

平衡機能検査法基準化のための資料

— 2006年平衡機能検査法診断基準化委員会答申書, 及び英文項目—

担当理事：渡辺 行雄, 肥塚 泉
委員長：山本 昌彦
委員：石井 正則, 高安 幸弘,
竹森 節子, 鶴岡 尚志,
内藤 泰, 中村 正,
羽柴 基之, 深谷 卓

(Equilibrium Res Vol. 47(2) 221~244, 1988)

(Equilibrium Res Vol. 49(1) 168~169, 1990)

(Equilibrium Res Vol. 65(6) 468~503, 2006)

平衡機能検査基準化のための資料改訂にあたって

平衡機能検査法基準化のための資料は、1987年に平衡機能検査基準化委員会により策定され、1990年に小範囲の改訂を経て現在に至っている。その後、約18年が経過し、この間、各種の新しい検査法が開発され、また、従来の検査機器への最新技術による多くの改良が為されてきた。本資料は1987年の資料に、その後開発された新しい検査法（検査技術）を追補したものである。

今回の改訂にあたっては、以前からの記載内容には特に指摘された問題点以外の加筆、修正、削除を行っていない。したがって、本資料には、古典的な検査から最新のものまで、全ての検査が網

羅されており、検査種目によっては古典的であったり、特殊な装置を必要とするために施行頻度が少ないものも含まれている。現時点で平衡機能検査として適用し得る全ての項目を包括したものであり、これらの中から各施設の必要性に応じて検査法を自由に選択できるように配慮したものである。

本資料では、各検査の概要、原理、装置、手技と注意事項、判定基準、評価、基本検査・精密検査などの検査種類、関連する文献が統一的に記載されており、各施設における、検査の実施基準、結果判定などの基礎資料として活用していただきたい。

目次

平衡機能検査総論

平衡機能検査各論

I 体平衡検査

1 静的・体平衡検査

- (1) 両脚直立検査
- (2) Mann 検査
- (3) 単脚直立検査
- (4) 重心動揺検査
- (5) 電気性身体動揺検査 (GBST)
- (6) Dynamic posturography (Equi Test®)

付 斜面台検査

2 動的・体平衡検査

- (1) 指示検査
- (2) 書字検査
- (3) Square drawing test (SDT)
- (4) 足踏検査
- (5) 歩行検査
- (6) 足圧センサーによる歩行検査
- (7) Body Tracking Test (BTT)

付 身体障害者の認定

II 眼振検査

1 注視時検査

- (1) 注視眼振検査
- (2) 異常眼球運動検査

2 非注視時検査

- (1) 自発眼振検査
- (2) 頭位眼振検査
- (3) 頭位変換眼振検査

付 頭振り眼振検査

3 ENG 検査

付 単眼眼球運動検査

付 CCD カメラ記録検査

III 迷路刺激検査

1 温度刺激検査

- (1) 冷水刺激検査 (20°C 5ml 20秒法)

付 1 自発眼振を認める場合の検査

付 2 温度刺激検査における無反応の判定

付 3 急速眼球運動障害の場合の検査

付 4 意識レベル低下の場合の検査

付 5 簡易検査

- (2) 冷温交互刺激検査
- (3) エアーカロリック検査
- (4) Visual suppression 検査

2 回転刺激検査

A 回転後眼振・後感覚を指標とした検査

- (1) バラニー式回転検査

- (2) クプロメトリー

B 回転中眼振を指標とした検査

- (1) 台形方式回転検査 (等加減速回転検査)
- (2) 振子様回転検査
- (3) Sinusoidal harmonic acceleration test

C VOR 利得を指標とした回転検査

- (1) VOR 検査
- (2) 偏垂直軸回転検査

3 圧刺激検査 (瘻孔症状検査)

付 血管性瘻孔症状検査

4 電気刺激検査

5 音刺激検査

- (1) Vestibular evoked myogenic potentials (VEMP)

IV 視刺激検査

1 視運動性眼振検査

- (1) 等加速減速法 (OKP 検査)
- (2) 等加速度法
- (3) 等速度法
- (4) 重ね合わせ法

付 簡易検査

2 視運動性後眼振検査

3 追跡眼球運動検査

4 急速眼球運動検査

平衡機能検査総論

平衡神経の名称は生体の運動平衡を司る神経系として広い意味に用いられる。その形態学的観点から対象となるものは前庭機能、深部知覚、視覚など平衡機能に直接関与する感覚器、次にこれら感覚器からの情報を伝達する神経路、情報処理が行われる中枢神経、これに応じて全身の姿勢や運動の調節を司る錐体路と錐体外路とそれらの効果器である全身の骨格筋、そして眼運動中枢と外眼筋である。さらに体性知覚と自律神経系も関与している。

身体の平衡維持には平衡反射と総称される各種反射が単独であるいは複合して働き、また大脳の関与した意識的な人の行動の中にも組み込まれて機能している。

平衡機能検査 examination of the equilibrium は平衡機能がどのように維持されているかを調べる検査であり、平衡障害 equilibrium disturbances の発見とともに、平衡障害の病巣を探ることを主な目的としている。

身体の平衡機能は感覚系、中枢神経系、運動系の成長発達過程で向上し、また高齢者ではそれらの退行変性ととも低下する。平衡障害の患者でも中枢代償過程や障害されていない感覚器、神経系によってその機能の回復がみられる。したがって平衡機能検査は学齢期児童生徒の平衡機能発達の検査、平衡機能の低下が支障となる職業での適正検査、スポーツ医学などにも応用され、平衡機能検査の判定評価にあたってはそれぞれの検査目的に従っての考慮が必要となる。

平衡機能検査は二種に大別される。すなわち特別の感覚器への刺激を与えない状態でみられる平衡障害を発見する非刺激検査と迷路刺激、視器刺激などの刺激負荷検査とである。いずれも運動効果器に現れた四肢軀幹など骨格筋の働きを調べるものと、外眼筋活動による眼球運動を調べるものがある。眼球運動記録に用いられる ENG および直立検査に用いられる重心動揺計の JIS 規格が決められ使用機器の性能が一定となった。迷路刺激、視器刺激には、種々の定性的、定量的刺激装置が用いられる。非刺激検査では刺激負荷を加える場合にも、日常の行動で受ける程度の刺激にとどめ身体の姿勢、運動、眼球運動を調べる。刺激負荷検査では温度刺激、回転刺激、外耳道圧刺激、電気刺激などによる迷路刺激で内耳、前庭神経の

前庭性入力系の働きを知るとともに視刺激検査も含めて刺激に反応する眼球運動や骨格筋への影響を調べ眼球運動や身体運動の発現に関与する中枢神経機構の働きを探る。

非刺激検査は体平衡検査としての静的・体平衡検査と動的・体平衡検査ならびに眼振検査に分けられる。静的・体平衡検査は直立姿勢を評価するもので開眼および閉眼の直立を比較し、視覚の影響の有無も調べる。両脚直立（両足内側縁を接した自然直立姿勢）、マン姿勢直立、単脚直立はその順に不安定となり、これらは一組として評価する。高齢者や長く臥床している患者では判定に配慮が必要である。動的・体平衡検査では上肢の運動、下肢の運動が区別され、閉眼、遮眼での結果を判定する。体平衡障害は上肢筋緊張、下肢、軀幹の抗重筋緊張の左右差から生じる偏倚現象と、姿勢の傾きを正す立ち直り反射の障害に分けられ、偏倚現象は動的・体平衡検査で、立ち直り反射障害は静的・体平衡検査で主として検出される。

眼振検査には固視、注視条件下の注視眼振検査、異常眼球運動検査と、非注視条件下の自発眼振、頭位眼振、頭位変換眼振検査とがある。注視条件下検査は中枢神経系のうち特に脳幹・小脳あるいは眼運動系の異常を反映し、非注視条件下検査では末梢性前庭障害ならびに中枢障害による前庭系制御の異常などの病的所見が発見され易い。

迷路刺激検査では一側の内耳、前庭神経の異常を正しく検出できる温度刺激検査が最も重要であり、冷水刺激で ENG 記録による精密検査法がほぼ確立されたといえよう。両側半規管同時刺激による回転刺激検査は総合的な前庭性眼反応を調べる方法として注目され、その新しい検査システムの完成は将来に期待される。圧刺激検査は瘻孔症状、仮性瘻孔症状として内耳病変の診断に役立つ。電気刺激検査は温度刺激検査との組合せで内耳障害と後迷路障害とを鑑別する唯一の方法といわれ、重心動揺計を用いて前庭刺激による体動揺を加算する galvanic body sway test が開発されている。

視刺激検査は視覚性入力による眼運動系の検査で、眼運動中枢、外眼筋と眼運動ニューロンの障害を検出するのに適している。視運動性眼振、視運動性後眼振ならびに追跡眼球運動、急速眼球運動のそれぞれの病的所見を発見しそれらを評価判定する。

平衡機能検査では第一に総合的に平衡障害の有無を判断し、次にその病態の解明のため各々の感覚入力系の機能を調べ、平衡障害の発症からの時間経過、患者の年齢、日常の行動を考慮しつつ再び検査結果を総合的に評価し最終的判定を行う。

追：2006年度の改訂は、1987年度（1990年度はほとんど改訂なし）の診断基準化を基にして改訂を行ったが、約15年の経過がありこの間、多くの検査機器に最新技術の導入や改良が為されたたり、新しい検査法が開発されてきた。新しい検査法や検査機器についても出来るだけ知っていただき、新旧それぞれの検査法が平衡機能検査として自由に選択して診断や経過観察の評価に役立てることができるよう配慮した。

平衡機能検査各論

I 体平衡検査

1 静的・体平衡検査

静的・体平衡検査の目的は直立静止時の立ち直り、偏倚や転倒傾向を指標に平衡能や障害側の推定を行う検査である。この目的から、平衡障害例ではバランスを失って転倒する危険が常にあることを念頭におく必要がある。下肢、軀幹の運動制限、筋麻痺のある場合には判定を保留する。

(1) 両脚直立検査

(原理)

身体の平衡は、視覚系、前庭系、深部知覚系などにより維持されている。本検査は、開眼時、閉眼時の身体の平衡を比較する。特に、内耳、前庭神経障害、下肢深部知覚障害では、明るい所では、平衡は保たれるが、暗い所でふらつきが著しいことが知られている。小脳障害では、明所、暗所ともにふらつきが著しく、両者に差が少ない。

(用語)

Romberg 現象陽性、陰性。前後左右への転倒傾向、転倒。不能。

(装置)

不要。

(手技)

両足をそろえ、両足内側縁を接して直立する。両上肢は体側に軽く接し、頭位を正しく保って正面をみさせる。開眼正面注視で60秒間観察した後、同様に閉眼60秒間の観察を行い、身体動揺の有無、程度、転倒方向をみる。開眼、閉眼時の身体動揺の有無、程度、転倒方向、開閉眼での差な

どを記載する。

(注意事項)

