

高齢者における随意的口唇閉鎖調節能力の特性

土屋 恵子

大学院独立研究科 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

Property of voluntary control of lip-closing force in elderly

Keiko Hijiya

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

口唇は様々な口腔機能を営む上で顎顔面領域の重要な組織である。このうち口唇閉鎖機能は咀嚼、嚥下、発音、表情による感情の表出などに不可欠な機能といえる。これは、機能減退期を迎えた高齢者にとっても非常に重要であるといえる。近年では口腔の健康の維持・増進のため口腔機能低下予防の分野が注目を集めており、オーラル・フレイルなどの新たな概念が提唱されている。オーラル・フレイルとは、歯科口腔機能における軽微な衰えを指し、適切な対応策をすることによって重篤な機能低下に陥ることを回避できる可逆的な状態である。早期からの包括的予防が求められるなか口腔機能の維持・向上は必要不可欠である。しかしながら、口唇閉鎖力に対する加齢の影響については未だ明らかにされていないのが現状である。そこで、本研究では、口唇機能の加齢による影響を調べるために、多方位口唇閉鎖力測定装置を用いて最大努力での口唇閉鎖力を測定し、さらに、Visual feedbackを用いた方向別口唇閉鎖力の随意的な調節能力についても健常成人の結果と比較・検討することとした。

2. 方法

被験者は、65歳以上の健常高齢男性20名（平均年齢：69.6±4.2歳）を本研究対象とした。また、対象群として20歳以上の健常成人20名（平均年齢25.1±3.8歳）を研究対象とした。本研究では、除外基準を、1) overjetが0mm以下、overbiteが0mm以下もしくは5mm以上、2) 義歯装着者 3) 全身疾患（脳性まひ、顔面麻痺などの神経疾患）の症状を認める、もしくは既往歴を認める者とした。

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を行った。多方位口唇力測定装置と被験者自身の発揮する口唇閉鎖力の大きさを視覚的に見ることができ、ビジュアルフィードバック用のサブディスプレイを用いた。最大口唇閉鎖力の測定後、上下2方向と斜め4方向（左上方向、左下方向、右上方向、右下方向）の6方向それぞれの口唇閉鎖調節能力を測定した。これはディスプレイ上に最大口唇閉鎖力の50%の値を目標として表示し、自らの発揮する口唇閉鎖力を目標に一致するように調節することを指示し、行った。また目標値から±8%（一定）の範囲に入った時間の割合を正確率として口唇閉鎖調節能力を表した。被験者にはサブディスプレイ上に表示された目標に5秒間維持することを指示し、その測定を連続で3回行い、正確率を算出した。

3. 結果及び考察

最大口唇閉鎖力の総合力は高齢者が成人に比べ有意に低い結果となった。

高齢者および成人それぞれにおける6方向別の最大口唇閉鎖力は、上下方向の最大口唇閉鎖力の値が斜め4方向に比べて高い値を示し、次いで斜め4方向の最大口唇閉鎖力が高い値を示した。また6方向の最大口唇閉鎖力では、高齢者において上方向と左上方向、右上方向、左下方向、右下方向の各4方向において、下方向と左上方向、右上方向、

左下方向、右下方向の各4方向との間に有意な差があることが示された。また、同様の結果が成人でも認められた。高齢者、成人それぞれにおいて上下方向の最大口唇閉鎖力は斜め4方向の最大口唇閉鎖力よりも有意に高い値を示した。

最大口唇閉鎖力を6方向別に高齢者と成人の間で比較すると、高齢者の最大口唇閉鎖力は成人の最大口唇閉鎖力よりも左下、下、右下の3方向において有意に低い値を示した。

正確率の方向別の相違を若年成人と高齢者それぞれにおいて比較すると、高齢者では方向による有意な相違が認められなかった。しかし、成人では有意な相違が認められ、上方向が左上方向より有意に大きな値を示した。

高齢者・成人間において方向別の正確率を6方向別に比較すると、高齢者の正確率は成人の正確率よりも上方向、左上方向、右上方向、左下方向、右下方向の5方向において有意に低い値を示した。

本研究結果から、高齢者においては、方向別最大口唇閉鎖力は下唇方向で弱くなり、全体的に口唇閉鎖調節能力が低下することが明らかとなった。このような加齢による変化が口唇機能の低下に直接結びついているかは不明であるが、この変化が大きくなることによって口唇機能低下につながるということは想像に難くない。現在、オーラル・フレイルと呼ばれる可逆的な口腔機能低下症を評価することが必要であると提唱されている。今後、口唇閉鎖調節能力と滑舌低下、食べこぼしあるいは嚙めない食品の数などとの関連を調べる必要がある。さらに、虚弱高齢者でADLの低下と口唇閉鎖力の低下に関連があると報告されていることから、ADLとの関連性を調査することの必要性を考えている。

緒言

口唇は様々な口腔機能を営む上で顎顔面領域の重要な組織である。このうち口唇閉鎖機能は咀嚼¹⁾、嚥下²⁾、発音³⁾、表情による感情の表出⁴⁾などに不可欠な機能といえる。例えば、咀嚼時に食塊が口腔外へ漏出するのを防ぎ、嚥下時には咽頭に生じた陰圧に耐える閉鎖により口腔から咽頭へ食塊の移送を可能にしている。これは、機能減退期を迎えた高齢者にとっても非常に重要であるといえる。近年では口腔の健康の維持・増進のため口腔機能低下予防の分野が注目を集めており、オーラル・フレイルなどの新たな概念が提唱されている⁵⁾。オーラル・フレイルとは、歯科口腔機能における軽微な衰えを指し、適切な対応策をすることによって重篤な機能低下に陥ることを回避できる可逆的な状態である。具体的な症状としては、食べこぼし、わずかなむせ、滑舌の低下、噛めない食品の増加などが挙げられる。高齢者では、通常、健康な状態から中間的な虚弱状態 (Frailty) を経て、徐々に要介護状態に進行すると言われている⁶⁾。近年の研究で、口腔状態の悪化がサルコペニアと強い関連をもつことも報告されている⁷⁾。早期からの包括的予防が求められるなか口腔機能の維持・向上は必要不可欠である⁸⁾。口腔機能の加齢変化として最大舌圧が高齢者では低下することが明らかにされている⁹⁾。

これまでに高齢者の口唇閉鎖機能の特徴として、山口ら¹⁰⁾は男性において口唇閉鎖力と握力・体格との間に相関を認めたと報告している。さらに三浦ら¹¹⁾によると、虚弱高齢者において口唇閉鎖力の低下に伴って Activities of Daily Living (以下 ADL と省略) ならびに認知機能が有意に低下したと報告している。これらの知見より、口唇閉鎖力の低下は口腔機能の低下にとどまらず、より包括的な生活機能の低下と関連性を有することが示唆される^{10,11)}。しかし、口唇閉鎖力に対する加齢の影響については未だ明らかにされていない。

