

01-5

福祉用食器「メラミン仕切り皿™」のスプーンとの適合性が 食事動作・効率に与える影響

The influence of conformity between the Melamine partition plate™ and the spoon on motion and efficiency in eating

○ 阿部里美 (新潟大) 林豊彦 (新潟大) 前田義信 (新潟大)
渡辺哲也 (新潟大) 秋元幸平 ((株) 青芳製作所)

Satomi ABE, Niigata University Toyohiko HAYASHI, Niigata University Yoshinobu MAEDA, Niigata University
Tetsuya WATANABE, Niigata University Kouhei AKIMOTO, Aoyoshi Manufacturing Co.

Abstract: Melamine partition plate™ (Aoyoshi Manufacturing Co.) is one of the assistive devices used for helping people with physical disabilities in the upper extremity to eat. This plate, however, does not necessarily meet user's needs due to the lack of objective assessments. In an attempt to verify its efficiency in eating, we empirically studied how the conformity between the tip of the spoon and the edge of the plate affects the eating motion, using 10 healthy volunteers with the aged simulation kit and motion analysis. Consequently, the conformity was verified to be effective in scooping ergonomically, because it could decrease the total time, the number of strokes and the scooping.

Key Words: eating support, eating tools, usability evaluation, motion analysis, ergonomics

1. はじめに

本文は、福祉用食器メラミン仕切り皿™の使いやすさ(使用性)について動作解析の観点から実験的に評価したものである。高齢者や心身障がい者の中には、筋力低下や身体の障がいのために食事が困難な人がいる。これまで、そのような人々の食事を支援するために、さまざまな食器用の福祉用具が開発されてきた。ここで福祉用具(以下、福祉用食器と呼ぶ)とは、『心身の機能が低下し日常生活を営むのに支障のある老人または心身障がい者の日常生活上の便宜を図るための用具及びこれらの者の機能訓練のための用具並びに補装具』⁽¹⁾のことである。福祉用食器では、利用者がより快適に食事ができるように、素材、形状、大きさ、重量などが工夫されている。皿を例にとれば、食品をうまくスプーンへ乗せられない方のためには、縁に反り返しをつけたり、片腕しか使えない人のためには、皿の裏側に滑り止めをつけたりしている。

福祉用食器のひとつに、メラミン仕切り皿™(Fig. 1)がある。この皿は、縁部形状の一部がライトスプーン™のボール部の縁部形状と適合するように設計されている。そのため、両者を一緒に使えば、皿から食べ物をすくいやすくなる。しかし、その使用性に関しては、まだ主観的にしか評価されていない。そのため、より多くの利用者が使いやすいようにするために、人の感覚に依存しない客観的な評価が求められている。

用具の使用性を客観的に評価するために、1) 動作、2) 作業効率、3) 筋活動、4) 疲労(筋疲労、精神疲労)などが一般に用いられてきた。福祉用食器は小型軽量であることから、本研究では上記 1)、2) の観点に着目することにした。今回はその第一段階として、メラミン仕切り皿™のライトスプーン™との適合性が食事動作および効率に与える影響について検討することを目的とする。

2. メラミン仕切り皿™について

本研究の対象であるメラミン仕切り皿™は、強度の高いメラミン樹脂性の4分割された仕切り皿である。その利用者としては、上肢に運動機能の低下がみられる高齢者や心

身障がい者が想定されている。その特徴を以下に示す。ひとつは、前に述べたように、縁部形状の一部がライトスプーン™のボール部の縁部形状と適合することである。そのため、従来のスプーンよりもすくいやすいとされている。次の特徴は、皿裏にすべり止めが付いているため、皿が机上ですべりにくいことである。そのため、皿が動かないよう手を添える必要がない。最後の特徴は、仕切り部の高さが通常の仕切り皿より高いことである。そのため、食品が混ざりにくい。さらに、4種類の料理を1つの皿にまとめられるため、動作の範囲を小さく収めることができる。