- 視点の固定（固視点を設定、閉眼では固視点をイメージさせ直立姿勢のバラツキを少なくする）が望ましい。
 - 閉眼時にも両足を揃えることが不可能な場合、直立可能な程度に両足尖やかかとを開き、何cm開いているか記載する。
 - 閉眼検査は、まず開眼で直立させ、ふらつきがほぼ安定したところで閉眼とする。常に検査中は、被検者が転倒する場合を考慮する必要がある。
 - 心因性疾患患者では転倒傾向が極端に現れるので注意を要する。
 - 観察時間は60秒が原則とされているが、不可能な場合は、理由、観察時間などを記載する。
- (判定基準)

開眼、閉眼時の各々において、60秒間の身体動揺が明らかか、転倒をするものを陽性とする。

軽度動揺＋、高度動揺＋＋、転倒＋＋＋

開眼と比べ閉眼の動揺が著しい場合、**Romberg**現象陽性とする。

(評価)

平衡障害の有無、程度が把握できる。経過観察、治療効果判定、治癒の判定に有用である。身体動揺、動揺方向により病巣診断は決定しがたいが、転倒側の障害が推定される。一側へ転倒する傾向が著しい場合、同側の内耳～前庭神経～小脳の障害が考えられる。

(種類)

基本検査

(2) Mann 検査

(原理)

両足を前後一直線上に揃え、両足に体重を均等に荷重して身体動揺を検査する。

(用語)

Mann 検査陽性、陰性。前後左右への転倒傾向、転倒。不能。

(装置)

不要

(手技)

両足を前後の一直線上に揃え、足尖とかかとを接して（ツギ足立ち）体重を両足に均等に荷重して直立する。両上肢は体側に軽くつけ、頭位を正しく保ち、正面をみさせる。開眼閉眼ともそれぞれ30秒間観察する。前後におく足を左右交互にか

えて検査を行う。身体動揺の程度（軽度＋，高度＋＋），動揺方向，転倒の有無，転倒方向，Mann姿勢維持可能時間，不能などを記載する。

（注意事項）

・左右に不安定な姿勢なので被検者が出来る範囲で検査を行う。

・視点の固定（固視点を設定，閉眼時固視点をイメージさせ直立姿勢のバラツキを少なくする）が望ましい。

・姿勢が不安定なために転倒し易いので注意が必要である。

・閉眼での検査は，開眼で検査足位をとらせ，ふらつきがほぼ安定してから閉眼で行う。

・小児や高齢者には不向き。

（判定基準）

開眼，閉眼時共に30秒以内の転倒傾向を異常とする。

（評価）

・開眼，閉眼で，身体動揺，転倒傾向の認められるものを陽性とし，軽度動揺＋，高度動揺＋＋，転倒＋＋＋とする。

・足の前後を変えても常に一方向に転倒する時は，同側の内耳～前庭神経～小脳の障害が疑われる。

・左右への支持面が狭いので，左右への転倒傾向の観察に適する。

（種類）

基本検査

(3) 単脚直立検査

（原理）

片足で直立し，身体の動揺，転倒傾向を検査する。

（用語）

拳上足の接床回数，動揺度，動揺方向，転倒方向，不能。

（装置）

不要。

（手技）

単脚で姿勢を正し，他側の大腿をほぼ水平に保ち直立する。観察時間は30秒で，身体動揺の有無，程度，転倒方向，不能を検査する。開眼，閉眼の右，左の単脚直立を観察し，検査中の拳上足の接床回数，接床時間などについても記載する。

（注意事項）

・視点の固定（固視点を設定，閉眼時固視点をイメージさせ直立姿勢のバラツキを少なくする）

が望ましい。

・閉眼の検査は，開眼で検査体位をとらせふらつきがほぼ安定してから閉眼させて行う。

・小児や高齢者では正常者でも転倒することがあるので注意を要する。したがって小児や高齢者には不向き（石けり姿勢の片足立ちで代用）。

（判定基準）

開眼 30 秒の単脚直立で拳上足の 1 回以上の接床が行われた場合，閉眼 30 秒以内に拳上足が 3 回以上の接床する場合を異常とする。

（評価）

・単脚直立検査の転倒傾向や動揺は平衡障害が推定される。

・立ち直り検査の観察，経過の判定が簡単に出来る。

（問題点）

直立する支持面が狭く，軽度の平衡障害も検出するが，正常でも異常と判断される傾向もある。

（種類）

基本検査

付 斜面台検査

（原理）

被検者が直立している台を一定の角速度で傾斜させ，斜面上の直立能力を検査する。わずかな平衡障害をも検査しようとする負荷検査である。

（用語）

goniometry，転倒傾斜角度

（装置）

手動式，電動式斜面台装置。円滑に等速度で前後，左右に傾く台を用いる。

（手技）

両足を揃えて，斜面台の上に直立させる。斜面台を出来るだけ一定の角速度 $1^\circ/\text{sec}$ で傾け，被検者が転倒する直前の台の傾斜角度を測定し記載する。開眼，閉眼の前傾，後傾，左傾，右傾の各々について行う。

（注意事項）

足底の中心を軸として傾斜する台が望ましい。原則として裸足で直立する。

（判定基準）

傾斜角度：正常：成人25-35度（平均30度）。幼児，高齢者では傾斜角は成人より小さい。

異常：傾斜角15度未満，開眼と閉眼の差5度以上，左右差5度以上は異常。

（評価）

・左右障害側が推定される。内耳・前庭神経障害

では、開眼時は、正常者と同じ程度の傾斜にたえるが、閉眼時は、正常値以下の傾斜角度で転倒する。下肢深部知覚障害でも閉眼で僅かな傾斜角で転倒する。

- ・小脳障害時、開眼、閉眼共に正常より小さい傾斜角度で転倒する。
- ・内耳・前庭神経障害では、患側に転倒する傾向がある。
- ・負荷検査である。

(4) 重心動揺検査

(原理)

静的直立時の身体動揺から、身体長軸の支持、調節機構の観察を主とする。重心位置が出力される重心動揺計を用い、重心位置の移動をX-Y記録計またはポリグラフ（前後、左右動揺の経時的記録）を用いて記録する検査、コンピュータを用いた自動計測検査がある。

(用語)

重心動揺検査 (stabilometry), 重心動揺図 (statokinesigram, stabilogram), 重心動揺計 (stabilometer), 動揺面積 (area), 動揺軌跡長 (length), 動揺速度 (velocity), パワースペクトル, その他の指標。重心動揺記録は、足圧中心の変化を記録しているが、体重心に近似して示すことができることから、重心動揺検査と命名している。

(装置)

重心動揺計 (JIS 規格のもの) を用いる。3個以上の圧センサーで垂直荷重変化を検出し、身体重心動揺を計測する。

(手技)

- ・検査室：静かで、明るさが均等な部屋、音や視刺激による身体偏位が生じない条件で検査。
- ・記録の準備：検査台の基準点と記録紙上の基準点を対応させる。
- ・記録における約束：X-Y記録では、重心が前方、右方へ偏位する時、記録がそれぞれ上方、右方向に記録する。経時的動揺記録では、重心が前方、右方へ偏位する時、それぞれ上方へふれるように記録する。
- ・重心動揺計上の直立位置：被検者の足底の中心*が検査台上の基準点と一致するように直立させる。
- ・足位：両足内側を接して直立する。直立維持が不安定で閉足直立が困難な例では、開足または

かかをつけて足尖を開いて直立させて検査し、開足間距離あるいは足尖を開いた角度を記載する。

- ・直立姿勢の設定：両上肢を体側に接し、自然に直立した姿勢 (natural standing) で検査する。
- ・履物を脱いで素足で検査するが、薄い靴下であればそのままでも良い。
- ・検査は開眼および閉眼で行う。
- ・視点の設定：開眼検査においては、正面、眼の高さに設定された視点を注視させ、閉眼時には設定された視点をイメージし、頭をまっすぐに保ち検査を行う。視標と検査台との距離は1～3 mとする。
- ・記録の開始：重心動揺が安定した時点 (約10～15秒後) から記録を始める。過渡的なゆらぎを除き定常的な動揺を記録する。
- ・記録時間：60秒記録を基準とする。60秒直立困難な例では、30秒記録を行う。60秒以外の時には記録秒数を記載する。記録中話しかけたり指示を与えたりしない。

付：記録の大きさの較正：重心1cmの偏位を何cmに記録するか定め、記録紙上に記録する。

X-Y記録では、重心1cmの偏位がペンで1cmふれる条件が適当である。

基準は、重心1cmの揺れが記録紙上1cmに記録される。

*足底の中心は左右足長線の2等分点を結ぶ線を2等分する点である。足長は、第二指とかかとの後端を結ぶ線と規定する。即ち、両足内側縁 (正中線) と足長線の2等分線とが交わる交点を直立足底の中心と規定する。

(評価)

- ・平衡障害の有無、程度の把握 (平衡障害のスクリーニング)
- ・疾患経過の観察
- ・治療効果の判定
- ・特徴的な動揺を観察しえた場合は、病巣局在診断
- ・平衡機能の発達、老化の観察

(注意事項)

原則として裸足で直立姿勢の重心動揺を検査する。頭位、足位により重心動揺図にかたよりが生じる。視点の固定は、頭の位置により重心動揺の中心がバラツクのを少なくするのに役立つ。常に検査中に転倒したりして事故が起こらないように配慮する必要がある。

1) X-Y 記録検査

(用語) statokinesigram (skg)

(手技)

動揺の大きさ：前後径，左右径，出来れば面積を計測する。面積はプランメータの測定を標準とする。

(判定基準)

動揺型：求心型，前後型，左右型，びまん型，多中心型などを判定。動揺型の判定は，前後径，左右径，揺らぎの方向，揺らぎの均一性などを考慮して行う。

動揺の中心：前後動揺，左右動揺の中心線の交点を動揺の中心とし，足底の中心に対しどのような位置にあるか判定する。

面積：外周面積，矩形面積，実効値面積のいずれかの面積値によって判定する。

軌跡長：総軌跡長，単位軌跡長，単位面積軌跡長によって体平衡を判定する。

開閉眼差：前後径，左右径，面積において閉眼／開眼の比をみる（ロンベルグ率）。

(種類) 精密検査（重心動揺標準検査）

2) 経時的記録検査

(用語) stabilogram (sbg)

(手技)

前後，左右動揺それぞれの恒常性，振幅，周期を観察する。

フィルタを使用して分析する場合，分析周波数成分より高い周波数成分を除去し，分析対象とする周波数中最も高い周波数の2倍以上の周波数でサンプリングが必要である。

次の計測を行う。（分析条件を付記することが必要）。

- 単位時間の軌跡長 (cm/sec)，総軌跡長 (cm/60 sec)
- 実効値 (root mean square)
- 振幅ヒストグラムと標準偏差：前後動揺，左右動揺
- power spectrum (0.02 Hz より 5~10 Hz)：横軸は対数目盛りまたは直線目盛り，縦軸は直線目盛り，対数目盛りもしくはルート値を使用する。power 評価には絶対値あるいは normalize した値を用いる。
- 位置ベクトル，速度ベクトル，振幅確率密度分布

