



スプーンを使用した食事動作における肩関節外転・ 肘関節屈曲・前腕回旋運動の特徴

長尾, 徹 ; 金子, 翼 ; 永井, 栄一 ; 塚本, 康夫 ; 平田, 総一郎 ; 村木, 敏
明 ; 吉田, 正樹

(Citation)

神戸大学医学部保健学科紀要, 18:77-84

(Issue Date)

2002-12-20

(Resource Type)

departmental bulletin paper

(Version)

Version of Record

(JaLCD0I)

<https://doi.org/10.24546/00332991>

(URL)

<https://hdl.handle.net/20.500.14094/00332991>



スプーンを使用した食事動作における 肩関節外転・肘関節屈曲・前腕回旋運動の特徴

長尾 徹¹, 金子 翼¹, 永井 栄一¹, 塚本 康夫¹,
平田 総一郎¹, 村木 敏明², 吉田 正樹³

要 約

健常者16名(男6名, 女10名: 年齢 20.6 ± 0.3 歳 [年齢幅19~24歳])がスプーンで漬け物を食べる際の, 肩関節外転角度, 肘関節屈曲角度, 前腕回外角度を測定した。測定には磁気式三次元空間計測装置 3 space を用いた。その結果, 肩関節外転角度の最大値は30.1度, 最小値13.3度, 肘屈曲角度の最大値は116.2度, 最小値77.2度, 前腕回外角度の最大値は49.9度, 最小値-3.3度であった。動作中の各関節角度については, スプーンが口に近づいたとき, すべての角度が増加し, 口から遠ざかると角度が減少するという山形の変化を示した。特に, 肩関節外転角度は口の近くで標準偏差が大きくなる傾向があり, 他の関節運動に比べて個体間のバラツキが大きいことが明らかとなった。

索引用語: 食事動作, スプーン, 関節可動域, 三次元動作, 継時的変化。

緒 言

著者らは食事動作における上肢の運動に注目し, 箸を使用して食事する際, 器の位置が前腕回旋可動域に及ぼす影響を及ぼすかについて検討した¹⁾。またその後, その中でも前腕の回旋可動域に影響を及ぼす因子として考えられる, 肩関節の外転運動についての検討も行った²⁾。さらに, 箸の場合とスプーンの場合において, 肩関節外転および肘関節屈曲, 前腕の回旋角度がどのように異なるかを比較検討した³⁾。

これらの検討を通して, 箸動作とスプーン動作の運動学的な特徴をある程度明確にすることができた。ただし, これらの研究では, 箸またはスプーンを使用して食事をする際の, 各関節における一動作中の最大角度および最小角度とその角度幅, 時間などについて比較検討したの

みであった。つまり, 箸での場合にはスプーンでの場合と比較して, 各関節の最大角度が大きいかまたは小さい, 動作遂行に要する時間が長いまたは短いという検討を行ったのみであった。今回は, 各被験者から得られたデータのうち, 動作時間のみを全被験者が同一になるように設定した場合の肩関節外転角度, 肘関節屈曲角度, 前腕回外角度の継時的変化を観察し, その特徴を明らかにした。

対象と方法

1. 対 象

健常な16名の大学生(男6名, 女10名)を対象とした。年齢は 20.6 ± 0.3 歳(年齢幅19~24歳)。全員が右利きであり, 測定上肢に運動生理学的な障害や整形外科疾患などの既往がない人であった。

1. 神戸大学医学部保健学科
2. 茨城県立医療大学
3. 大阪電気通信大学

2. 方法

課題は「スプーンで漬けものを食べる」であった。漬け物は液体に比べてこぼれる可能性が少ないという特徴を持っており、種類は福神漬けを用いた。スプーンは竹製（長さ20.0cm、重さ11.0グラム）のカレースプーンを用いた。また器は陶器製の皿（直径16.3cm、高さ4cm、深さ3cm）を用いた（図1）。被験者は高さ70cmの木製机に向かい、下垂した上肢の肘頭の高さが机上面に一致するよう椅子の高さを調節した。椅子は座面が上下可動式であり、金属使用のできるだけ少ないものとし、アームレストは樹脂製であった。器は肩関節屈曲・伸展、内・外転、内・外旋中間位で肘屈曲90度、手関節中間位で手指伸展0度の中指指尖部へ配置した⁴⁾（図2）。

