

# 腹臥位下肢伸展挙上検査の有効性の検証 (握力検査を用いた右大脳優位性の結果から)\*

Examine the Effectiveness of the “Abdominal Position Straight Leg Raising” Test:  
Based on the Right Hemispheric Dominance Verified by the Grip Strength Test

荒木寛志\*<sup>1</sup>

Hiroshi ARAKI

## ■要旨

第1胸椎～第5腰椎までの合計17椎骨に対して腹臥位下肢伸展挙上検査（以下、APSLRとする）で動きが不良な椎骨（以下Fixationと記す）を検出し、第1胸椎～第5胸椎（以下T1～T5と記す）と第9胸椎～第5腰椎（T9～L5と記す）までの2グループに分けた。その椎骨に対してアクティベータ器による器械的振動刺激（以下、振動刺激入力と記す）を行ったところ、Fixation有ではどのレベルでもそれぞれ左振動刺激入力で左握力、右振動刺激入力で右握力の増加がみられ、通常の入力・出力の興奮が起った。Fixation無では椎骨レベルに関係なく左右どちらの振動刺激入力でも左握力が増加し、右大脳優位性という脳機能の左右差が顕著に現れた。このFixationの有無で明らかな違いが現れたことは、Fixationが正確に検出されたことを意味するものと思われ、今回のFixation検出に用いたAPSLRの有効性が期待された。

◇キーワード：Fixation、T9～L5、APSLR、握力、右大脳優位性

## ■Abstract

We applied Abdominal Position Straight Leg Raising test (APSLR) upon 17 vertebrae, the first thoracic vertebra (T1) through the fifth lumbar vertebra (L5), to detect fixated vertebral segments. We divided subjects into two groups based on the levels of the fixation: fixation(s) on T1 - T5, and T9 - L5. We then applied mechanical vibratory stimulation on the fixated segment(s) by Activator instrument. The subjects with fixated vertebra(e) of both groups showed an increase in hand grip strength on the ipsilateral side of the stimulation which may indicate the normal input/output reactions of the nerve system. On the other hand, the subjects without fixated vertebrae showed an increase in grip strength only on the left hand side regardless of the side of stimulation, which may be a natural response caused by the right hemispheric dominance. The results suggest that APSLR may detect vertebral fixations accurately, and therefore the effectiveness of APSLR is expected.

◇Keyword : Fixation, T9-L5, APSLR, Grip strength, Right hemispheric dominance

## 1. 緒言

前回、APSLRで胸椎の機能的境界レベルを検出した結果、T1～T5までが頸椎、T9～L5は腰椎、その間のT6～T8が境界レベルのグレーゾーン、つまり胸椎の機能レベルである事が推測された。この検査は腹臥位で下肢を挙上すると脊柱起立筋が緊張するために挙上側の横突起に接触させた母指が足方へ引かれる。その理由からT9～L5レベルでは足方へ引かれるなら腰椎の可動性が正常、頭方へ引かれるならFixationがある可能性があり、T1～T5レベルで頭方へ引かれるなら腰椎の可動性が正常、足方へ引かれるならFixationである可能性が疑われる。

そこで今回はT1～L5までの合計17椎骨に対しAPSLRで検出したFixation有とFixation無の部位への振動刺激入力に握力にどのような影響を与えるのか調査した。Fixation有では振動刺激入力側と同側の握力が増加するという通常の入力出力の関係が示され、更にFixation無では左右の振動刺激入力共に左握力が増加し右大脳優位性という左右の振動刺激入力による違いで大脳機能の左右差が認められた。それらの結果APSLRが椎骨Fixationの検出に有効であることが示唆されたので報告する。

## 2. 方法と手順

任意に選出した患者54名（男性8名、女性46名、平均年齢46.3歳、右利き手50名、左利き手1名、両

\* \*\*日本カイロプラクティック徒手医学会第15回学術大会（平成25年11月）にて一部発表

\* 1 フィニッシュカイロプラクティック研究所（〒836-0843 福岡県大牟田市不知火町1-1-8）

手3名)を被験者とした。調査期間は平成25年4月26日から同年6月29日までで、平均空白期間は19.53日間である。

検査手順は①右手から順に立位で左右の握力測定を行う。②被検者のT1～L5の横突起に対してAPSLRを行いFixation部位を検出する。③Fixation有の部位へ変位を修正する方向へアクティベーター器による振動刺激入力を行う。④再度、左右の握力測定を行う。⑤次に同被験者に対して期間を空けてFixation無の部位に①～④の手順を行い、Fixationの有無での握力変化を計測した。このFixation有と無の2回の測定は期間中に各1回ずつ行った。