3. メラミン仕切り皿™の適合性についての検証法

3-1 被験皿と被験食具

本研究では、1) で述べた 1) 動作と 2) 作業効率の2点に着目する。皿とスプーンとの適合性が食事動作・効率に与える影響を調べるためには、対照実験として適合性が低い組み合わせで同じ実験をする必要がある。Fig. 1 に示すメラミン仕切り皿™の2つの縁を用い、適合性の高い縁を Type-H、低い縁を Type-L と呼ぶ。食具には、Type-H と適合性の高いライトスプーン™を用いた。

3-2 対象動作と分析パラメータ

食事における1回のスプーン動作は、一般に食品を「集

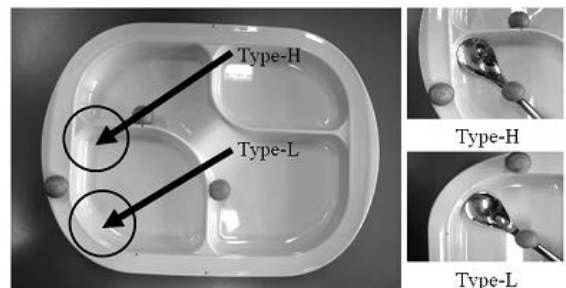


Fig. 1 Two different edges of Melamine partition plate™ tested: Type-H is conformed to the tip of Light spoon™, while Type-L is not conformed to that.

める」, 「すくう」, 「口に運ぶ」, 「口に入れる」という 4 つの相に分けられる⁽²⁾. この中で「口に運ぶ」, 「口に入れる」は本研究の対象外である. そこでこの 2 つをそれぞれ「容器へ運ぶ」, 「容器へ入れる」に変更し, 「集める」から「容器へ入れる」までを対象とした.

次に, 動作の分析区間と運動相について定義する. 1 回の実験動作は, 皿からすべての食品を容器に移すまでとする. その全体は, すくう動作 (以後, ストロークと呼ぶ) が連続する周期的な運動である. 次に 1 ストローク中の動作相について述べる. 1 ストロークは, 1) 集める, 2) すくう, 3) 容器まで運ぶ, 4) 容器に入れる, 5) スプーンを皿まで戻す, の 5 相に大別できる. 前に述べたように, 本研究では 1) ~4) のまでを分析対象とし, 1) を「集め相」, 2) を「すくい相」, 3) と 4) を「運搬相」と呼ぶ. 「集め相」は, 最初にスプーンが皿底に接触した瞬間から, 集め終わり, 「すくい動作」に移る直前までとする. ここで, 「集め相」では, スプーンを使って食品を皿縁まで運ぶ動作「集める動作」が数回見られる. 「集める動作」とは, スプーンが皿に接触してから, 食品を皿縁まで運び, 皿縁とスプーン先端との距離が極小となる時点とした. また, 「すくい動作」とは, 最後にスプーンが皿に接触してから, 縁を使って食片をすくい上げた後, スプーン先端が皿底から 5mm 上がった時点までとした. この動作を「すくい相」と呼ぶ. 「運搬相」は, すくい相終了から食片を容器に移し終えた時点までとした. スプーンが皿と接触する時刻は, 皿に固定した振動ピックアップの出力振幅が増加し始める時刻とし, 目視的に決定した.

次に分析パラメータについて述べる. 動作パラメータは, スプーンと皿の適合性が最も影響する「すくい相」におけるスプーンの姿勢変化量とした. 作業効率に関する分析パラメータの候補には, 総ストローク回数, 1 ストローク中の集め動作回数, 総時間, 1 ストローク時間, 各動作相の時間, スプーンの軌道などが考えられる. 本研究では, 分析しやすく, かつ効率の良し悪しがすぐに理解できる「回数」と「時間」に着目し, 実験動作中で次のパラメータを計測した: 1) 総ストローク回数, 2) 集める回数, 3) 総時間, 4) 平均ストローク時間, 5) 集め相時間, 6) すくい相時間.

