

# OKNの不良方向と頭頸部の変位に及ぼす右大脳優位性<sup>※1</sup>

荒木 寛志<sup>※2</sup>

## Right Cerebral Laterality for the OKN Deflection and Head-neck Displacement

Hiroshi ARAKI

### Abstract

視野中の注目したい物体に視線を向ける定位反応には、眼球のサッケードと頭部の動きが協調して起る眼球-頭部協調運動がある。視運動性検査でみられる眼球運動の異常が脊柱の椎体変位にどのように関わるのかを調査したところ、注意機構と視覚情報における右大脳優位性が視運動性眼振発現の左右差と頭頸部左回旋変位に関与することが示唆された。本報では視運動性眼振の不良と頭頸部の動きが右大脳優位性によりどのように制御されているのか神経生理学的に検討してみる。

キーワード：眼球-頭部協調運動、視運動性眼振、注意機構、右大脳優位性、左回旋変位

### 1. 目的

眼球運動は視標を見逃さないために発現する運動であり、前庭動眼反射 vestibulo-ocular reflex (以下、VOR と記載) や視運動性反応 optokinetic response (以下、OKR と記載) によりブレのない視野が得られる。VOR はゆっくりとした回転加速度には鈍感であるため対応できない。そこで OKR で誘発される視運動性眼振 optokinetic nystagmus (以下、OKN と記載) を使って視標をとらえている。また視標が現れた時にその方向にサッケードして自分の身体を向ける定位反応があり、これに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こる眼球-頭部協調運動が伴うことが多い<sup>1)</sup>。

檜、八木ら<sup>2, 3)</sup> が、上部深層項部筋が OKN に強い関与があることをヒトの実験で示していることから、OKN が不良である場合、この眼球-頭部協調運動も不良であると考えれば後頭骨、上部頸椎に何らかの可動制限が存在する可能性がある。本報は脊柱の中で頭部の運動に直接関係する筋群が付着する後頭骨と環椎 (以下、C1 と記載)、軸椎 (以下、C2 と記載) に焦点をあて、OKN の不良方向と脊柱のリスティングとの関係を調査したので報告する。

### 2. 方法

#### 2. 1 手順

対象者は無作為に選んだ男性 5 名、女性 50 名の合計 55 名に対して後頭骨ならびに頸椎リスティングと検査用メジャーを用いて垂直と水平の視運動性検査で OKN の発現の良・不良を検出した。調査期間は平成 18 年 12 月 18 日から平成 19 年 5 月 25 日までである。

手順は次のように行った。

①被験者を座位にして、後頭骨、C1、C2 のリスティングをモーション・パルペイション<sup>4)</sup> で検出した。これを仰臥位でも行った。

②リスティングは「RPS」「RPI」「LPS」「LPI」の 4 方向とした。リスティングの表記法として、RPI であれば椎体の右側 (以下、R と記載) が後方 (以下、P と記載)、下方 (以下、I と記載) に変位していることを示す。以下、左側は L、上方は S で示す。

③メジャーの目盛 5 cm おきに幅 1 cm 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、目前約 60cm で「右→左」、「左→右」、「上→下」、「下→上」へ数回引き伸ばし、OKN が発現しにくい方向を検出した。

④後頭骨、C1、C2 の 3 部位の中でリスティングが座位と仰臥位ともに一致した椎体を検出した。

⑤OKN の不良方向と各変位に対する該当者をそれぞれ表記した。

## 2. 2 分類と結果

被験者 55 名中、上下左右の OKN に①明瞭な差があったものが 35 名 (以下、OKN 不良者と記載)。②左右の OKN が良好だったものが 6 名 (以下、OKN 良好者と記載。上下の OKN は全員どちらかに不良があった)。③後頭骨、C1、C2 のリスティングが座位と仰臥位で一致しなかったものが 14 名いた (以下、不一致と記載)。この内②③を双方とも保有する 1 人を除外した 54 名を対象とした (男性 4 名、女性 50 名、13 歳～69 歳までで平均年齢は 40.8 歳、標準偏差 15.7 歳)。