口輪筋の構造に着目し、口唇の口すぼめ運動時に上下口唇を8方向から方向別に同時に測定可能な多方位口唇閉鎖力測定装置が松本歯科大学で開発されている。この装置を用いて、正常咬合者の小児および成人に対して、方向別口唇閉鎖力の特徴が示されている^{12,13)}。近年、成人の方向別口唇閉鎖力の随意的な調節の特性について検討され、口唇閉鎖力は正中部で上下方向の強さを調節することの方が斜め方向の口唇閉鎖力を調節することよりもより容易であることが示された¹⁴⁾。さらに、口唇閉鎖調節能力には性差があることも報告されている¹⁴⁾。本来の口唇の機能を考えると、随意的な口唇閉鎖調節能力が日常生活における口唇の機能的な評価につながると考察している¹⁴⁾。

本研究では、口唇機能の加齢による影響を調べるために、多方位口唇閉鎖力測定装置を用いて最大努力での口唇閉鎖力を測定し、健常成人の結果と比較した。さらに宮本の方法¹⁴⁾に準じ、Visual feedback を用いた方向別口唇閉鎖調節能力についても検討することとした。

実験材料及び方法

1. 被験者

被験者は、65歳以上の健常高齢者を対象としたため、長野県塩尻市福祉事業部が実施母体である地域高齢者むけ学習講座「塩尻ロマン大学」の参加者を対象に研究協力者を募った。本募集に応じ、なおかつ本研究の趣旨、内容および方法を説明することにより、事前に文章にて同意が得られた健常高齢男性20名（平均年齢：69.6±4.2歳）を本研究対象とした。また、対象群として20歳以上の成人を対象に松本歯科大学病院の教職員より研究協力者を募集し、同意の得られた健常成人20名（平均年齢25.1±3.8歳）を本研究対象とした。本研究では、除外基準を、1) overjetが0mm以下、overbiteが0mm以下もしくは5mm以上、2) 義歯装着者 3) 全身疾患（脳性まひ、顔面麻痺などの神経疾患）の症状を認める、もしくは既往歴を認める者とした。なお、研究を開始するにあたり、事前に本学倫理委員会の承認を得た。（許可番号：第167号）

2. 測定方法

1) 最大努力時の口唇閉鎖力測定

測定には松本歯科大学で開発された口唇の口すぼめ運動時に上下口唇を8方向から方向別に同時に測定可能な多方位口唇閉鎖力測定装置（特許番号：特許4554630）（株プロシード、長野）を用いた（図1）。本装置は、測定装置・コントロールボックスおよびPCにより構成されている¹³⁾。測定装置中央部には頭位固定装置と計測プローブが取り付けられた支柱が、左右にはハンドグリップが固定されている。計測プローブは8本の燐青銅板（5mm×100mm、厚さ2mm）を同心円状に配列したもので、それぞれの銅板にはひずみゲージ（KFG2-12、共和電業、東京）を貼付している。口唇閉鎖力は、口すぼめ運動によって銅板に生じたひずみがひずみゲージにおいて感知され、それがコントロールボックスにおいて電圧に変換されることによって測定される。この電気信号は口唇閉鎖力波形としてUSBケーブルを介してPCモニタ上に表示することが可能である。

各被験者を多方位口唇閉鎖力測定装置の前に座らせ、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2）。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秒間すぼめることによる多方位口唇閉鎖力の測定を3回繰り返した。被験者らには、口すぼめ運動中に、上下の歯は接触しないよう指示した。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、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。測定結果の波形は、専用のソフトを用いて、サンプリング周波数100HzでAD変換を行った。記録された8方向のうち、口唇閉鎖力が発揮されにくいことが分かっている左右2方向¹³⁾は実験対象外とし、上下2方向と斜め4方向（左上方向、左下方向、右上方向、右下方向）の6方向を分析の対象とした。それぞれの方向の力について解析を行った。最大努力時の口唇閉鎖時の波形を図3Aに示す。口唇閉鎖を3回行った時の波形を表している。各波形の力が発揮されてから1秒後から3秒間の1秒あたりの力積を分析し、各被験者の方向別最大口唇閉鎖力の3回の試行の平均値を各被験者の値とした。また、6方向の力の総和を総合力とした。

2) 口唇閉鎖調節能力測定

口唇閉鎖調節能力測定のために、上記で説明した多方位口唇閉鎖力測定装置に加えて、

自身の発揮する口唇閉鎖力の大きさを視覚的に確認できるサブディスプレイを用いた。ディスプレイは15×21 cmで被験者の顔から約50 cm前方に設置した(図3)。このディスプレイに目標を表示し、自らの発揮する口唇閉鎖力を目標に一致するように調節することを指示した。目標値は、最大努力での口唇閉鎖力の50%の大きさとし、口唇閉鎖調節能力を検討した。最大口唇閉鎖力と同様に、上下2方向と斜め4方向(左上方向、左下方向、右上方向、右下方向)の6方向を分析の対象とした。

測定時、画面上の緑色の線で放射状に表示された各方向の口唇閉鎖力の座標上に、目標として黄色の四角が50%の位置に表示される(図4)。目標が提示された方向の口唇閉鎖力を赤いバーの長さとしてリアルタイムで表示されるので、ビジュアルフィードバックにより、口唇閉鎖力を調節することができる。被験者には実験者の合図をもとに5秒間、自身の口唇閉鎖力を目標に維持するように指示し、その測定を連続で3回行った。

図3Bの波形は最大努力の50%の力で、上方向に目標を設定し、上方向の力を目標に口唇閉鎖力を維持するように指示した時の8方向の結果を表している。最大努力で閉鎖している時のAと比較するとBでは最大努力の50%の力で口唇閉鎖を行っているので各方向の波形が小さくなっていることが分かる。

図5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は今回の実験で分析対象とする3秒間を表している。被験者が口唇閉鎖を開始すると波形が急峻な立ち上がりののち目標値付近で平坦になる。この平坦になった時点(②)から3秒間を分析の対象とした。③は目標となる最大口唇閉鎖力の50%の値を示している。④の区間で示す最大口唇閉鎖力の50%の目標値から±8%(一定)の範囲に入った時間の割合を正確率として口唇閉鎖調節能力を評価した。

3. 統計解析

最大口唇閉鎖力および正確率の統計解析は、市販の統計ソフトSPSS(Ver. 4.0、エス・ピー・エス・エス(株))を用いて行った。高齢者と成人の2群間の標本の母平均の差の検定にはstudents t-testを用いた。また、各群における最大口唇閉鎖力および正確率の方向別相違についての検討は、一元配置分散分析・多重比較により比較検討を行った。有意水準は5%を採用した。