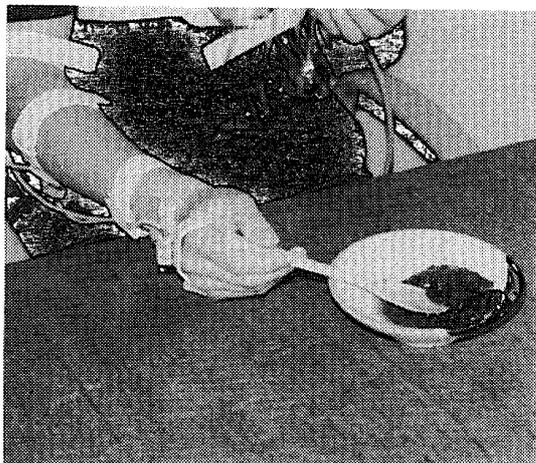
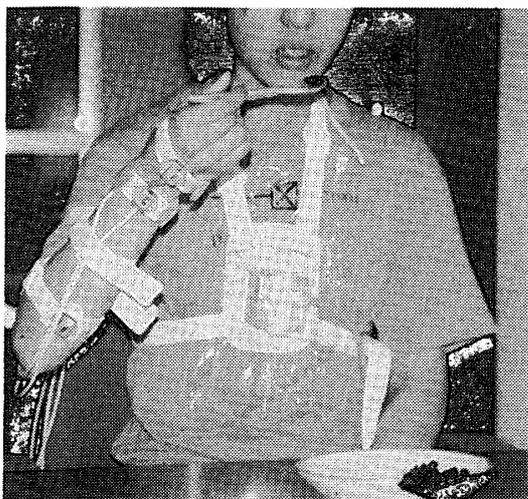


図1. 計測状況および実験に使用した器とスプーン

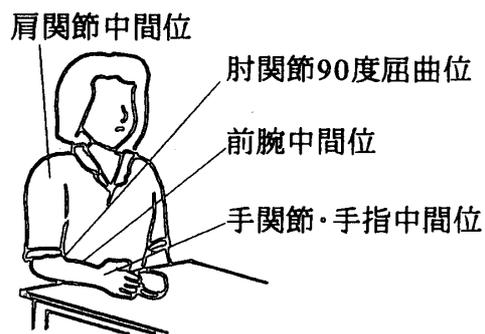


図2. 器の位置

測定には磁気式三次元空間計測装置 3 Space（米国 Polhemus 社：以下 3 Space）を用い、各被験者の食事動作中の肩関節の外転角度と肘関節の屈曲角度、前腕の回外角度、および一動作に要する時間を計測した。

角度を検出するためのセンサーは、(1)上腕骨遠位部で肘頭から約10cm近位部、(2)尺骨近位部背側、(3)前腕遠位端背側部にスプリント材とベルトで固定した。肩関節の外転を検出するためには(1)のセンサーを用い、肘関節の屈曲角度を検出するためには(1)と(2)のセンサーを、前腕の回旋を検出するためには(2)と(3)のセンサーを用いた。

センサーの座標基準となるトランスミッターはスプリント材料に固定し、胸骨剣状突起部に位置するようベルトで固定した。なお、トランスミッターと上肢に固定されたセンサーとの間には、磁気への影響を除去するために貴金属や時計などの金属を取り外した。

