パタカラ) 使用時

### 図 2

多方位口唇閉鎖力測定装置

### 図 3

多方位口唇閉鎖力測定時の側方写真

### 図 4

方向別口唇閉鎖力解析

### 図 5

口唇閉鎖力の 8 方向からの力をレーダーチャートに表した 1 例

### 図 6

トレーニング開始前における 3 群の口唇閉鎖力の総合力

### 図 7

3 群における口唇閉鎖力の総合力の変化

トレーニング前を 100%としたときの割合を平均値±標準偏差で示す。横軸の数字はトレーニング開始からの測定日を示しており、1 週目から 4 週目までは、トレーニング実施中であり、5 週目から 8 週目はトレーニング終了後を示している。

# :  $p < 0.05$  (Post Hoc : 健常若年成人トレーニング群 vs 健常若年成人非トレーニング群)

\$ :  $p < 0.05$  (Post Hoc : 健常高齢者トレーニング群 vs 健常若年成人非ト

レーニング群)

図 8.

3 群における方向別口唇閉鎖力の変化

トレーニング前を 100%としたときの割合を平均値±標準偏差で示す. 横軸の数字はトレーニング開始からの測定日を示し, 1 週目から 4 週目までは, トレーニング実施中で, 5 週目から 8 週目はトレーニング終了後を示している.

# :  $p < 0.05$  (Post Hoc : 健常若年成人トレーニング群 vs 健常若年成人非トレーニング群)

\$ :  $p < 0.05$  (Post Hoc : 健常高齢者トレーニング群 vs 健常若年成人非トレーニング群)

図 9

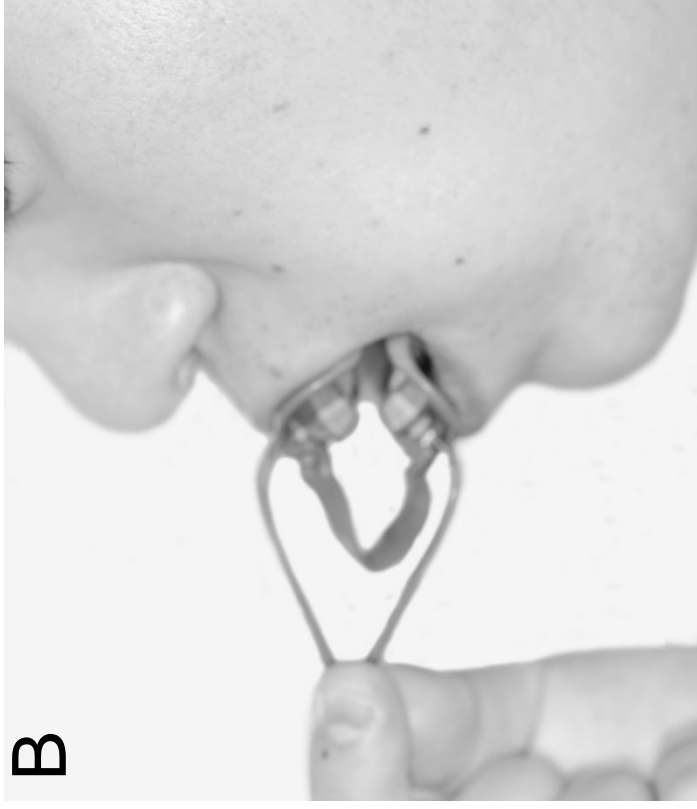
健常若年成人トレーニング群の各測定時の口唇閉鎖力の右上と左上の相関

図 10

健常高齢者トレーニング群の各測定時の口唇閉鎖力の右上と左上の相関

表 1

健常若年成人トレーニング群および健常高齢者トレーニング群の上唇と下唇の口唇閉鎖力の左右対称性の変化



A: 歯科用口唇筋力固定装置 (M/パタカラ)