結果

1. 最大口唇閉鎖力(総合力)の比較

最大口唇閉鎖力の総合力は高齢者が成人に比べ有意に低い結果となった(図6)。

2. 方向別最大口唇閉鎖力の比較

高齢者および成人それぞれにおける6方向別の最大口唇閉鎖力は、上下方向の最大口唇閉鎖力の値が斜め4方向に比べて高い値を示し、次いで斜め4方向の最大口唇閉鎖力が高い値を示した(図7)。また6方向の最大口唇閉鎖力には、一元配置分散分析により、高齢者において上方向と左上方向、右上方向、左下方向、右下方向の各4方向において、下方向と左上方向、右上方向、左下方向、右下方向の各4方向との間に有意な差がある

ことが示された。また、同様の結果が成人でも認められた。高齢者、成人それぞれにおいて上下方向の最大口唇閉鎖力は斜め4方向の最大口唇閉鎖力よりも有意に高い値を示した。

3. 方向別の最大口唇閉鎖力の高齢者と成人の比較

最大口唇閉鎖力を6方向別に高齢者と成人の間で比較すると、高齢者の最大口唇閉鎖力は成人の最大口唇閉鎖力よりも左下、下、右下の3方向において有意に低い値を示した(図8)。

4. 方向別正確率の比較

正確率の方向別の相違を若年成人と高齢者それぞれにおいて、繰り返しのある一元配置分散分析で検討した結果、高齢者では方向による有意な相違が認められなかった。しかし、成人では有意な相違が認められ、多重比較では上方向が左上方向より有意に大きな値を示した。(図9)

5. 高齢者・成人間、方向別の正確率の比較

正確率を6方向別に高齢者と成人の間で比較すると、高齢者の正確率は成人の正確率よりも上方向、左上方向、右上方向、左下方向、右下方向の5方向において有意に低い値を示した(図10)。

考察

1. 被験者

本研究の目的は健常高齢者における口唇機能の特性を検討することとした。すべての被験者が測定会場に入室、測定間の移動も独歩にて行っており、日常生活行動(ADL)レベルは非常に高く、要介護高齢者・虚弱高齢者などは含まれていない。また、長野県塩尻市福祉事業部が実施母体である地域高齢者むけた学習講座「塩尻ロマン大学」の参加者であり、新しい知識や技術の習得などに強い関心をもった高齢者であることから、本研究を立案・施行するうえで非常に有効であったといえる。また、最大努力での多方位口唇閉鎖力では、男女間で力の大きさのみならず、口唇閉鎖力の対称性の相違が報告され¹⁵⁾、高齢者においては男性では体格(身長)と口唇閉鎖力に相関が認められたにも関わらず、女性ではこれら両者に相関が認められなかったことが示されている¹⁰⁾。さらに、口唇閉鎖調節能力を調べた研究では、正確率に有意な男女差が認められている¹⁴⁾。これらの結果を総合すると、女性の口唇閉鎖力が年齢などの生理的な要因以外に、社会的な要因の影響を受けている可能性が考えられる。そこで、本研究では加齢の影響を調べるために、男性のみを対象に行った。

2. 最大口唇閉鎖力

最大口唇閉鎖力は、最大努力での口すぼめを指示しているため、本結果は筋力を表していると考えることができる。本研究と同様に最大努力で口すぼめを行う際に、口輪筋

筋電図を記録した研究から、口すぼめ時の口唇閉鎖力と口輪筋活動には高い相関が認められている¹³⁾。このように、最大口唇閉鎖力は口輪筋の寄与が高いことが示されている。本研究の結果より、最大口唇閉鎖力は高齢者が成人より有意に小さい値を示したことから口輪筋の筋力の関与が示唆された。

口腔機能に関する筋力として舌圧の加齢に伴う変化が検討され、男性では60歳代以降で成人に比べて有意に低くなることが示されている¹⁶⁾。本研究の結果は65歳以上の方であるが、平均約70歳で口輪筋の筋力の低下が認められる可能性が示された。四肢の筋をはじめとする、サルコペニア¹⁷⁾と言われる加齢に伴う筋力の低下が問題になっている。このような筋力の低下には、筋線維のサイズが小さくなることによる筋量の減少や運動ニューロンの減少に伴う運動単位および筋線維の減少が原因と考えられている。口輪筋にも同様に加齢に伴う変化としてサルコペニアが認められ、本研究結果となった可能性が考えられる。しかし、方向別の口唇閉鎖力を健常成人と比較すると、下唇が発揮する力は有意に小さくなっていたが、上唇の発揮する力には有意差が認められなかった。口輪筋全体に筋力の低下が認められていないことが示唆される。下唇が発揮する力の低下は、筋力の低下というよりも、口角が下垂するなどの加齢による顔貌の変化が起こること¹⁸⁾が影響している可能性が考えられる。重力により、開口や口唇のたるみが出現すると、必然的に同じ装置で測定すると、測定できる閉鎖力は小さくなると考えられる。ただし、高齢者においても、成人と同様に、上下方向の力が斜め方向の力に比べて大きいという結果は、成人や小児で得られた結果と一致しており^{12)19) 20)}、口すぼめ時の方向別口唇閉鎖力の特徴は加齢により大きく影響を受けないことを示唆している。

2. 口唇閉鎖調節能力

本研究の結果から方向別の口唇閉鎖調節能力は、成人では上下方向の方が斜め方向より高いという方向特異性が認められた。Gentilらは口唇、舌の発揮する力のビジュアルフィードバックによる調節能力を比較する研究を成人を対象に行った²¹⁾。彼らは臼歯部で保持した装置を用いてオシロスコープ上の目標値に合わせて、口唇、舌の発揮する上下方向の力を別々に記録している。その結果、舌、上唇、下唇のうちで、下唇が最も正確に力のコントロールを行うことを示唆している²¹⁾。本研究の成人の正中部の結果では、上下唇に有意な相違は認められず、Gentilらの結果と異なっていた。これは、力の測定時に、装置を臼歯部で保持していることが影響している可能性が考えられた。

一方、高齢者では、成人で認められた上下方向の方が斜め方向より正確率が高いといった方向特異性は認められなかった。これに対して、最大口唇閉鎖力には、高齢者にも成人と同様の方向特異性が認められたことを考慮すると、口唇閉鎖調節能力は筋力そのものを反映しているものでないことが示唆された。今回の結果から、高齢者の正確率は6方向中5方向で成人と比較して小さい値となった。正確率の低下が、方向特異性が認められなかったことと関連していると考えられた。

高齢者において、口唇閉鎖調節能力が低下する理由として、筋力の低下が原因でないとすると、中枢性の運動制御に問題があると考えられる。ひとつは、感覚-運動統合制御が低下している可能性がある。成人において口唇の感覚異常が口唇閉鎖力を低下させ

ることが示されており¹⁹⁾、加齢に伴い起こっている何らかの感覚の異常が、このような運動制御の低下を引き起こした可能性が考えられる。さらに、加齢に伴い本態性振戦が増加することが調べられている²²⁾。本態性振戦の症状は、「何かをしようとする」と手がふるえるという特徴がある。コップや湯のみで何かを飲もうとする時に手がふるえる、ペンを持って字を書こうとすると手がふるえるというものである。本態性振戦とは、特別な疾患によるものでなく、原因不明と言われている。今回の被験者にこれらの症状について調べていないが、口唇閉鎖を行う、また口唇閉鎖力を維持するというときに、わずかながらこのような症状が出現し、正確率の低下につながった可能性がある。前述したように、被験者全員が虚弱や要介護でないことは確認されているが、今後手指や口腔領域に発現する本態性振戦との関連についても調べる必要があると考えている。