測定中は、体幹による代償運動を制限するため、椅子の背もたれに体幹をベルトで固定した。通常の食事動作を測定するために、食事開始から3動作目を測定対象とした。また、食事開始前のセンサーの角度と、食事終了後のセンサーの角度の変位が5度以下のデータを対象とした。なお、今回の測定における一動作とは、「器内の食材をすくい終えてから、口へ運び、再び器の中の食材に触れるまで」とし、スプーン使用時における「すくう」ための動作は含まないこととした。さらに、口まで食材を移動する時間を前半、口から食材までスプーンを移動

する時間を後半とした。

被験者のデータは、前半のデータを0～50フレームに変換し、後半のデータを50～100フレームに変換し、合計101個のフレームとした（実測値における1フレームとは、1/30秒ごとにサンプリングされたデータを示す。変換後の1フレームは、口まで食材を移動した時を50フレーム目としたため、被験者によってフレーム間の時間的間隔が異なる）。

その変換には以下のような方法を選択した。まず、測定により前半の動作で得られた最終フレームが50フレーム目となるよう、実測値の各フレーム番号を変換した。次に0～50フレームの整数個のデータを、実測データ（肩外転・肘屈曲・前腕回外角度）を元に比例配分して算出した。このことにより、前半だけで51フレームのデータを算出した。後半においては最終フレームを100フレーム目とし、前半の手法と同様の方法で50フレームのデータを算出した。たとえば、測定した結果、前半に1秒かかっていた場合、前半の実測値は31フレーム存在する。この31フレームを補正して51フレームに変換する必要がある。実測値の1フレーム目は変換後には1.6フレーム目となり、実測値の2フレーム目は変換後3.2フレーム目となる。さらに実測値の10フレーム目は変換後に16.1フレーム目となる。従って変換後の1フレーム目のデータは、実測値0フレーム目（変換後0フレーム）のデータと実測値1フレーム目（変換後1.6フレーム）のデータを直線と見なし、そこから比例配分することで得た。

3. 角度検出方法

測定機器である3Spaceは、トランスミッターからみた各センサーの三次元における位置情報（座標：X, Y, Z）および角度情報（オイラー角：azimuth, elevation, roll）の2種類6つのデータを30Hzでサンプリングする。

通常この測定機器における角度検出の方法は、3つのセンサーのデータを利用して、それら3つのセンサーのなす角度を求めることに

なっている。しかし今回の実験では、上腕遠位部に設置したひとつのセンサーの傾き情報を前額面に投影し、その角度を肩関節の外転角度とした。肘関節の屈曲角度の検出は、測定時に得られたデータが、トランスミッターから見たセンサーの位置・角度情報であるため、得られたデータをファイル変換（座標変換プログラム「TRN3S」：MPジャパン製、得られた生のデータであるトランスミッター基準の座標系から任意のセンサーを中心とした座標系に変換するソフト）して、上腕部遠位端に固定されたセンサーを座標基準とし、このセンサーから見た前腕近位部に固定されたセンサーのデータに変換し、前腕近位部のセンサーのデータを読みとることで屈曲角度を得た。前腕の回旋角度は、前腕の近位部と遠位部に固定したセンサーのねじれの角度（roll）の差をもとに得た。

測定にあたっては、最初に被験者の上肢を内外転0度、肘関節屈曲90度、前腕回内外0度の位置におき、これを初期肢位として1秒間測定した。その後、食事動作を計測し、再び初期肢位で1秒間計測した。肩関節外転の角度の算出は、まず以上の3つの測定における、トランスミッターから見た上腕のセンサーの角度情報を、著者らが作成した計算式²⁾を用い、次に、初期肢位での外転角度と動作中の外転角度との差を、食事動作における肩関節の外転角度とした。肘屈曲角度算出は、まず初期肢位および食事動作におけるデータを前述のソフトを用いて座標変換したのち、著者らが作成した計算式³⁾を用いて肘屈曲角度を算出し、さらに食事動作中の肘関節屈曲角度を初期肢位での肘屈曲角度を用いて修正した。同様に前腕の回旋角度も食事動作時のデータを初期肢位でのデータを元に修正し、実際の人体モデルにおける角度とした。最後に各被験者ごとのそれぞれの角度を、一動作の時系列グラフに変換し、肩外転・肘屈曲・前腕回旋の角度を確認した。