3-3 被験者

メラミン仕切り皿TMの利用者には, 上肢に運動機能の低下がみられる高齢者や心身障がい者が想定されている. しかし, 高齢者も心身障がい者も症状が多様であることから, 一定の結論を得るためには数多くの被験者を必要とする. そこで, それは次の課題とし, 本研究ではその第一段階として, 被験者の上肢運動機能のばらつきを少なくするために, 高齢者体験セット (LM-060, 高研) を着用した健康成人 (以下, 擬似高齢者) を被験者とすることにした.

3-4 被験食品

すくう動作は, 食品の形状および弾性・粘性などの性状によって影響を受ける. そのため, 本来ならば形や性状の異なる多くの食品を用いて実験する必要がある. しかし, 被験食品はなんでも良い訳ではなく, 次に示すような条件を満たす必要がある: 1) 食品間で性状のばらつきが少ない, 2) スプーンで集める動作ができる, 3) スプーンですくいやすい, 4) 実験中に性状が変化しない. 条件 1) から, 煮ものなど数種類の食材を使う料理は被験食品として適さない. 候補食品の性状としては, 大きさと粘弾性を一定にした液体や固体が考えられる. しかし, 条件 2) から, 水などの粘性のない液体は適さない. 粘性のあるお粥やスープ

などの液体は, 短時間の同じ条件下では, 性状を一定にできる. しかし, 実験中の正確な温度管理が困難であり, 全く同じ性状の食品を確保することも困難である. そのため, 条件 4) を満たさない. 以上より, 著者は小豆大の固体を被験食品として用いることにした. 具体的には, 性状のばらつきが少ないラムネ球 (ジュエ C カラーボール, カバヤ食品, 直径 9mm×厚さ 7mm) を用いることにした.

3-5 測定環境

被験者の姿勢は, 一般的な食事姿勢を想定し, 机と椅子を用いた座位姿勢とした. 机の高さは, 上肢を下垂させた際, 肘頭の高さが机上面に一致するように設定した⁽³⁾. 被験者に対する皿の姿勢は, Fig. 2 に示すように, 2 つの Type-H を結ぶ線分が被験者の左右軸と平行するように設定した. 食品の受け皿は, Fig. 2 に示すように, 実験で用いる皿領域の左側に置き, その中心と皿領域の中心を結ぶ線分が被験者左右軸に一致し, かつ長さが 20cm となるように設定した.

3-6 スプーンの基準把持姿勢

測定の開始と終了を明確にするためには, 簡単に識別できる上腕姿勢が必要である. そこで, 「スプーンの基準把持姿勢」を「肩関節の屈曲進展 0 度, 内外転 0 度, 内外旋 0 度, 水平内外転 0 度でスプーンを把持し, かつその先端が指定の 2 つの縁下方 (Type-H, Type-L) に一致する上腕姿勢」と定義した.

4. 実験方法

4-1 測定システム

動作測定には, モーションキャプチャ・システム (ProReflex MCU240, Qualisys) を用いた. CCD カメラは計 5 台用いた (サンプリング周波数は 240Hz). 赤外線反射マーカーは, メラミン仕切り皿TM, ライトスプーンTM, および机に貼付した. マーカーの直径は 15mm とし, Fig. 3 に示

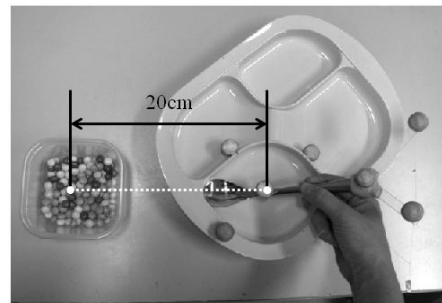


Fig. 2 The relative position of the container and Melamine partition plateTM

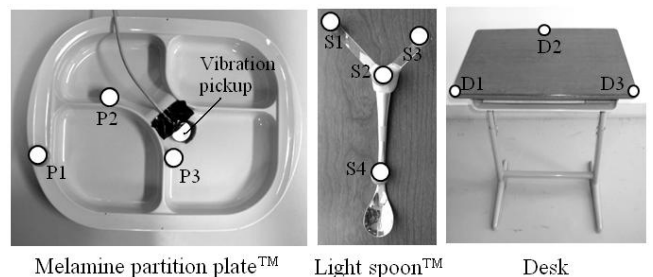


Fig. 3 Infrared reflection markers secured to Melamine partition plateTM, Light spoonTM and the desk for motion capture