3. 今後の展望

本研究結果から、高齢者においては、方向別最大口唇閉鎖力は下唇方向で弱くなり、全体的に口唇閉鎖調節能力が低下することが明らかとなった。このような加齢による変化が口唇機能の低下に直接結びついているかは不明であるが、この変化が大きくなることによって口唇機能低下につながるということは想像に難くない。現在、オーラル・フレイルと呼ばれる可逆的な口腔機能低下症を評価することが必要であると提唱されている⁶⁾。今後、口唇閉鎖調節能力と滑舌低下、食べこぼしあるいは嚙めない食品の数などとの関連を調べる必要がある。さらに、虚弱高齢者でADLの低下と口唇閉鎖力の低下に関連があると報告されていることから¹¹⁾、ADLとの関連性を調査することの必要性を考えている。

結論

本研究の結果より、加齢により最大口唇閉鎖力は、特に下唇方向で低下が認められた。一方で、口唇閉鎖力調節能力は、左上方向以外の6方向で低下が認められた。加齢による口唇機能の低下は、筋力の低下に加えて、調節に関わる情報処理や運動出力などの機能低下に起因する可能性が示された。

謝辞

本研究を進めるにあたり、ご協力いただいた「塩尻ロマン大学」、ならびに松本歯科大学教職員の皆様に深く感謝いたします。また、多大なる御指導・御助言を賜りました増田裕次教授に深く感謝の意を表します。さらに、素晴らしい研究環境を与えて頂くとともに、研究上有益な御教示を頂きました山田一尋教授に心から厚く御礼申し上げます。

文献

1) Takada K, Yashiro K, Sorihashi Y, Morimoto T, Sakudam (1996) Tongue, jaw, and

- lip muscle activity and jaw movement during experimental chewing efforts in man. *J Dent Res* 75:1598-1606.
- 2) Chigira A, Omoto K, Mukai Y, Kaneko Y (1994) Lip closing pressure in disabled children: a comparison with normal children. *Dysphagia* 9:193-198.
- 3) Hagg M, Olgarsson M, Anniko M (2008) Reliable lip force measurement in healthy control and in patients with stroke a methodologic study. *Dysphagia* 23:291-296.
- 4) Sussman HM, MacNeilage PF, Hanson RJ (1973) Labial and mandibular dynamics during the production of bilabial consonants preliminary observations. *J Speech Hear Res* 16:397-420.
- 5) 飯島 勝矢 (2015) 口腔機能低下予防の新たな概念:「オーラル・フレイル」. *Geriatric Medicine* 53:1177~1182.
- 6) 三浦 宏子, 大澤 絵里, 野村 真利香, 玉置 洋 (2016) オーラルフレイルと今後の高齢者歯科保健施策. *保健医療科学* 65:394-400.
- 7) M Iwasaki, Y Kimura, H Ogawa, T Wada, R Sakamoto, Y Ishimoto, M Fulisawa, K Okumiya, T Ansai, H Miyazaki (2017) The association between dentition status and sarcopenia in Japanese adults aged ≥ 75 years. *J Oral Rehabilitation* 44:51-58.
- 8) 国立長寿医療研究センター (2014) 食 (栄養) および口腔機能に着目した加齢症候群の概念の確立と介護予防 (虚弱化予防) から要介護状態に至る口腔ケアの包括的対策の構築に関する研究. 平成 25 年度老人保健健康増進等事: 厚生労働省.
- 9) 齋藤 健太郎, 齋藤 彩子, 柴本 勇 (2015) 健常若年者及び高齢者の最大舌圧と握力の検討. *国際医療福大会誌* 20:23-26.
- 10) 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性と体格・握力・残存歯との関連. *顎機能誌* 17:125~134.
- 11) 三浦宏子, 荻安誠, 角保徳 (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. *老年歯医* 45:520-525.
- 12) 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.
- 13) Nakatsuka K, Adachi T, Kato T, Oishi M, Murakami M, Okada Y, Masuda Y (2011) Reliability of Novel Multidirectional Lip-closing Force Measurement System. *J Oral Rehabil* 38: 18-26.
- 14) 宮本 剛至 (2016) ビジュアルフィードバックを用いた口唇閉鎖力随意的調節の特性. 松本歯科大学大学院歯学独立研究科博士学位論文.
- 15) 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 Rehabilitation*. 39:399-404.
- 16) Utanohara Y, Hayashi R, Yoshikawa M, Tsuga K, Akaqawa Y (2008) Standard values of maximum tongue pressure taken using newly developed disposable tongue pressure

measurement device. *Dysphagia* 23:286-290.

17) Marco V, Narici and Constantinos N (2006) Maganaris Adaptability of elderly human muscles and tendons to increased loading. *J Anat* 208:433-443.

18) 秋本 和宏(2004)高齢者における口腔粘膜の加齢に伴う構造変化に関する観察 口角付近の頬粘膜について. *口病誌* :80-91.

19) Nakatsuka K, Adachi T, Kato T, Oishi M, Masuda Y (2011)Regulatory relationship between tactile sensation at the vermilion of the lips and lip-closing force. *J Oral Rehabilitation* 38:579-587.

20) 本城 孝浩 ,森川 和政, 佐伯 桂 ,長尾 怜美, 秀島 治, 牧 憲司(2015) 小児における口唇閉鎖力と舌圧に関連する臨床研究. *小児歯誌* 53:60-68.

21) Miche G, Claire L, Tournier (1998) Diferences in fine control of forces generated by the tongue, lips and fingers in humans. *A Oral Biology* 43:517-523

22) 後藤 孝史, 野元 正弘(1989)本邦における本態性振戦の頻度. *神経内科*:30:438-440.