(種類) 精密検査（重心動揺精密検査）

3) 刺激検査

(原理)

重心動揺計の立位姿勢で，種々の刺激を与えた時に起こる姿勢反射を記録・解析して体平衡機能を評価する。

(用語) Stimulus Body Balance test (SBBT)

(装置) 重心動揺計，刺激装置

(手技)

- 視運動刺激 (OKN, ETT, BTT などを含む)
- 傾斜刺激
- 水平運動刺激
- 振動刺激

(種類) 精密検査（重心動揺精密検査）

付：重心動揺検査の記録・解析法は，診療報酬収載項目を基準とした。

(5) 電気性身体動揺検査 (Garvanic Body Sway Test: GBST)

(原理)

電極を両耳または一側耳におき，直流を通電することによって得られる身体動揺を観察する。この電気刺激によって発現する身体動揺を電気性身体動揺 (galvanic body sway) という。電気刺激が前庭系のどこに働いて，身体動揺が誘発されるかについては未解決な点がある。

(用語) Galvanic body sway test, GBST

(装置)

- 刺激電極，電気刺激装置
- 身体動揺を定量的に観察するために，重心動揺計や反応波形の加算装置があると便利である。
- 近年は，コンピュータ制御での刺激，加算が行われるようになっている。

(手技)

刺激電極は，左右耳（耳珠あるいは乳突部上）におき，左右の関電極間に電流を流す両極両耳法と，一側耳にプラスまたはマイナス電極をおき，不関電極を前額あるいは前腕部におく単極単耳法が一般的に用いられている。他に両極単耳法，単極両耳法がある。身体動揺は重心動揺計からの出力を加算平均してみるとわかりやすい。

(注意事項)

- 1) 直流電流を用いるので，電気的安全性に十分気をつける。電気性身体動揺検査では，マクロショック（体表から流れ込む電流によるショック）の知識が必要である。これについ

て、最小感知電流は1 mA、最大許容電流は5 mA、心室細動を引き起こす心室細動電流は100mA とされる⁵⁾。また、患者漏れ電流の許容値については、直流では0.01mA（単一故障時は0.05 mA）と定められている⁶⁾。

- 2) 電気刺激検査で、不関電極を前腕部におく単極単耳法は両極が心臓をはさむことになり、事故防止には十分の注意が必要である。
- 3) ペースメーカ装着者では、禁忌と考えた方がよい。あえて検査を行う必要がある場合には、ペースメーカの破壊・抑制・不適切なペースングの原因になりうることを考慮し、使用のペースメーカ会社や専門医の立会いのもとでおこなう必要がある。

(判定基準)

電気性身体動揺の発現閾値の正常域についてはいくつかの報告がある^{1)~4)}。異常は、身体動揺の開発遅延、消失あるいは減弱、あるいは反応の形の異常である。

(評価)

GBSTの異常は、前庭神経炎で高率にみられる。また中枢前庭障害の判定や、半規管と耳石器障害の鑑別への応用も検討されている^{1)~4)}。

(種類)

精密検査

(6) Dynamic Posturography (Equi Test®)

(原理)

本検査装置は、Nashner らにより、立位バランス保持能力を評価する事を目的に製品化された。3つの検査項目に大別できる。第1に、視覚や体性感覚、前庭覚からの入力、どの程度有効利用されているかを評価する。このために、被検者が立つ支持面や被検者を取り囲む景色板を、被検者の前後動揺を追従するように傾斜動揺させる技術が用いられる¹⁾。立位安定性の評価とともに、ankle strategy や hip strategy などの立ち方²⁾についても評価する。以上の検査を Sensory Organization Test と呼ぶ。第2に、支持面を、前方または後方へ動かしたときの姿勢反応を評価する。これを Motor Control Test と呼ぶ³⁾。第3に、傾斜刺激を連続して加えた際の、姿勢安定化能力を評価する⁴⁾。これを Adaptation test と呼ぶ。

(用語)

Sensory Organization Test (SOT), Motor Control Test (MCT), Adaptation Test (ADT), ankle strategy, hip strategy

(装置)

EquiTest System® (NeuroCom 社、日本代理店：日本光電)が必要。システムは、2枚のフォースプレートが取り付けられた支持面と、被検者周囲の景色板、これらの動きを制御し、検査結果の解析を行うためのコンピュータからなる。なお、ここで述べる EquiTest Systema は製品として販売されている装置であるが、前述の Motor Control Test (MCT) で行われている水平移動などは、個別に簡易な刺激装置を製作し足圧センサーなどを使用して実施することができる。

(手技)

被検者を、2枚のフォースプレート上に、右足左足を載せて直立させ、顔は前に向ける。コンピュータの指示に従い、SOT, MCT, ADT などの検査をすすめていく。SOT では、異なる6通りの感覚条件で検査する。MCT では、方向と距離の大きさを変えて6通りの前後移動刺激を行う。ADT では、つま先上がり、つま先下がり、傾斜刺激を5回ずつ繰り返す。

(注意事項)

被検者の安全のため、ハーネスを装着し、装置上部の金属バーとつなぐ。

(判定基準)

いずれの検査項目も、NeuroCom 社から正常値が公表されている。これに基づいて、リアルタイムで、コンピュータ画面上に正常異常の判定が表示されるようになっている。

(評価)

SOT は、前庭障害患者の立位保持障害を的確に評価できる点で、有用である。MCT では、刺激で転倒するのを避けるために、体を引き起こす姿勢反応（長潜時反応に属す）をみている。ADT では、MCT における姿勢反応が、逆に立位保持に不利に働く場合に、これを抑制できるか否かをみている。MCT と ADT の異常の主因は、前庭系以外にあると考えられる。以上を総合的に解釈することで、体平衡障害の鑑別診断の参考となる。また SOT は、めまいのリハビリテーションや治療の効果を、評価するのに有用である⁵⁾。

(種類)

精密検査

(静的・体平衡検査文献)

- 1) 福田 精：運動と平衡の反射生理. 114-128 頁, 医学書院, 1957
- 2) 古川竜三：電動式転倒角度測定法の研究 (Electric goniometer test). 耳鼻臨床 50 : 45-95, 1957
- 3) 後藤敏郎, 監修：耳鼻咽喉科学. 292-296 頁, 医学書院, 東京, 1960
- 4) 檜 学, 編：現代の耳鼻咽喉科学. 191-195 頁, 金原出版, 東京, 1979
- 5) 切替一郎, 著：新耳鼻咽喉科学. 79-98 頁, 南山堂, 東京, 1967
- 6) 小松崎篤, 編：めまい—その基礎と臨床—. 91-106 頁, 医薬ジャーナル社, 東京, 1986
- 7) 松永 亨, 編：図説臨床耳鼻咽喉科講座. 2. 神経耳科学. 62-63 頁, メジカルビュー社, 1984
- 8) 日本平衡神経科学会編：「イラスト」めまいの検査. 6-17 頁, 診断と治療社, 2003
- 9) 日本平衡神経科学会編：重心動揺計 JIS 規格. Equilibrium Res 42 : 363-369, 1983
- 10) 日本平衡神経科学会編：平衡機能検査の実際. 121-131 頁, 南山堂, 1986
- 11) 佐藤靖雄, 鈴木淳一, 編：臨床耳鼻咽喉科学 (下). 500-508 頁, 金原出版, 東京, 1981
- 12) 鈴木淳一, 中井義明, 平野 実, 編：標準耳鼻咽喉科学. 379 頁, 医学書院, 東京, 1983
- 13) 時田 喬, 鈴木淳一, 曾田豊二, 編：神経耳科学. 14-58 頁, 金原出版, 東京, 1985

(Garvanic Body Sway Test: GBST 文献)

- 1) 関谷 透：Galvanic Test の研究. 加速度記録図法による電気性頭部動揺の観察と Galvanogram の表現. 日耳鼻 68: 996-1015, 1965
- 2) 田中宗昭, 他：Medical computer による Galvano-ARG の検討. Equilibrium Res 32: 67-69, 1973
- 3) 時田 喬, 他：電気性眼振, 電気性脊髄反射による半規管系・耳石器系障害の鑑別. 耳鼻臨床 補2: 104-112, 1986
- 4) 渡辺行雄, 他：電気性身体動揺反応による後迷路性前庭障害の診断とその問題点. 前庭神

経節細胞と前庭神経炎. 関谷 透編. 99-100 頁, 山口大学・迷路会, 宇部, 1988

- 5) 小野哲章：初学者のための安全通則の見方・考え方—漏れ電流の規制値の理解を中心に—. Clinical Engineering 11: 234-246, 2000.
- 6) 日本工業標準調査会：医用電気機器—第一部：安全に関する一般的要求事項 JIST T 0601-1¹⁹⁹⁹, 日本規格協会, 1999

(EquiTest® 参考文献)

- 1) Nashner LM, Black FO, Wall C: Adaptation to altered support and visual conditions during stance: Patients with vestibular deficits. J Neurosci 2:536-544, 1982
- 2) Horak FB, Nashner LM: Central programming of postural movements: Adaptation to altered support surface configurations. J Neurophysiol 55:1369-1381, 1986
- 3) Nashner LM, Cordo PG: Relation of automatic postural responses and reaction-time voluntary movements of human leg muscles. Exp brain Res 43:395-405, 1981
- 4) Nashner LM: Adapting reflexes controlling the human posture. Exp Brain Res 26: 59-72, 1976
- 5) Asai M, Watanabe Y, Shimizu K: The effects of vestibular rehabilitation on postural control. Acta Otolaryngol Suppl 528:116-120, 1997

2 動的・体平衡検査

(1) 指示検査

(原理)

末梢性及び中枢性の前庭性左右不均衡で上肢の筋緊張に左右差が生じ, それによる上肢の偏倚を検出する。

(用語) 偏示, 偏倚, pastpointing

(装置) 不要

(手技)

被検者を椅子にすわらせる。示指を伸ばし, 上肢を上方に垂直に挙げた位置から伸展したままゆっくり前方に水平の高さまで下ろし, 検者の指など前方に示した目標を指示させる。開眼で2, 3回練習後, 閉眼で10回同じ動作を反復させる。目標と指示点を比べ両側上肢のずれを測定し記録する。

(注意事項)

- ・照明，騒音などの影響を防ぐ。
- ・閉眼検査中に開眼し，指示点の修正を行わせない。
- ・検者の指が被検者の指と接触しない。
- ・上肢の運動制限，筋麻痺がない事。
- ・頭位は正しく動かないように命じる。頭部の傾斜，回転で指示点のバラツキが大きくなる。

(判定基準)