使用した握力計はスメドレー式を用い、アクティベータはタイプ1を用い、一番強力な振動刺激が発揮できるようにコイルを最大限に開いた状態で椎骨の横突起に振動刺激入力を行った。なお、握力の単位は力であるため正しくは「N」で表示すべきであるが、本実験で用いた握力計が古く、「kg」表示であるためそのままの単位で図中には記した。

### 3. 結果

振動刺激入力は椎骨変位の状態により身体の右側と左側からの2方向となるが(後述)、図1はその左右の振動刺激入力を分類することなく、単に振動刺激入力後の左右の握力変化を表している。FをFixation有への振動刺激入力、NをFixation無への振動刺激入力とした。更にT1～T5への振動刺激入力とT9～L5レベルとに分け、グレーゾーンであるT6～T8は除外した。

結果はT1～T5への振動刺激入力ではFixationの有無に関わらず左手で握力が増加した。Fixation無では全ての椎骨で左手で握力が増加した。唯一握力が低下したのはFixation無のT1～T5レベルの右手であった。

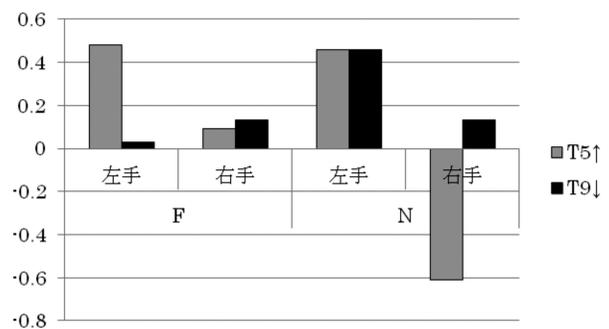


図1 振動刺激入力後の左右の握力の変化  
F: Fixation部位への振動刺激入力、N: Fixationではない部位への振動刺激入力。グレーはT1～T5への振動刺激入力、黒棒はT9以下レベルへの振動刺激入力。縦軸の単位はkg。

## 4. 考察

### 4.1 脳の左右差とFixationとの関係

握力が増加する仮説としては①頸椎の機能を有すると考えられるT1～T5への振動刺激入力、②Fixation有への振動刺激入力である。結果は①において左手では握力が増加したが、Fixation無でT9～L5レベルが同等になった。②では右手の増加が低かった。

この結果から握力の増減はFixationの有無には関係なく、なぜ左握力が増加したかという不明瞭な点が残る。握力に関する論文は多数あり、大脳誘発電位という出力系に関して西原ら<sup>1)</sup>が報告しているものの、刺激情報の入力から出力に関する一連の研究は見当たらないが、大藤、大場ら<sup>2)</sup>が腰部刺激後の握力変化については殆ど効果が無かったと貴重な報告をしている。しかし刺激入力の左右差では分類されていないことからもう少し精査してみたいと思う。

図1のデータは刺激の左右差を分けた結果でないために、詳細を調査すべく左右の刺激の違いで考える必要がある。そこで実際に刺激による脳機能の左右差を神経学的な分野から考えてみることにする。

住谷<sup>3)</sup>は部屋を真っ暗にしてレーザーポインターの位置を認識してもらおうと、健常者でも若干左

にずれた所を身体正中と答えると述べている。この左側の視野は右大脳の前頭葉・頭頂葉・側頭葉・後頭葉の全てで認識される<sup>4)</sup>。このことは右大脳に注意機構があることを示唆している。しかし、過去には利き手と視覚機能について多くの検証がなされたが、対象者における左利き手の少なさから分散が大きくなり結論は出ていない<sup>5)</sup>。今回の被験者も右利き手が大半であることから慎重に考えなければならない。