結 果

肩関節外転角度の最大値は 30.1 ± 17.3 (11.9~77.0) 度, 最小値は 13.3 ± 6.3 (0.9~25.3) 度, 肘屈曲角度の最大値は 116.2 ± 4.0 (110.9~127.4) 度, 最小値は 77.2 ± 9.3 (58.7~90.9) 度, 前腕回外角度の最大値は 49.9 ± 10.2 (30.5~70.0) 度, 最小値は -3.3 ± 10.6 (-17.5~17.2) 度であった(表1)。肩関節外転角度および肘関節屈曲角度, 前腕回外角度の継時的変化は図3に示すように前半の終末にかけて角度が増加し, 後半の終末にかけて角度が減少するという山形の変化を示した。さらに, 標準偏差を含めた角度変化を見ると, 肘関節屈曲・前腕回外においてはその変化が平均値の表すカーブと同様の曲線を描くのに対して, 肩関節外転では口に近づくとつれて標準偏差が大きくなり, 平均値の示すカーブと異なる変化を示した。また, 補正前の各被験者の食事動作時間は前半時間が 1.00 ± 0.26 (0.63~1.43) 秒, 後半時間が 0.92 ± 0.22 (0.57~1.30) 秒, 一動作に要する時間は 1.91 ± 0.46 (1.27~2.70) 秒であった(表2)。

考 察

1. 角度について

前回の我々の報告³⁾において, スプーンでの前腕回旋可動域は回外48.9度から回内4.1度であり, 今回の測定では回外49.9度から回内3.3度であった。同様に, 肘関節の屈曲角度は前回

の報告で最小79.2度, 最大120.6度, 今回の測定では最小77.2度で最大116.2度となり, こちらもほぼ同様の結果を示した。前回の研究では被験者数が6名であり, 今回は16名と増加しているが, ほぼ同様の結果を示したと考えられる。また, Morrey B.F.ら⁵⁾によるフォークで食事する場合と我々の研究であるスプーンで食事する場合を比較すると次のようである。つまり, Morrey BFらによるフォークでの食事動作における前腕回旋可動域は, 回外51.8度から回内10.4度までであり, 今回我々が測定したスプーンでの最大値は, 回外49.9度から回内3.3度の範囲である。Morrey BFらの結果と比較すると, 回内角度が若干多いという前回の報告³⁾と同じ結果となった。ただし, 本研究ではスプーンで食材をすくう時の関節可動域分析が目的ではなかったため, この点に関しては今後すくう動作を含めた上で Morrey BFらの結果と比較することが必要である。さらに, Morrey BFらは肘関節の屈曲角度において, 最小85.1度から最大128.3度を要すると報告し, 今回の測定では, 最小77.2度, 最大116.2度であった。この結果を比較すると, その可動域幅において Morrey BFらが43.2度, 著者らが39.0度となる。この差はわずかであり, スプーンによる食事と, フォークによる食事ではほぼ同程度の肘関節屈曲可動域幅が必要であることが推察できる。

2. 関節角度の継時的変化について

角度の継時的変化をグラフから読み取ると,

表1. 関節角度の最大値と最小値 (度)

	最大値±SD (範囲)	最小値±SD (範囲)
肩 関 節 外 転	30.1 ± 17.3 (11.9~77.0)	13.3 ± 6.3 (0.9~25.3)
肘 関 節 屈 曲	116.2 ± 4.0 (110.9~127.4)	77.2 ± 9.3 (58.7~90.9)
前腕回外	49.9 ± 10.2 (30.5~70.0)	-3.3 ± 10.6 (-17.5~17.2)

SD: 標準偏差

表2. 動作時間 (秒)