B: 歯科用口唇筋力固定装置 (M/パタカラ) 使用時

測定プローブ

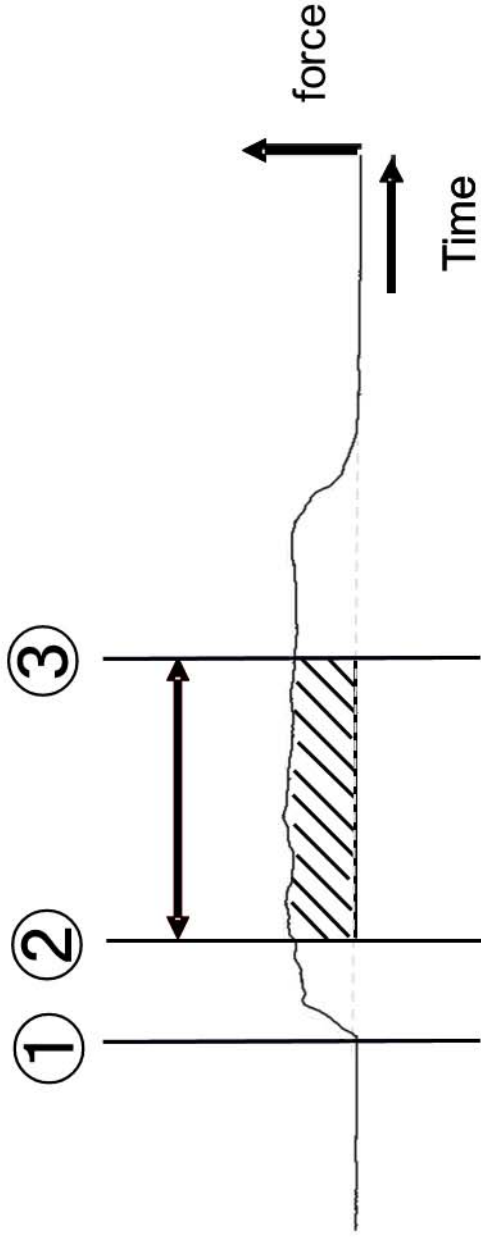


図2: 多方位口唇閉鎖力測定装置



図3: 多方位口唇閉鎖力測定時の側貌写真

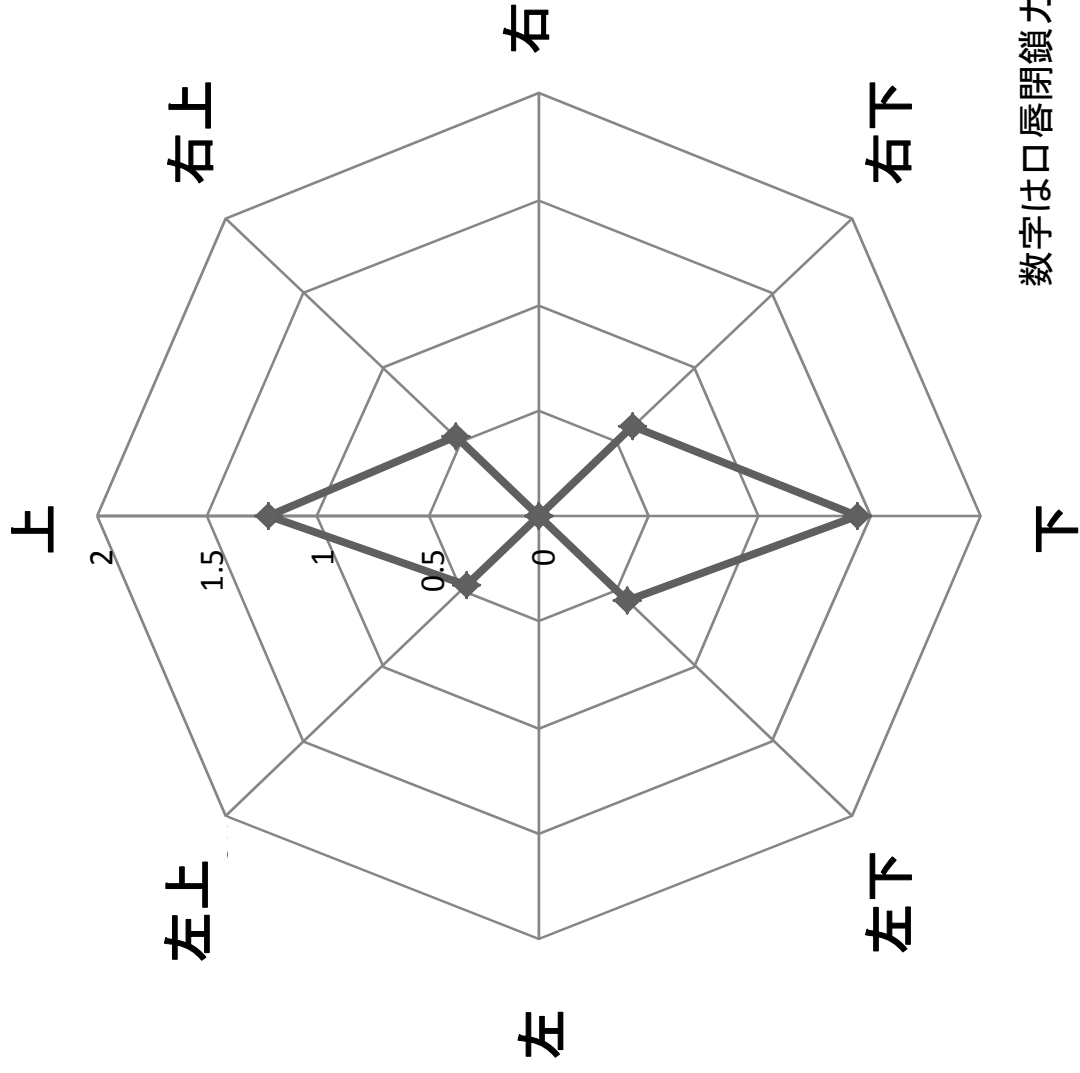
# 口唇閉鎖力 (1方向)