すように、皿に3箇所、スプーンに4箇所、机に3箇所、計10箇所に貼付した。システムの制御、およびデータの記録・解析には専用のパーソナルコンピュータ (Inspiron700m, DELL) を用いた。測定の様子は、ビデオカメラ (DCR-TRV20, SONY) でも撮影した。

皿の振動を測定する振動ピックアップ (MT-3T, 日本光電工業) は、Fig. 3 に示すように、皿中央付近の底面に固定した。その信号は、増幅器 (MEG-6108, 日本光電工業)、A/D 変換器 (CBI-360116, インタフェース) を介して、パーソナルコンピュータ (Inspiron6000, DELL) に記録した (サンプリング周波数は 240Hz)。上記 2 つの測定システムは、同一の外部トリガ信号で同期をとった。

4-2 被験者およびプロトコル

被験者は男性の擬似高齢者 10 名とした (年齢は 22.1 ± 1.20 歳, 身長は 168.0 ± 5.41 cm)。全員, 利き手は右, 把持法は三面把握・亜型 I⁽⁴⁾ であった。さらに, メラミン仕切り皿TM, ライトスプーンTM ともに使用経験はない。装着した高齢者体験セットの用具は, 1) 右肘用の拘束具 (LM-0604, 高研), 2) 右指用の拘束具 (LM-0606, 高研), 3) 右手首用の重り 500g (LM-0608, 高研) の 3 つとした。食品は 3-4 で述べたラムネ球とし, その量は皿内でラムネ球同士が重ならない最大量 120 粒とした。机の高さは 74cm とした。椅子はアームレスト, 背もたれ, キャスターのないものを用いた。

被験者のタスクは, 3-2 で述べたように, 「皿の縁を使ってラムネ球をすくい, 受け皿に移す動作」とした。用いた縁は Type-H と Type-L の 2 つとし (Fig. 1), それらの縁を用いた実験をそれぞれ実験 A, 実験 B と呼ぶ。被験者への教示は, 「1 回にできるだけ多くすくう」, 「スプーンの先端を使ってすくう」, 「測定動作の開始時, 終了時では, スプーンの基準把持姿勢を保つ」の 3 つとした。1 回の測定は, 次の手順で行った: 1) 被験者は教示した基準把持姿勢で待機, 2) 験者の合図により, 被験者はメラミン仕切り皿TM に入ったラムネ球をすくい, 容器に移す動作を開始, 3) ラムネ球を全て移し終えたら, 基準把持姿勢に戻る。

実験 A・B の測定順序は, ランダムとし, その間を 1 日以上空けた。実験手順について述べる。被験者が動作に慣れるために, 前述の食事動作を 5 回練習してもらった。5 分間の休憩をとった後, 測定を 5 回連続して行った。

4-3 座標系の設定

3-2 で設定したパラメータを分析するため, スプーンと机に貼付したマーカーから, それぞれスプーン座標系 Σ_S および机座標系 Σ_D を設定した。スプーン座標系 $\Sigma_S = O_S - X_S - Y_S - Z_S$ は, 原点 O_S を S2 の位置, Z_S 軸を S4 から O_S へ向かう単位ベクトル, Y_S 軸を Z_S 軸と O_S から S1 へ向かう単位ベクトルの外積, X_S 軸を Y_S 軸と Z_S 軸の外積とした。机座標系 $\Sigma_D = O_D - X_D - Y_D - Z_D$ は, 原点 O_D を D1 マーカーと D3 マーカーの midpoint から D3 マーカーへ向かう単位ベクトル, X_D 軸を O_D から D2 マーカーへ向かう単位ベクトル, Y_D 軸を, Z_D 軸と X_D 軸との外積とした。