正常：両側上肢の左右上下への偏示が 10cm 未満。

異常：上肢の指示点よりの偏示が 10cm 以上。両側上肢が一定方向へ 10cm 以上偏倚した場合は主として末梢前庭障害。偏倚方向が不定，一側上肢のみの偏倚の場合は中枢障害の可能性もある。

(評価)

- ・上肢における前庭性筋緊張を検出する。
- ・異常検出率は高くないが，左右差を認めれば意味がある。
- ・簡易な方法で活用性は高い。

(問題点)

- ・判定は平均値，最大値のいずれか。
- ・反復回数は 3 - 4 回でもよいか。10 回必要か。
- ・上肢運動は矢状面のみでなく水平面，前頭面でも実施するか。
- ・上肢の運動障害のある場合は。

(種類) 簡易検査

(2) 書字検査

(原理)

遮眼（または閉眼）にて，大きい一定の文字を縦書きさせ偏倚の有無，文字の特徴を調べる。末梢性または中枢性の筋緊張の不均衡と書字にあらわれた異常を検出する。

(用語)

遮眼書字検査（福田），blindfolded vertical writing test, writing test, 偏書，偏倚文字，失調文字，振戦文字

(装置)

椅子，机，遮眼用布片，用紙は A4 程度で縦の破線が入ったものがよい，筆記用具はマジックペン，フェルトペン，B4 鉛筆など柔らかいもの。

(手技)

被検者は正しく椅子にかける。

ペンを持たない手は机に触れぬ様に膝の上におく。

ペンを持つ手は，机に触れず，ペン先のみを用紙に接する。

縦書きに 4～5 字の文字又は記号を書く。文字，記号は 3～5 cm 位，1 行 15～20 cm 位とする。はじめに開眼で 1 - 2 行練習する。ついで遮眼又は閉眼で同様に 2 - 3 行書く。

必要に応じて右手及び左手の書字を行う。

文字列の書き始めの位置は常に同じ場所とし遮・閉眼時には，書き始めの点まで，被検者のペン先を誘導する。

開眼と遮・閉眼の文字を比べ偏倚を測定する。

(注意事項)

- ・四肢が机などに触れぬ事。
- ・照明，騒音の影響のないこと。
- ・閉眼の場合途中で開眼しないこと，したがって遮眼の方が望ましい。
- ・上肢の運動障害のないこと。
- ・書字の位置は必ずしも正面でなくともよい，書字腕の肩の前方がよいともいわれる。

(判定基準)

- ・偏倚文字：正常：5° 以内，境界：6～9°，異常：10° 以上
- ・失調文字，振戦文字：すべて異常。
- ・縦の長さの短縮をも重要視する人もある (SDT)。

(評価)

- ・前庭性筋緊張の不均衡を上肢について，簡易に検出できる。
- ・偏倚文字は，主として末梢前庭障害を示し，多くは患側に偏倚する。
- ・特有な文字（失調，振戦）は障害部位診断に有用。失調文字は小脳障害。振戦文字は脳幹障害のときにみられることが多い。
- ・不規則または再現性のない場合は診断に注意する。不均衡の程度，患側の推定，経過観察に有用。

(問題点)

- ・診断的貢献度は。
- ・左右手書きの意義。
- ・書字の位置：正面か，書字腕の肩の前方か。
- ・測定値について（偏倚文字）は最大値か平均値か。

- ・失調文字の定義と判定が不明瞭。
(種類) 基本検査

(3) Square drawing test (SDT)

(原理)

書字検査の数値化・定量化

(用語)

Square drawing test (SDT)

Each length: 四角形の長さ計測

終点間距離

離開度

whole length: 始点間を結ぶ線分の長さ

deviation angle: 偏書角度

derangement: 書線の乱れ

(装置)

SDT 検査用紙, 筆記用具

(手技)

一辺 40mm の正方形をなぞり, その偏倚や乱れを定量化する。

両手書き法

両手同時書き法

福田式遮眼書字法に準ずる姿勢にて, 右手, 左手, 両手同時にて, 開眼で四辺形をなぞり, 次に閉眼で四辺形をなぞる。右手書きの場合, 四角形の左上角(始点)より下方に描き始める。左手書きの場合は四角形の右上角を始点に下方に描いてゆく。

(注意事項)

福田の書字検査に準ずる

(判定基準)

- ・遮閉眼時に描かれた各辺の長さを計測する。
- ・各四角形の始点と終点間の距離(これを離開度とする)を計測し, 全四角形について比較する。
- ・最上段の四角形の始点と最後の四角形の始点間距離を計測する。これを全長とする。
- ・偏書角度
- ・書線の乱れの有無と所見を記述する。

(評価)

Normographism, Macrographism, Micrographism

(問題点)

福田の書字検査に準ずる。

(種類) 基本検査

(4) 足踏検査

(原理)

一定点において閉(遮)眼で足踏みを一定歩数行わせて, 中枢性または末梢性前庭性不均衡に基づく下肢の筋緊張の左右差による偏倚を検出する。同時に平衡失調(動揺, 転倒)も検出する。

(用語)

足踏検査 stepping test

回転角: 体軸の回転角度

移行角: 体軸の移動方向の角度

移行距離: 体軸の移動距離

(装置)

平坦な硬い床の上に描かれた同心円の図。

中心より0.5 m と 1 m の同心円。

30° 又は45° の分度線。

(手技)

- ・被検者は履物を脱いで同心円の中心に, 正面を向き視線を正面に固定して, 両上肢を前方に伸ばし手掌を下に向けて, 足を揃えて立つ。
- ・開眼で大腿を水平まで上げて軽くその場で足踏を練習する。
- ・次いで, 遮(閉)眼で同様に足踏を 50 歩ないし 100 歩行う。検査は 3 回繰り返すのが望ましい。
- ・足踏中の被検者の態度(動揺, 転倒)を観察し, 足踏終了後の患者の停止位置における回転角, 移行角, 移行距離, 軌跡などを測定, 記録する。

(注意事項)

- ・照明, 騒音などに偏りのない場所で行う。
- ・検査中に開眼して修正しないこと。
- ・床は平坦な硬い(敷物のない)場所とする。
- ・下肢の運動障害のないこと
- ・被検者の転倒などによる危険の防止に心掛ける。

(判定基準)

100 歩の足踏みを行った場合

偏倚・回転角は正常: 44° 以下

移行角: 45 ~ 90°

異常: 91° 以上

移行距離: 正常: 1 m 未満

異常: 1 m 以上

動揺, 失調性歩行, 転倒など明らかなものは, 病的と判定する。

開眼における動揺は中枢障害が疑われる。

(評価)

- ・下肢についての偏倚と同時に、立ち直り障害を含めた平衡失調を、簡便に検出できる。
- ・平衡障害の程度の診断、患側の推定、経過観察に有用。特に能動的運動負荷により軽度の障害や代償過程の観察が可能である。
- ・一側前庭障害では多くは患側に偏倚する。

代償期においては健側へ偏倚することもある。

- ・著明な動揺、転倒は、両側前庭または中枢性障害、脊髄後索後根障害、末梢疾患の急性期などが考えられる。
- ・開眼時の動揺、転倒、失調性歩行は、多くの場合中枢性障害を示唆する。

(問題点)

- ・3回検査するが、第2回目以降は、被検者が意識的に修正する可能性がある(閉眼の場合)。
- ・下肢の障害のある者についての判定。
- ・健常者の値と厳密な区別が困難。

(種類) 基本検査

(5) 歩行検査

(原理)

直線上を閉眼にて歩行させ、左右への偏倚を測定し、中枢性または末梢前庭性不均衡に基づく下肢の筋緊張の左右差を検出する。

(用語) 歩行検査 gait test

(装置) 平坦な床に描いた6m、身障者認定検査としては10mの直線

(手技)

6mの直線上を開眼にて前進および後退させて練習する。履物を脱いで検査をする。次いで閉(遮)眼にて同様に前進および後退を行わせる。前進及び後退終了後の偏倚距離を測定し、同時に歩行中の態度を観察する。閉眼で3回検査する。星状歩行検査は前進および後退の直線歩行検査の繰り返しであり、偏倚現象があれば歩行軌跡が星型となる。

(注意事項) 足踏検査の注意事項と同じ

(判定基準)

正常: 前進にて1m未満、後退にて1.4m未満の左右への偏倚。

閉眼歩行中に動揺のないもの。

異常: 偏倚: 前進にて1m以上、後退にて1.4m以上の左右への偏倚。

一定方向への偏倚は前庭障害を疑う。

その他歩行中の動揺、失調性歩行、転倒傾向の

明らかなものは病的とする。開眼における動揺は中枢性障害を疑う。

(評価)

- ・前庭性不均衡の検出。
- ・中枢性障害の検出。
しかし診断に決定的なものではない。
- ・簡便な方法で利用度は高い。
しかし診断への貢献度は決定的ではない。

(問題点) 足踏検査と同じ

付 身体障害者の認定

身体障害者福祉法による平衡障害の認定のためには開眼及び閉眼における10mの直線歩行検査が必要とされている。

身体障害者程度等級表によれば、

3級 平衡機能の極めて著しい障害

5級 平衡機能の著しい障害

となっている。その解説は次の通りである。

1) 「平衡機能の極めて著しい障害」とは、四肢体幹に器質的異常がなく、他覚的に平衡機能障害を認め、閉眼にて起立不能、又は開眼で直線を歩行中10m以内に転倒もしくは著しくよろめいて歩行を中断せざるを得ないものをいう。

2) 「平衡機能の著しい障害」とは、閉眼で直線を歩行中10m以内に転倒又は著しくよろめいて歩行を中断せざるを得ないものをいう。

具体的な例は次のとおりである。

- 末梢迷路性平衡失調
- 後迷路性及び小脳性平衡失調
- 外傷又は薬物による平衡失調
- 中枢性平衡失調

(6) 足圧センサーによる歩行検査

(原理)

自由歩行時の位相と足圧の変化を解析することにより、出現する異常歩行を定量ないし定性的に評価する。本検査は、開眼及び閉眼下に施行し、その安定性を比較検討する。

(用語)

立脚期、遊脚期、両脚支持期、変動係数、足圧分布曲線、足圧中心移動軌跡、

(装置)

F-スキャン (タクトイル センサー[®]) システム

(手技)

両足底にタクトイル センサーを装着し、開眼

または閉眼下に平坦な床面を8メートル前後自由歩行(直進)させる。歩行に際して足底にかかる連続的な変化の信号をコンピュータに導いて、立脚時間、遊脚時間、両脚支持時間の変動係数、足圧分布曲線の定常性ないし円滑性、足圧中心移動軌跡の動揺面積比、平均移動軌跡などについて分析する。

(注意事項)

- ・歩行偏倚の程度、歩隔などの歩容も観察・記録する。
- ・タクトイル センサーは、足の大きさに合わせてトリミングして行う。
- ・閉眼歩行検査では、特に転倒に注意する。

(判定基準)