- ① 口唇閉鎖開始時
- ② 開始1秒後
- ③ 開始4秒後

解析：開始1秒後から4秒後までの  
1秒あたりの平均値

図4：方向別口唇閉鎖力解析



数字は口唇閉鎖力(単位: N·s)を表す

図5: 口唇閉鎖力の8方向からの力をレーダーチャートに表した1例

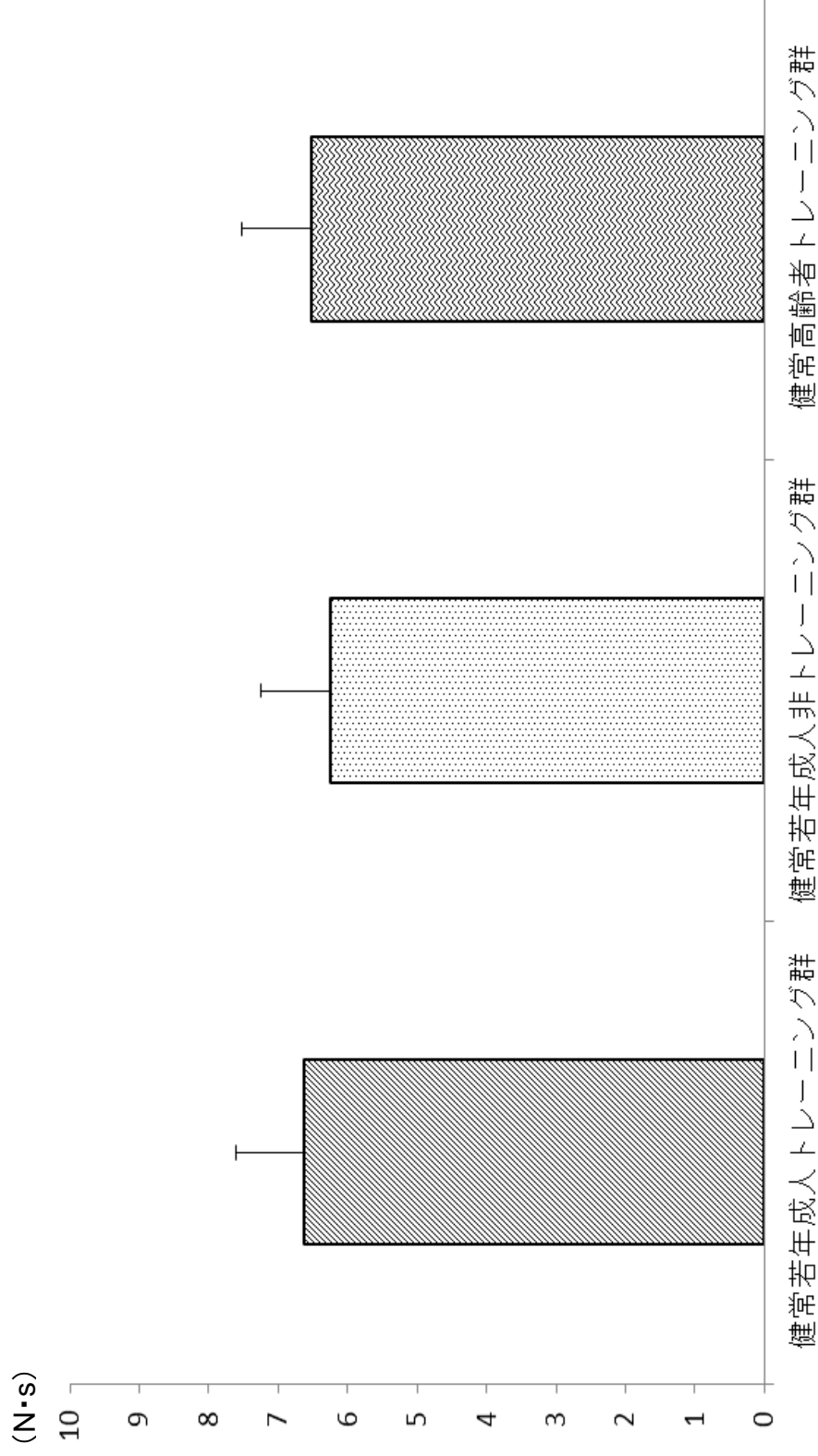
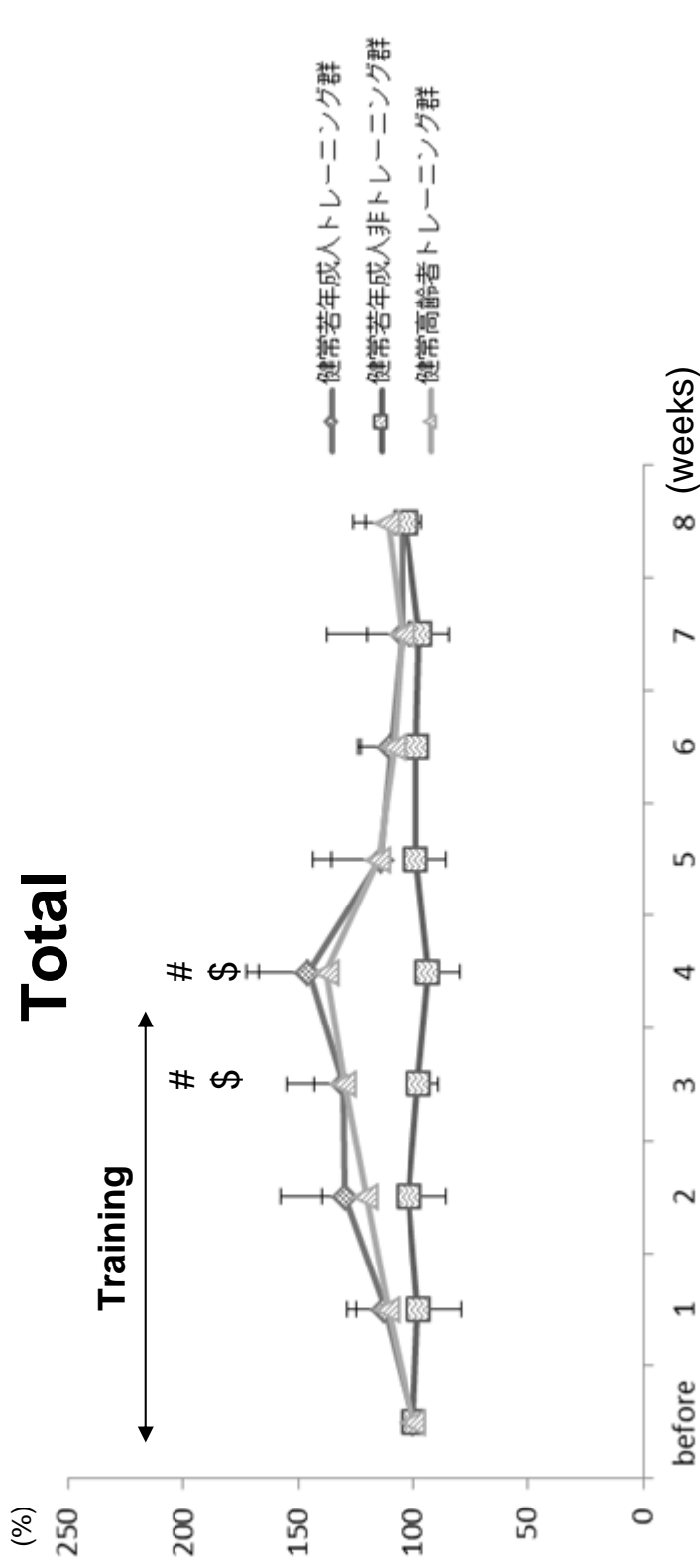


