

サッケードと腰椎リスティングとの関係^{※1}

荒木 寛志^{※2}

Relations with eye-head coordination and lumbar vertebrae listing

Hiroshi ARAKI

Abstract

姿勢制御の1つに眼球の動きと頭部の動きが協調して起る眼球-頭部協調運動がある。筆者は眼球の動きに連動して脊柱も同じ動きをするという仮説を立てた。そこで垂直と水平方向との視運動検査でサッケードの発現が不良な3次元的な方向を決定し、その方向が脊柱の変位と一致すると仮定した。そして脊柱リスティングをロベットリアクターの考えから腰椎に限定した結果、サッケード不良と腰椎リスティングの一致性はかなり低いものであり、視運動性眼球運動における腰部筋へ影響の弱さが示唆された。

キーワード：眼球-頭部協調運動、視運動検査、サッケード、腰部筋、頸部筋

1. はじめに

筆者は眼の運動と頭の運動が、ひとつの動きの様に一致して起る眼球-頭部協調運動¹⁾と椎体との関連性に着目し、垂直性の視運動検査においてサッケードが発現しにくい場合に、その緩徐相側への垂直眼球運動が椎体の変位を修整する可能性があることを報告した²⁾。そこで今回は垂直方向と水平方向の視運動検査を検査用メジャー（後述）で計測し、サッケードが発現しにくい場合の検査用メジャーを引き伸ばした2つの方向を「メジャー不良方向」とし、これが椎体変位を修正する方向。そしてその反対方向を「サッケード不良方向」とし、椎体変位の方向（リスティング）と仮定した。なお、今回の椎体変位はロベットリアクター³⁾を考慮し、腰椎のみに限定した。本稿では視運動検査におけるサッケード不良と腰椎の椎体変位の関与について考察してみる。

2. 方法

2. 1手順

対象者は無作為に選んだ男性8名、女性46名の合計54名中に対して検査用メジャーを用いて垂直と水平の視運動検査と腰椎リスティングを決定した。調査期間は平成18年2月24日から同年5月16日までである。

①メジャーの目盛5cmおきに1cm幅の赤線を引いた

検査用メジャーを用い、被験者を立位にして、目前60cmで「上→下」、「下→上」、「左→右」、「右→左」へ数回引き伸ばし、サッケードの発現しにくい方向を決定した。

②被験者を座位にして、検者は腰椎全域の乳頭突起ラインを上方から下方へ指を滑らし、指が下方へ滑りにくい部位を変位のレベルとしてマークを付ける。

③その両乳頭突起に両拇指をコンタクトして、被験者を前屈させる。頭方に拇指が上がりにくい側を椎体の下方変位とした。この場合、伸展で拇指が左右同じように下がるのを確認した。

④同じコンタクトポイントで被験者を伸展させる。足方に拇指が下がりにくい側を椎体の上方変位とした。この場合、屈曲で拇指が左右同じように上がるのを確認した。

⑤更に左右に側屈させて、上下の変位を確認した。例えば右側屈で検者の左拇指が頭方へ上がりにくい場合を左下方変位、右拇指が下がりにくい場合を右上方変位とした。

⑥これらを立位でも行った。

⑦該当部位を伏臥位でモーションパルペイションを行い、椎体リスティングを確定した。以上の座位、立位、伏臥位で共に整合性のないものは対象外として除外した。

⑧これらの検査で決定されたリスティングとサッケード

ド不良方向とが一致するかを調べた。

⑨各分類の人数に対する該当者の確率を四捨五入で表記した。

上記の条件を満たし、フィクセーションが腰椎に現れず胸椎に現れたものも削除した結果、男性 6 名、女性 33 名(平均年齢は 47.1 歳)の計 39 名が対照となった。

2. 2 分類

サッケード不良方向を椎体の変位とし、ディバシファイド⁴⁾によるリスティングで4分類とした(表1)。下記の矢印は検者が検査用メジャーを引き伸ばした方向を被験者側から見た方向に書き換え、読者と被験者を同じ状況にした。加えて被験者のサッケード不良方向を記した。筆者の仮説として前者は椎体の可動性が不良な方向、後者は椎体の変位を示す。