一般的には右刺激では左半球が活性化され右手の握力が増加し、左刺激では右半球が活性化され左手の握力が増加することが推測される。久保田や小嶋ら<sup>6,7)</sup>は、通常はヒトでは右利き手の割合が多いため左半球優位であるというが、この運動出力についてDassonvilleらが報告した左右手指の運動時の脳活動を計測した結果、利き手の違いはみられなかったことを八田<sup>8)</sup>が記している。ところが興味深いことにKimらが右利きと左利きの被験者の指の運動をfMRIから第1次運動野の活動を計測した結果、どちらの利き手でも左指の動きで右第1次運動野が主に活動したことを松波<sup>9)</sup>が記している。これは運動の右大脳優位性を示唆する。更に左第1次運動野は左利きでは右手で優位に活動し、右利きの場合に左指の運動でもかなり活動したと報告している。つまり、左第1次運動野は右利きの場合は両手の出力に活動することになり、いかえれば利き手に関係なく左手を使うときには左右の第一次運動野が活動するため左手の出力が高いことを示唆している。山本<sup>10)</sup>によると左半球の活性化は右半身の刺激で誘発されるのに対し、右半球の活性化は左右に関わらず誘発される。そして注意機能が主に右脳であるために左刺激で右脳を使い左手で反応する方が上手く行えるという。この上手く行えるというのは器用さということになるが、利き手の運動の違いの判断はこの器用さで判断するらしい。握力測定では最初

は緊張性運動単位が活動し、次に相動性運動単位が活動する。この器用さにはこの双方が働かなくてはならない<sup>11)</sup>。このことからすると右大脳は刺激に対して純粹に反応することを意味するのであろう。

以上の大脳機能の特異性からみると左右の刺激は右半球を活性化して左手の握力が増加することが推測される。更に注意機構が右大脳であるため、左刺激の方がより左手の握力が増加するということから、左右どちらの刺激でも左握力が増加することが推測される。

そこで振動刺激入力後の握力の変化を左右の振動刺激入力別で表した。図2にはFixation有への振動刺激入力後、図3にはFixation無への振動刺激入力後の結果である。Fixation有ではどのレベルでも左振動刺激入力で左握力、右振動刺激入力で右握力の増加がみられ、通常の錐体路経由の興奮が起きている。Fixation無では椎骨レベルに関係なく左右どちらの振動刺激入力でも左握力が増加した。これらの結果はFixation無がFixation有りよりも右大脳優位性の注意システムが機能していることを示唆している。

振動刺激入力レベルでみるとT1～T5部位への左振動刺激入力では左握力がFixation無に比べFixation有の方が約2倍上回った。右振動刺激入力ではFixationの有無で双方の増減が逆転している。T9～L5への左振動刺激入力は左手でFixation無に比べFixation有の方が約3倍上回った。ところが右振動刺激入力での右握力はFixation有がFixation無を4倍近く上回るものの左握力はFixation有が減少、Fixation無が増加という結果になった。

ここで腰椎機能であるT9～L5レベルにおいて右振動刺激入力で右握力が増加したことに疑問が生じる。Fixation無の部位への振動刺激入力では右握力が増加したのは唯一T9～L5レベルであり、Fixation有では飛び抜けて増加している。このことはFixation無の部位への振動刺激入力に限って

注意機構を有する右大脳優位性が現れるのだろうか。もう1つは腰椎機能のあるT9～L5レベルに握力に関する神経学的な経路が有るのかという疑問である。

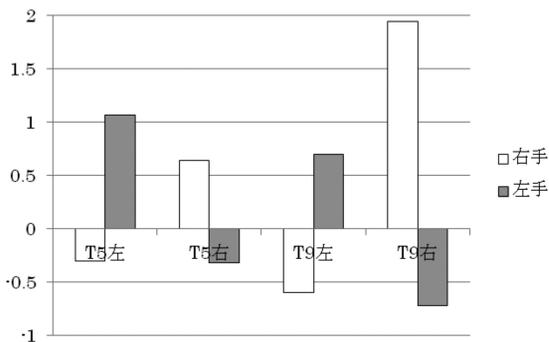


図2 Fixation部位への左右振動刺激入力の結果  
T5：T1～T5グループ、T9：T9～L5のグループ。  
左：左振動刺激入力、右：右振動刺激入力。  
横軸の単位はkg。