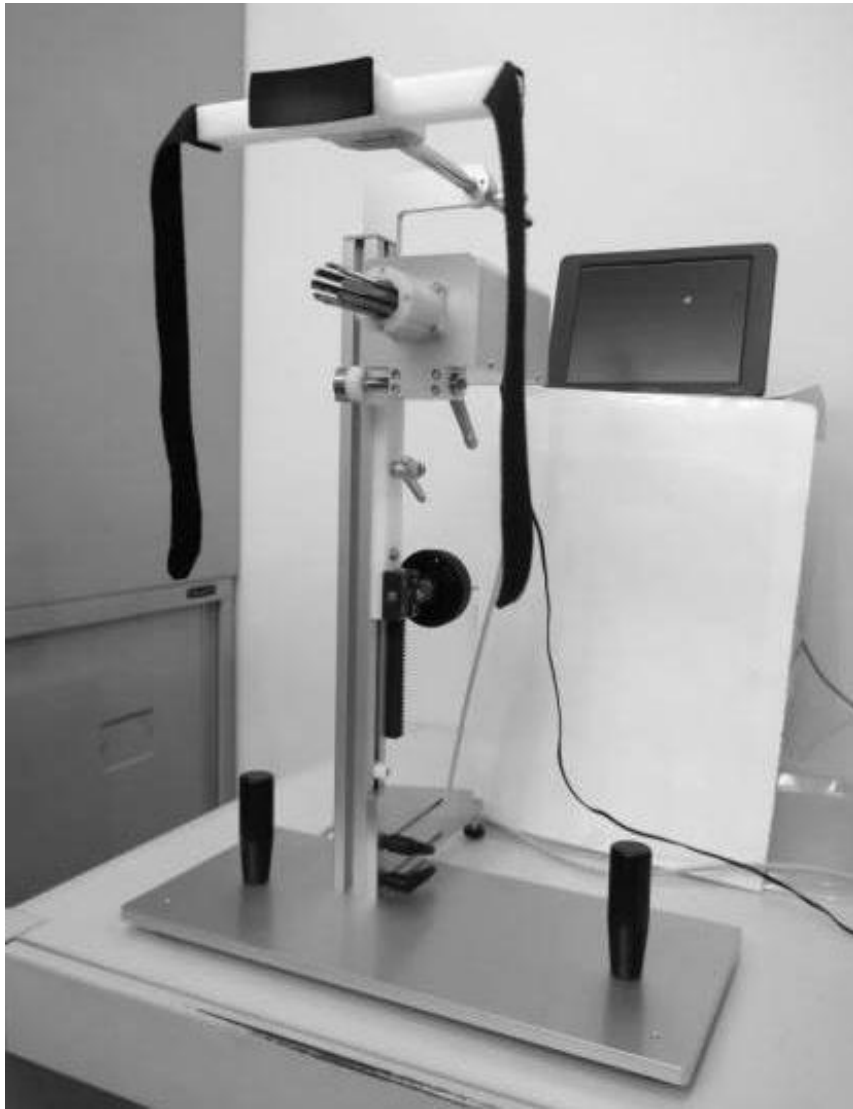
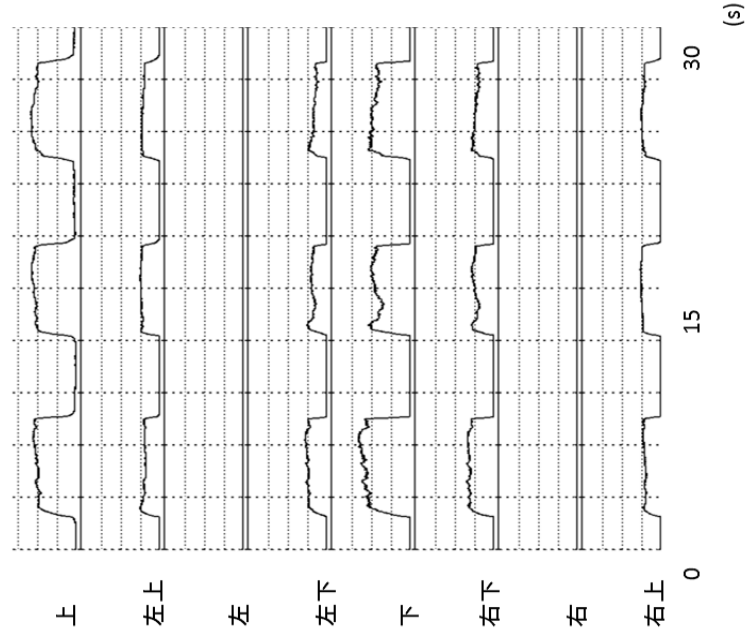


图1: 多方位口唇闭锁力测定装置



図2:多方位口唇閉鎖力測定装置測定時の側貌

A 最大口唇閉鎖



B 口唇閉鎖調節運動

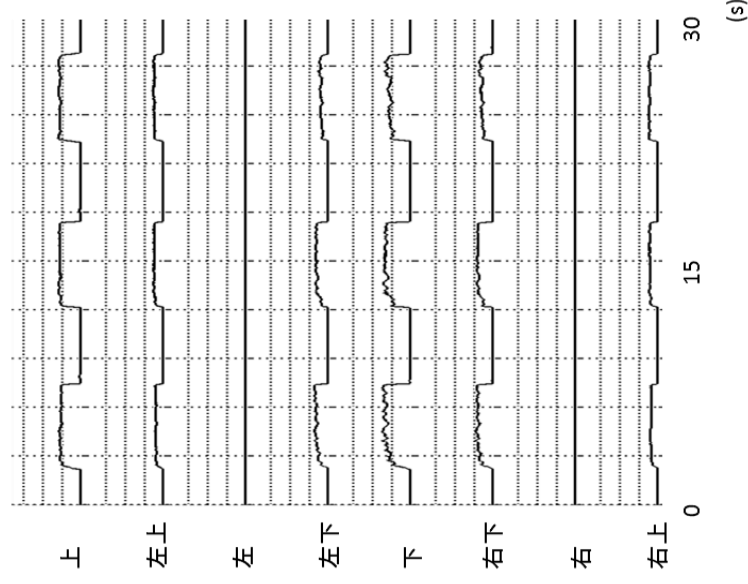
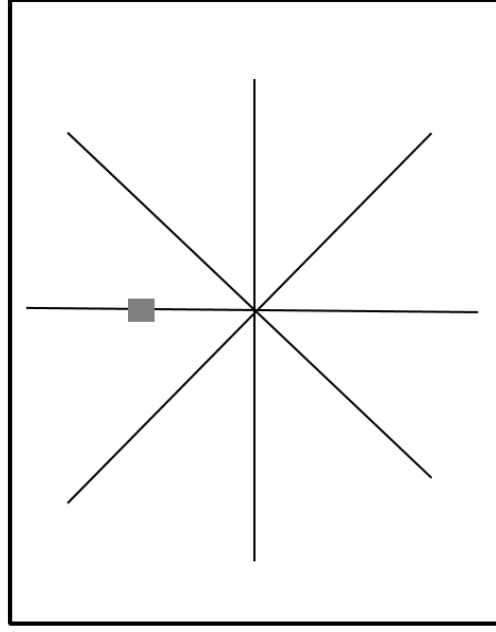


