

脳卒中患者の麻痺手が道具操作に至るまでの過程 —伸張反射と長ループの結合を利用した介入の試み—

Recovery Process until Instrument Manipulation of Hemiplegic Arm and Hand of a Stroke Patient —Attempt Intervention using a Combination of Stretch and Long Loop Reflex—

瀬川 大¹⁾・原 義晴²⁾
SEGAWA Dai HARA Yoshiharu

要 旨

麻痺した右手指の分離運動はある程度可能であるが、非麻痺側左上肢・手による代償によりほとんどの日常生活が行えている2例の脳卒中後遺症による右片麻痺者を担当した。この症例に対して、伸張反射と長ループの結合を利用した介入を試み、道具操作に必要な麻痺側上肢・手への感覚情報の気づきと、その情報に基づく姿勢制御を獲得することを目指した。まず、連続した体性感覚情報を手に入力し、手の中で変化する感覚を自律的に修正できるように、麻痺手で風船を握る・離す活動を実施した。次に、症例1に対しては包丁操作、症例2に対しては書字動作を実施した。結果、道具が異なっても適切に両手を協調させた全身の姿勢コントロールが可能となり、日常生活で主体的に麻痺手を使用し自立した生活を送ることができた。この症例の作業療法過程を若干の考察を加えて報告する

Abstract

I oversaw the treatment of two patients with right hemiplegia due to stroke sequelae; the patients could perform disjunctive movement in the paralyzed right fingers to some extent, but executed most activities of daily life by compensating with the non-hemiplegic left arm and hand. I attempted intervention using a combination of the stretch reflex and long loop for both cases. The aim was for the patients to notice sensory information affecting the hemiplegic side arm and hand, which is necessary for instrument manipulation, and to achieve posture control.

First, continuous somatic sensory information was applied to the patients' hands. They grasped and released a balloon in their paralyzed hand to autonomously stimulate changing sensations in their hand. Next, Case 1 handled a kitchen knife and Case 2 wrote letters. Results showed that even if the instruments differed, whole body posture could be controlled with appropriate coordination of both hands, making independent lifestyle possible with the autonomous use of paralyzed hand. These cases will be reported on together with a brief discussion of the occupational therapy process.

キーワード：片麻痺者，伸張反射，長ループ，麻痺側手，体性感覚

keywords : patient with hemiplegia, stretch reflex, long-loop, hemiplegic hand, somatosensory

I. はじめに

脳卒中患者において麻痺した手が実用手として回復するのは、リハビリテーション病院入院中患者の約30~40%と言われている。実用手の獲得には麻痺肢における手指の分離運動の出現が必要であり、分離運動まではいかなくとも手指の集団伸展が可能となると、実際の生活において補助手として使用できる場面が非常に増える。よって共同運動レベルの患者では手指の伸展の獲得を、さらに伸展運動が可能になると分離運動の獲得を目指すことにより、上肢の実用度を上げることが一般的な手法である。しかしながら、日常生活では麻痺側が完全回復しない限り意識的努力的に使用することになる。これは、使いにくい手という印象を招き、どうしても動かし

やすいほう(非麻痺側)の手を日常的に使用することになる。この状態が積み重なると麻痺側手の機能低下を招く。

上肢機能の改善は、長期的な活動制限や参加制約を避けるために、脳卒中リハビリテーションにおいて最も重要なゴールの一つである。これまで脳卒中患者の上肢機能改善のために多くの介入方法が提示されてきた。装具、神経筋電気刺激療法、麻痺側上肢の強制使用、麻痺側手や腕を何度も動かす反復練習・強化療法などが有効であるとされている^{1, 2, 3)}。しかし、これらの方法はいずれも麻痺した手指に特定の感覚・運動学習を繰り返し実施して手指の分離運動の促進過程を対象物の操作から判断している。両手協調の観点から麻痺手指の回復過程を判断したものではない。

¹⁾ 荻原みさき病院 リハビリテーション部作業療法科

²⁾ 大和大学保健医療学部 総合リハビリテーション学科

今回、筆者らは、麻痺した右手指の分離運動がある程度可能であるが、非麻痺側左上肢・手による代償によりほとんどの日常生活が行えている2例の右片麻痺者（以下、症例1、症例2とする）を担当した。日常生活は非麻痺側上肢に依存した状態であり、過剰な筋活動を伴う非麻痺側上肢・手からの体性感覚情報のみが動作時意識される状態にある。このような動作から症例は、感覚情報が得られにくい状態または得られても気づかない状態にあると推測した。そこで、手指の伸張反射と長ループの結合を利用した介入を試み、麻痺側上肢への感覚入力と手指筋を促通する作業療法活動を展開した。その結果、日常生活で主体的に麻痺側手を使用し自立した生活を送ることができた。この症例の作業療法過程を若干の考察を加えて報告する。

