

# 環椎回旋可動域減少への刺激前後にみる平衡バランスの変化<sup>\*1</sup>

## — 右大脳優位性の視点から —

荒木 寛志<sup>\*2</sup>

Hiroshi ARAKI

### Abstract

立位での平衡バランスにおいては下肢伸筋と頸椎が深く関与すると思われる。もしそれらがアンバランスとなれば当然平衡バランスが崩れ、それを調整するための筋緊張が生じてくる。緊張性頸反射と前庭小脳は四肢伸筋の興奮に関与するものであるが、それを応用して尚且つ頸椎の刺激の方向を正しく選択することが平衡バランスの修正に役立つものと考えられる。また姿勢脳としての右大脳優位性が平衡バランスにおいて重要に関わっていると思われる。

**Key words :** 環椎、刺激の方向、刺激情報数、左軸足、大脳優位性

### 1. 目的

めまい（以下眩暈）を訴えるケースにおいて、前庭迷路系の関与から平衡機能検査は必須である。しかし平衡機能の失調は程度こそあれ、眩暈をもつ者だけに現れるのではなく、肩こり、腰痛を初めとする諸々の機能障害の発症には、本人が自覚していない平衡バランスの不均衡が内在しているケースが多いと思われる。

そこで今回は環椎（以後 C1 とする）への刺激がいかん平衡バランスに影響を与えるか調査すべく、簡易平衡機能検査<sup>(1)</sup>として四肢の偏倚検査である閉眼足踏み検査を判定の基準にしながら、頭位と刺激の方向についても結果に基づいて論じてみたい。

### 2. 方法

#### 2. 1 手順

調査期間は平成 16 年 3 月 27 日から平成 16 年 7 月 3 日まで、対象者平均年齢は 46.7 歳（最高 73 歳、最低 16 歳）で、C1 回旋可動域の減少があり眩暈の訴えのない 52 人（男性：10 人、女性：54 人）に対して、合計 80 回を以下の手順で検査と刺激を行なった。この 80 回という操作の意味は、後述する分類において重複する対象者もいるが、2 回目の検査までに最低 3 日間以上の間隔があり、前庭迷路障害ではない限り、日々の労働やスポーツなどの生活において、多少のバランス変化があるものと解釈して、その日のデータは 1 つのデータとして活用した。

尚、足踏みに対して支障がある者や上肢を床に対して水平まで挙げて保持するのに支障がある者は含まれていない。

- ① C1 回旋可動域の減少側を確認。
- ② 閉眼 50 歩足踏み検査。
- ③ C1 へのアクティベーターでの刺激。
- ④ ②の再検査。

#### 2. 2 各手順の詳細と意義

##### ① 頸部回旋制限：

仰臥位での環椎のモーションパルペーションにおいて、一側よりも他側において回旋可動域の減少があるものを回旋制限とし、C1 回旋変位のリスティングを決定し、左側に回旋可動域減少があるものを RP、右側にあるものを LP とした。

##### ② 閉眼での 50 歩足踏みの偏倚：

ベッドから降りて直ぐに行なうのではなく、30 秒ほど起立した状態で待機してもらおう。これは当院のベットから検査位置まで右回旋で移動しなくてはならず、それによる右前庭迷路への興奮刺激を回避するためである。その後、開眼で 5~6 歩足踏みをした後から閉眼して続けて足踏みを合計 50 歩を行なわせる。50 歩足踏み完了時の両足の偏倚（体軸の回転角度）を角度計で計測する。

平衡機能検査では 100 歩の足踏みでは回転偏倚においては 91° 以上を異常<sup>(2)</sup>としているが、50 歩では 45° 以上の回転を異常とする<sup>(3)</sup> 見解もあるので、今回は 50 歩で実施した。

##### ③ 環椎へのアクティベーターでの刺激：

コイルを 1 回転させたアクティベーターのタイプ 1 を用い、被検者は坐位で外側三半規管が一番活動するように頸部を 30° 前屈位<sup>(4) (5)</sup>にして頭部の回旋を

左右どちらかに回旋させてから C1 変位を修正する方向に行なう。刺激部位は C1 横突起を前方から後方、もしくは後方から前方とする。頭部回旋の判定と刺激の方向は、次に述べる分類に振り分けるため無作為である。

### 2. 3 刺激の種類

閉眼 50 歩足踏み検査で右回転と左回転するものに別けて、頭部回旋と C1 可動域減少を修正する刺激の方向を分類すると合計 16 種類となる。

#### i : 50 歩右回転

- ①C1RP-頭部左回旋-右 P→A 刺激
- ②C1RP-頭部左回旋-左 A→P 刺激
- ③C1RP-頭部右回旋-右 P→A 刺激
- ④C1RP-頭部右回旋-左 A→P 刺激
- ⑤C1LP-頭部右回旋-左 P→A 刺激
- ⑥C1LP-頭部右回旋-右 A→P 刺激
- ⑦C1LP-頭部左回旋-左 P→A 刺激
- ⑧C1LP-頭部左回旋-右 A→P 刺激