### 分類 1 : OKN 不良方向とリスティングの関係。

表 1 の①を例にすると、被験者から見て、足方と右方向「↓→」へメジャーを引き伸ばしたとき反対方向である「↑←」への OKN が不良であった該当者をリスティング別で示した。検出した 3 椎体の中で、座位と仰臥位ともに一致したリスティングが 1 方向でなく、C1 が LPS で C2 が RPS と回旋方向が 2 方向で混合しているもの (以下、回旋混合と記載)、C1 が RPS で C2 が RPI のように上下方向が 2 方向で混合しているもの (以下、上下混合と記載)、更に左右の OKN が良好だったもの (良好と記載) 全てを表記した。尚、RPI の椎体変位の該当者はいなかったため表から削除した。

結果は表 1 に示すように 54 名中、各合計から不一致者を除くと、座位と仰臥位でのリスティングが一致したものは①8 名、②3 名、③9 名、④15 名の合計 35 名、OKN 良好者が 6 名 (メジャー左→右に 2 人、右→左に 4 人)、回旋混合していたものが OKN 不良者と OKN 良好者中にそれぞれ 1 人ずついた。以下の分類は全てこの表 1 に基づいて行った。

	RPS	RPS RPI	LPS	LPI	LPS LPI	RPS LPS	不 一 致	合計
①↓→	3	2	1	2			4	12
②↑→			2			1	2	5
③↓←	4		1	3	1		4	13
④↑←	5		7	2	1		3	18
良好	1		3	1		1		6
総合計	13	2	14	8	2	2	13	54

表 1 : OKN 不良方向とリスティングの関係

分類 2 : 図 1 にメジャーを左右方向に引いた場合の OKN 良好・不良と回旋変位の関係を示す。

ここでは RPI というような 3 次元変位ではなく、上下変位を無視して RPI ならば RP という回旋変位のみとした。54 名から不一致者 13 名、回旋混合 2 名を除外した 39 名が対象である。

結果はメジャー左→右での OKN 不良者は 10 名 (RP : 5 名、LP : 5 名)、右→左では 24 名 (RP : 9 名、LP : 15 名)、OKN 良好者は 5 名 (RP : 1 名、LP : 4 名) であった。これらは右→左へのメジャー方向に OKN 不良者が多く、OKN 良・不良に関わらず椎体変位は LP が多いという傾向を示している。前報<sup>5)</sup>のモーション・パルペイションから検出した腰椎の回旋変位でも LP 変位が 23 人、RP 変位が 4 人だったことから LP 変位の多いことが分かる。

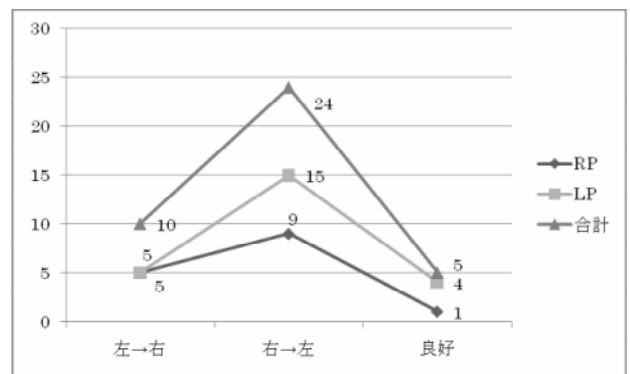


図 1: 左右の方向にメジャーを引いたときの OKN 良好・不良と回旋変位の該当者数。

分類 3 : 図 2 にメジャーを上下方向に引いた場合の OKN 良好・不良と上下変位の関係を示す。

ここでは RPI というような 3 次元変位ではなく、回旋変位を無視して RPI なら I という上下変位のみとした。54 名から不一致者 13 名、上下混合していたもの 4 名を除いた 37 名が対象である。