症例ならびに家族には、本研究の目的と方法および個人情報保護に対するデータの取り扱い方について説明し、書面上で同意を得ている。

II. 症例 1

1. 症例紹介

60代、女性

診断名：脳梗塞（橋左側）

既往：高血圧、糖尿病、脂質異常症

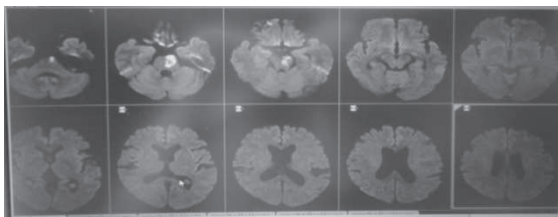
現病歴：Y-1月に突然、右片麻痺を認めK病院に緊急搬送。脳梗塞の診断で保存的に加療。Y月当院転院。翌日より理学療法、作業療法、言語療法を開始。

生活歴：本人と夫、娘、息子の四人暮らし

ニーズ：調理動作の獲得

画像所見：図1参照

図1. 橋左側に梗塞痕を認める



2. 作業療法評価の要約

入院2週目までの身体機能の状態を以下に示す。

端座位、立位も可能であるが、歩行困難なため日常は車椅子で過ごすことが多く院内を左手・左足を利用して自走できる。

病棟内の生活では、非麻痺側左側上肢を主として自立して行えるレベルである。更衣動作は、前開き・前閉じ

シャツ類とも麻痺側の袖通して肘関節・手指の屈曲を認め、衣服に引っ掛かるが強引に引っ張りながら行う。トイレ動作は、尿意・便意ともにあり、自力排便も可能である。下衣着脱では、重心が左側へ偏位し、体幹の左側屈および屈曲の非対称姿勢を示す。

機能的自立度評価法（Function Independence Measure：FIM）において運動項目は65/91、認知項目35/35、合計100/126であった。

認知機能は、Mini Mental State Examination（MMSE）30/30、Development of the revised version of Hasegawa's Dementia Scale（HDS-R）30/30である。

右片麻痺は上肢、下肢に中等度認められ、Brunnstrom Stage（BRST）では、上肢Ⅲ、手指Ⅲ、下肢Ⅲであった。徒手筋力テスト（Manual Muscle Testing；MMT）MMTでは、左側上下肢3、左側体幹は3、右側体幹は3である。端座位維持は可能であるが体幹下部両側の低筋緊張状態である。関節可動域においては、左右の上下肢及び体幹に著明な制限はないものの肘から手指にかけて浮腫を認める。

体性感覚は、表在・固有感覚共に右上肢・下肢とも軽度鈍麻である。肩甲帯周囲への後方からの2点同時刺激、対座法での2点同時刺激ともに見落としてはいない。

麻痺側上肢の状況は、物品へ手を伸ばすことや物を押える、ボールを握る・離すといった分離運動は可能である。肩関節屈曲の動きでは、体幹を後方にのけぞりながら、肘関節屈曲、前腕回内・掌屈位となる。手指の動きでは、右側肩甲帯の後退が強まる。日常生活では、食器や服をおさえることは可能であるが、排泄などの立位場面では右側上肢の肩関節屈曲・内転・内旋、肘関節屈曲、前腕回内、手指の握りこみを認める。

3. 作業療法方針

症例は、日常生活において非麻痺側左上肢・手が先行した動作となり、麻痺側手は浮腫や共同運動による手指の握りこみを認めている。この状態では道具を通して手指からの体性感覚情報に気づきにくい状態である。このように症例は随意的に運動ができ意図が反映される左手を意識的かつ優先して使用するため、右手からの感覚情報が遮断もしくは限定される状況にある。そして、この状態を自己修正して他の身体部位の情報に気づくことができないでいる。

上肢による操作・巧緻運動・把握のために手指の感覚は重要であり、感覚入力により物の探索や把握に必要な力の調整をおこなっている。上肢の中でも手掌・指腹などは感覚運動野でも大きな領域をもっているため、末梢感覚から上行性の抑制性介在神経を興奮させる刺激を与えることは、上肢・手の過緊張や連合反応に対して有効