①メジャー不良方向「↓→」: 足方と右方向へのメジャーでサッケード発現が不良であるから、椎体も屈曲と右回旋不良。

サッケード不良方向「↑←」: サッケードはメジャー方向と反対に発現するので、椎体は伸展と左回旋状態であるから、変位は「LPI」。

②メジャー不良方向「↑→」: 頭方と右方向へのメジャーでサッケード発現が不良であるから、椎体も伸展と右回旋不良。

サッケード不良方向「↓←」: サッケードはメジャー方向と反対に発現するので、椎体は屈曲と左回旋状態であるから、変位は「LPS」。

③メジャー不良方向「↓←」: 足方と左方向へのメジャーでサッケード発現が不良であるから、椎体も屈曲と左回旋不良。

サッケード不良方向「↑→」: サッケードはメジャー方向と反対に発現するので、椎体は伸展と右回旋状態であるから変位は「RPI」。

④メジャー不良方向「↑←」: 頭方と左方向へのメジャーでサッケード発現が不良であるから、椎体も伸展と左回旋不良。

サッケード不良方向「↓→」: サッケードはメジャー方向と反対に発現するので、椎体は屈曲と右回旋状態であるから変位は「RPS」。

更に、上記の方向と反対の考え方として、メジャー不

良方向が椎体の変位とした比較対照群のリスティングとの関連も表にした(表2)。

3. 結果

視運動検査においてサッケードが発現しにくい場合、サッケード不良方向に椎体の変位していると仮定した表1では、一致する確率は12.5%で、かなり低いものであった。また、上記の考えと反対にメジャー不良方向そのものが椎体変位を示す表2の方が29.3%と少し上回る結果となった。

表1. サッケード不良方向がリスティングとした該当被験者とその確率

リスティング	総人数 (人)	該当者 (人)	確率(%)
①LPI	6	1	16.7
②LPS	9	3	33.3
③RPI	13	0	0
④RPS	11	0	0
		平均確率	12.5

表2. メジャー不良方向がリスティングとした該当被験者とその確率

リスティング	総人数 (人)	該当者 (人)	確率(%)
①RPS	6	2	33.3
②RPI	9	0	0
③LPS	13	5	38.5
④LPI	11	5	45.5
		平均確率	29.3

4. 考察

4. 1 検査の仕方

今回の仮説に対して結果が低かった原因を推測してみる。

①筆者の研究により眼球運動訓練において椎体の可動性が改善される可能性を示唆したことから、最初に椎体変位を検査して、その後に視運動検査を実施する必要があったのかもしれない。

②腰椎の可動制限は内臓の可動性の制限からも起こりやすく⁵⁾、AK(アプライド・キネシオロジー)では歩行においてロベトリアクターのパターンを説明しているが、これは種々の影響により必ずしも正しいとは限らないとも解説していることから、眼球-頭部協

調運動が腰椎よりも頸椎の方に関連性が深いという可能性があるのかもしれない。

4. 2 頸部筋と腰部筋の平衡バランスへの影響

身体の平衡バランス調整は視性からの反射が重要なものの1つであるが^{6), 7)}、はたして視運動検査でのサッケード不良が頸部と腰部のどちらに関連性が深いかという点について考えてみる。

ヒトでのサッケード（眼振）の発現と頸部・腰部の筋との関連を研究しているものは非常に少ないが、檜らが実に詳しく研究している。まず腰部への関与であるが、檜ら⁸⁾は、正常人の片側の脊柱起立筋にプロカイン注射をして腰部の深部受容器の活動を低下させると自発眼振が誘発されたことや、脊柱側弯症では異常眼振が起り、視運動性眼振が不活発であることも見出している。また鞭打ち損傷で腰痛を訴える患者に対して腰部にコルセットを装着すると視運動性眼振が活発に発現する結果を得ている。これらは腰部周囲の筋トーンの異常は視運動検査でのサッケードの不良を示唆する。