結果はメジャー上→下方向が 14 名、下→上方向が 17 名で殆ど差がなかった。しかし S 変位が 29 名、I 変位が 8 名だった。これらは上下方向へのメジャー刺激に対して OKN 良好・不良にはあまり差がなく、椎体変位は S が多いという傾向を示している。

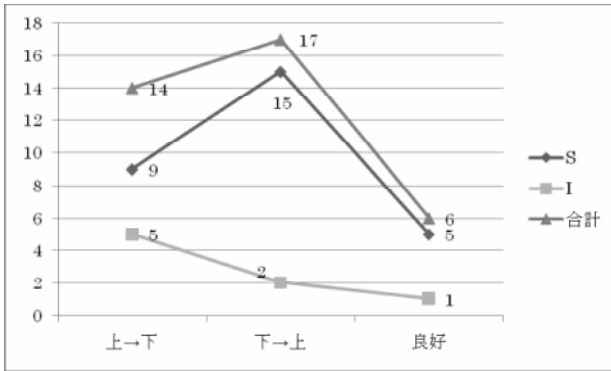


図2: 上下の方向にメジャーを引いたときのOKN良好・不良と上下変位の該当者数。

**分類4:** 図3に表1にあるOKN不良方向を上下左右の4方向の組み合わせでなく、メジャー方向で上・下・左・右方向として個別に分類した。例えば①②で共通しているOKN不良方向は被験者からみてメジャー方向は「→」、①と③では同様にメジャー方向を「↓」とした結果、メジャー方向でのOKN不良者は左→右では17人(31.5%)、右→左では31人(57.4%)。上下方向はほぼ同数であった。更に前報(対象者39人)と比較してみたところ非常に酷似した傾向がみられた。OKN良好者は左→右方向が2倍多いもののOKN不良者との割合でみると、左→右では17人のOKN不良者に対して2人(11.8%)、右→左では31人のOKN不良者に対して4人(12.9%)とほとんど差がなかった。

以上の結果からメジャー刺激の方向と頭頸部の変位について神経生理学的な方面から考察してみる。

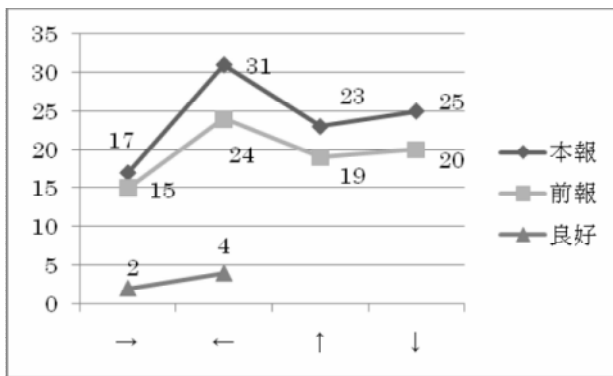


図3: メジャー上下・水平方向でのOKN不良者数。前報との比較も示した。

矢印は被験者からみたメジャー方向。→: 右刺激、←: 左刺激、↑: 上刺激、↓: 下刺激。

### 3. 考察

#### 3.1 頸部筋への投射経路

眼球-頭部協調運動に関与する頸部筋への運動ニューロンはどこから投射しているのだろうか。

前庭小脳(片葉小節)のプルキンエ線維はVORとOKRの中継ニューロンであり、眼球運動と姿勢バランスを調整している。小脳の室頂核からのニューロンは両側性に網様体脊髓路、前庭脊髓路を介して抗重力筋の活動を調節する。また虫部のプルキンエ線維は脳幹と第一次運動野を介して頭頸部と体幹近位筋の活動を調節している<sup>6)</sup>というのが大まかな生理学的見解である。