歩行運動の障害の程度により、変動係数が上昇し、足圧中心移動軌跡の面積比の増大、足圧曲線の乱れが出現する。一側前庭障害では、患側足圧が高くなり、足圧中心移動軌跡の患側肢の横揺れが大きくなる傾向がある。閉眼下の歩行では、一般に各種パラメータの増大傾向を示すが、これは、視覚入力への個人の依存度と関係する。

(評価)

歩行異常の有無、程度が把握できる。経過観察、治療効果判定、治癒の判定に有用である。歩行異常をもたらす病態とのある程度の相関を有する。一側内耳障害では、患側に偏して足圧が高くなる傾向を有し、閉眼歩行では、各歩行位相の変動係数の上昇と共に足圧差が著明となる。脊髄小脳変性症などの、小脳・脳幹例では、足圧曲線の不安定性が著明となり、足圧中心移動軌跡の同様に著明となる¹⁹⁾²⁰⁾。

(種類)精密検査

(7) Body Tracking Test (BTT)

(原理)

動的体平衡機能を定量的に評価する。

(用語)

Body Tracking Test (BTT), 移動視標, 視標追従, 重心移動, 10段階評価

(装置)

重心動揺計, 視刺激装置

(手技)

重心動揺検査と同様に閉足位にて重心動揺計に立位姿勢をとり、前の画面に表示された移動する視標を体重心の移動によって視刺激パターンに合わせて体重心を移動させ、視標の動きと同じパ

ターンで視標を追従する。

(注意事項)

平衡障害が強い場合や高齢者には、転倒に十分注意をする。

(判定基準)

視標移動に追従する重心移動の良否を10段階評価法²¹⁾²³⁾によって判定する。

(評価)

10段階評価法による追従ランクによって動的体平衡機能を評価する。BTTは、総合的な動的体平衡機能を評価するための検査であり、どの様にすれば追従が上手くできるのかという上位機能と体平衡機能システムの共同作用(coordination)の結果を示す。

(問題点)

年齢や追従法の理解の違いによって、評価に差が出る。

(種類)精密検査

(動的・体平衡検査文献)

- 1) 福田 精: 運動と平衡の反射生理. 医学書院, 東京, 1957
- 2) 橋本泰彦編: 平衡機能検査の基準化における試案. 1970
- 3) 本庶正一編: 平衡神経の検査法. 日本平衡神経学会出版部, 1964
- 4) 河合 昭: メニエール氏病の Zeigversuch. Armtonusreaktion Einstellungsversuch 検査. 耳鼻臨床 52: 583-587, 1959
- 5) 日本平衡神経学会編: 「イラスト」めまいの検査. 6-17頁, 診断と治療社, 2003
- 6) 日本平衡神経学会編: 平衡機能検査の実際. 南山堂, 東京, 1986
- 7) 野上兼一郎: 足踏検査における随意的要素の検討. 耳鼻 27: 293-297, 1981
- 8) 野末道彦: 神経耳科学における四肢身体の平衡機能検査. 一陽性所見出現率の検討と眼振との関係を中心に. 耳鼻 17: 272-276, 1971
- 9) 大山英樹: 書字検査における macrographism の研究. 耳鼻臨床 76: 2543-2564, 1983
- 10) Sekitani T, et al: Square drawing test. A new quantitative test for ataxia. Aggresologie 17: 35-40, 1976

- 11) 兼定啓子, 関谷 透 : Square drawing test の研究 —健康成人の成績—. Equilibrium Res 37 : 250-255, 1978
 - 12) 田口喜一郎 : 平衡障害者(福祉法)の認定. —必須の検査と判定法—. 耳喉 58 : 859-862, 1986
 - 13) 高橋三郎, 他 : 迷路障害例の遮眼文字. —書軸長の短縮と延長について—. 耳鼻臨床 76 : 2485-2493, 1983
 - 14) 東京福祉局編 : 身体障害者診断書作成の手引. 1982
 - 15) 上村卓也, 鈴木淳一, 朴沢二郎 : 神経耳科学検査法. 医学書院, 東京, 1968
 - 16) 安田宏一 : 書字検査の条件. 耳喉 43 : 965-968, 1971
 - 17) 安田宏一 : あしの悪い人の足踏検査. 耳鼻 27 : 395-399, 1981
 - 18) 吉沢卯一 : 足踏検査の臨床的検討. 耳鼻臨床 47 : 807-813, 1954
 - 19) Ishikawa K, et al : Dynamic locomotor function in normals and patients with vertigo. Acta Otolaryngol 121:241-244, 2001
 - 20) Ishikawa K, et al : Gait instability in patients with acoustic neuroma. Acta Otolaryngol. 124:486-489, 2004
 - 21) 山本昌彦, 吉田友英 : 姿勢調節障害の理学療法—姿勢調節障害の評価 平衡機能検査. 医歯薬出版, 東京, 2006
 - 22) 吉田友英, 他 : Body Tracking Test を使った動的体平衡機能の加齢による変化について. 日耳鼻102 : 27-34, 1998
 - 23) 吉田友英, 他 : Body Tracking Test(BTT) の定量的評価法の検討. Equilibrium Res 62 : 47-54, 2003
- 3) 眼球運動の異常
眼位異常の有無
眼球運動障害の有無
共同運動障害の有無
 - 4) その他
視力障害の程度, 義眼の有無
視野の異常
輻輳・開散機能障害
眼瞼の異常(眼瞼下垂)
眼球突出・陥凹, 瞳孔異常(形・対光反射異常)

1 注視時検査

(1) 注視眼振検査

(原理)

各方向を注視させて前庭性異常または眼運動系障害に基づく眼振の有無を検出する。

(用語)

注視眼振 gaze nystagmus, 衝動性眼振 jerky nystagmus, 振り様眼振 pendular nystagmus, 正頭位, 正面視, 側方視, 上方視, 下方視, 両眼視, 単眼視

(装置) 不要

(手技)

坐位正頭位の患者の眼前 50 cm 正面の位置に検者の指先または指標を示し, 両眼で注視させる。

両眼視のまま正面, 左30°, 右30°, 上30°, 下30° の各点の指先または指標を30秒以上注視させる。

左, 右, 上, 下方向を注視させる途中で一度正面視をさせた方がよい (rebound nystagmus の発見)。

必要に応じ, 左45°, 右45° (眼球運動制限, 極位眼振の発見) および近点 (輻輳機能), 遠点 (開散機能) の注視を行う。

次いで一側眼を遮蔽し, 単眼視で正面及び, 左上右下30° を注視させる。遮蔽眼を変えて同様に検査を行う (潜伏眼振の発見)。

水平および垂直方向にゆっくり指標を移動し, 追跡眼球運動を検査する。また同様に各方向の指標をみさせ, 急速眼球運動を検査し, この時の眼球速度の低下, 失調運動, 眼振などをみる。

周期性交代性眼振では, 眼振方向が自発性に変化するので3分間以上の観察が必要。

II 眼振検査

検査の前に確認しておく事項

- 1) めまい, 複視, 動揺視の有無
- 2) 患者の一般状態
自分で動けるか否か (介助の有無)
意識状態の把握
患者の協力が得られるかどうか
鎮暈薬, 向精神薬, 抗てんかん薬, 鎮静薬の使用の有無

眼振記載法

眼振は矢印の記号であらわす。

眼振なし ○

眼振存在・方向ともに疑わしい・・・

小打性眼振左向水平性眼振・・・

中打性眼振・・・

大打性眼振・・・

低頻打性眼振・・・

中頻打性眼振・・・

頻打性眼振・・・

垂直性眼振・・・

回旋性眼振・・・

斜行性眼振・・・

水平・回旋混合性・・・

ときに垂直、ときに斜行・・・

ときに水平、ときに回旋・・・

垂直性が斜行性に移行・・・

水平性振子様・・・

眼振は右図に記載する。

右30° 注視

上方注視

正面注視

下方注視

左30° 注視

(注意事項)

- ・患者の協力，集中力を要する。
- ・疲労時には休憩をはさんで行う。
- ・頭を動かさないように注意する。頭部の固定が望ましい。
- ・単眼性眼振，非共同性眼振の場合は左右眼別に観察記載する。
- ・眼鏡は原則としてははずす。コンタクトレンズはそのままでよい。

(判定)

- ・正面視および左右上下30° 注視で出現する眼振は病的。
- ・極位眼振は左右同程度で一過性ならば生理的と考える。左右差のある場合や持続性の場合には病的の可能性があり，参考所見にする。

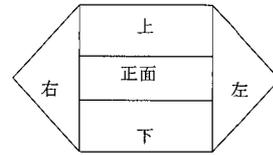
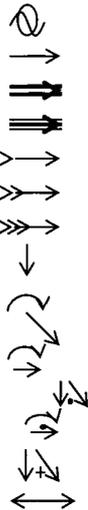
(種類) 基本検査

(2) 異常眼球運動検査

(原理)

中枢神経系障害に基づく自発性の異常な眼球運動を総称する(一般には病的眼振は除外される)。

異常眼球運動には lightning eye movement,



注視眼振記録

| | | |
|-----|----|-----|
| 右回し | 懸垂 | 左回し |
| 右回し | 仰臥 | 左回し |

| | | |
|----|----------|----|
| 背屈 | | |
| 右下 | 坐位 正面 | 左下 |
| 前屈 | | |

頭位眼振記録

| | | |
|------------|-----|------------|
| 右頸捻 懸垂位 | 懸垂位 | 左頸捻 懸垂位 |
| 右頸捻 坐位 | 坐位 | 左頸捻 坐位 |

頭位変換眼振記録

(頸捻は45度)

flutter-like oscillations, ocular myoclonus, opsoclonus, ocular bobbing などが含まれる。

(手技)

注視眼振検査に準ずる。適宜非注視条件，視刺激，迷路刺激に対する反応を調べる。

- ・眼位異常の有無，眼球運動波形，方向，振幅，頻度，速度，リズム，持続時間，休止時間，出現または減弱の条件，動揺視の有無，意識，他の神経症状との関係を明らかにする。

(判定)

- ・肉眼観察と ENG 所見とを合わせて判定することが望ましい。
- ・VTR などの記録・解析を併用することが望ましい。

(種類) 基本検査

2 非注視時検査

(1) 自発眼振検査

(原理)

非注視下の正頭位，正眼位にて(負荷を最小限にして)，眼振の有無を調べる。

(用語) 自発眼振，spontaneous nystagmus

(装置)

- ・フレンツェル眼鏡：15-20D 程度の凸レンズにより注視を除去し、フレーム内の照明により眼球の観察のできる眼鏡
- ・ENG
- ・赤外線 CCD カメラ：非可視光である赤外線で見球を照明し、これをビデオカメラで撮影して眼球運動を観察する装置

(手技)

非注視下（開眼遠方視、遮視、暗所開眼、フレンツェル眼鏡下、赤外線 CCD カメラ下のいずれか）の坐位ないしは仰臥位正頭位下、正面視における眼振の有無を調べる。

注：観察条件を必ず明記しておく。

(種類) 基本検査

(2) 頭位眼振検査

(原理)