図6: トレーニング開始前における3群の口唇閉鎖力の総合力





# :  $p < 0.05$  (Post Hoc : ◆ vs ■)  
 \$ :  $p < 0.05$  (Post Hoc : ▲ vs ■)

図7: 3群における口唇閉鎖力の総合力の変化

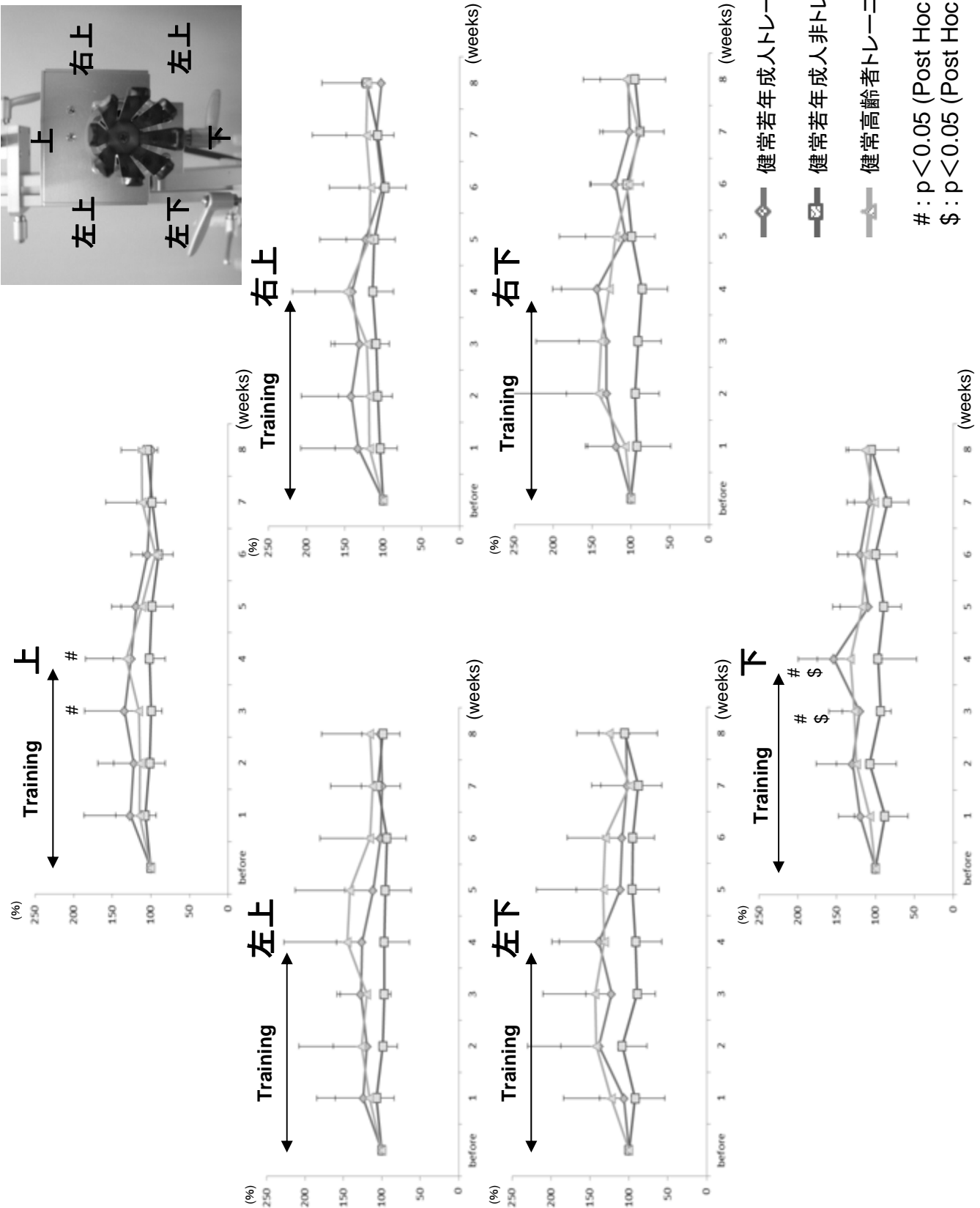
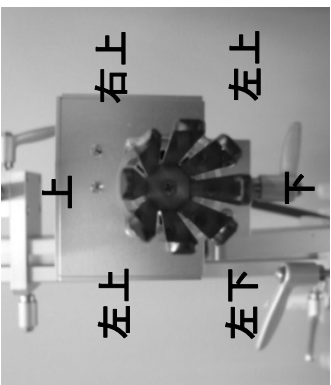