眼球と頭部の運動に関わる経路として、例えば右上丘から興奮性バーストニューロンを含む左橋網様体(PPRF)と抑制性バーストニューロンを含む左延髄網様体に投射して、左外直筋と右内直筋が興奮することで両眼球の左側へのサッケードが起こる。そして左側の網様体脊髓路を介して頭部の左回旋が起こる<sup>7, 8)</sup>。このように上丘からのニューロンは対側の網様体へ投射し、網様体脊髓路を介して同側の頸髄に投射することになるが、該当する筋肉の詳細な明記はない。またサルの実験ではサッケードの異常は傍正中橋網様体(PPRF)とされるが、組織学的検索ではPPRF部の病変との対比は明確ではないという報告<sup>9)</sup>もあり、上位脳から頸部筋への投射経路の詳細は解明されていないようである。

次に前庭系と頸部筋の関与をみてみる。外耳道から冷水・温水を入れ眼振を誘発させる温度性眼振検査(以下、カロリック試験)では冷水注入側の前庭機能が破綻する。例えば右側に冷水を注入すると右前庭神経核が破綻することで、ここからの運動ニューロンが投射する左三角筋後部線維と左僧帽筋の活動が低下し頭部と両腕が右側に偏倚して、眼振は左側へ起こる<sup>10)~12)</sup>。また檜、八木らも上部深層項部筋がOKNに強い関与があることをヒトの実験で示したが、その詳細な該当筋名は示されていない。

ところが篠田らは<sup>13)</sup>、三半器管と頸部運動ニューロンへの収束入力パターンである前庭頸反射の神経回路を詳しく調べているので表2に示す。一方、耳石器では球形嚢は主に上下直筋に接続しており、特に両頸部伸筋運動ニューロンに興奮性、卵形嚢は頸部屈筋(頭長筋)に興奮と抑制が混合しており複雑であるが、同側の外転神経核と接続しているので眼球は刺激側に水平性に動く<sup>14)</sup>という。しかし三半器管系と耳石器系は頭頸部が運動を起こした時に視

覚情報を正しく中枢に伝えるため頭頸部を固定するものであり、今回のような静止時の視運動刺激に強い関連があるかどうかは分らない。

	同 前半	同 外 半	同 後 半	反 前半	反 外 半	反 後 半
後頭直筋	○	●	●	○	○	●
後頭斜筋	○	●	○	●	○	●
頭長筋	●	●	○	●	○	○
胸鎖乳突筋	●	●	●	○	○	○

表 2 三半器管と頸部運動ニューロンへの収束入力パターン 同:同側、反:反対側、前半:前半器管、外半:外側半器管、後半:後半規管、○興奮、●抑制。

### 3. 2 視運動性眼振 (OKN) と前庭小脳

OKR という静止時の反射と前庭系についてはどうであろうか。VOR は頭部運動の加速度刺激で反応し、OKR は視覚的刺激で反応して OKN を誘発する。OKR の刺激情報は前庭神経核に入り、VOR のメカニズムを共有して、お互いが補完的に働いて対象物を中心窩に捉える<sup>15)~18)</sup>。これらは前庭神経核と小脳の片葉小節や虫部が関与する前庭小脳の機能である<sup>19)</sup>。

正常ではメジャーを被験者から見て左側から右側に引くと、次々に現れる縞模様を中心窩に捉えるためにリセットする眼振が左側に起こる。回転イスなどで頭を回転させる VOR では左回転であれば風景が左側から右側へと流れるので、回転中は先ほどのメジャー刺激と同じく左方向に眼振が起こる。このように OKN 方向は視標の行き先と反対の前庭系神経核の興奮状態を意味する。そうなるメジャーを引き伸ばした方向と反対側に眼振が発現しにくい場合には、メジャー出発点側の前庭神経核に問題の可能性があると。ところがサルでの片葉破壊では OKR の適応は消失するが前庭神経核を破壊しても OKN は低下しないという<sup>20, 21)</sup>。

では前庭神経核は OKN に関与しないのだろうか。ここで前庭小脳系の機能についていくつかの報告を紹介してみる。八木<sup>22)</sup> は、カロリック試験で確認された前庭代償が完成された一側前庭機能高度低下者(眩暈は1年以上起っていない)に対して後頭部へ振動刺激を加えたが、一側、両側のどちらに行っても上下の眼振方向に関しては一定性がなかったが