フレンツェル眼鏡下、赤外線 CCD カメラ下または閉眼、遮眼、暗所開眼での ENG 記録時、静的な頭位変化による眼振を観察する。耳石器刺激による末梢および中枢前庭系の不均衡に基づく眼振を検出する。

(用語)

頭位眼振, positional nystagmus

方向固定性頭位眼振 direction-fixed positional nystagmus

方向交代性頭位眼振 direction-changing positional nystagmus

上向性と下向性、背地性 (apogeotropic) と向地性 (geotropic), 基本頭位

(装置) フレンツェル眼鏡, ENG, 赤外線 CCD カメラ下

頭位検査用ベッド：懸垂頭位の可能なもの。

(手技)

- ・フレンツェル眼鏡あるいは赤外線 CCD カメラを装着し、坐位および仰臥位において頭位検査を行い、眼振を観察記録する。頭位の変化は3～5秒かけて出来るだけゆっくり行い、動的影響を避ける。
- ・坐位検査：正頭位、左右前後に屈した頭位の5頭位。必要に応じて左右頸捻転頭位。坐位検査は省略されることがある。
- ・仰臥位検査：仰臥位正面及び左右下頭位、懸垂頭位正面及び左右下頭位、の6頭位。必要に応じて左右側臥位。

- ・潜伏時間、減衰現象、めまい感随伴の有無などについても観察記載し、必要に応じて同一頭位で再検し再現性をしらべる。

- ・頭位眼振検査時に認められた眼振について、頭位変化による眼振の性状変化、一過性の場合には眼振の消長について付記する。

(注意事項)

- ・眼を動かさないように注意する。
- ・頸椎異常、脳圧・血圧異常者などでは無理に懸垂頭位をとらない。
- ・暗い静かな部屋での実施が望ましい。
- ・水晶体摘出者、強度遠視者などで、また検者が顔を近づけ過ぎた場合には完全な非注視とならない。検者の顔は少なくとも20cm 以上離すこと。

- ・頭位変化に際しては、検者は被検者の側頭部を両手で軽く保持して行う。

(判定基準) 明らかな眼振は病的。

(問題点)

頭位眼振の定義に関して必ずしも統一されていないが、つぎの1) + 2) とする意見が多い。

- 1) 自発眼振が認められず、頭位眼振検査において初めて認められる明らかな眼振

- a) 持続性：その頭位を保持する限り持続する眼振

- b) 一過性：その頭位をとった時一過性に眼振が認められ、消失するもの

- 2) 自発眼振が存在する場合、頭位変化の影響を受けて変化する眼振

注：上記の意見のほか1) のみとする意見、3) 頭位眼振検査時に認められた眼振をすべて頭位眼振とする意見もある。

頭位眼振所見の記載図：いくつかの図が用いられている中で比較的多く用いられているものを下図に示す。

| | | | |
|--|--|--|--|
| | | | |
| | | | |

坐位検査 臥位検査 右左右左

(種類) 基本検査

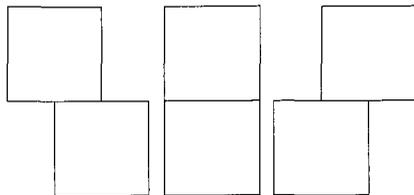
(3) 頭位変換眼振検査

(原理)

急激な頭位変化すなわち頭位変換により、動的な前庭刺激を与えて生ずる眼振を観察する。眼振は耳石器と半規管の刺激で誘発される。

(用語) 頭位変換眼振, positioning nystagmus

(装置) 頭位検査と同じ。



(手技)

- 急速な頭位変化を与えて、誘発された眼振を観察記録する。
- 矢状面の頭位変換検査：坐位正面→懸垂頭位およびその逆（必須）。
- 矢状面と水平面の複合頭位変換検査：懸垂頭位右下→坐位正面およびその逆。懸垂頭位左下→坐位正面およびその逆。
- 良性発作性頭位めまい症（後半規管型）の診断目的に行う場合
 - 坐位頭部を右に45°捻転→捻転したまま懸垂頭位およびその逆。
 - 坐位頭部を左に45°捻転→捻転したまま懸垂頭位およびその逆。
- 眼振の潜伏時間、減衰現象、めまい感随伴の有無を観察記載する。反復検査し、眼振の再現性を調べる。

(注意事項)

- 頭位検査に準ずる。
 - 重症者には無理に行わない。
- 注：頭位眼振所見の記載図は統一されていない。
下図は比較的多く用いられているものである。

(種類) 基本検査

(4) 頭振り眼振検査

(原理)

頭振りの反復によって、潜在性の自発眼振を誘発させ検出する。

(用語) 頭振り眼振 head shaking (after-) nystagmus

(装置) フレンツェル眼鏡, 赤外線 CCD カメラ, ENG

(手技)

フレンツェル眼鏡あるいは赤外線 CCD カメラを装着し、坐位正頭位、坐位前屈30°または仰臥位にて、頭を左右各45°（合計90°）位捻転しもどす。

10往復/10秒間、30往復/15秒などの頻度で被動的に頭振りする方法がある。正面位で停止し開眼させ、誘発された眼振を観察記録する。

(評価) 経過観察、治療効果判定、潜在性の眼振の検出法として有意義。

(眼振検査文献)

- 1) 青柳 優, 他: Rebound Nystagmus について. 耳喉 47: 175-180, 1975
- 2) Atkin A, Bender MB: Lightning eye movement (Ocular myoclonus). J Neurol Sci 1: 2-12, 1964
- 3) Cawthorne TE, Hallpike CS: A study of the clinical features and pathological changes within the temporal bones, brain stem and cerebellum of an early case of positional nystagmus of the so-called benign paroxysmal type. Acta Otolaryngol 48: 89-105, 1957
- 4) Coats AC: The diagnostic significance of spontaneous nystagmus as observed in the electronystagmographic examination. Acta Otolaryngol 67: 33-42, 1969
- 5) Cogan DG: Ocular dysmetria, flutter-like oscillations of the eyes, and opsoclonus. AMA Arch Ophthalmol 51: 318-335, 1954
- 6) Fisher CM: Ocular bobbing. Arch Neurol 11: 543-546, 1964
- 7) 藤崎茂己: ルーチンテストとしての平衡機能検査法の問題点—側頭位眼振について—. 耳鼻臨床 59: 357-359, 1966
- 8) 古川 裕: 水平頭振り後眼振検査 (HSAN test) の臨床的ならびに実験的研究. 日耳鼻 83: 923-940, 1980
- 9) 橋本泰彦編: 平衡機能検査の標準化における試案. 1970
- 10) 本庶正一編: 平衡神経の検査法. 日本平衡神経科学会出版部, 1964
- 11) Hood JD, Kayan A, Leech J: Rebound nystagmus. Brain 96: 507-526, 1973

- 12) Leigh R, Zee DS: The neurology of eye movements. F. A. Davis Co., Philadelphia, 1983
- 13) 加我君孝, 他: ENG の診断的意義に関する検討—正常例およびめまい平衡障害例における眼振出現率の比較検討—. 耳喉 46 : 589-592, 1974
- 14) 亀井民雄: スクリーニング検査としての前庭平衡機能検査. 耳鼻展望 13 : 221-227, 1970
- 15) 亀井民雄: 自発眼振の診断的意義. —ことに固視除去後健康者に現れ得る眼振との関連について—. Equilibrium Res 33 : 38-44, 1974
- 16) 亀井民雄, 他: 眼振誘発法としての頭振り検査の検討. Equilibrium Res 43 : 236-242, 1984
- 17) 小林 謙, 他: ENG 検査日の違いによる眼振の変化について—第一報, 眼振出現率からの検討—. 耳鼻臨床 74 : 2625-2629, 1981
- 18) 小林淑子, 他: 頭位変換眼振の臨床診断的意義の検討. Equilibrium Res 36 : 45-46, 1977
- 19) 小松崎篤: 眼振の検査法とその診断的意義. 脳と神 27 : 369-378, 1975
- 20) 小松崎篤, 喜多村健: 脳幹および小脳障害と異常眼球運動. 神経進歩 19 : 979-999, 1975
- 21) 小松崎篤: 自発眼振および頭位眼振の検査. 耳鼻 29 : 121-127, 1984
- 22) 小松崎篤, 篠田義一, 丸尾敏夫: 眼球運動の神経学. 医学書院, 東京, 1985
- 23) 小松崎篤: 自発・頭位眼振の新しい検査法の試み. 耳鼻臨床 補2 : 6-7, 1986
- 24) Kornhuber (坂田英治, 他訳): 神経耳科学, 中枢前庭系の生理と臨床. 医歯薬出版, 東京, 1973
- 25) 松永 喬, 岩崎寿美: 自発・頭位眼振検査の判定に影響する因子. 耳鼻臨床 補2 : 1-2, 1986
- 26) 水野正浩, 他: 頭位, 頭位変換眼振の診断的意義. —特に長期観察例の予後について—. Equilibrium Res 31 : 27-28, 1972
- 27) 水野正浩, 他: めまい患者の予後. —その2, 他覚的所見を中心に—. 耳喉 45 : 127-136, 1973
- 28) 水野正浩: ENG にみられる眼振の意義. —健康人についての検討—. Equilibrium Res 35 : 28-29, 1976
- 29) 日本耳鼻咽喉科学会編: 耳鼻咽喉科学用語解説集. 139-143頁, 1976
- 30) 日本平衡神経科学会編: 「イラスト」めまいの検査. 6-17頁, 診断と治療社, 2003
- 31) 日本平衡神経科学会編: 平衡機能検査の実際. 南山堂, 東京, 1986
- 32) Nylen CO: A clinical study on positional nystagmus in cases of brain tumor. Acta Otolaryngol Suppl 15: 1931
- 33) 李 汝培, 坂田英治: 頭位, 頭位変換眼振検査の診断的意義. Equilibrium Res 31 : 24-26, 1972
- 34) Rudge P: Clinical neuro-otology. Churchill Livingstone, Edinburgh, 1983
- 35) 坂田英治, 他: 非眼振性・自発性・異常眼運動. —その病態生理と臨床診断学的意義—. 日耳鼻 75 : 764-782, 1972
- 36) 坂田英治: 自発異常眼球運動のみかたと所見解釈. 耳鼻臨床 75 : 1943-1972, 1982
- 37) 沢木修二, 他編: 臨床耳鼻咽喉科学. 第2巻. 中外医学社, 東京, 1979
- 38) Seiferth LB: Die Bedeutung des Lagenystagmus für die otologische und neurologische Diagnostik. Arch Ohr-usw Heilk 143 : 52-74, 1937
- 39) Stenger HH: Über Lagerungsnystagmus unter besonderer Berücksichtigung des gegenläufigen transitorischen Provokationsnystagmus bei Lagewechsel in der Sagittalebene. Arch Ohr-usw Heilk 168 : 220-268, 1955
- 40) 田渕 哲, 他: めまいの経過と神経耳科学的検査の検討. 耳鼻臨床 補2 : 139-147, 1986
- 41) 高安劭次: 平衡機能スクリーニングテスト—特に眼振所見を中心に—. 医療 32 : 710-724, 1978
- 42) 田中幹夫: Rebound Positional Nystagmus. 耳鼻臨床 71 : 1375-1386, 1978
- 43) 徳増厚二, 清水夏絵: 注視眼振ならびに自発眼振の診断的意義. 耳鼻臨床 64 : 575-583, 1971
- 44) 上村卓也, 鈴木淳一, 朴沢二郎: 神経耳科学検査法. 医学書院, 東京, 1968
- 45) 八木聰明: 眼球の平衡検査, 頭位, 頭位変換眼振検査, ENG. 小池吉郎監修. めまい. —臨床の基本—. 60-81頁, 現代医療社, 東京,