#### ii : 50 歩左回転

- ⑨C1RP-頭部左回旋-右 P→A 刺激
- ⑩C1RP-頭部左回旋-左 A→P 刺激
- ⑪C1RP-頭部右回旋-右 P→A 刺激
- ⑫C1RP-頭部右回旋-左 A→P 刺激
- ⑬C1LP-頭部右回旋-左 P→A 刺激
- ⑭C1LP-頭部右回旋-右 A→P 刺激
- ⑮C1LP-頭部左回旋-左 P→A 刺激
- ⑯C1LP-頭部左回旋-右 A→P 刺激

(RP : 右後方変位、LP : 左後方変位、A : 前方、P : 後方)

### 2. 4 計算の仕方

**変化率** : 刺激パターン 16 種類の刺激後の偏倚において刺激前と比較してどちら側ほどの角度回転偏倚しているかを計算し、これを「変化率」とした。表 1、2 ではこの数値が+値で 100 に近いほど正中 0° に近いものとなり、100 を越えると正中 0° を越えて対側へ回旋したことになり、-値は回転偏倚していた側に更に回旋したことを示している。

変化率は各個人の(刺激前平均-刺激後平均)÷刺激前平均×100 で計算し、そのグループの変化率の合計を該当する人数で割り小数点以下を四捨五入した。

グループ②の計算例:各個人の変化率の合計(228)÷人数(4)=57% (表 1、2 参照)

表 1 : グループ②のデータと計算方法

名前	刺激前偏倚	刺激後偏倚
S/S	右 20	左 15
O/S	右 20	右 16
S/K	右 11	0
N/T	右 6	右 10
計算方法		
刺激前偏倚	刺激後偏倚	変化率
20	-15	175
20	16	20
11	0	100
6	10	-67
	合計	228

### 3. 緊張性頸反射と前庭小脳

今回の刺激方法において、着目したのが頭部の回旋と刺激の方向である。まず頭部の回旋を行うと緊張性頸反射と前庭系の興奮が発生する。緊張性頸反射で考えると、左回旋で左下肢伸筋の興奮が強まり、結果として 50 歩足踏みでは右回転偏倚が起る。これは正常人にも緊張性頸反射の存在を示した福田<sup>(6)</sup>が「遮眼書字法」の開発中、頸を一方に回転させて足踏みさせるとその逆方向に偏倚することを発見して「足踏み検査 (FUKUDA'S STEPPING TEST)」を開発したことからも立証される。ここではこれを「緊張性頸反射の法則」とする。

同じ姿勢を前庭系(例えば前庭頸反射など)で考えるなら、頭部左回旋した場合、左側の外側半規管が興奮し、その信号は左側の前庭神経内側核へ行き、左側の小脳虫部のプルキンエ細胞へと伝わり、そこから左側の前庭神経外側核へ下行して、左側の外側前庭脊髓路が興奮する<sup>(7)</sup>ことで、左側の下肢伸筋の興奮が起ることになる。

つまり、緊張性頸反射も前庭系の反射も頭部回旋側の小脳が興奮し、その側の下肢伸筋を興奮させ、反対側へ回転偏倚することになる。

そこで上記の考えを基に刺激の経路を考えてみる。項目文末の○は低下した下肢伸筋の興奮、×は興奮しないとして仮定してみた。表 2 には以下の考えを刺激情報数という形で示している。

一番効果のあった右回転偏倚において頭部左回旋して左 C1 を刺激した表 2 のグループ⑦を例に挙げると刺激の経路では次のことが考えられる。

- i) 右回転偏倚を右前庭迷路機能低下と考えた場合に頭部を左回旋させると、前庭反射に関与する左半

規管の興奮が起こり、更に左前庭迷路が興奮する。  
×

- ii) 頭部回旋側で伸筋の緊張が起る緊張性頸反射では、更に左下肢伸筋の活動が高まる。×
- iii) 左 C1 への刺激による左頸部筋の筋紡錘からの興奮は左側の副楔状束核小脳路を介して左小脳に達し、左小脳虫部から左前庭神経外側核へ下行し、左外側前庭脊髓路を介して<sup>(8)</sup>、左下肢伸筋の活動が高まる。×
- iv) 左側の上部頸椎の関節面への刺激は中心頸髄核を興奮させ、反対側である右側の前庭神経核上核と下核ならびに右小脳に達し<sup>(9)</sup>、右下肢伸筋の活動が高まる。○

次に両回転偏倚で効果の一番悪かった表2のグループ①⑬は、共に回転偏倚した反対側に頭部を回旋して、回転偏倚した側からの P→A の C1 刺激であった。①を例に挙げると刺激の経路では次のことが考えられる。  
i) ii) は同じで、iii) iv) はそれぞれ逆である。

ここでの iv) の解説はネコに存在する経路であり、ヒトに存在するかは解らない。もしこの考えを排除すると最良ケースでは全てにつじつまが合わなくなり、最悪ケースでは唯一、iii) において前庭迷路を賦活しているのである。つまり最良ケースでは前庭迷路が亢