4-4 パラメータの分析法

分析パラメータは, 3-2 で述べたように, 「すくい相」におけるスプーンの姿勢変化量, 総ストローク回数, 集める回数, 総時間, 平均ストローク時間, 集め相時間, すくい相時間とした。これらの分析法について述べる。

「すくい相」におけるスプーンの姿勢は, 机座標系 Σ_D に対するスプーン座標系 Σ_S の回転角度とし, ロール・ピッチ・ヨー角で表現した。 $X_S \cdot Y_S \cdot Z_S$ 軸回りの回転を, それぞれ up (+)/down (-), left (+)/right (-), left-rotation (+)/

right-rotation (-) と表現する。スプーンの姿勢変化量は, すくい終わりの各姿勢パラメータの値とすくい始めの値との差で表現した。総ストローク回数, 集める回数は, 測定の様子を記録したビデオ映像から目視的に測定した。残りのパラメータ, 総時間, 平均ストローク時間, 集め相時間, すくい相時間の分析法について述べる。開始・終了の時刻は, 1) Σ_D に対する S4 の位置, および 2) 皿に固定した振動ピックアップの出力の 2 つを用いて決定した。総時間は, S4 が動き始めた時点, 止まった時点から算出した。ストロークの開始は振動ピックアップの出力が増加し始める時刻, 終了は S4 が受け皿上にあり, かつ Z_D 座標が最小となる時点とした (Fig. 4)。集め相の開始は振動ピックアップの出力が増加し始める時刻, 終了はすくい相に移る直前の時刻とした (Fig. 4)。すくい相の開始は, 振動ピックアップの出力が増加し始める時刻, 終了はすくい相の開始後に S4 の位置が Y_D 軸正の方向 (高さ) へ 5mm となる時点とした (Fig. 4)。

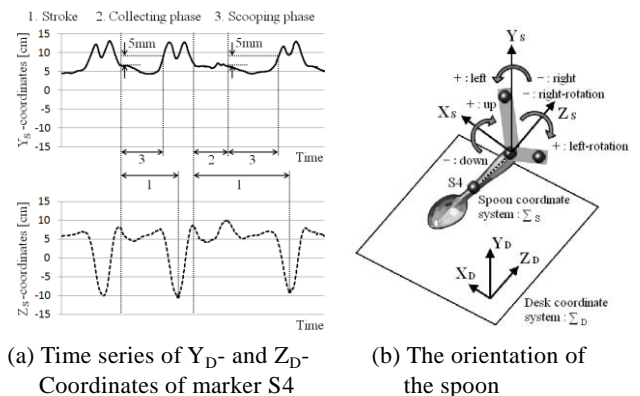
5. 結果

各被験者の分析データは, 5 回の測定データの中から総時間の短かった 3 個とした。個人の各パラメータの代表値は, 3 回の測定値の平均値とし, 被験者 10 名の代表値の平均値と標準偏差を算出した。さらに, 各パラメータの平均値において Type-H と Type-L との差を t 検定した (一対の標本による平均の検定)。

「すくい相」におけるスプーンの姿勢変化量について述べる (Fig. 5)。スプーンの姿勢変化は, すくい始めから終わりにかけて X_S 軸は上方回転, Y_S 軸は左回転, Z_S 軸は右軸回転していた。この姿勢変化は, Type-H・Type-L 間で有意差がみられなかった。

次に総ストローク回数と集める回数について述べる (Fig. 6)。両パラメータともに, Type-H の方が Type-L よりも有意に少なかった (有意水準はそれぞれ $p < 0.01$, $p < 0.05$)。