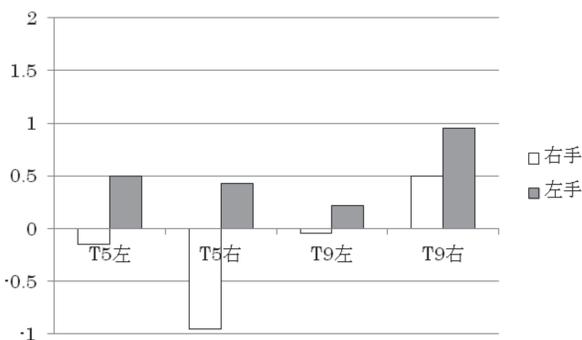


図3 Fixationが無い部位への左右振動刺激入力の結果  
T5：T1～T5グループ、T9：T9～L5のグループ。  
左：左振動刺激入力、右：右振動刺激入力。  
横軸の単位はkg。

#### 4.2 上行路からの握力への影響

腰部機能レベルへの振動刺激入力でなぜ握力が増加するのかという疑問を神経伝導路の視点から考察してみる。

この体幹下部にあるT9～L5レベルに用いたアクティベータ振動刺激入力情報は次の経路によって大脳へ入力されると思われる。まず筋紡錘とゴルジ

腱の情報は、触圧、振動、関節位置覚、立体認知などの情報を伝導する後索-内側毛帯系の薄束核を上行して対側の大脳の一次感覚野に至る<sup>12,13)</sup>。振動刺激入力後には立位で握力を計測するため、身体的位置と平衡感覚に対応する胴体と下肢の関節周囲の筋紡錘と腱紡錘からの固有感覚が背側脊髄小脳路（後脊髄小脳路）より非意識下に伝えられる<sup>14,15)</sup>。

CarpenterとSutinはこの背側脊髄小脳路にあるニューロンの細胞体はC8（T1）からL3までのクラーク核にあり、特にT10からL2の分節で最も発達していると報告したことをGregory D. Cramer<sup>16)</sup>が記している。またこのレベル範囲には自律神経の運動ニューロンの細胞体で構成される中間外側柱にある。そしてこの運動ニューロンの軸索は交感神経の節前線維で、脊髄前根から出て自律神経系の交感神経節とシナプスしている<sup>17)</sup>。これは今回分類したレベルとほぼ一致し、この部位への振動刺激入力によって交感神経が興奮して運動能力がアップすると予想される。

もう1つ下肢の非意識下の固有感覚の伝導路に腹側脊髄小脳路（前脊髄小脳路）がある。この神経路の始点はクラーク核ではなく、前角の辺縁部にある脊髄境界細胞とL1以下の脊髄分節中のV～VII層に存在するニューロンにあり、大半が白質交連で対側に交叉して、大半が小脳で再び交叉するという独特の経路を持つ。背側脊髄小脳路と腹側脊髄小脳路は共に運動時や姿勢を維持するときの筋肉の協調に関与するが、背側脊髄小脳路は単シナプス的に刺激を受けるのに対して腹側脊髄小脳路は1個の関節に協調的に作用する1つの筋群からの情報を受ける<sup>18)</sup>。更にEkerotらがこの腹側脊髄小脳路のニューロンは脊髄分節の運動中枢によって興奮と抑制を制御することを唱えていることをGregory D. Cramer<sup>19)</sup>が記している。つまり脊髄分節の運動中枢へ下行してくる情報の一部に反応して小脳へ情報を送り返すのである。この2つの脊髄小脳路によって立位での

握力測定時における身体の安定が保たれ、出力も変化すると予測される。

そこでこの小脳への入力情報が頸部と腰部で違いがあるかということについて考えてみる。檜と牛尾ら<sup>20)</sup>は平衡機能から腰痛患者は頸部痛患者に比べて小脳の機能症状が多く見られたことの原因を頸部と小脳を結ぶ副楔状束核小脳路よりも腰部と小脳を結ぶ背側脊髓小脳路の方が発達が良いからとした。その証拠として手の回内・回外試験で異常を示すケースでは、頸部よりも腰部へのプロカイン注射( $\gamma$ 線維の活動を抑制)をすると回復率が高いことを裏付けとしている。このことは頸部からの異常信号よりも腰部からの異常信号は上肢への影響が深く関与していることが示唆される。これは先述のCarpenterとSutinがいうところの上中部胸椎よりも下部胸椎と腰部の分節で背側脊髓小脳路にあるニューロンの細胞体が多い事と関連するようだ。