右回転偏倚	人数	変化率		刺激情報数	
		合計%	平均%	亢進側	低下側
C1RP					
①C1RP、左回、右P→A	4	44	11	左2	右1
②C1RP、左回、左A→P	4	228	57	左3	右0
③C1RP、右回、右P→A	8	479	60	左0	右3
④C1RP、右回、左A→P	4	551	138	左1	右2
C1LP					
⑤C1LP、右回、左P→A	6	1170	195	左1	右2
⑥C1LP、右回、右A→P	6	550	92	左0	右3
⑦C1LP、左回、左P→A	4	400	100	左3	右0
⑧C1LP、左回、右A→P	4	672	168	左2	右1
左回転偏倚					
C1RP	人数	合計%	平均	亢進側	低下側
⑨C1RP、左回、右P→A	6	377	63	右1	左2
⑩C1RP、左回、左A→P	5	879	176	右0	左3
⑪C1RP、右回、右P→A	5	435	87	右3	左0
⑫C1RP、右回、左A→P	4	169	42	右2	左1
C1LP					
⑬C1LP、右回、左P→A	5	-468	-94	右2	左1
⑭C1LP、右回、右A→P	6	799	133	右3	左0
⑮C1LP、左回、左P→A	4	372	93	右0	左3
⑯C1LP、左回、右A→P	5	325	65	右1	左2

進している側への過剰刺激ばかりとなり、最悪ケース

では1つではあるが生理学的に機能低下側への刺激を与えていることになる。

表2：右回；頭部右回旋、左回；頭部左回旋、変化率の+は同側偏倚角度、-は対側偏倚角度、刺激情報数：前庭機能の優位と劣位への刺激数

## 4. 結果と考察

### 4. 1 閉眼 50 歩足踏み検査結果

全体な結果(図1)から見てみると、悪化ならびに100%を越えて対側へ回転偏倚したグループが目につく。

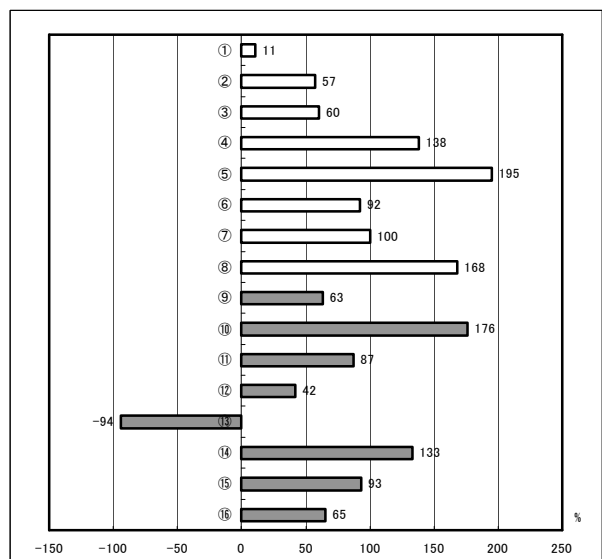


図1. 各分類の変化率(100%が正中0°、白棒；右回転偏倚、黒棒；左回転偏倚)

表2で両回転偏倚において一番効果のあった変化率である⑦と⑮の刺激の方向は、共に頭部を左回旋してC1LP変位を左からのP→Aの刺激である。これは回転偏倚側を平衡機能低下と考えると逆になる。また最悪ケースの①と⑬は回転偏倚と対側に頭部回旋して、回転偏倚側からのP→Aの刺激は何を意味するのであろうか？

そこで上記の様に各グループにおける何らかの相関関係を調べるため16種類のデータ全てを個々に検証するのではなく、刺激を分類して考察する必要がある。

### 4. 2 分類別結果の考察

分類として、回転偏倚別に頭部回旋方向、C1刺激方向、C1リスティングを絡めて考えてみる。その各項目において左右の回転偏倚に1グループで4パターンの変化率の平均値をそれぞれ求めて対比してみた。計算方法は各自の変化率を合計して該当する人数で割っ

たものである。図の説明文中の①～⑯は表2のグループを示す。

### 分類① 回転偏倚と頭部回旋

両回転偏倚において頭部を一側に回旋して刺激をする場合、どのような差異があるかの平均値を求めた(図2)。

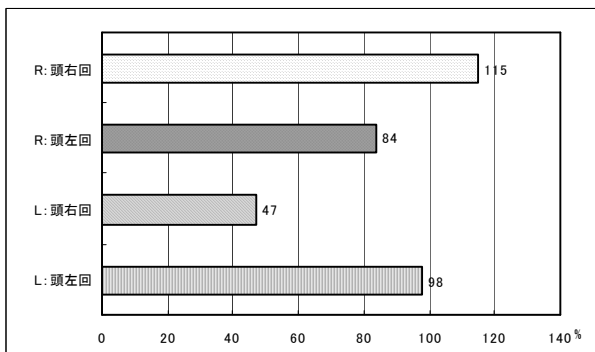


図2. 回転偏倚と頭部回旋 (R ; 右回転偏倚, L ; 左回転偏倚、頭右 ; 頭部右回旋、頭左 ; 頭部左回旋、率 ; 変化率、R: 頭右③④⑤⑥、R: 頭左①②⑦⑧、L: 頭右⑪⑫⑬⑭、L: 頭左⑨⑩⑮⑯)

どちらの回転偏倚もその偏倚側への頭部回旋において変化率が上回る。これは偏倚側が前庭系の機能低下と考えるなら、頭部回旋はその低下側に回旋することで緊張性頸反射を利用して、頭部回旋側の下肢伸筋興奮を加担していると考えられるであろう。