最後に時間のパラメータ, すなわち総時間, 平均ストローク時間, 集め相時間, すくい相時間について述べる (Fig. 7)。総時間は, Type-H の方が Type-L よりも有意に短かった ($p < 0.01$)。集め相時間も, Type-H の方が Type-L よりも有意に短かった ($p < 0.05$)。一方, すくい相時間は, Type-H の方が Type-L よりも有意に長かった ($p < 0.01$)。平均ストローク時間は, 両者間に有意差がみられなかった。



(a) Time series of Y_D - and Z_D -Coordinates of marker S4

(b) The orientation of the spoon

Fig. 4 Definition of the stroke (1), the collecting phase (2), the scooping phase (3) and the orientation of the spoon: (a) Time series of Y_D - and Z_D -coordinates of marker S4, (b) The orientation of the spoon defined by the orientation of spoon coordinate system Σ_S relative to desk coordinate system Σ_D

6. 考察

まず、「すくい相」におけるスプーンの姿勢変化について論じる。スプーン姿勢は、Type-H と Type-L の間で時系列的な推移に差が少なく、その変化量にも有意差がみられなかった。そのため、皿の縁とスプーンとの適合性は、スプーンの姿勢変化にはほとんど影響しないものと考えられる。すくい始めと終わりのスプーン姿勢は個人差が大きく、両タイプ間でもほとんど差はみられなかった。

次に、集める回数、総ストローク回数について論じる。両パラメータともに、Type-H の回数の方が Type-L よりも有意に少なかった。Type-H では、スプーンとの適合性が高いため、その縁を利用すれば効率的にラムネ球を集めることができる。そのため、集める回数が Type-L よりも少なかったと考えられる。さらに、総ストローク回数が少なかったことから、1 回にすくう個数も多かったことがわかる。逆にいえば、Type-L では、ラムネ球を集めにくいだけでなく、1 回にすくえる個数も少なかったことがわかる。以上述べたように、スプーンと皿の縁部との適合性は、集めやすさに加え、1 回にすくう個数にも影響することが明らかとなった。

最後に時間のパラメータ、すなわち、総時間、平均ストローク時間、集め相時間、すくい相時間について論じる。総時間は、Type-H の方が Type-L よりも有意に短かった。すなわち、Type-H の方がより早くすくうことができた。その原因は、1) 平均ストローク時間は両者に差がみられない、2) 総ストローク回数は Type-H の方が Type-L よりも少ない、の 2 点にあると思われる。なぜなら、平均ストローク時間が同じで、総ストローク回数が少なければ、当然、総時間は短くなるからである。では、どうして平均ストローク時間に差がみられなかったのだろうか。その原因は、1) 集め相時間は Type-H の方が Type-L よりも短い、2) すくい相時間が Type-H の方が Type-L よりも長い、の 2 点にあると思われる。前者は平均ストローク時間を減少させる効果を持ち、後者は増加させる効果をもつ。そのため、減少と増加が相殺され、平均ストローク時間には差がみられなかったものと考えられる。ここで、Type-H の集め相時間がより短かった理由は、単純に集め回数が少なかったためと考えられる。残る問題は、どうして Type-H のすくい相時間が Type-L よりも長かったかである。Type-H は、よりすくいやすいため、すくい相時間も短くなるのが期待できる。しかし、実際には長くなっていた。その理由について述べる。実験時、被験者には「1 回にできるだけ多くすくう」ように教示した。前に述べたように、Type-H ではスプーンの縁部と適合性が高いため、より多くのラムネ球をスプーンに乗せることができる。すくう際は、できるだけラムネ球を落とさないように慎重にすくうため、より多くのラムネ球を乗せた Type-H の方が動作に時間がかかったものと考えられる。

以上まとめれば、Type-H では、スプーンに食品をより多く乗せることができるため、食品を集める回数、総ストローク回数が減少し、それに伴って食事の総時間も減少した。つまり、ライトスプーンTMとメラミン仕切り皿TMの組み合わせは、回数と時間という作業効率の観点から食事効率を高められる可能性が示唆された。今後の課題は、高齢の被験者を用いて実験を行うことである。

参考文献

- (1) 福祉士養成講座編集委員会, 新版 社会福祉士養成講座 (2) 老人福祉論, 中央法規出版, pp. 152-156, 2007.
- (2) 清宮良昭, 更衣・整容・食事動作の運動学, OTジャーナル, vol. 28, no. 3, pp. 196-204, 1994.