水平方向に関しては全て健側への眼振だったことを報告している。この結果は左右の眼振所見は前庭系の異常側を判定しやすいが上下の眼振は判定基準になりにくいことを示唆している。青木<sup>23)</sup> は、家兎に OKN の訓練を行い一方向(反時計回り)のみの視性訓練で訓練方向のみならず反対方向の OKN 緩徐相速度、総眼振数も増加して、それが72時間維持されたと報告している。那須<sup>24)</sup> は、「一側前庭神経核が障害された場合、一週間ほどで中枢性代償により急速に左右の前庭神経核間の静的アンバランスは是正されるが、動的アンバランスは完全には回復しない。ところがこの状態で VOR を行っても眼振緩徐相の左右差は認められなくなる」と述べている。これらは小脳には同じ運動を繰り返すとシナプス伝達の効率が誤差を少なくして学習が生じる適応制御により<sup>25)</sup>、眼球運動と姿勢バランスの異常がある程度解消されて行くものと考えられる。その小脳であるが、水田ら<sup>26)</sup> は、ドラムを使った視運動刺激を健常者12人に行い fMRI で観察した結果、右方向、左方向のどちらの刺激でも小脳賦活領域には優位な左右差がなかったことを報告している。

今実験のデータでも OKN 不良の被験者全員に前庭系の異常がある訳ではなく、頭位による眩暈や乗り物酔いを訴えているものは34%であり、過半数は健常者である。ではなぜ健常者にも OKN 不良が起こるのであるだろうか。以上のことから OKN 不良が必ずしも前庭小脳異常の影響を受けるのではなく、脳幹より上位の脳からの関与を考えてみる必要がある。

### 3. 3 視運動性眼振 (OKN) の経路

OKN は眩暈や平衡障害者に対して脳幹や小脳の病巣診断のために使われるが、その経路は網膜→後頭葉→頭頂葉→前頭葉→外眼筋核という経路で発現し、この経路中のどこに障害があっても誘発されなくなる<sup>27, 28)</sup>。しかし視運動刺激により大脳のどこが賦活して OKN が誘発されているかはサルの実験や大脳障害者の報告から推測されているにすぎないという<sup>29)</sup>。また OKR を動かす知覚シグナルは網膜から発信され、中脳の視蓋前域に投射するが、ここから前庭神経核への投射経路は未知の伝導路を通じて投射している<sup>30)</sup> という。このように OKR や OKN については十分解明されていないようだが、種々の報告<sup>31~41)</sup> をまとめて概説してみる。

#### 左→右のメジャー刺激での OKN の神経経路

(右に追跡性で始まり、左へ眼振が起こる。)

**追跡性経路:** (①視覚信号、②運動信号)

①網膜→後頭葉→右中側頭葉→右橋背外側核→左小脳片葉・虫部。

②網膜→後頭葉→右中側頭葉→右前頭眼野→右橋被蓋網様体核→左小脳片葉・虫部→左前庭神経核→右外転神経核興奮→右追跡。

**眼振経路:**(橋網様体の興奮性バーストニューロンは同側の外転神経に投射)

右前頭眼野→右視蓋前域(上丘付近)→左橋網様体・延髄網様体→左外転神経核興奮→左眼振。

### 眼球一頭部協調運動経路

右前頭眼野→右視蓋前域(上丘付近)→左網様体脊髄路→左頸部筋→頭頸部左回旋(LP変位)。

## 3. 4 大脳機能の左右差による頭頸部の左回旋

OKN はいきなりメジャーを引っ張ってみても、被験者の反応がない場合がある。これは彦坂<sup>43)</sup>もいうように、ヒトのOKRは脳幹の反射で起こるといふより、最初の緩徐相は追跡性眼球運動、その後の素早い戻りはサッケード(OKN)を介するというのが最近の説のようである。それに加えて大脳皮質レベルの関与がないとうまく発現しないようだ。つまり注意機構の関与である。ヒトの注意機構には前頭眼野や上丘が深く関与しており、それも右側において優位である<sup>44)</sup>といわれている。