この回転偏倚に関する軸足であるが、前原は日本での右利き足は男性 61%、女性 71%という結果を出しており、世界のデータではボールを蹴る利き足は日本人の場合、右足で蹴る場合が 87%となっている<sup>(10)</sup>。逆を返せば左軸足がその数値と同じとなる。また大藤らも重心の軸足が左側にあるケースが 92%であると報告している<sup>(11)</sup>。そして前原は左脳が指が行う微運調節機能を担い、右脳は大関節が主役となる姿勢や重心の維持、体全体の移動や方向づけの特徴をもち、右脳を姿勢脳と表現している<sup>(12)</sup>。

一般には人間は左回転が自然であるらしく<sup>(13)</sup>、色々なスポーツにおいてもそれは証明されている。しかし、これは開眼状態であり、50 歩足踏みのように眼を閉じるとこの法則はなくなるという<sup>(14)</sup>。また利き手は右側が多く<sup>(15)</sup>、利き手と利き足が同じ側で多い<sup>(16)</sup> ことから考えると、右利き手=右利き足で左軸足が多いという事になる。

### 分類② 回転偏倚と C1 リスティング

両回転偏倚において刺激と C1 変位の修正がどのような関係があるかの平均値を求めた (図3)。

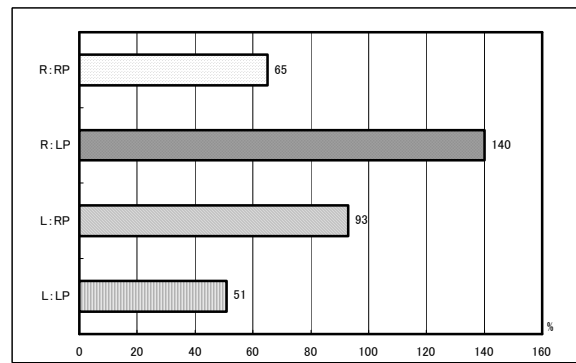


図3. 回転偏倚と C1 リスティング (R P ; C1 右後方回旋変位、L P ; C1 左後方回旋変位、R: RP①②③④、R: LP⑤⑥⑦⑧、L: RP⑨⑩⑪⑫、L: LP⑬⑭⑮⑯)

右回転偏倚の C1LP 変位を修正するケースが群を抜いて正中 0° を越えて対側にまで偏倚している。これは平衡バランスにおいては決して良いとは言えないが、回転偏倚を対側へ修正する刺激としては効果的なものかもしれない。

環椎後頭関節の回旋については様々な意見があり<sup>(17)</sup>、頭部の左回旋が起こるとそのバランス修正のために対側への回旋が起こると考えられるが、頭部の伸展と右側屈が起こると考えた方がメカニズム的にはよさそうに思える。その際に緊張する後頭下筋群としては主に右上頭斜筋、右後頭直筋であろう。ここで C1LP 変位に一番関与している筋が左下頭斜筋として考えると、LP 変位であるなら緊張性頸反射に参与する後頭下筋群である左下頭斜筋の緊張により頭位は若干、左回旋していることが考えられる<sup>(18) (19)</sup>。

よって緊張性頸反射も前庭-脊髄反射も一次性的の後頭下筋群の緊張でも発現する反射と考えるなら C1LP 変位は左下肢伸筋の緊張をもたらすと考えられ右回転偏倚が予想される。これは緊張性頸反射の法則に従うために、図3の様にその変位を修正することで反応が良いのであろう。

逆に一次的筋緊張が右側で起こり頭部が右回旋して、二次的反射により C1LP 変位が起こっていると考えるならば、「緊張性頸反射の法則」で考えると右下肢伸筋の興奮が起こり、左回転偏倚することになる。この左回転偏倚の C1LP グループ (図3 : 最下段) は、C1LP グループ (図3 : 2 段目) よりも効果が悪い。よってこの C1 変位は回旋側の筋緊張が反射の発現元と考えられるのではなかろうか。

### 分類③ 回転偏倚と C1 刺激の方向

両回転偏倚において P→A もしくは、A→P いずれかの前後刺激を用いた左右どちらか一侧の C1 刺激において左右差の平均値を求めた (図4)。

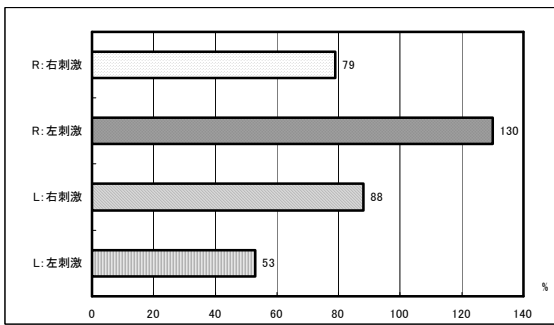


図4. 回転偏倚とC1刺激の方向 (R:右刺激①③⑥⑧、R:左刺激②④⑤⑦、L:右刺激⑨⑪⑭⑯、L:左刺激⑩⑫⑬⑮)

両回転偏倚も右刺激において100に近い結果を示しているが、偏倚側と対側からの刺激において変化率が上回っているので理屈に反する。つまり前庭系亢進側への過剰刺激となる。そこで刺激情報数でみると、変化率が多い右回転偏倚の左刺激、左回転偏倚の右刺激のグループは前庭系亢進側への刺激情報数の総合計が多いグループであり、平衡バランスが良いのは両回転偏倚とも右刺激である前庭系亢進側の刺激情報数の総合計が多いグループとなり、共に刺激情報数の亢進側を刺激することが良い効果をだしている。これは今回の焦点でもあるので後に考察する。