次に頸部への関与を考えてみる。檜は鞭打ち患者に対して緊張の強い有痛部の後頸筋に低周波刺激を行うと視運動性眼振の誘発が減少してまめいが増強することを見つけた⁹⁾。更にγ線維の活動を抑制して筋紡錘の興奮を抑えるプロカインを深層後頸筋へ注射すると頭部の動きが悪くなることから、視運動性眼振の誘発が不良になることを突き止め、視覚性の眼振は頸の深部受容器のサポートを得て初めて円滑に出てくることを明らかにした¹⁰⁾。これらは「後頸筋のトーンの異常＝視運動性眼振の不良」の関係となり、「後頸筋のトーンの異常＝上部頸椎の変位」と考えると「上部頸椎の変位＝視運動性眼振の不良」の関係が示唆される。

また八木は¹¹⁾、ヒトの後頸筋への振動刺激を行う実験で、正常者ではほとんど眼振は誘発されないが、自発眼振が認められない一側性前庭障害者に対しては明瞭な健側への眼振が誘発された。そして動物実験では頸部からの入力が入力外転神経核ニューロンに影響を与える部位として、C2・3の電気刺激が効果的でC5以下の頸椎レベルでは無効であった結果について、その刺激した部位がヒトでの実験と類似していたと報告して、後頸筋自己受容器からの求心入力が水平系と垂直系の前庭動眼反射路に関係するとした。加えて、深部頸筋の筋紡錘が下肢の運動筋と比べて5倍～80倍と極めて高いことと、前庭入力と頸部深部受容器からの入力との間に強力な結合があることから平衡維持における深部頸筋への深い関与を説明している。これは上後頸筋

への過剰な興奮は前庭障害におけるような病的眼振が誘発されることになる。これらの実験は動物ではなくヒトで行っているものなので実に信憑性が高い。

以上のことから、頸部も腰部も筋の過緊張や低下は視運動検査でのサッケードの誘発が不良になると結論付けられる。ではその影響の強い方が頸部筋と腰部筋のどちらなのかを神経学的に考えてみる必要がある。

4. 3 内側前庭脊髄路と外側前庭脊髄路

前庭神経核からの出力として、内側と外側の前庭脊髄路がある。それらはどの領域まで投射線維を送って平衡バランスに関与しているのだろうか。

内側縦束は前庭神経内側核から起始しているので内側前庭脊髄路とも呼ばれ同側性に下行し、一部は交叉して頸髄分節で終わり、頸筋を支配する運動ニューロンに単シナプス性に連絡するものがある。内側縦束の上行線維は動眼神経、滑車神経、外転神経へと投射して眼運動に関わり、内側縦束の下行線維は前庭への刺激に対応した眼球の動きに合わせて、正しい頭位を保持することから^{12) 13) 14)}、内側前庭脊髄路は頸部筋への対応が強いようである。

外側前庭脊髄路は前庭神経外側核から同側性に下行し、外側核の中で前側が頸髄・胸髄へ後側が腰髄・仙髄への体性機能局在があるという説と、前側は体軸（頸・体幹）筋へ単シナプス性に、後側は四肢（上下肢）筋へ多シナプス性に投射している説がある¹⁵⁾。篠田ら¹⁶⁾は、前庭系が下肢に及ぼす効果として、前庭刺激により下肢伸筋には単ないし2シナプス性の興奮、屈筋には2シナプス性の抑制という Griller らの報告を述べ、近年の外側前庭脊髄路についての研究結果が上下肢に対する効果に比べ頸筋に対する効果はるかに強く、前庭核から頸筋運動ニューロンへの効果が単シナプス性であることを報告している。従って、一般には外側前庭脊髄路は同側四肢の抗重力筋に対して強い促通作用を及ぼすと解釈する方が多いようである¹⁷⁾。

以上のことから、内側前庭脊髄路と外側前庭脊髄路ともに頸髄に単シナプスし、頸部筋への影響が強い。従って内・外側前庭脊髄路ともに腰椎を変位させるような腰部筋への直接的な影響は少ないように考えられる。

4. 4 サッケードと網様体脊髄路

頸部や腰部の軟部組織の緊張による深部受容器からの過剰なインパルスは脊髄網様体を介して脳幹に伝わると、内側前庭脊髄路や網様体脊髄路を介して、外眼筋や体幹筋・四肢に伝えられる¹⁸⁾。では先述の内側前