とされている。

そのため、以下のような方針で行い、麻痺側上肢・手からの感覚情報へ気づき、その情報に基づく姿勢制御を獲得することを目指した。

- ①OTは症例の姿勢制御を直接援助して、左手の過剰使用を修正しながら、右手で風船を握る・離す活動を誘導し手の中で変化する感覚に対して自律的な反応を促す
- ②OTの姿勢制御に対する援助なく右手の感覚情報への気づきと空間での姿勢制御が促通されたならば、直立位で包丁操作による両手を協調させたプログラムへと移行する

4. 作業療法プログラムと展開

症例は、麻痺側右側手指の屈曲の動きに伴い手関節掌屈する傾向があり、手指からの体性感覚情報を入力されにくい状態にあった。

右手への体性感覚情報が入力の有無が明確となりかつ連続的に使用するプログラムを考案する必要があった。

風船の特性としては、ゴム状で弾力性があるため風船を握ると萎み、離すと元の形に膨らむ。この風船の特性を利用して、風船を握る、離す活動を誘導しながら、風船を離した後、元に戻ろうとする反力で手指の筋・腱紡錘が受動的に引き伸ばされ、伸張反射が生じる。この刺激を持続的にかつリズムカルに振動させることで、連続した体性感覚情報が手に入力される。手の中で変化する感覚を自律的に修正することでより大きな手指の屈曲・伸展運動が得られると考えた。

①風船を握る・離す（期間：入院2～3週）

方法と目的：端座位で右手を使用して机上の風船を握る。OTは症例の右側に位置して風船を握るように指示して手指MP関節からの屈曲を援助する。そして、風船を離すと風船の反力で手指が伸展し伸張反射が得られる、この刺激を歌に合わせてリズムカルに連続して行うように援助した（図2）。伸張反射により筋に対して連続的に刺激を入れることで、手指筋を促通することを目的とした。

反応と対応：開始当初は手指の屈曲動きに抵抗を示し、手関節の掌屈を伴っていた。症例の握る動作に合わせてOTは手関節の背屈と手指の屈曲を直接援助した。これにより、伸張反射による手内筋の促通を促した。徐々に、OTの直接的援助を無くしても風船を握ることができた（図3）。

結果：これを繰り返すことで、手関節背屈位での手指の屈曲の運動が拡大した。



図2. 風船を握る・離す活動



図3. 風船を握る・離す活動

②立位での包丁操作（期間：入院3～5週）

方法と目的：直立位で包丁を使用し紙を切る（図4）。包丁で切るためには、両下肢均等な体重負荷が要求される。そして、肩関節の伸展と肘関節の屈曲で包丁を浮かし、つづいて肩関節の屈曲と肘関節の伸展運動で食材を切る動作の連続した運動で、絶えず手指は手関節背屈位で包丁を持ち続ける必要がある^{3,4,5}。紙と包丁の刃先の変化を感じ取りながら手関節の制御の促通を目的とした。



図4. 包丁操作（刃先が内側へ向く）

反応と対応：包丁で紙を切る動作に伴って、体幹が左側屈し、右上肢では肩甲帯の挙上、肩関節内転・内旋、

前腕回外，手関節掌屈してしまうため，包丁の柄を全指で握りこんでしまうこと，包丁の柄が内側へ倒れながら刃先が左斜め前方に向いてしまい，紙を垂直に切り込むことが困難となっていた。そこで，切る対象を紙から風船へと変えた。包丁の刃先にはビニールテープで保護し包丁で風船を押しても割れないようにした。また，OTは包丁で風船を押す活動に合わせて手関節の背屈を直接援助した（図5）。包丁の刃先と風船の抵抗の変化を感じながら力加減をコントロールできるようにした。徐々に，OTの直接的援助を無くしても手関節背屈位を維持したまま包丁で風船を押すことができた。

結果：これを繰り返すことで，両下肢均等に体重荷重できるようになり，包丁で風船を押す活動に伴って，右側の肩甲帯の下制と前腕の回外，手関節背屈がみられ，包丁の柄が内側へ倒れることはなくなった。紙を切る動作でも刃先がぶれることなく紙に対して垂直に切り込むことが可能となった（図6）。