#### 分類④ 頭部回旋方向とC1刺激の方向①

回転偏倚側に関らず、どちらかに頭部を回旋するとして、頭部回旋側からのC1刺激である「同側刺激」と頭部回旋側と反対側のC1刺激である「対側刺激」における平均値を求めた(図5)。

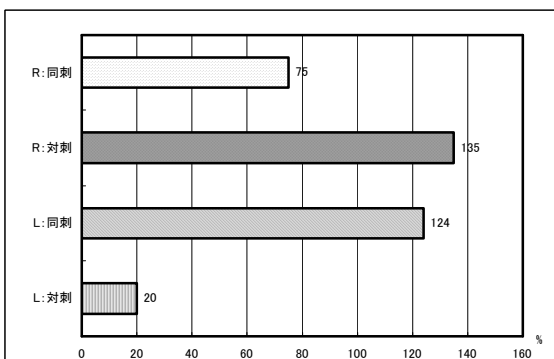


図5. 頭部回旋方向とC1刺激の方向(同側;同側刺激、対側;対側刺激、R:同側②③⑥⑦、R:対側①④⑤⑧、L:同側⑩⑪⑭⑮、L:対側⑨⑫⑬⑯)

左回転偏倚における同側刺激と対側刺激に大差が表れた。右回転偏倚では対側刺激、左回転偏倚では同側刺激が変化率が高い。刺激情報数でみると、この

場合の右回転偏倚は亢進側と低下側への一方的な偏りのないグループであり、左回転偏倚では回転偏倚する前庭系の低下側か亢進側への3重刺激である。これは低下側への賦活効果と亢進側への抑制効果であるかもしれない。この抑制効果は両側の前庭神経核群が交連線維により、左右の相互連絡がある<sup>(20)</sup>という制御機構なのだろうか。それならこの制御機構が働きやすくなる刺激はどのようなものであろうか?分類③と同様に刺激情報数に関係があるように感じられる。これらの論議は後述する。

#### 分類⑤ 頭部回旋方向とC1刺激の方向②

回転偏倚別にC1横突起をA→P、P→Aの2種類の刺激方向で計測し平均値を求めた(図6)。

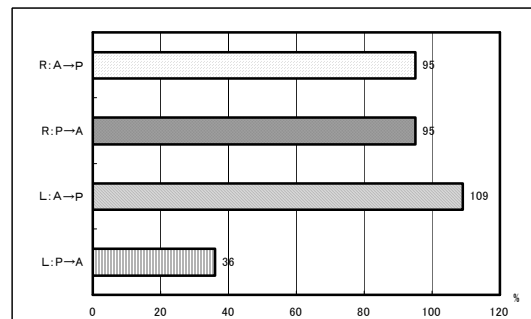


図6. 頭部回旋方向とC1刺激の方向(A→P;前方から後方への刺激、P→A後方から前方への刺激、R:A→P②④⑥⑧、R:P→A①③⑤⑦、L:A→P⑩⑫⑭⑯、L:P→A⑨⑪⑬⑮)

平衡バランス最良が100%で考えると右回転偏倚側に効果が上回るようであり、A→P、P→Aでみると同率なので方向性には関係はあまりないようである。これは右回転偏倚が平衡バランスにおいて修正しやすいということになるのだろうか?また変化率の悪かった左回転偏倚でのP→Aの刺激はC1LP修正で行われるカイロプラクティックAdjustmentの高速低振幅のスラスト方向である。筋紡錘へのアクティベーター刺激と、関節まで刺激する高速低振幅のスラストには違いがあるのだろうか?これら2つは後に論議する。

#### 分類⑥ 頭部回旋方向とC1刺激の方向③

頭部回旋してからC1の刺激をグループ①②のように頭部左回旋でC1RPを頭部の回旋に従うように右側からP→A、もしくは左側からA→Pの刺激を「順応型」、グループ③④のように頭部右回旋でC1RPを頭部の回旋に逆らうように右側からP→A、もしくは左側からA→Pの刺激を「ツイスト型」として平均値を求めた(図7)。

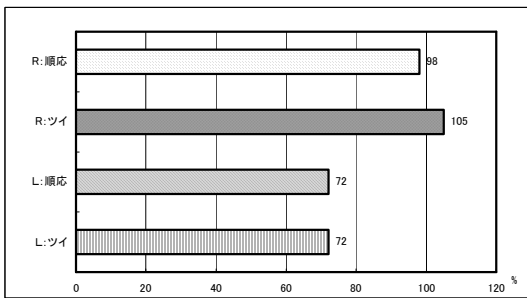


図7. 頭部回旋方向とC1刺激の方向(順応; 順応型、ツイ; ツイスト型、R:順応①②⑤⑥、R:ツイ③④⑦⑧、L:順応⑨⑩⑬⑭、L:ツイ⑪⑫⑮⑯)

右回転偏倚ではツイスト刺激も順応刺激も100に近い数値となり、左回転偏倚では両刺激とも変化率が劣る。これも分類⑤の右回転偏倚の修正がしやすいということと重複する。一般に行うカイロプラクティックAdjustmentの高速低振幅のスラストは頭部回旋側と反対側からの刺激である「順応型」に属するが、ヒトでも中心頸髄核から反対側の前庭神経系を興奮させるなら、変化率の悪かった左回転偏倚では、順応型においても高速低振幅のスラストによる効果が期待できるかもしれない。