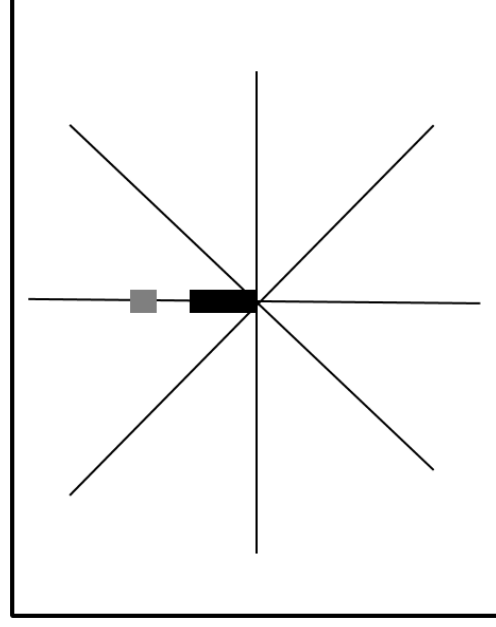
図3: 最大口唇閉鎖時と口唇閉鎖調節運動時の波形

A



目標表示

B



口唇閉鎖時

図4: 被験者の眼前のディスプレイ

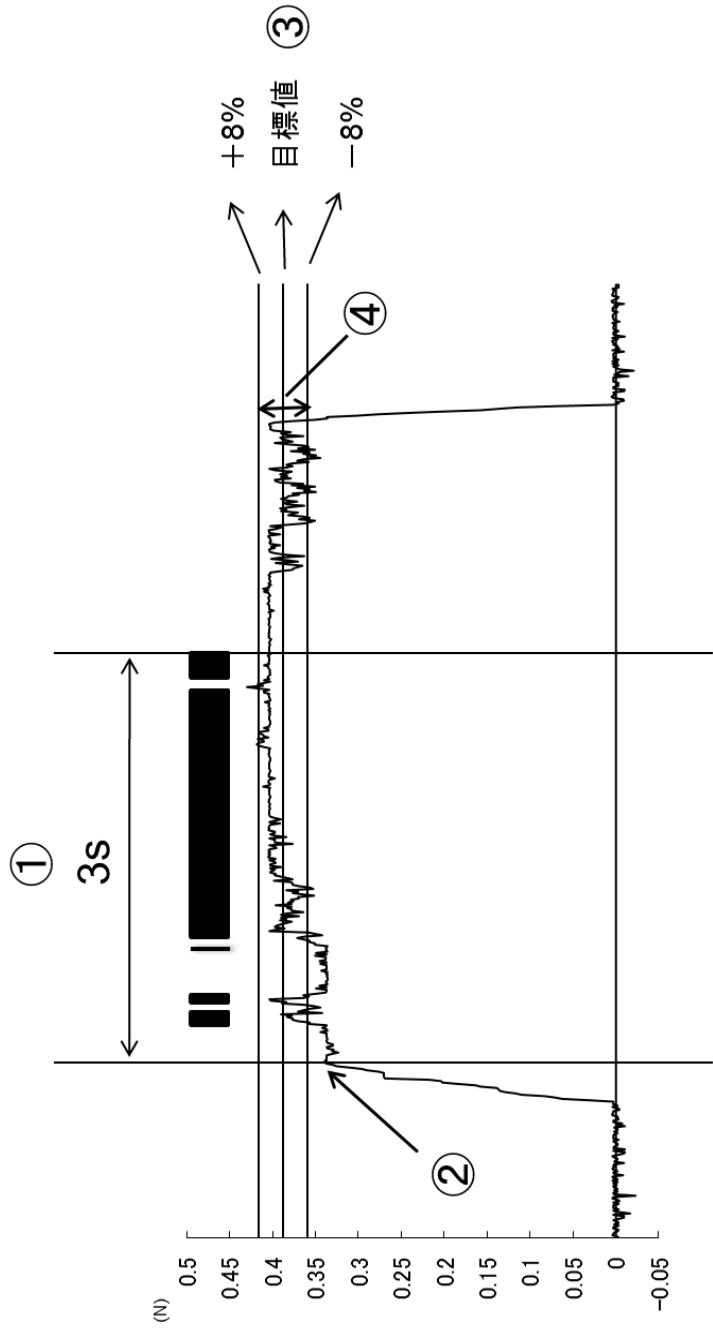


図5: 50%の力で口唇閉鎖した時の波形の一部

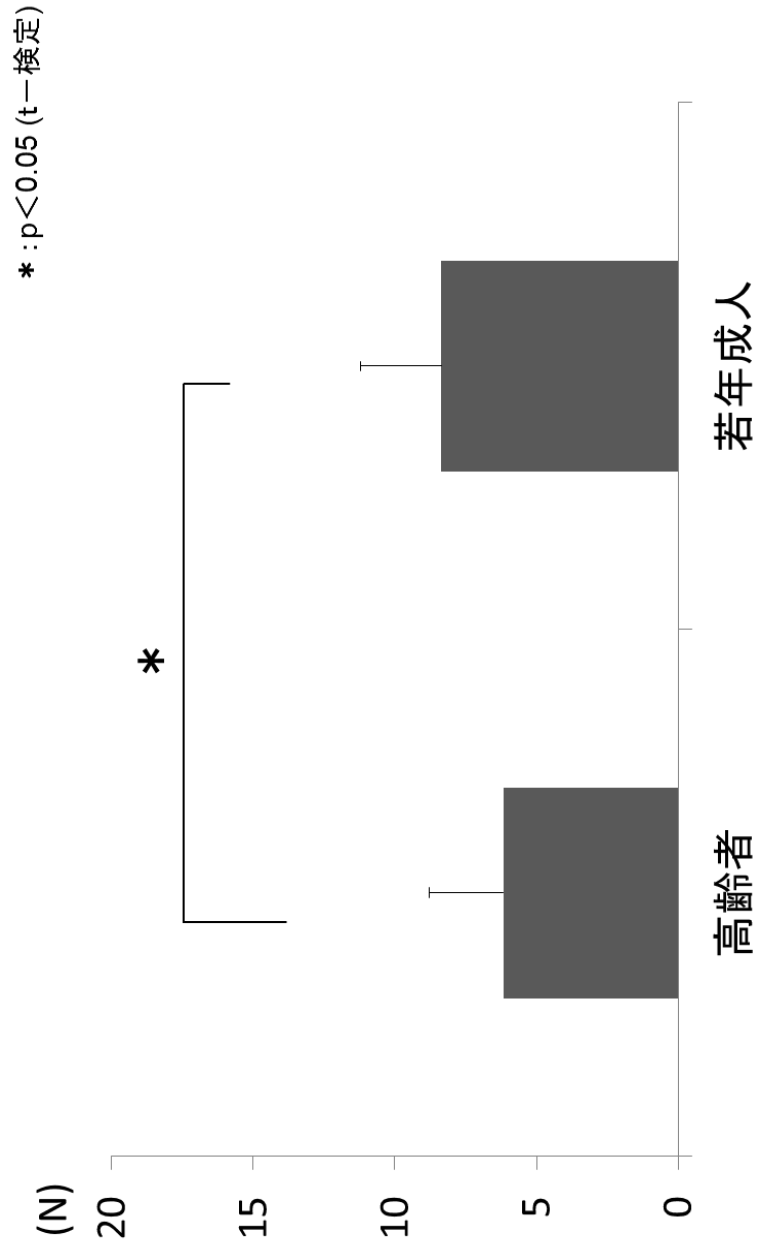
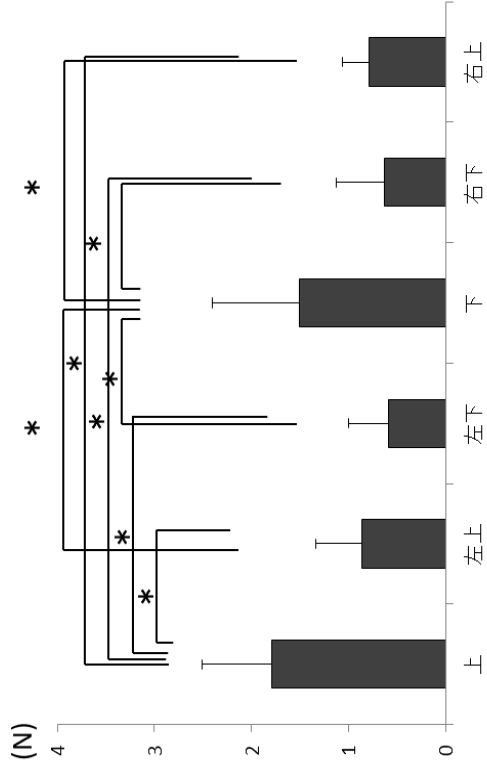