1983

- 46) 八木聰明, 他: 眼振検査の病巣診断学的貢献度. 耳鼻臨床 補2: 95-103, 1986
- 47) 山崎篤己: 眼振の種類とその診断的意義. 眼科 19: 777-787, 1977
- 48) 吉本 裕, 他: めまい・平衡障害患者の臨床的観察. 一めまいおよび眼振所見を中心として. 日耳鼻 71: 281-291, 1968
- 49) 吉本 裕: 注視眼振検査所見のとり方. 治療 61: 1233-1241, 1979
- 50) 吉本 裕: 自発眼振の定義と診断的意義. 治療 61: 1425-1436, 1979
- 51) 吉本 裕: 左右注視方向性眼振と Bruns 眼振. 治療 61: 1591-1599, 1979
- 52) 吉本 裕: 注視眼振検査の心得. 治療 61: 1783-1793, 1979
- 53) 吉本 裕: 眼振ならびに眼球運動の検査. 耳鼻臨床 75: 2097-2100, 1982

3 ENG 検査 (Electro Nystagumo Graphy: 電気眼振図検査)

眼振の検査として, ENG 記録を行う。ENG は視標追跡検査, 視運動性眼振検査, 回転刺激検査, 温度刺激検査など誘発検査においても用いられる。以下, 眼振検査としての ENG 検査について述べる。

(原理)

眼球運動で角膜網膜電位 (corneo-retinal potential) の軸の方向が変わる。それにより生ずる眼球周囲の電位変化を増幅し, 眼球運動として記録する。

(用語)

ENG(electronystagumography), 眼振計 (nystagmograph), 眼振図 (nystagmogram), 眼振図検査 (nystagmography)

(装置)

4チャンネル以上の ENG (JIS 規格に準ずる), 電極

(手技)

- 1) 10° 又は20° の視標により較正。
- 2) 左右上下30° および正面注視。
- 3) 坐位正頭位にて閉眼及び暗所開眼 (または遮眼) とその条件での暗算負荷。
- 4) フレンツェル眼鏡装着下又は暗所開眼における頭位眼振検査。
- 5) 4) と同一条件下での頭位変換眼振検査及び

頭振り眼振検査。

- 1) ~ 3) は必須。
 - 4) 5) は適宜。
 - 各条件下で記録は30秒以上行う。
 - 両眼水平, 垂直記録を原則とする。
 - 適宜 DC 記録や単眼誘導記録を行う。
 - 増幅は適切な大きさに調節する。
- 自発眼振の記録の場合, 10° の眼球偏位がペンの触れで10mm 以上, 速度波形の較正は20° /sec が15mm 以上になることが望ましい。
- 紙送り速度は毎秒5mm-10mm とする。
 - 三角波により原波形10° および速度波形20° /秒の較正を記録する (数値は適宜変更可)。
 - 上記が不能の場合100 μ V 程度の較正を記録する (数値は適宜変更可)。

(注意事項)

- ENG 記録を行う前に検討する事項: 眼振検査の項 (検査の前に確認しておく事項) の記載に準ずる。

患者に対して検査の説明を行い, 協力を求める。検査中, なるべく動かないよう, 顔に手を持っていかないように注意する。

眼振記録上の注意

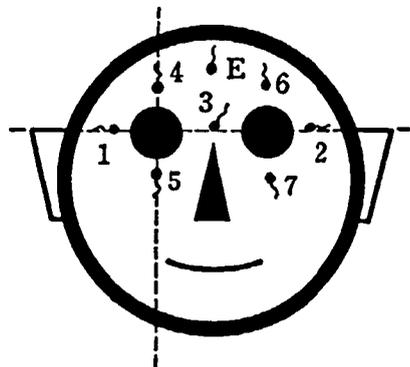
- 電極装着時, 十分に皮膚を脱脂し, また電極の位置を正しく貼付する。

電極装着方法

水平方向 両眼① - ②

単眼 右① - ③, 左③ - ②

垂直方向 右眼 ④ - ⑤, 左眼 ⑥ - ⑦



接地 (コモン電極) E

- 非共同運動の場合には左右個別に記録する。
- 較正を正確に行う (注視の確認)。
- まばたき, 体動, EEG, EMG, GSR, ECG, 衣類の静電気など雑音を出来るだけ除去する。

- ・経時変化や発汗などによる電極間抵抗の変化、照明の変化による角膜網膜電位の変化、視運動性刺激などによる10° 較正波の振幅が変化することがあり、その都度較正を行う。
- ・垂直誘導記録を常に加え、まばたきなどをチェックする。
- ・緊張による眼瞼痙攣、体動や咬筋による筋電図などを出来るだけ抑制させる。

(判定)

緩徐相と急速相が明確なものを眼振とする。ただし振子様眼振では両相の差が明らかでない。

眼球運動を記録として保存することが可能、閉眼、遮眼または暗所閉眼時の眼振を記録できる、眼振の波形、振幅、速度、持続を計測できるなど意義が大きい。眼振を認める場合、前庭系、眼運動系に何らかの障害（不均衡）がある。

(問題点)

- ・健康者においても非注視条件で ENG 上記録された眼振波形についての報告がある。
- ・回旋性眼球運動は記録できない。

(種類) 精密検査

付 単眼眼球運動検査 (赤外線 CCD カメラによるものを含む)

(原理)

眼筋麻痺、MLF 症候など眼球の動きが左右で異なる場合—左右の眼球を別々に記録する。水平誘導の電極を左右の眼球に別々につけて記録する。

(手技)

電極のつけ方については、日本人は眼球の間が狭いので図下の方法の方がよい。

眼球運動の振幅の大きさ、眼球速度の差を左右眼で比較する（正常人の水平眼球運動速度は皿電極を用いた単眼眼球運動の記録では、内転時の方が外転時より速いといわれている）。

付 赤外線 CCD カメラ記録検査

パソコンに取り込んで解析し結果をプリントアウトする。赤外線 CCD カメラ記録とその解析については文献を参照する。

- 1) 石川則夫, 他: 新しいめまい検査システムの開発 (虹彩紋理追跡法を用いた眼振3成分解析法): 医用電子と生体工学33-3, 192-202, 1995
- 2) 八木總明: 眼球運動の3次元解析からみた平衡機能とその異常. 医学書院, 東京, 1997

Ⅲ 迷路刺激検査

1 温度刺激検査 (温度眼振検査・温度刺激眼振検査)

(原理)

外耳道へ注水した水の温度と体温との差により外側半規管に内リンパ流動を起し、半規管刺激により生じる誘発眼振を指標として外側半規管の機能を左右別々に調べる。

(用語) caloric test, 温度眼振, 温度眼振反応, CP, DP

(装置および手技)

被検者を仰臥位とし、上半身を30度の斜面台にのせるかあるいは枕をあてて、外側半規管が垂直になるようにする。それぞれの注水器具により規定の量・時間で正確に注水する。フレンツェル眼鏡による観察では、眼振開始時間および終了時間をストップウォッチで計測し眼振持続時間を求める。ENG を用いて温度眼振を記録する場合はその眼振の最大緩徐相速度を求める。

(注意事項)

検査前の鎮痛薬、向精神薬、抗てんかん薬、鎮静薬などの服用は極力避ける。左右耳の注水間隔を少なくとも5分間とる。中枢疾患の疑われる場合は暗所ばかりでなくフレンツェル眼鏡下でも観察する。自発眼振を認める場合は正確な判定は不可能であるので最終的判定を保留し、検査を繰り返すことが望ましい。

(評価)

Bárány¹⁾ 以来の古い検査法であるが、左右耳を個別に刺激しうる点で診断上の重要性は高い。特に病巣局在診断、平衡障害の現況把握に有効である。

(問題点)

- ・外耳、中耳の形態に影響を受ける。
- ・本検査には外耳道・鼓膜が正常であることが前提とされる。

(1) 冷温交互刺激検査

(原理)

本検査法は体温プラスおよびマイナス7度(44°C, 30°C)の温水・冷水を交互に注水し、4つの反応からCP(半規管機能低下, canal paresis) およびDP(眼振方向優位性, directional preponderance) を求める。指標としてははじめ眼振持続時間の差を用いたが、その後、比で評価する方法が提唱され⁶⁾ 普及した。

(判定基準)

$CP\% = ((\text{右}30^\circ + \text{右}44^\circ) - (\text{左}30^\circ + \text{左}44^\circ)) / \text{眼振総反応量} \times 100$

$DP\% = (((\text{左}30^\circ + \text{右}44^\circ) - (\text{右}30^\circ + \text{左}44^\circ)) / \text{眼振総反応量}) \times 100$

但し、眼振総反応量 = 右30° + 左30° + 右44° + 左44°

持続時間の比を用いる場合には、CP%、DP%の値がいずれも20以上で有意⁶⁾。ENGの導入により、眼振持続時間の代わりに最大緩徐相速度を用いる場合もある。眼振持続時間は注水開始時より測定し第一相眼振終了までとする。

(評価)

有意のCP%の値は一侧の半規管機能低下を示し、患側決定に有用である。有意のDP%は潜在的な自発眼振と見なすことができる。しかし、ENG記録により暗所における自発眼振の観察、眼振緩徐相速度の計測が日常的に行われている現在、左右内耳機能の相対的評価であるCP%に固執する理由はなくなった。同様の理由によりDP%の診断的意義も薄らいだ。ENGを使用せず、フレンツェル眼鏡下に検査を行う場合に適した方法である。

1) Hallpike 法

冷温交互検査の原法²⁾。大量注水法。検耳より約60cm高いイルリガートルから径4mmのノズルを介して40秒間外耳道後壁に向け注水する。検査は薄暗い条件で行い、被検者には天井の一点を見るように指示する。検者は裸眼またはフレンツェル眼鏡下で眼振を観察し、注水開始から眼振解発まで、さらに眼振停止までの時間を計測する。本法は、刺激が強く再現性が良い、適度の固視効果により眼振停止時期が明瞭であるなどの長所を有する。しかし、簡便さに欠けるため行われなくなった。