右半球障害(島皮質、1~3野、S2野などの体性感覚野、頭頂連合野)で起こる半側空間無視は、左半身の不自由さを認めないし関心もない。従って正中を越えて左側へ頭位も眼位も向けないという。これは統合された身体感覚はこの右半球が優位といわれているからである<sup>45~48)</sup>。言語を思い出す時は左大脳の活動で眼球は右を向き、図形などを思い出すときは右大脳が活動して眼球は左を向く。これには頭位もそれに従うことが多い<sup>49)</sup>とされる。しかも頭部を回旋させる胸鎖乳突筋には同側大脳支配という少し変則的な支配があり、右半球の活動では頭頸部は左回旋する<sup>50)</sup>という。このように右大脳が優位に賦活していると頭頸部はLP変位になるようだ。

この右大脳優位について水田らは先ほどの視運動刺激の実験で脳賦活領域の検出率を調べた。特に視覚的な空間運動認知に関わっている後頭側頭領域(サルではMT、MST領域)では、右向き刺激で右側57%に対して左側0%、左向き刺激で右側31%

に対して左側は15%とどちらも右半球優位だった。そして右向き刺激の方が左向き刺激より頻度が高かったことから視運動刺激時の右半球優位性を示唆した。ただ、前頭葉(前頭眼野)は右向き刺激では右側、左向き刺激では左側が優位に賦活していた。従って眼球一頭部協調運動に関する前頭眼野から視蓋前域を介する網様体脊髄路への興奮は前述の経路図に沿っていることを示唆している。このLP変位が多いことの考察としては、前報の腰椎変位ではLPが23人、RPが4人であることからしても、左軸足優位性<sup>51~53)</sup>を介したロベット・リアクター<sup>54)</sup>が関与すると考えられる。サッケードは尾状核と黒質網様部からの脱抑制信号が上丘に送られて起る<sup>55)</sup>。この部位に関連する線条体を刺激するとその刺激側と反対に身体が回転する<sup>56)</sup>ことが知られている。つまり右線条体と右上丘の興奮は左へのサッケードと体幹の左回旋を起すことになる。つまり右大脳基底核の興奮でも左回旋となる。

今実験のデータでは図1・3にあるように、①メジャーを被験者からみて、左→右に引く右向き刺激でOKN不良が少ない。②OKN不良は頭頸部のLP変位が多い。特に右→左に引く左向き刺激が左→右に引く右向き刺激の3倍である。

## 3. 5 OKN不良方向は右大脳優位性に関わる

これらから次のことが示唆される。①幅の狭いメジャーの動きを見るOKRは、どちら方向の刺激でも注意機構に働く右前頭眼野と右視蓋前域、視覚情報に優位に関わる右後頭・頭頂・側頭領域とが優位に賦活する。そして左→右に引く右向き刺激では更に右大脳が賦活することでOKN不良は少なくなる(4.3経路図を参照)。逆に右→左に引く左向き刺激では左大脳(前頭眼野)の興奮が加わるので、注意機構に優れた右半球の活動が減退し左向き刺激でのOKNの不良が多くなる。②右→左に引く左向き刺激でも右大脳優位に賦活するが、水田の報告のように0%ではなく、この方向では左大脳の興奮も加担する。そして左視蓋前域(上丘)から右網様体脊髄路を介して右頸部筋が活動して眼球一頭部協調運動により頭頸部は右回旋(RP)を起こそうとする。しかし右大脳優位のLP状態では左右の大脳の賦活が錯綜してOKNが発現しにくいものと考えられる。これはLP変位がOKN不良の要因ではなく、メジャー刺激の方向がその左右差に関与したものと思われる。