図6: 最大口唇閉鎖力(総合力)

*: $p < 0.05$ (t-検定)

高齢者



若年成人

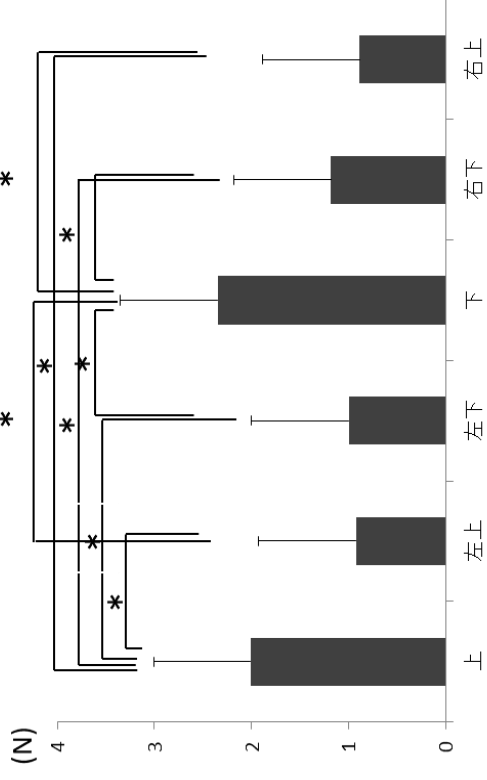


図7: 最大口唇閉鎖力の方向特異性

* : $p < 0.05$ (t-検定)

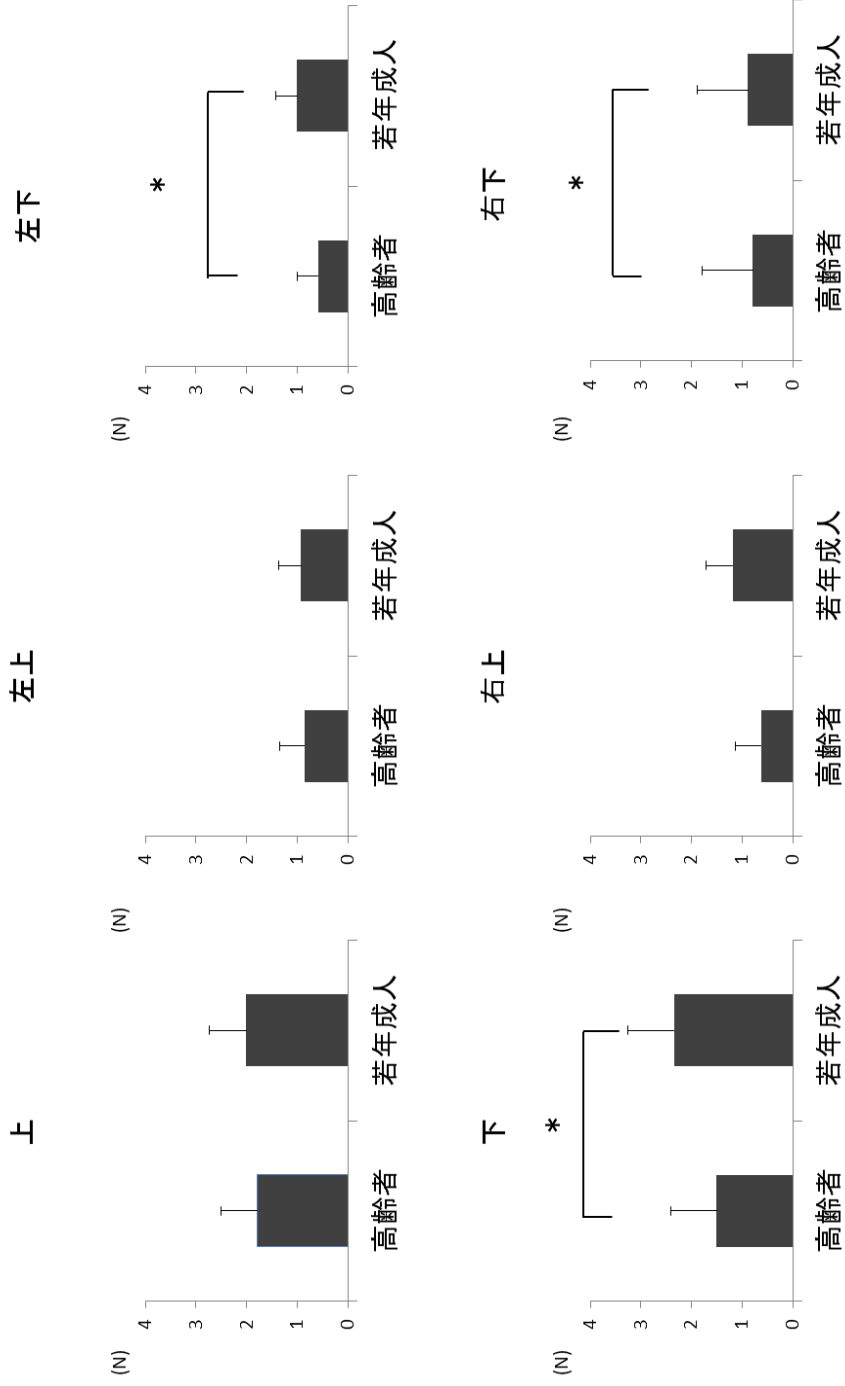


図8: 方向別最大口唇閉鎖力の高齢者と成人の比較

* : $p < 0.05$ (t-検定)