### 分類⑦ 高速スラストによる効果

今までの分類以外に、4グループ合計19人(平均年齢47歳、最高齢69歳、最低齢14歳、男性4人、女性15人、他の条件もアクティベーターのグループと同じ、刺激における重複者はない)への高速スラストAdjustmentにおいて平均値を求めた(表3、図8)。RPでは頭部左回旋で右後方からのAdjustment刺激、LPでは頭部右回旋で左後方からのAdjustment刺激である。

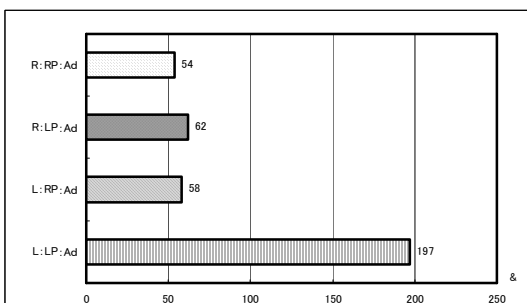


図8. 高速スラストによる効果とアクティベーターに

よる効果の比較(R:RP;右回転偏倚C1RP、R:LP右回転偏倚C1LP、L:RP;左回転偏倚C1RP、L:LP左回転偏倚C1LP、Ad;高速スラスト、黒棒;高速スラスト、白棒;アクティベーター)

緊張性頸反射の法則に従う右回転偏倚でのC1LP、左回転偏倚でのC1RPにおいて高速スラストでは同じように60%弱の効果が出ているが、極端に同側へ移行したのがC1LPへの高速スラストである。これと同様の刺激となるアクティベーターでの刺激は全データ中、唯一悪化している表2分類③である。この正反対になる結果は関節への刺激情報がどのような影響を与えているかという焦点になりそうである。

今までの考察では、右刺激が良いとか前庭系優位側への加重刺激が良いとか、的を得ていない。そこでもう少し別の考えで推測してみたいと思う。それは左右の感覚入力を受け取り運動出力に変換する大脳の左右差である。

## 5. 大脳の左右の優位差からの考察

### 5.1 感覚入力と運動出力

刺激における半球の脳波活動は、左半球の場合は右半身のみで誘発され、右半球は左右に関わらず全身で誘発されることから真の優位半球は右脳と言われている<sup>(21)</sup>。言い換えれば、右からの刺激は左右の大脳半球が興奮し、左からの刺激は右大脳のみが興奮することになる。つまり右大脳(=左小脳)劣位では左右どちらからの刺激でも興奮する。ところが左大脳(=右小脳)劣位では右からの刺激で興奮するが、その刺激は右大脳も興奮するので、刺激効果は減少すると考えられる。

運動出力でみてみると右利き、左利きでの第1次運動野の活動を1993年にKim et al.がfMRIで測定した。右第1次運動野は右利き左利き関係なく、左指の運動で主に活動し、右脳支配が優位であり、左第1次運動野は左利きでは右脳支配優位であるが、右利きでは右指でも左指でも活動することを明らかにした<sup>(22)</sup>。

以上の感覚入力と運動出力の関係を図式にしてみると図9のようになり、左大脳が左右の運動を満遍なく繊細に支配し(特に屈筋)、右大脳は軸足(特に左伸筋)などのしっかりとした運動を担っていることを示すと思われる。これは前述の右大脳が左軸足の姿勢脳であることを示唆している。

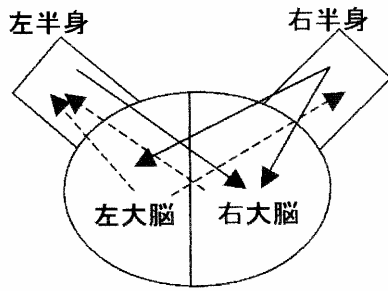


図9. 両半球の感覚入力と運動出力の優位性  
(実線：感覚入力、点線：運動出力)

図9の解釈として、左大脳は分散された入力と興奮して運動出力が左右、つまり全身へ伝えられバランスの良い平衡機能が生まれる。ところが、右大脳の興奮入力は左右どちらからでも入るが、運動出力は左下肢伸筋へと優位に伝わり、右回転偏倚を起すことになる。これらのことから、右大脳優位で左軸足、そして正常枠内の右回転偏倚があるぐらいが正常という考えが自然であるように思えるが言い過ぎだろうか。この考えでいくと右大脳機能優位で右回転偏倚する場合より、左大脳機能優位で左回転偏倚を修正することが平衡バランスにおいては重要になってくる。

## 5. 2 刺激の効果

右大脳半球優位（左軸足）は左大脳半球と右小脳の劣位を来とし、左下肢伸筋が優位に興奮して右回転偏倚となる。その場合、機能劣位の左大脳へは右側からの刺激でのみ興奮させることになるが、この右刺激は左右の大脳へ興奮を伝えるので結果的に、両側の小脳へも興奮が送られる。よって右刺激はどちらの回転偏倚でもバランスの良い効果となるはずである。確かに左右の刺激を比較した分類③では両回転偏倚も右刺激のグループにおいて平衡バランスの効果が良かった。加えて前庭系の亢進側への過剰刺激は変化率が高かった。