図8: 3群における方向別口唇閉鎖力の変化

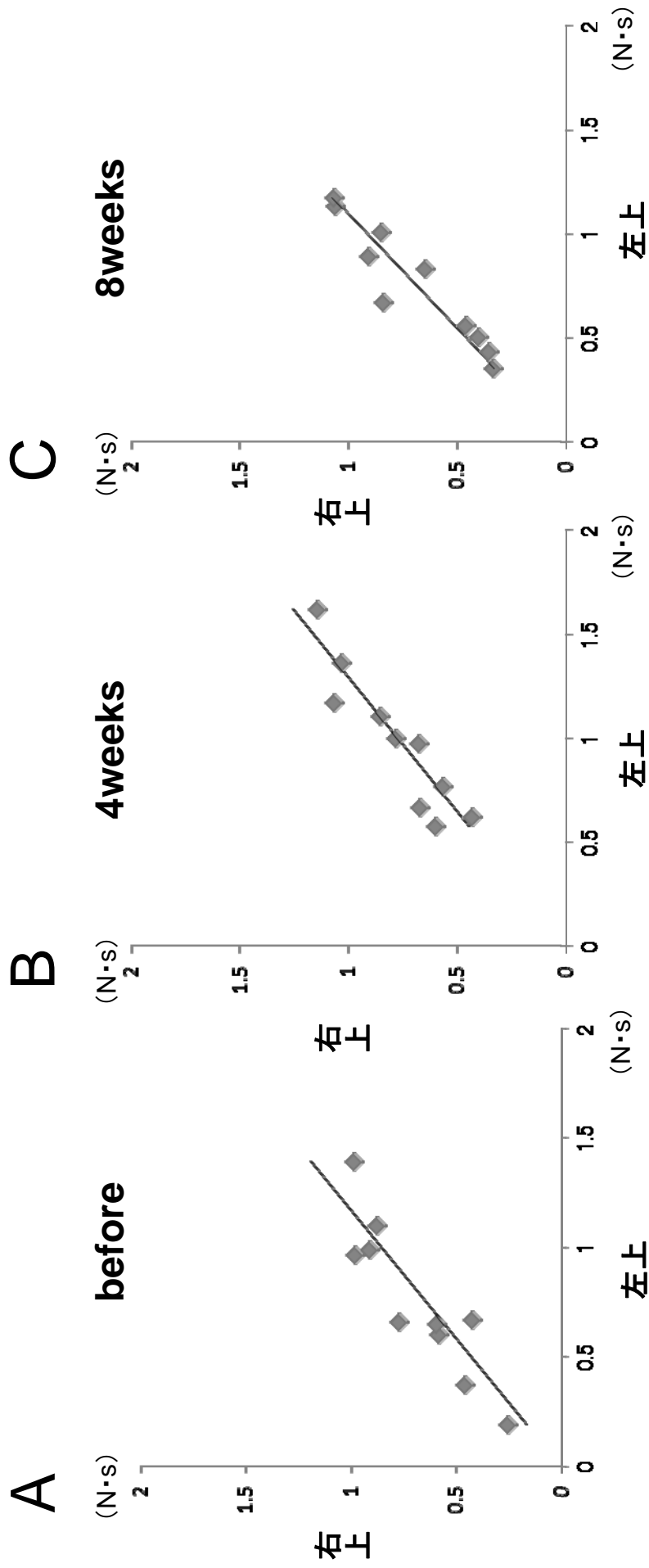


図9: 健康若年成人トレーニング群の各測定時の口唇閉鎖力の右上と左上の相関

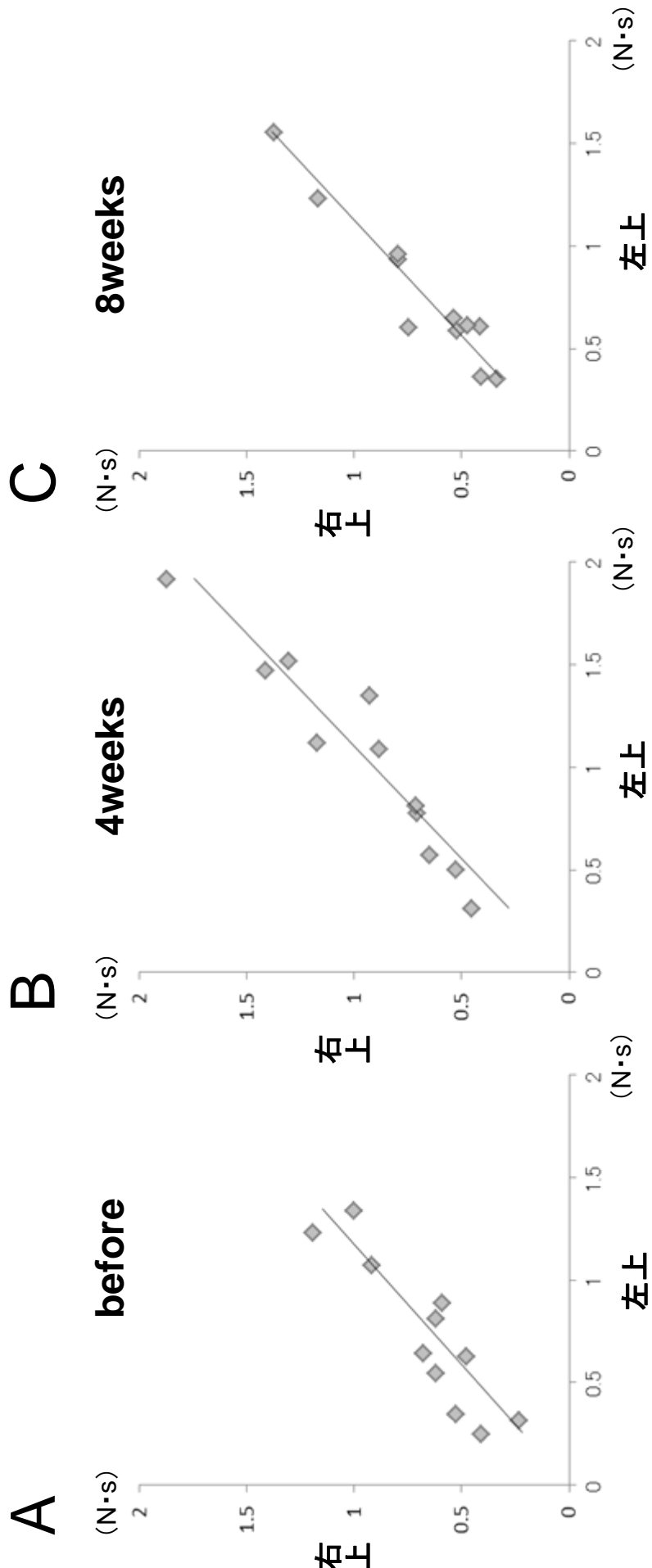


図10: 健常高齢者トレーニング群の各測定時の口唇閉鎖力の右上と左上の相関

	トレーニング前				トレーニング中				トレーニング終了後							
	1週後	2週後	3週後	4週後	1週後	2週後	3週後	4週後	1週後	2週後	3週後	4週後				
健康若年成人 トレーニング群	左右(上唇) 0.918***	0.773*	0.956***	0.867*	0.971***	0.979***	0.649	0.912***	0.808***	左右(下唇) 0.92***	0.932***	0.934***	0.92***	0.871***	0.802**	0.874***
健康高齢者 トレーニング群	左右(上唇) 0.802**	0.892***	0.868***	0.872***	0.901***	0.891***	0.891***	0.936***	0.923***	左右(下唇) 0.854***	0.871***	0.782*	0.889***	0.836**	0.923***	0.904***

( \* : p<0.05 \* \* : p<0.01 \* \* \* : p<0.001 )

表1: 健康若年成人トレーニング群および健康高齢者トレーニング群の上唇と下唇の口唇閉鎖力の左右対称性の変化