	平均±SD	範 囲
前半時間	1.00 ± 0.26	0.63~1.43
後半時間	0.92 ± 0.22	0.57~1.30
全時間	1.91 ± 0.46	1.27~2.70

SD: 標準偏差

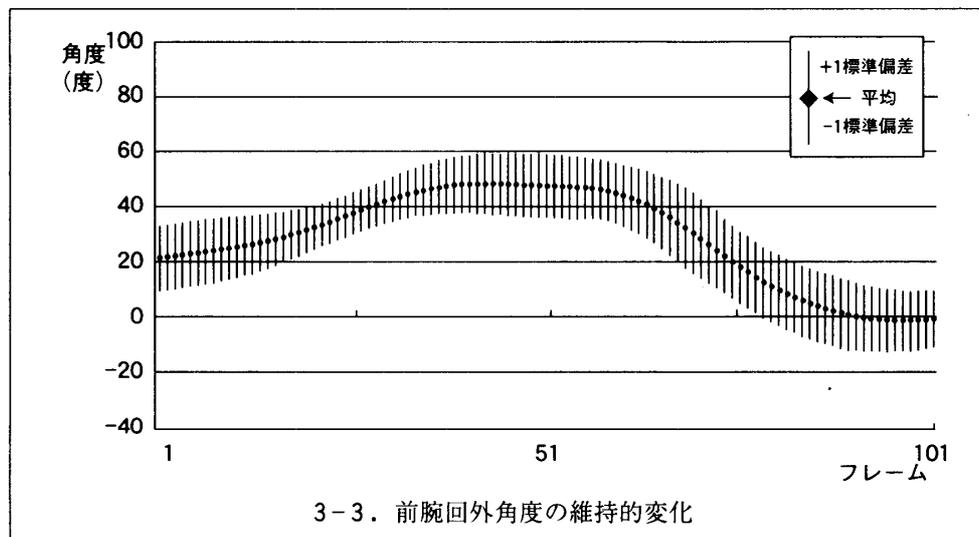
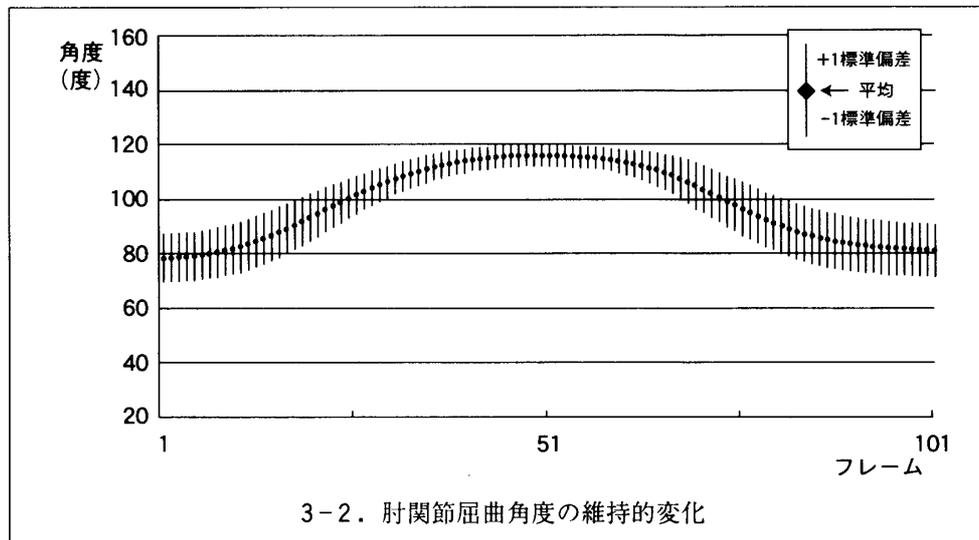
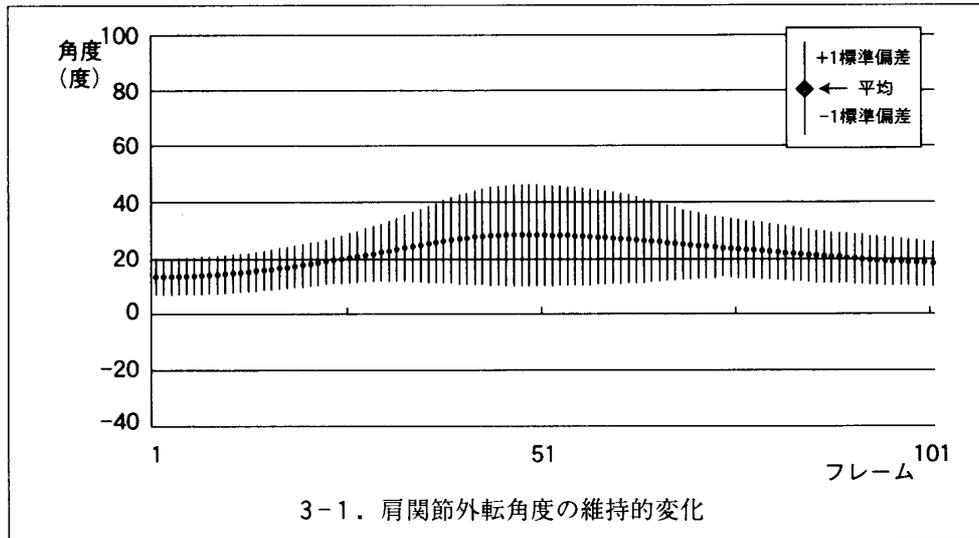