上下方向の垂直眼球運動について大塚<sup>57)</sup>は、

Averbuch - Heller らが報告した3症例に基づき右大脳半球障害で両側眼瞼下垂が生じることと上眼瞼挙筋が上直筋と連動していることから上方視の制御に右大脳半球（頭頂葉）が深く関与しているとした。図2では下→上のメジャー刺激でのOKN不良者がS変位になっている割合は88.2%、上→下では64.3%であった。S変位は頭頸部の屈曲を意味し、眼位を水平に保つためには上方視が必要になる。この眼位を保つためには右大脳半球が優位である方が良さそうである。しかし、本報の上下方向でのOKN不良の差としては図2に示されているように差がほとんどなく、上下方向に関しての大脳半球の右側優位性という傾向は分からなかった。これは前述の八木の実験結果が示すように、一側前庭障害があっても上下方向の眼振には一定性がなかった報告と重ねても、上下方向に関しては複雑な制御が行われているのかもしれない。

#### 4. まとめ

視運動検査でのメジャー刺激はどちら方向でも注意機構に働く右前頭眼野と右視蓋前域、視覚情報に優位に関わる右後頭・頭頂・側頭領域とが優位に賦活するため右大脳優位となる。この優位性から起こるヒトの姿勢特性において頭頸部のLP変位が多いとすれば、視運動検査時のOKNは左→右に引く右向き刺激では活発に発現し、逆に左向き刺激では発現が低下するという左右差のあることが示唆された。筆者が前報で調査した同様の検査でもOKN不良と椎体変位の特徴が本報と非常に酷似した結果であったことは右大脳優位性の影響が視覚運動性と姿勢制御に深く関与していると考えられる。しかし、あくまで現時点での仮説であり、今後の研究の課題でもある。

#### 5. 参考文献

- 1) 本郷利憲ほか：標準生理学、353-358、医学書院、2005.
- 2) 檜学：めまいの科学、112-116、朝倉書店、1997.
- 3) 八木聡明：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.
- 4) 中川貴雄、脊柱モーション・パルペイション、55-58、科学新聞社、1990.
- 5) 荒木寛志：眼球-頭部協調運動と腰椎リスティングとの関係、日本カイロプラクティック徒手医学会

- 誌 VOL8、78、2006.
- 6) 前出1)、390-391.
- 7) 前出1)、356-358.
- 8) 伊佐正：上丘による眼球運動制御、脳の科学 VOL25 7、663、星和書店、2003.
- 9) 小松崎篤：変性疾患と眼球運動異常、脳の科学 VOL25、No7、679、星和書店、2003.
- 10) 岩田誠：神経症候学を学ぶ人のために、63、医学書院、2001.
- 11) 前出1)、351.
- 12) 平山恵三：神経症候学、673、文光堂、2006.
- 13) 篠田義一、寛慎治、杉内友理子、伊澤佳子：神経進歩の研究40巻 3号、364-367、医学書院、1996.
- 14) 内野善生：耳石器系神経機構の特異性、250-251、EQUILIBRIUM RESEARCH、VOL64、No4、日本めまい平衡医学会、2005.
- 15) 前出1)、355.
- 16) 吉田薫：水平性サッケードの脳幹神経機構、神経研究の進歩40巻 3号、323、医学書院、1996.
- 17) 福島菊郎、福島順子：前頭葉での眼球運動制御、脳の科学 VOL25 7、624、星和書店 2003.
- 18) 永雄総一、北澤宏理、首藤文洋：小脳による眼球運動制御、脳の科学 VOL25、No7、646、星和書店 2003.
- 19) 八木沼洋行：小脳の構造と入出力、神経研究の進歩44巻 5号、680、医学書院、2000.
- 20) 永雄総一：眼球運動における小脳の役割、神経研究の進歩40巻 3号、378、医学書院、1996.
- 21) 永雄総一：眼球運動における小脳の適応、神経研究の進歩44巻 5号、754、医学書院、2000.
- 22) 前出4)、110、医学書院、1997.
- 23) 青木光広、視運動性眼振(optokinetic nystagmus, OKN)の緩徐相速度機構について、[2007. 12. 11]  
<http://repository.lib.gifu-u.ac.jp/bitstream/123456789/1344/1/310297.txt>
- 24) 那須隆、前庭動眼反射と視運動性眼振の相互作用に関する臨床的研究、[2007.12.10]  
<http://www.lib.yamagata-u.ac.jp/kiyou/kiyoum/kiyoum-22-1/image/kiyoum-22-1-045to055.pdf>
- 25) 一口メモ 長期抑圧、適応制御、脳の科学 VOL25 No7、652、星和書店、2003.
- 26) 水田啓介、久世文也、山田南星、伊藤八次：視運動刺激による大脳活動、Brain Medical VOL13、No2、47-51、メディカル・レビュー社、2001.  
メディカル・オンライン  
<http://www3.meteo-intergate.com/journal/jsearc>