図5. 包丁で風船を押す



図6. 刃先が紙に対して垂直に切り込める

5. 退院まで麻痺側上肢・手などの状態

入院5週目頃より独歩歩行が監視レベルで可能となる。入院7週目過ぎより病棟での移動は独歩歩行自立が主治医より許可され，病棟内ADLは自立した。入院8週目の外泊時自宅で娘も見守りのもと夕食を作り，包丁操作なども可能であり，症例の希望により入院10週目に

退院した。

III. 症例2

1. 症例紹介

80代，女性

診断名：脳梗塞（左放線冠）

既往：高血圧，脂質異常症

現病歴：Y-1月に右片麻痺を認めO病院に緊急搬送。脳梗塞の診断で保存的に加療。Y月当院転院。翌日より理学療法，作業療法，言語療法を開始。

生活歴：本人と娘の二人暮らし

ニード：書字動作の獲得

画像所見：図7参照

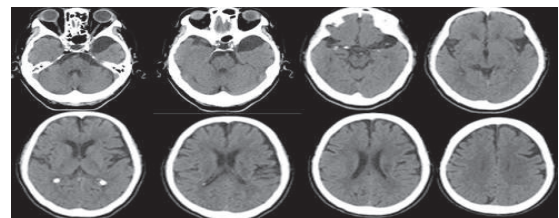


図7. 橋左側に梗塞痕を認める

2. 作業療法評価の要約

入院2週目までの身体機能の状態を以下に示す。

日常は院内を一本杖で移動し自身で病室からリハビリ室まで往復できる。しかし，杖に左手を押しつけながらの歩行となっている。

病棟生活では，更衣や排泄は非麻痺側左手を使用し，見守りで行えるレベルである。

座位においては麻痺側右手で服をおさえる，スプーン操作も行なえてきている。

機能的自立度評価法（Function Independence Measure：FIM）において運動項目は70/91，認知項目35/35，合計105/126であった。

認知機能は，Mini Mental State Examination（MMSE）30/30，Development of the revised version of Hasegawa's Dementia Scale（HDS-R）30/30である。

右片麻痺は上肢，下肢に軽度認められ，Brunnstrom Stage（BRST）では，上肢IV，手指IV，下肢IVであった。徒手筋力テスト（Manual Muscle Testing；MMT）MMTでは，左側上下肢3，左側体幹は3，右側体幹は3である。端座位維持は可能であるが体幹下部両側の低筋緊張状態である。

関節可動域においては，左右の上下肢及び体幹に著明な制限はない。

体性感覚は，表在・固有感覚共に右上肢・下肢とも軽度鈍麻である。肩甲帯周囲への後方からの2点同時刺激，

対座法での2点同時刺激ともに見落としはしない。

書字動作の状況は、重心が左に偏移し、体幹左側屈と左前腕を机上に押し付けながら支持した姿勢をとる。用紙の左から右への連続した螺旋を書くよう指示すると、右側にいくにつれて螺旋が小さくなり、鉛筆の先端が用紙から離れ滑らかな螺旋が書けなくなる(図8)。

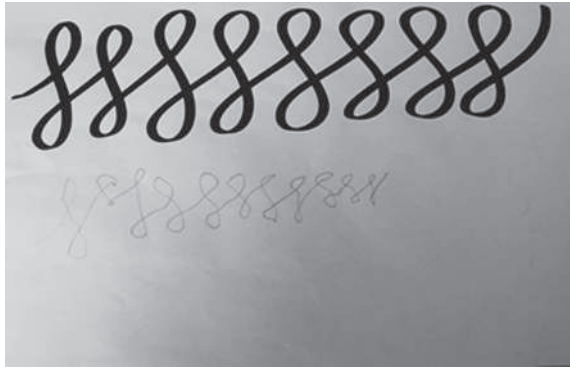


図8. 用紙の右に行くほど小さくなる

3. 作業療の方針

症例は、麻痺側である右手を使用すると、左側の頸部、肩甲帯の過剰な固定を示し、押し付けたり姿勢全体を屈曲させたりしていた。この状態では道具を通して手からの体性感覚情報を通して気づきにくい状態である。右手からの感覚情報が遮断もしくは限定される状況にある。そのため、以下のような方針で行い、麻痺側上肢・手からの感覚情報へ気づき、その情報に基づく姿勢制御を獲得することを目指した。