図3. 各関節角度の継時的变化

各関節角度の平均値は口に近づくとつれて増し、口から離れることで減少している。つまりスプーンでの食事においては、口に近づくと肩外転・肘屈曲・前腕回外の角度がいずれも増加するという特徴がみられる。しかし、標準偏差を含めた変化を見ると、肘関節屈曲・前腕回外においてはその変化が平均値の表すカーブと同様の曲線を描くのに対して、肩関節屈曲では口に近づくとつれて標準偏差が大きくなり、平均値の示すカーブと異なる変化を示している。つまり、肩関節の外転においては、食材を口に入れる前後において個体間のバラツキが他の関節運動に比べて大きいことを意味しており、このこともスプーンでの食事動作における特徴と考えられた。つまり、スプーンでの食事に際して、肘関節屈曲・前腕の回外運動は一定のパターンを示す傾向にあり、肩関節の外転は食材を口に入れる前後でバラツキが大きく、その角度が大きい人や小さい人が存在することを意味している。この肩関節の外転角度の被験者による違いを補正しているのは、今回の測定対象とならなかった手関節での橈尺屈と予測された。このことは小嵐ら⁶⁾がスプーンで食材を口に運ぶ際、食材をこぼさないようにするために手関節の橈尺屈を行っている指摘しており、今後は手関節部分を含めた分析が必要である。

また、同じ動作遂行において肩関節の外転にバラツキが現れる要因として以下のことが推測される。被験者は全員日本人であり、常に箸で食事をしている。箸で食事する際には、肩関節の外転を抑制するように、幼児期から“しつけ”される文化がある。従って、この食事の際に肩関節を外転しない習慣が、スプーンでの食事に影響を与える度合いにより、あまり肩関節を外転しないで食事する被験者や、外転して食事する被験者が混在したため、バラツキが大きくなったのではないかと考えられる。そのことを明らかにするためには、今回の被験者が箸で食事する際とスプーンで食事する際の肩関節外転角度の相関関係を検討する必要がある。

3. 動作時間について

被験者の一動作に要する動作時間は、全体で 1.91 ± 0.46 (1.27~2.70) 秒であり、標準偏差は平均値の約25%のバラツキを有している。小嵐ら⁶⁾は、スプーンで皿から食事する場合の時間を報告し、その時間は前半が1.9~3.5秒となっているが、これは我々の結果 (0.63~1.43秒) より時間を要している。小嵐らの結果は23歳の健常男性1名の結果という点で年齢に共通性を持っているが、食材に液体を用いていることから、著者らの結果より時間を要したものと思われる。後半は著者らの実験と異なる測定プロセスのため比較が不可能である。