[h.php?jo=ailbraid&ye=2001&vo=13&issue=2](http://h.php?jo=ailbraid&ye=2001&vo=13&issue=2)

- 27) 前出 10)、62、2001.
- 28) 前出 26)、47.
- 29) 前出 26)、47.
- 30) 高倉公朋(監訳):ビジュアルテクニスト脳神経、234、医学書院、2004.
- 31) 小嶺幸弘:神経診察ビジュアルテクニスト、55-57、医学書院、2002.
- 32) 山田徹人、向野和雄:眼球運動に関する解剖生理学、眼科診療プラクティス、84-86、文光堂、1999.
- 33) 前出 30)、234-236.
- 34) 河野憲二:追従眼球運動、眼振・眼球運動の神経機構、EQUILBRIUM RESEARCH、90、日本めまい平衡医学会、2001.
- 35) 加藤功:視運動性眼振の皮質下経路について、眼振・眼球運動の神経機構、170-176、日本眩暈平衡医学会、2001.
- 36) 前出 17)、626.
- 37) 竹村文、稲葉直子、河野憲二:頭頂葉での眼球運動制御、脳の科学 VOL25、No7、636、星和書店、2003.
- 38) 前出 18)、646-650.
- 39) 前出 8)、663.
- 40) 河野憲二、竹村文、井上由香、北間敏弘、小林康:追従眼球運動の神経機構、神経研究の進歩 40 巻 3 号、401、医学書院、1996.
- 41) 前出 21)、752-756.
- 42) 水野昇(訳):図説中枢神経系、178-185、医学書院、2002.
- 43) 彦坂興秀:眼と精神、47、58、208、医学書院、2003.
- 44) 山本健一:意識と脳、94-96 サイエンス社、2000.
- 45) アントニオ・R. ダマシオ:生存する脳、125-126、講談社、2003.
- 46) 石合純夫:半側空間無視と眼球運動異常、神経研究の進歩 40 巻 3 号、507、1 医学書院、996.
- 47) 鈴木寿夫:眼振・眼球運動の神経機構、223-224、日本眩暈平衡医学会、2001.
- 48) 前出 1)、477.
- 49) 前原勝矢:右利き・左利きの科学、41、講談社、1997.
- 50) 前出 30)、204-209.
- 51) 大藤晃義、黒田孝春、金剛正司、安藤広行:重心動揺系における左右足の位置関係の検討、第 3 回日本カイロプラクティック徒手医学会誌 vol. 3、7、2002.

52) 吉岡一貴:仙腸関節の機能的左右差に関する考察、第 7 回日本カイロプラクティック徒手医学会誌 VOL. 7、70、2006.

53) 前出 49)、109-128.

54) デービッド S. ウォルサー:アプライドキネシオロジー、70、科学新聞社、2000.

55) 彦坂興秀:大脳基底核疾患の眼球運動、神経研究の進歩、40 巻 3 号、471-473、医学書院、1996.

56) 前出 49)、121-123

57) 大塚賢二:右大脳半球は垂直眼球運動に関与しているか、眼科診療プラクティス、89、文光堂、1999.

※1 日本カイロプラクティック徒手医学会第 9 回学術大会(平成 19 年 9 月)にて一部発表

※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)