以上のことから右刺激における両大脳への興奮がカギとなる。つまり左大脳の興奮は運動出力として左右に分散されてバランスの修正に効果を示す傾向があり、右大脳の興奮は姿勢脳としての平衡バランスを機能させている。また前庭系の亢進側への加重刺激は両側の前庭神経核群が交連線維により、左右の相互連絡があるという制御機構が働いているのであろう。

ところで関節刺激である高速スラストであるが、右回転偏倚では変化率にあまり差はないが、左回転偏倚のC1LPをP→Aへ高速スラストする変化率は197%となり過剰な反対側への変化を示した。これと同じ条件でのアクティベーター刺激は表2の⑬であるが唯一

悪化している。同じ条件で両極端な結果になったのは何故だろうか？そして左回転偏倚において関節への刺激が変化率を逆転させたものは何だろうか？そこで関節への刺激がどのような影響を与えているかを考えられる刺激情報数を以下の4つに分けて、同じ刺激の条件である表2の①⑤⑨⑬と対比してみる(図10)。

- A: 高速スラストでの関節刺激が中心頸髄核を介して対側の小脳へ興奮を送るものと考え、亢進側と低下側の刺激情報数の2が3になるだけで変化率が逆転しそうにならない。
- B: この中心頸髄核から対側の前庭系の興奮を起すのではなく、高速スラストした側の筋紡錘と関節から2つ刺激が起こって同側の前庭系を興奮させると仮定すると、高速スラストでの刺激情報数は亢進側と低下側の全てが同数の2となる。この全てのグループが均衡に賦活化された状態では、姿勢脳である右大脳が優位に働くとすると刺激後は右回転偏倚が起りやすくなるので左回転偏倚は修正されやすくなる。そうなると左回転偏倚のC1RPの高速スラストとアクティベーターでもほとんど差がないので関節刺激の効果の裏付けができない。
- C: 高速スラスト側の筋紡錘よりも関節からの刺激が同側の前庭系に与える影響が強いと考えると関節刺激情報を2ポイントとするなら、表3の前庭系亢進側への刺激情報数は1が3になり関係が逆転するので、新たな推測が生まれるかもしれない。
- D: 高速スラストで瞬間的な回旋刺激を止めた後、リンパの慣性から回旋側と反対側へと流れ、前庭系を刺激すると考えてもCと同じ結果になる。

以上の考えから C、D の考え方が良いようである。この逆転状態を図9の入力と出力の関係から表3で考えてみることにする。

表3：関節刺激を2ポイントとする刺激情報数での効果(①⑤⑨⑬は高速スラスト刺激に該当するアクティベーター刺激のグループ、太字は刺激した側)

右回転偏倚	刺激情報亢進側	刺激情報低下側	効果
C1RP:Ad	左2	<b>右3</b>	中
①	左2	<b>右1</b>	弱
C1LP:Ad	<b>左3</b>	右2	中
⑤	<b>左1</b>	右2	過大
左回転偏倚	刺激情報亢進側	刺激情報低下側	効果
C1RP:Ad	<b>右3</b>	左2	中
⑨	<b>右1</b>	左2	中
C1LP:Ad	右2	<b>左3</b>	過大
⑬	右2	<b>左1</b>	悪化

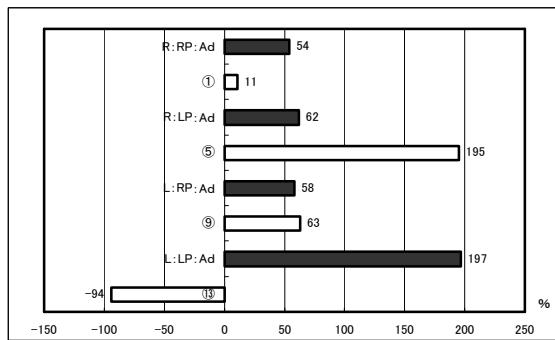


図10. 高速スラストによる効果とアクティベーターによる効果の比較 (R:RP; 右回転偏倚 C1RP, R:LP 右回転偏倚 C1LP, L:RP; 左回転偏倚 C1RP, L:LP 左回転偏倚 C1LP, Ad; 高速スラスト、黒棒; 高速スラスト、白棒; アクティベーター)

右回転偏倚でのC1RPへの右刺激では左大脳劣位＝右小脳劣位への理想の刺激であるが、刺激する右低下側の情報数が多いほうが良いのは右刺激により左右の大脳を賦活させ平衡バランスをとっていると考えられ、情報数が少ない方に効果が悪いのは、その効果が少ないためだと考えられる。

次にC1LPへの左刺激は優位状態である右大脳への理想とはいえない過剰刺激となるが、情報数の多い方への刺激が右大脳を更に興奮させて姿勢脳としての本領を発揮し平衡バランス効果を発生させたためだと考えられる。左刺激で情報数の少ない刺激が過大に右回転偏倚を増大させるのは優位状態の右大脳がさほど興奮せず、姿勢脳として機能を充分発揮できず左下肢伸展の興奮を起すのみとなったのだろう。この姿勢脳である右大脳が優位状態の右回転偏倚では、刺激が多いと適度に良い反応をし、少ないと過剰反応を起す傾向があると推測する。