従って振動刺激入力により腰部機能を有すると考えられるT9～L5レベルのFixationを修正することはプロカイン注射と同様に異常信号を減少させることになり、上肢つまり握力の増加が認められると推測できよう。

#### 4. 3 下行路からの握力への影響

末梢からの刺激は皮質へと向かい、その刺激量に伴い運動指令が起こると予想されるが、握力という随意運動指令の下行路である皮質脊髓路にはいくつか特徴がある。この経路は錐体交叉して頸髄に50%、腰髄に20%の分配が行われており<sup>21)</sup>、錐体交叉しない線維は約10～20%で、頸部と上胸部の前索を下り、対側の頸部深層筋にシナプスしている<sup>22,23)</sup>というように上肢の運動がいかに重要視されているかが伺える。Nathanらの研究では皮質脊髓路が錐体交叉した後の脊髓の太さは70%以上が右側で太く、その場合皮質脊髓路の神経線維の大半が右側に多いことを認めたことをGregory D. Cramer<sup>24)</sup>が記している。

しかしそれは左右の利き手の傾向を決める要因にはならないと述べているように、上行路と違い下行路に関しては神経線維の含有量の大小では興奮の差はないのであろうか。

次に握力測定時の姿勢に関わる重要な網様体脊髓路は運動領野と運動制御に関わる小脳などの情報を総合して、特に体幹の回旋筋などの脊柱固有筋に働いて自動運動を制御・調整する。橋網様体核から起る線維は同側性で脊髓前索を下行して体軸筋と四肢の伸筋の興奮を促進する。延髄網様体核からは同側性と交叉性で脊髓側索を下行して頸部と背部の筋肉の興奮を阻害させるが、一部は介在ニューロンを挟んで伸筋を抑制、屈筋を促進させ、それぞれを反対に興奮と抑制する神経線維が含まれると言う。更にこの経路は背側脊髓小脳路と同様に自律神経系の機能に影響を与えることも知られている<sup>25-27)</sup>。つまりこの経路は握力測定時の体幹の保持と握力計がブレないように手の屈筋、伸筋の安定性を保つために重要なものであり、更に自律神経にも関与してその興奮を運動に反映するようだ。

末梢からの刺激情報は下行路への出力を生み出すだろうが、久保田によると<sup>28)</sup> Geshwind, H. and Levitsky, W. が調査した言語領域に関する側頭葉面積から利き手との関係を形態的には見出したものの、今までのところ運動出力に重要な運動野、前頭前野の左右差は明らかな形態的左右差はあるとされながら何故か報告されていないという。

このように上行路とは違い、下行路の運動出力には細胞面積の大きさでだけでは判断できないようであり、刺激による要素によって運動出力が変化することが推測される。

#### 4. 4 椎骨刺激への影響

Fixation有で振動刺激入力側と同側の握力が増加した理由として、Fixationは一般に椎骨の可動性障害(減少)を指し、神経生理学の変調を伴

う<sup>29,30)</sup> ため、このとき既に入力系に問題が生じていることになる。Fixation有への振動刺激入力には椎骨を修正する方向であるため振動刺激入力後にはその付近の脊柱固有筋と脊柱起立筋のトーンが左右均等状態になると仮説するならば、通常の入力出力の左右関係が現れるものと推察される。

Fixation無で椎骨レベルに関係なく左握力が増加した理由として、Fixation無の状態では左右の脊柱固有筋と脊柱起立筋のトーンは異常信号を発していないと仮定した場合、いわば身体にとって予期せぬ純粋な振動刺激入力である。その左右からの情報は先述の山本がいうように左右の末梢振動刺激入力は左大脳よりも右大脳へ多く集まり、更に右大脳の右大脳優位性という特性が影響して左握力が増加したものと推察される。

T9～L5レベルへの右振動刺激入力においてFixation無で唯一増加した右握力の理由として、檜らがいう上肢の副楔状束核小脳路よりも細胞体の多い腰部領域の背側脊髓小脳路を上行した情報が、上肢の運動出力に影響を与えた結果だと推察される。しかしこの場合でも右握力よりも左握力の方が増加した理由は右大脳優位性を示唆するものであろう。