①OTは症例の姿勢制御を直接援助して、左手の過剰な押し付けを修正しながら、風船を握る・離す活動を誘導し手の中で変化する感覚に対して自律的な反応を促す

②OTの姿勢制御に対する援助なく右手の感覚情報への気づきと空間での姿勢制御が促進されたならば、箸操作により持続的な体幹の伸展と連続した上肢の滞空を促すプログラムへと移行する

4. 作業療法プログラムと展開

①症例1と同様な風船を握る・離す活動を実施。方法と目的、結果は上記記載(図2)。(期間:入院2~3週)

②基石を混ぜる(期間:入院3~4週)

方法と目的:机上の皿に入った基石を箸を使用して混ぜる。OTは症例の後方に位置して骨盤の前傾方向の運動と体幹の伸展を直接援助する(図9)。



図9. 基石を混ぜる

反応と対応:重心が左後方へ偏移し、右手の混ぜる動作に伴って骨盤の後傾と体幹の左側屈が強まっていた。症例の混ぜる動作に合わせてOTは後方から骨盤の前傾方向の運動と体幹の伸展を直接援助しながら、「もっと大きく混ぜましょう」「もっと大きな音が出るように混ぜましょう」「もっと早く混ぜましょう」と誘いかけた。これにより、混ぜる範囲やスピードを調節しながら持続的な体幹の伸展と連続した上肢の滞空を促した。

結果:これを繰り返すことで、OTの直接的援助を無くしても体幹伸展位を保持したまま混ぜることが可能となった。

③移す(期間:入院4~5週)

方法と目的:②で使用した皿の中にチェーンブロックを加え、横の皿に移す。OTは症例の後方に位置して骨盤の前傾方向の運動と体幹の伸展を直接援助する(図10)。

反応と対応:箸で移す動作に伴って体幹の左側屈と右肩関節の外転が強まった。OTは後方から直接姿勢を援助しながら、「ラーメンをすくうように上げましょう」「もっと上に上げてみましょう」と誘いかけた。これにより、すくい上げる時のチェーンブロックの重みを感じながら、持続的な体幹の伸展と連続した上肢の滞空を促した。

結果:OTの直接的援助を無くしても体幹伸展位を保持したまますくうことが可能となった。



図10. チェーンブロックを移す

5. 退院まで麻痺側上肢・手などの状態

書字動作の状況は、左から右への連続した螺旋の記載では、一定の大きさで、かつ鉛筆の尖が用紙から離れることなく滑らかに可能となった。左前腕の机上の支持も機能的となり、右空間への螺旋も右側に重心移動しながら行えるようになった(図11)。

入院5週目頃より、T字杖歩行自立となり、左手の杖への押し付けも軽減した。入院7週目過ぎより病棟での移動は独歩歩行自立が主治医より許可され、病棟内ADLは自立した。症例の希望により入院9週目に退院した。

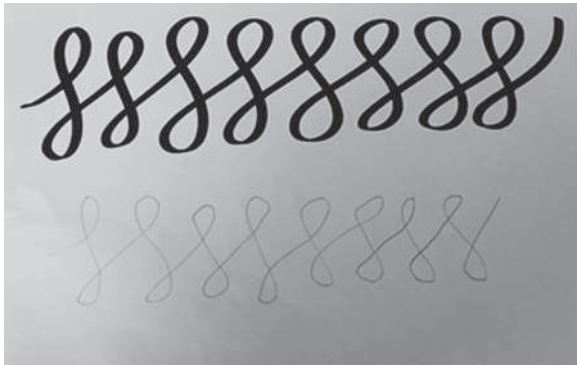


図9. 基石を混ぜる

IV. 考察

2例の症例に対して道具操作に必要な麻痺側上肢・手の感覚情報に気づき、その情報に基づく姿勢制御を獲得することを目指した。道具操作で麻痺側上肢・手指が受ける感覚情報が明確になれば、道具が異なっても自律的に姿勢制御が可能になると考えた。

まず、症例1、症例2とも道具操作時に症例の非麻痺側上肢の過剰使用を修正して、麻痺側上肢・手指が道具からの感覚情報の変化に気づく必要があった。そこで、風船を握る・離す活動を行い、風船の弾力を感じ、連続的な振動を得ることで伸張反射を誘発させた。反射強度を調節するものとして、短い興奮性入力活動を持続させることができるとされており、握る・離す活動を歌に合わせてリズムカルに素早い動きで誘導した。手指の反射は脊髄反射経路と運動皮質を含む長ループ経路によって仲介される。皮質を介する長ループ反射は主に遠位筋の収縮の調整に重要な働きがあるとされている⁶⁾。手指の伸張反射により連続的に振動刺激を入力することで風船から手指に加わる振動が長ループと結びつくと判断した。この手指への体性感覚情報は、長ループにより楔状束核小脳路を経由して副楔状束核に伝わる。副楔状束核に入力された情報は、小脳から脊髄に向けて大きな出力を生み出すとされており、伸張反射と長ループの結合が、手指の随意運動を促通したと推測する⁷⁾。加えて、症例1、症例2ともに麻痺側上肢・手指の感覚障害が軽度で