- (3) 鎌倉矩子, 手指使用時における手関節の肢位とその変化, リハビリテーション医学, vol. 14, no. 1, pp. 57-72, 1977.
- (4) 鎌倉矩子, 手のかたち 手のうごき, 医歯薬出版, pp. 51-77, 1989.

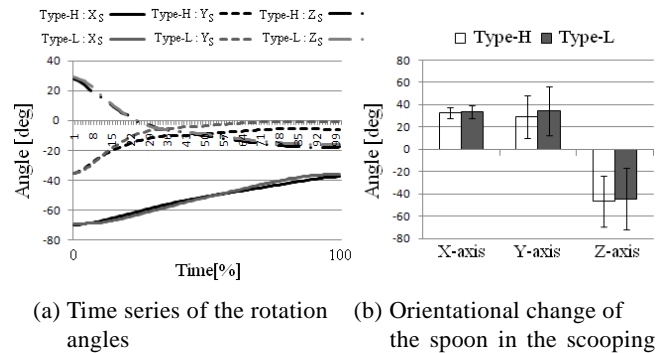


Fig. 5 Rotation angles of the spoon with respect to desk coordinate system Σ_D : (a) Time series of the rotation angles, where time is normalized in the range between the contact of the spoon-tip on the plate (0%) and its leaving (100%), (b) Orientational change of the spoon in the scooping phase

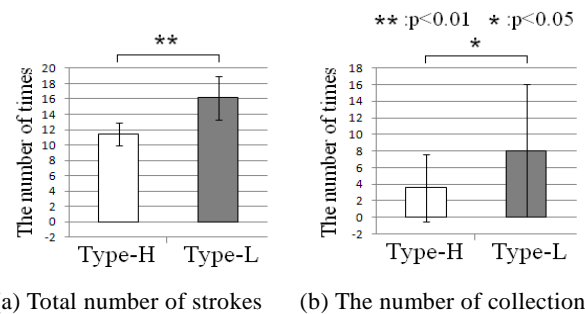


Fig. 6 Frequency parameters: (a) Total number of strokes and (b) The number of collection

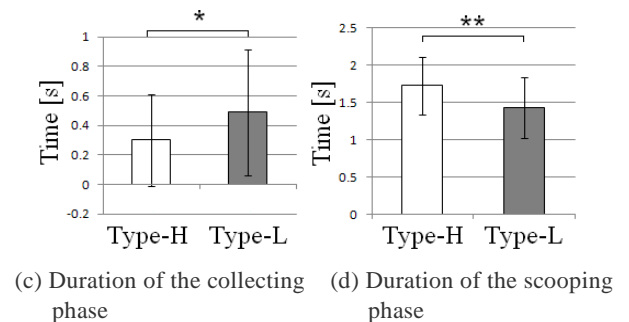
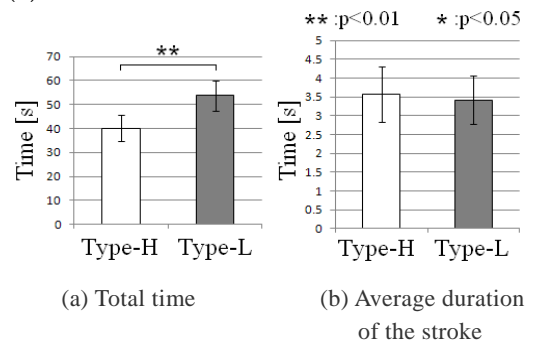


Fig. 7 Temporal parameters: (a) Total time, (b) Average duration of the stroke, (c) Duration of the collecting phase and (d) Duration of the scooping phase