左回転偏倚でのC1RPへの右刺激では優位状態である左大脳への理想とはいえない過剰刺激となるが、亢進側の情報数が多くても少なくとも適度に平衡バランスを保つように機能する。この右刺激は劣位状態である姿勢脳の右大脳と優位状態である左大脳とへ分散入力されるのでバランス良く維持できているのであろう。

次にC1LPへの左刺激は右大脳劣位＝左小脳劣位への理想の刺激であるが、この姿勢脳である右大脳が劣位状態の左回転偏倚では、右回転偏倚する右大脳優位の状態と違い理想な刺激でも多すぎると興奮しすぎて過剰反応を起し、大きく増加してしまう。少なすぎると右大脳は姿勢脳としてのバランスを発揮できず逆に悪化する傾向があると推測する。

これらの推測は表2の結果と比較しても左回転偏倚

の一部を除いて当てはまる。

### 5. 3 要約

以上の考察を要約し、次の8点にまとめてみた。

- ①両回転偏倚は前庭系の刺激情報数は左右に分散しているよりも亢進側もしくは低下側の一侧に偏った場合を刺激する方が平衡バランスの調整は効果が良い傾向がある (若干、前庭系亢進側への刺激が良い)。
- ②右回転偏倚 (右大脳優位＝左大脳劣位) は左刺激による姿勢脳である右大脳を更に興奮させる刺激でも右刺激による左右の大脳を興奮させて左大脳からの左右への出力および右大脳からの姿勢脳の両機能働かせてもどちらも良い結果になる傾向がある。
- ③左回転偏倚 (左大脳優位＝右大脳劣位) は刺激の方向が難しい傾向にある。
- ④右側刺激は左右の大脳を賦活させ、左刺激よりも平衡バランスに貢献する傾向がある。
- ⑤左刺激は右大脳が優位な状態において加重刺激が平衡バランスに貢献する傾向がある。
- ⑥ヒトにはネコのような中心頸髄核から対側の前庭系の興奮を起す経路はなく、関節刺激は筋紡錘刺激よりも刺激側の前庭系・小脳をより多く興奮させる傾向がある。
- ⑦右大脳は出力が左右に分散しないが平衡バランスにおいて優位状態では更に優位にする過剰な入力刺激を受けたほうが、姿勢脳としての働きが前庭神経核群の相互連絡を強く活動させ、うまく調節しているようである。しかし劣位状態になると刺激の入力に対して極端なアンバランスの結果が生じてしまう傾向がある。
- ⑧左大脳は出力が左右に分散されるのであるが、右大脳が優位でない場合、刺激の入力に対して極端なアンバランスの結果が生じてしまう傾向がある。

### 6. 今後の課題と結語

今後の課題として刺激部位の判定をC1回旋可動域に局限したが、側屈や側方変位とC2における影響や対象者の生活環境、四肢関節の問題や仙腸関節Fixationなどの関与も考慮する必要があるろうし、更にA→P、P→Aの考察も深く行う必要もある。また実際に眩暈のある前庭迷路の異常者への効果もカイロプラクティック治療効果の証明としてより多くのデータ数で比較再調査できればと思う。

最後に刺激による脳への感覚入力と、そこから発生する運動出力において左右差があることが示唆された。ヒトの身体は左右均等で機能しているというよりも、その大脳の左右の特性においてバランスを司っているのではなかろうか。以上、今後の研究に参考にしたい



と思う次第である。

## 7. 引用書籍・文献

- (1) 檜学ほか、平衡機能の実際、1994、PP121-141、日本平衡神経科学会
- (2) 前出(1)のP139
- (3) 萩原晃、鈴木衛、「聴覚検査と平衡機能検査の接点」、臨床検査、Vol. 47 No. 10、2003、P1152、医学書院
- (4) 本郷利憲ほか、標準生理学、1995、P200、医学書院
- (5) 平山恵造、神経症候学、2003、P242、文光堂
- (6) 小滝透、ヒトはなぜまっすぐ歩けるのか、1996、p 60、第三書簡
- (7) 水野昇、図説中枢神経系、2002、P164、医学書院
- (8) 前出(7) P217
- (9) 前出(7) PP164
- (10) 前原勝矢、右利き・左利きの科学、1997、PP112-129、講談社
- (11) 大藤晃義、黒田孝春、金網正司、安藤広行、「重心動揺計における左右足の位置関係の検討、日本カイロプラクティック徒手医学会誌、Vol. 3、2002、P7、日本カイロプラクティック徒手医学会
- (12) 前出(10) P126
- (13) 前出(10) PP119-121
- (14) 前出(10) PP124-125
- (15) 前出(10) PP21
- (16) 前出(10) P119
- (17) Jeffrey D. Boyling、Nigel Palastanga、グリーブの最新徒手医学(上)、1996、P58、エンタプライズ
- (18) Jiri Dvorak、Vaclav Dvorak、最新徒手医学、1999、P248、新興医学出版
- (19) I. A. KAPANDJI、カパンディー関節の生理学II、1989、P230、医師薬出版株式会社
- (20) 前出(7) P164
- (21) 山本健一、意識と脳、2000、P95、サイエンス社
- (22) 松波謙一、内藤栄一、運動と脳、2002、P185、サイエンス社

※1 日本カイロプラクティック徒手医学会第5回学術大会(平成16年9月)にて一部ポスター発表

※2 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)