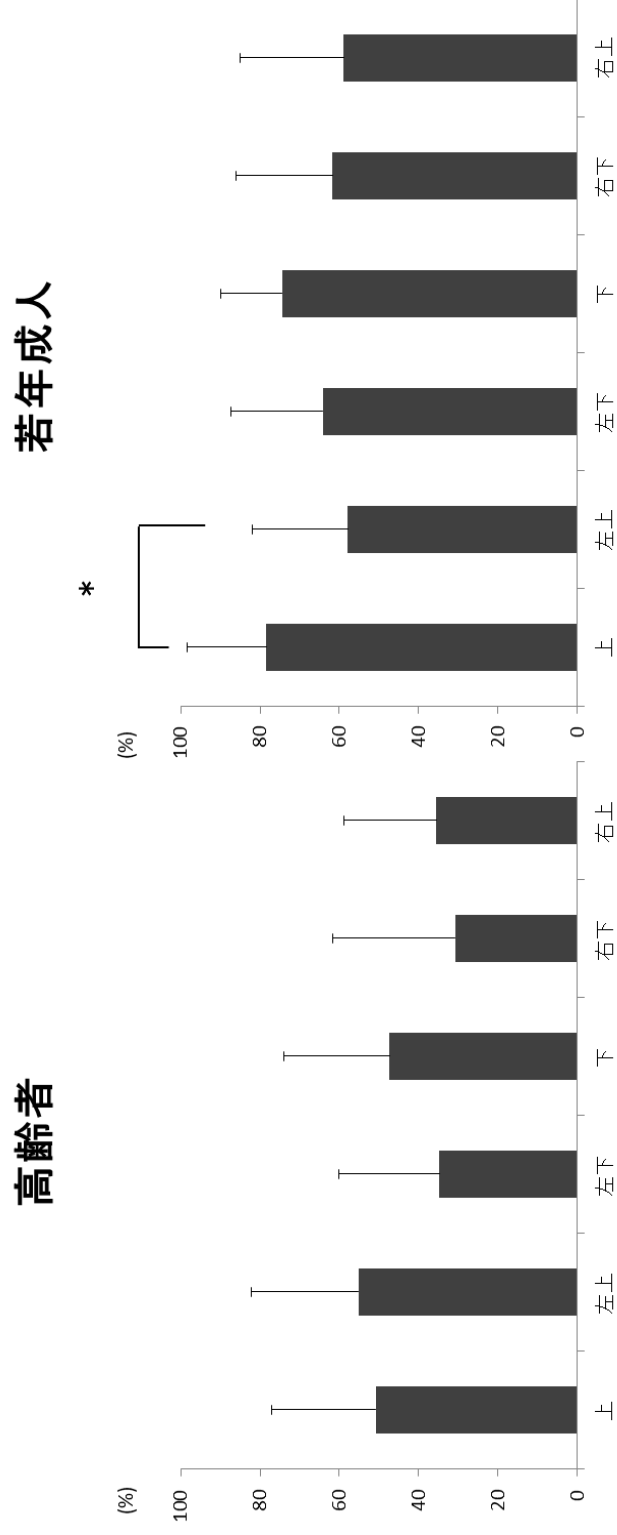


図9: 正確率の方向特異性

* : $p < 0.05$ (t-検定)

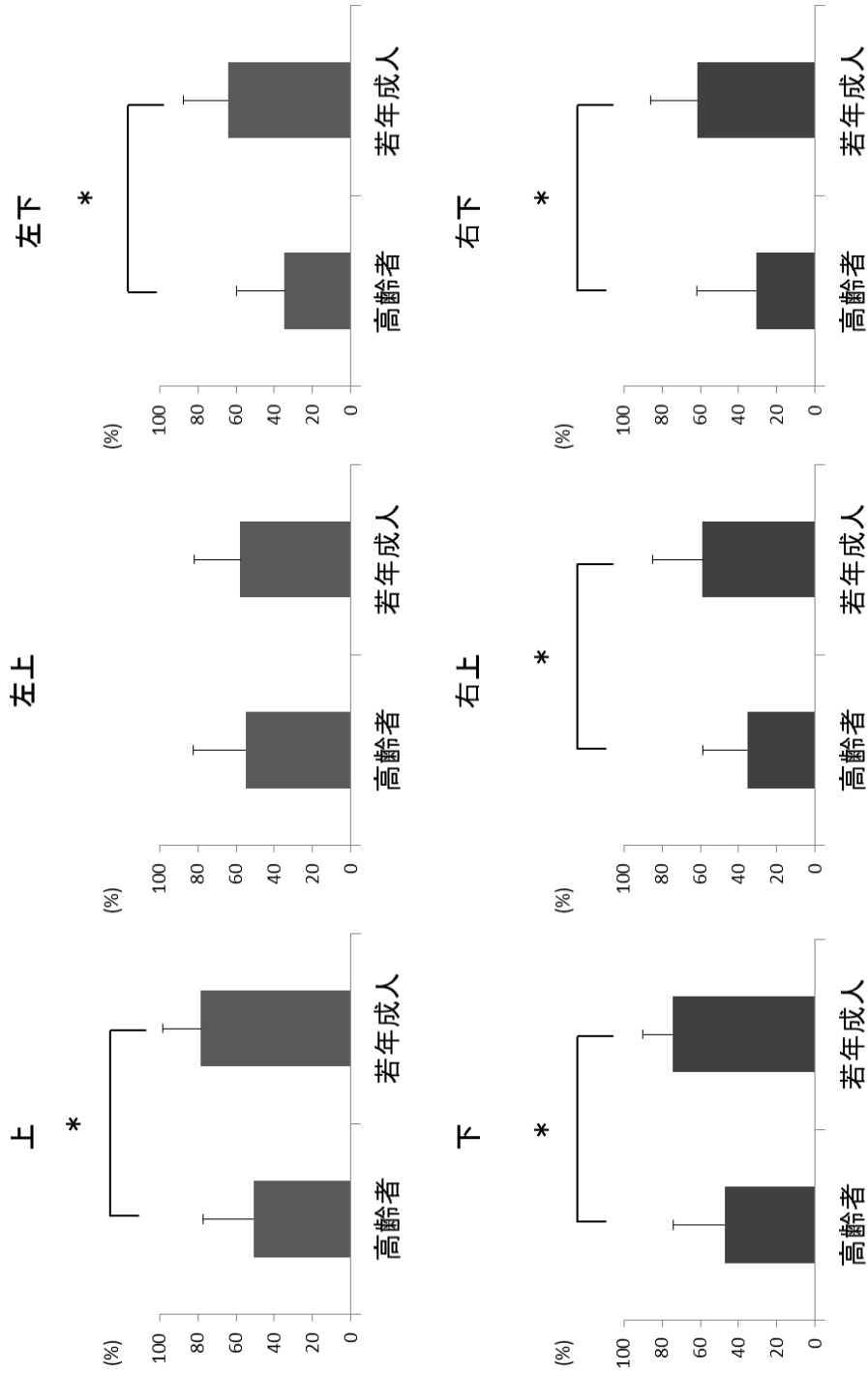


図10: 方向別の正確率の高齢者と成人の比較