以上のように各被験者のデータを、時間軸においてすべて統一する方法によって、動作遂行中の経時的な角度情報が得られるため、動作時間の異なる被験者においても、関節角度が示すパターンを対比することが可能となる。このことは被験者が健常な上肢を持たず、動作時間が長い人たちであっても、その動作の時間軸を健常者のそれと一定にすることで、障害者・健常者の角度パターンの比較が可能であり、今後の研究課題の一つとしたい。

文 献

- 1) 長尾 徹, 村木敏明, 金子 翼, 他. 箸による食事動作における前腕回旋可動域と動作時間—器の位置による検討—. 神戸大学医学部保健学科紀要 14:53-59, 1998.
- 2) 長尾 徹, 村木敏明, 金子 翼, 他. 箸での食事動作における前腕回旋運動と動作時間に関する予備的実験—前腕の回旋と肩の外転角度の関係—. 神戸大学医学部保健学科紀要 15:61-67, 1999.
- 3) 長尾 徹, 金子 翼, 永井栄一, 他. 箸またはスプーンを使用した食事動作における肩関節外転・肘関節屈曲・前腕回旋運動と食事動作時間の比較検討. 神戸大学医学部保健学科紀要 17:1-7, 2001.
- 4) 鎌倉矩子. 手指使用時における手関節の肢

- 位とその変化－機能訓練および機能的副子
における手関節の役割に関する考察－. リ
ハビリテーション医学 14 : 57-72, 1977.
- 5) Morrey. B. F, Askew. L. J, An. K. N, etal. A
biomechanical study of normal functional el-
bow motion. The Journal of BoneandJoint
Surgery 63-A : 872-877, 1981.
- 6) 小嵐芳斗, 西原一嘉, 岡本大輔, 他. 上肢
の動作分析～食事動作における回内外の動
作分析～. 第18回バイオメカニズム学術講
演会論文集 pp. 23-26, 1997.

Characteristic of Range of Motion in Shoulder, Elbow and Forearm for Feeding Activities with Spoon

Toru Nagao¹, Tasuku Kaneko¹, Eiichi Nagai¹, Yasuo Tukamoto¹, Soichiro Hirata¹,
Toshiaki Muraki², and Masaki Yoshida³

ABSTRACT : The purpose of this study was to disclose characteristics in shoulder-abduction, elbow-flexion, and forearm-rotation for feeding activities with spoon. The subjects were sixteen healthy students (6 men and 10 women, age : 20.6 ± 0.3 years [range : 19-24]). Using an electromagnetic tracking device system we performed a three-dimensional measurement of the motion of eating pickles with a spoon. Results : (1) The range of motion of shoulder abduction were 30.1/13.3 (maximal/minimal) degree, elbow flexion were 116.2/77.2 (maximal/minimal) degree, and forearm supination were 49.9/-3.3 (maximal/minimal) degree. (2) When spoons approached the mouth, shoulder-abduction, elbow-flexion, and forearm external-rotation increased, and these decreased after the spoon was taken away from the mouth. (3) The graph that demonstrates changes in range of movement in joints over time had the pattern of a convex. (4) The standard deviation of shoulder-abduction is highest when the spoon reaches the mouth. These findings suggested that when putting food into the mouth, compared with other joint movements, shoulder-abduction has the biggest individual variation.

Key Words : Eating, Spoon, Range of motion, Three dimensional motion.

1 . Faculty of Health Sciences, Kobe University School of Medicine.

2 . School of Health Sciences, Ibaraki Prefectural University of Health Sciences.

3 . Faculty of Engineering, Department of Biomedical Engineering, Osaka Electro-Communication University.