運動出力は治療で行われる末梢からの刺激情報に左右される。カイロプラクティック神経学で行う同

側小脳から対側大脳を賦活させる<sup>31)</sup> という目的に対しても左右の脳の特異性を考えてFixation部位に行う方がその期待も大きいと考えられる。そのため我々カイロプラクターにとってFixationの検出はとても重要であり、Fixationの有無と振動刺激入力の左右方向での反応の違いを念頭に入れて慎重に対処しなければならないと思う。

## 5. まとめ

今回の調査でFixation有では振動刺激入力側と同側の握力が増加するという通常の入力・出力の関係が示され、更にFixation無では左右の振動刺激入力共に左握力が増加し右大脳優位性という脳機能の特異性を肯定する結果が認められた。

## 6. 結言

これまでにFixation検出には色々な検査法が公表されているが、今回のFixationの検出に用いたAPSLRは患者側の自動運動であるため、術者側が他動的に行う際の不良姿勢や主観的思いが招く検査のエラーをかなり回避できるものだと考えている。今後はAPSLRがFixation検出の検査の1つとして用いられることを期待したい。

参考文献

- 1) 日本体力医学会. 握力動作に先行する大脳誘発電位. 1987-12-01, p.531.  
http://ci.nii.ac.jp/els/110001944094.pdf?id=ART0002250768&type=pdf&lang=jp&host=cinii&order\_no=&ppv\_type=0&lang\_sw=&no=1389394476&cp, (参照2013-1-11).
- 2) 大藤晃義, 大場弘, 鈴木明弘, 黒田孝春, 金網正司. 下部腰椎の筋紡錘への刺激による筋力への影響. 日本カイロプラクティック徒手医学会誌. 2000, vol.1, p.27.
- 3) 住谷昌彦. CRPSに対する神経リハビリテーションとそのメカニズム. 日本カイロプラクティック徒手医学界誌. 2011, vol.12, p.17.
- 4) 養老孟司ほか. ブレインブック. 南江堂, 2012, p.82-87.
- 5) 八田武志. 左対右 きき手大研究. ファインワークス, 第1版, 2010, p.143-145.
- 6) 久保田競. 手と脳. 紀伊国屋書店, 2010, p.174-182.
- 7) 久保田競. 左右差の起源と脳. 朝倉書店, 1998, p.28.
- 8) 前出5) p.161.
- 9) 松波謙一, 内藤栄一. 運動と脳. サイエンス社, 2002, p.185-186.
- 10) 山本健一. 意識と脳. サイエンス社, 2000, p.95-96.
- 11) 久保田競. 手と脳. 紀伊国屋書店, 2010, p.162-175.
- 12) 早川敏之翻訳. 脊柱・脊髄・自律神経. エンタプライズ, 2000, p.255-259.
- 13) 井出千束, 杉本哲夫, 車田正男訳. カラー臨床神経解剖学. 西村書店, 2008, p.116-117.
- 14) 伊藤隆. 神経学講義. 南山堂, 1992, p.656-657.
- 15) Frenk H. Netter. ネットター医学図譜 脳・神経I. 丸善株式会社, 2003, p.188.
- 16) 前出12) p.261.
- 17) 前出12) p.251.
- 18) 前出12) p.265.
- 19) 前出12) p.265.
- 20) 小滝透. ヒトはなぜまっすぐ歩けるのか. 第三書館, 1996, p.228.
- 21) 前出14) p.768.
- 22) 前出12) p.268.
- 23) 前出13) p.125.
- 24) 前出12) p.270.
- 25) 前出12) p.271.
- 26) 前出21) p.770.
- 27) 前出13) p.127.
- 28) 前出6) p.189.
- 29) 守屋徹, 馬場信年. カイロプラクティック動態学(上). 科学新聞社, 2003, p.4.
- 30) 小倉毅. カイロプラクティックハンドブック. 科学新聞社, 第2版, 2007, p.11.
- 31) 伊藤彰洋. カイロプラクティック神経学. 日本カイロプラクティック徒手医学会誌. 2002, vol.3, p.58.