庭脊髄路に引き続き、網様体脊髄路が外眼筋に対してどのように関与しているのかを述べてみる。

伊佐¹⁹⁾は、動物実験で上丘から同側のFFH（ヒトでriMLFに相当）のニューロンが同側の頸部伸筋運動ニューロンに結合していることを明らかにしている。これ以外に、上丘から網様体脊髄路を介して反対側の頸部運動ニューロンに接続するものもある。この上丘からの軸索は橋延髄の水平サッケード発生機構と中脳の垂直サッケード発生機構を形成する。例えば左上丘ニューロンは右水平へのサッケードが作られる。また同じ上丘ニューロンが分枝して同側（右側）の垂直成分（上向など）が作られる。これらの合成の結果として右上向きのサッケードが起こると考えられている。この上丘のサッケードニューロンの軸索は脳幹のサッケード発生機構に投射するだけでなく、主に橋や延髄の網様体脊髄路細胞を介して、頸筋の運動系と結合している。更に一部の脳幹のバーストニューロンは外眼筋と頸筋の運動ニューロンの両方に結合しているという²⁰⁾。従ってサッケードが起こると同時に頸筋の活動も誘発されて眼球-頭部協調運動が起こることになる。

以上のことから、サッケードを含む視運動性眼球運動の発現は網様体に深く関わっており、網様体脊髄路が頸胸髄までしか到達していないこと²¹⁾から考えると、サッケードの発現に関与する脊髄下行路の腰部までの影響は少ないようである。

5. 結語

姿勢保持に関与する下行性の脊髄路は腰部筋よりも特に頸部筋に対して深く関与しているようであり、その筋群のトーン異常は椎体を変位させるし、視運動性のサッケードの発現にも関与するようである。かといって、今回の結果が当然であるという立証には不完全で、加えて視運動性のサッケード不良方向と椎体の変位の関係について筆者の仮説が正しいのか、その反対が正しいのかという結論もでていない。従って当然のことながら頸椎の変位と視運動検査との関係を調べる必要性が出てきた。その結果から今回との対比ができ、視運動検査でのサッケードの不良と椎体の動きとの関係がみえてくるように思う。

6. 参考文献

- 1) 本郷利憲ほか: 標準生理学, 357-358, 医学書院 2005.
- 2) 荒木寛志: 垂直眼球運動後の姿勢伸展筋の柔軟性の変化, 第7回日本カイロプラクティック徒手医学会抄録, 55-56, 日本カイロプラクティック徒手医学会, 2005.
- 3) デービッドS. ウォルサー, アプライドキネシオロジ

一, 43-44, 科学新聞社, 2000.

- 4) 中川貴雄編著: 脊柱モーションパルペーション, 51-53, 科学新聞社, 1990.
- 5) ジャン・ピエール・バラル, ピエール・メルシエー共著: 内蔵マニピュレーション, 134, 157, 183, 231, 254, 日本オステオパシー学会, 2003.
- 6) 前出 1), 349.
- 7) 檜学ほか: 平衡機能検査の実際, 28, 南山堂, 1994.
- 8) 檜学: めまいの科学, 112-116, 朝倉書店, 1997.
- 9) 前出 8), 105-106.
- 10) 小滝透: ヒトはなぜまっすぐ歩けるのか, 207, 第三書房, 1996.)
- 11) 八木聰明: 眼球運動の3次元解析からみた平衡機能とその異常, 112-113, 医学書院, 1997.
- 12) 水野昇ほか (訳): 図説中枢神経系, 164, 医学書院, 2002.
- 13) 早川敏之 (翻訳): 脊柱 脊髄 自律神経, 274, エンタプライズ, 2000.
- 14) 高倉公朋 (監訳): ビジュアルテキスト脳神経, 232, 医学書院, 2004.
- 15) 平山恵造: 神経症候学, 661, 文光堂, 2006.
- 16) 篠田、寛、杉内、伊澤: 神経進歩の研究 40 巻 3号, 363, 1996.
- 17) 前出 13), 271.
- 18) 前出 8), 116.
- 19) 伊佐正: 視覚座標から運動座標へー感覚・運動情報変換機構, 198-200, 日本めまい平衡医学会, 2001.
- 20) 前出 1), 357-358.
- 21) 前出 15), 661.

※1 日本カイロプラクティック徒手医学会第7回学術大会（平成18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)