あったことは、風船から手指に加わる体性感覚情報が入力されやすい状態であり、体性感覚と長ループの結合を助長し、随意運動を促通したと考える。

次に、症例1に対しては、直立位で包丁を使用し包丁の刃先と風船の弾力の変化を感じながら手関節の制御の促通を目的とした。弾力の変化により力の加減をコントロールし連続して手関節背屈位を維持したまま包丁で風船を押すことができたと考える。

症例2に対しては、基石を混ぜる活動のなかで連続した基石の抵抗感を感じ、すくい上げる活動ではチェーンブロックの重たさを連続して手指から感じられるようにした。OTは骨盤の前傾方向の運動と体幹の伸展を援助しながら安定した座位姿勢の制御を促し、混ぜる範囲やスピードを誘導しながら手指からの感覚情報の変化に対応できるようになったと考える。

上肢の巧緻運動は、一次感覚野からの情報をもとに一次運動野で運動指令が生成され、これが外側皮質脊髄路を経由して脊髄に投射されて巧緻動作が実現される。一次体性感覚野から下行する外側皮質脊髄路は、触覚や脊髄固有感覚の中継核である後索核や温痛覚の中継点である脊髄後角に投射し、目的の動作に必要な運動感覚信号の取捨選択に寄与しているとされる⁸⁾。風船を握る・離す活動から手指に対して連続的な振動刺激を与えながら伸張反射を誘導し、長ループとの結合が麻痺側手からの体性感覚情報の変化への気づきが促され道具操作に至ったと考える。

前頭連合野と頭頂-側頭皮質の神経回路(前頭-頭頂ネットワーク)は自己身体の認知情報に基づいて運動を発現するために極めて重要な役割を担っている。身体に由来する体性感覚情報が姿勢制御、運動制御にとって大変重要であり、特に四肢の空間的位置変化や動きの知覚に関する固有受容感覚については、身体図式の形成にとって最も重要であるとされている⁸⁾。症例1、症例2に対して、麻痺側手の道具操作に必要な感覚を段階的に入力しながら作業活動を行うことで、非麻痺手も麻痺手に協調しやすくなり両手の協調が両肩甲帯拳上などの代償活動の修正につながり全身の姿勢の安定にも影響した。このような麻痺手の感覚情報から全身姿勢コントロールを促進させる作業療法の展開は、脳機能として前頭-頭頂ネットワークが強く働いた結果であると推測する。

V. 謝辞

本稿執筆に当たり撮影や写真掲載に、快くご協力いただいた症例及びご家族に深く感謝致します。

VI. 参考文献

1) 畠中めぐみ・宮井一郎：脳卒中片麻痺患者の上肢機

- 能障害と機能予後, 理学療法29巻12号pp1323—1340, 2012.
- 2) 高見彰淑: 脳卒中片麻痺患者の手指把持機能改善のためのアプローチ, 理学療法29巻12号pp1360—1366, 2012.
 - 3) 松尾篤: 脳卒中片麻痺患者の上肢機能改善のためのアプローチと最近の動向, 理学療法29巻12号pp1333—1339, 2012.
 - 4) 久保加菜子・他: 包丁の基本, pp9-18. 主婦の友社, 2001.
 - 5) 伊藤文香・他: 利き手と非利き手の比較による立位での包丁操作の分析, 茨木県立医療大学紀要 12 pp43—49, 2007.
 - 6) Kandwl, E. Schwartz, J. Jessel, T. et al.: 「カンデル神経科学」(金澤, 宮下 監訳) メディカルサイエンスインターナショナル 東京 pp.776-795, 2014.
 - 7) 寺島俊雄: 神経解剖学講義ノート 金芳堂, 2011.
 - 8) 高草木薫: 第6回日本ボバース研究学術大会 特別講演「姿勢制御」, ボバースジャーナル第40巻1号 pp28—42, 2017.