2) 20ml, 10秒間注水法

Hallpike法の大量注水を少量注水に簡易化した方法⁴⁾。簡便なため日本で最も普及している温度刺激検査であるが信頼性に難点がある。20mlのピストンにネラトン片の先をつけ、10秒間で注水する。大量注水法に比べ注水量で約1/20、時間で1/4と刺激量が少ないことに加え、注水圧が弱いため、刺激が不確実になり易い。注水法を工夫するか(貯留刺激など)、注水手技に習熟する必要がある。

3) 50 ml, 20秒間秋水法

刺激・再現性を増すために、50 ml, 20秒間注水法⁵⁾⁶⁾も行われている。ENGを用いない場合には有用。

(種類) 基本検査

(2) 冷水刺激検査 (20°C, 5ml, 20秒法)

(原理)

本法¹⁷⁾¹⁸⁾では注水精度を高めることにより、20°Cの水による刺激時の温度眼振の最大緩徐相速度を指標として、左右内耳機能を個別に判定する。

(装置) 5mlピストン, 18G鈍針, 受水器, 温度計, ENG

(手技)

注水は5mlピストンに先端に軟性チューブをつけた18G鈍針を装着したものをを用いる。被検者の頭を枕の上で側位をとらせ、額帯鏡で鼓膜・外耳道を見ながら、外耳道後壁に向けて10秒間で注水する。注水後さらに10秒間側臥位を保ち、注水開始20秒後に正面頭位に戻す。眼振観察は暗所開眼下のENG記録による。温度眼振の最大緩徐相速度を求める。

(注意事項)

水圧で針先が外れないこと。外耳道・鼓膜の損傷を絶対避ける。

(判定基準)

20°Cの水により解発された温度眼振の最大緩徐相速度の大きさを左右個別に判定する。自発眼振を認める場合には、その大きさを反応の大きさに加減した値で判定する。従来⁹⁾¹⁹⁾の判定基準をふまえて新たに基準が提唱された。

正常: 最大緩徐相速度が20°/sec以上のもの

CP疑い: 最大緩徐相速度が10°/sec以上, 20°/sec未満のもの

中等度 CP: 最大緩徐相速度が10°/sec未満の明らかな反応のあるもの

高度 CP: 20°C刺激で無反応のもの

(評価)

判定基準は正常反応分布をもとにしていて、左右差を重視する冷温交互刺激検査のそれとは異なる。注水精度の良いことから、両側障害、進行性病変の把握に有効。

(種類) 簡易検査

付1 自発眼振を認める場合の判定

自発眼振、温度眼振をENGで記録し、自発眼振の緩徐相速度の平均値をA°/sec、右及び左の冷水刺激時の温度眼振の最大緩徐相速度の平均値

を $B, C^{\circ} / \text{sec}$ 、とした場合、自発眼振が右向きの時

右耳の温度眼振反応は $(B + A)^{\circ} / \text{sec}$

左耳の温度眼振反応は $(C - A)^{\circ} / \text{sec}$

自発眼振が左向きの時

右耳の温度眼振反応は $(B - A)^{\circ} / \text{sec}$

左耳の温度眼振反応は $(C + A)^{\circ} / \text{sec}$

で表される。

(注意事項)

- ① 自発眼振が著しい場合、温度眼振反応は変化しやすいため、正しい結果を知るには、経時的に反応を確認する必要がある。
- ② 健側向き自発眼振を伴う一側耳の反応低下は、一見両耳共に無反応であることを思わせるので注意を要する。

付2 温度刺激検査における無反応の判定

20°C 、5 ml、20秒間法で眼振がない場合、氷水20-50 mlを20-30秒で注入し、眼振の有無を判定する。眼振も、めまい感も誘発されなければ、温度刺激に対し無反応と考える。

温度眼振無反応は内耳機能の廃絶とは異なり、外側半規管の機能の高度低下あるいは消失を意味する。この場合、頭位を180度かえて座位、前屈としても眼振は解発されない。内耳機能の廃絶は塩酸リドカインの中耳腔への注入による内耳麻酔によって判定するほかない。

付3 急速眼球運動障害の場合

眼球運動の急速成分が障害されると、暗所開眼より明所開眼時に温度眼振反応は良く解発される。障害がさらに進行すると、眼球は緩徐相の方へ偏倚するのみで眼振は解発されない。しかし、内耳機能が保存されていればめまい感は誘発され、半規管頸反射による頸部捻転がみられる。

付4 意識レベルの判定⁷⁾⁸⁾

意識レベルが低下すると、温度眼振は出にくくなる。はじめは温度眼振は開発されるが、急速な動きが障害され、遂には眼球偏倚のみとなる。昏睡状態では内耳機能にかかわらず眼振はみられない。眼球は正中に固定する。

付5 簡易検査

冷温交互刺激あるいはENG記録の手間を省き、患側決定や著しい反応低下を簡便な方法で見つけようとするもの。アルコール法、氷水法³⁾などが報告されている。いずれも、強い冷(水)刺激を用い、裸眼あるいはフレンツェル眼鏡で観察する。

(評価)

結果の信頼性に疑問のあることから、冷温交互刺激検査あるいは冷水刺激検査により確認することが望ましい。

(3) エアーカーリック検査

(原理)

外耳道へ温度刺激を与えた場合に、刺激温度と体温との差により外側半規管に内リンパ流動を起し、半規管刺激により生じる誘発眼振を指標として外側半規管の機能を左右別々に調べる。

(用語) air caloric test, 温度眼振, 温度眼振反応, CP, DP

(装置および手技)

被検者を仰臥位とし、上半身を30度の斜面台にのせるかあるいは枕をあてて、外側半規管が垂直になるようにする。それぞれの規定の量・時間で正確に刺激する。フレンツェル眼鏡による観察では、眼振開始時間および終了時間をストップウォッチで計測し眼振持続時間を求める。ENGを用いて温度眼振を記録する場合はその眼振の最大緩徐相速度を求める。

(注意事項)

検査前の鎮痛薬、向精神薬、抗てんかん薬、鎮静薬などの服用は極力避ける。左右耳の注水間隔を少なくとも5分間とる。中枢疾患の疑われる場合は暗所ばかりでなくフレンツェル眼鏡下でも観察する。自発眼振を認める場合は正確な判定は不可能であるので最終的判定を保留し、検査を繰り返すことが望ましい。鼓膜穿孔がある場合には、眼振方向が反転することがある。

(判定基準)

1) 刺激温度について

- a. 冷風刺激だけの場合…… 15°C 以下
- b. 冷温風交互刺激の場合……冷風 26°C 以下、
温風 46°C 以上

*共に冷・温の温度が過度にならない安全な温度内とする。冷風の場合、プローブに水滴付着がおこり外耳道内に付着する場合がある。温風の場合には、 50°C 以上では、熱傷をおこす可能性がある(50°C 以下の場合でも考慮が必要)ため、温度設定と被験者の訴えに注意を払う。

2) 流量について

6～8 リットル/60秒

*単位時間内の流圧は、ノズルの太さに反比例するので細い場合には鼓膜などへの直接

の影響を十分に考慮する。しかし、ノズルが太い場合には外耳道からのエアの抜けが悪くなり、外耳道圧が上昇するので、このことを十分に考慮し、鼓膜・外耳道への浸襲が無いようにする。

3) 刺激時間
60秒間

参：air caloric test の詳細についてはエアーカロリック検査法マニュアル*を参照する²⁰⁾。

(4) Visual suppression 検査

(原理)

視覚系、前庭系は互いに干渉し、その機能を助けあう。本検査は視覚系による前庭系の干渉—抑制を見るものである。温度眼振が最高の反応に達した時、光をつけ固視を命じ、視覚系（固視など）による眼振抑制率をもって前庭系の視覚系による抑制の程度をあらわす¹⁰⁾。

(用語)

visual suppression, VS の増強, 減少, 消失, 明所での温度眼振の増強。

(装置) ENG, 注水器, 受水器, 温度計

(手技)

温度眼振を解発し、眼振計で記録する。暗所開眼下で記録した温度眼振の緩徐相速度が最高一定の値に達したところで光をつけ、7-10秒眼前50 cm の検者の指先を固視させ、その後再び暗所開眼とし、温度眼振の終わりまで記録する。明所固視直前の暗所開眼下の温度眼振の緩徐相速度10秒間の平均値を a, 明所固視下の温度眼振の緩徐相速度の平均値を b とすると、温度眼振の視覚による抑制は次式であらわされる¹²⁾。

Visual suppression (VS) (%) = $((a-b)/a) \times 100$

(注意事項)

VS 正常と思われる人で悪く出る場合や、中枢障害例では、1回の温度眼振の経過中数回検査して反応を確認する必要がある。

(判定基準)

正常：正常値；66±11%

VS の増強；VS が75～85%となる場合、一側内耳機能廃絶者が代償期になった時にみられる¹⁶⁾。スポーツ選手などにもみられる。従って、これは異常ではない。

異常：① VS の減少；40～10%となる場合。小脳の片葉の一側性障害では、患側に向かう温度眼振に対する VS は減少、健側に向かう温度眼振対

しては正常反応。両側障害では VS は両側共に減少～消失する。小節の障害では、VS は両側共に減少する¹¹⁾。

② VS の消失；10%以下をいう。小脳が広範囲に障害された場合、橋障害の初期または回復期、大脳障害では下頭頂葉障害の初期、回復期にみられる^{18, 13)}。

③ VS の消失、温度眼振の明所固視時の増強；VS は消失し、温度眼振は暗所開眼下であり良く解発されず、むしろ明所固視時によく解発される場合をいう。(—X%)としてあらわす。橋の障害、下頭頂葉の障害時にみられる¹⁴⁾。

(評価)

- VS の増強：内耳前庭神経障害の代償期でもみられる。
- VS の減少：小脳障害では、片葉、小節の部分障害の診断が可能である。
- VS の消失、温度眼振の明所での増強；小脳、脳幹障害の鑑別が可能。下頭頂葉障害の診断。
- VS が正常であるからといって小脳障害は否定されない。しかし小脳の片葉障害、小節障害が否定される¹⁵⁾。
- 病期により異なる値を示すので注意する。

(種類) 精密検査

(5) 回転性 Visual suppression 検査

(温度刺激検査文献)

- 1) Bárány R: Untersuchungen über den vom Vestibularapparat des Ohres, seinen reflektorisch ausgelösten rhythmischen Nystagmus und seine Begleiterschneinungen. Monatschr Ohrenh 40 : 193-297, 1906
- 2) Fitzgerald G, Hallpike CS : Studies in human vestibular function. Brain 65 : 115-137, 1942
- 3) 二木 隆 : 温度眼振検査における刺激法及び観察条件の差の検討. 耳鼻臨床 補 2 : 84-94, 1986
- 4) 猪 初男 : Caloric test の基礎と検査の実際. 日耳鼻61回総会シンポジウム別刷, 1960
- 5) 猪 初男, 他 : 温度刺激検査の標準化における試案. 日本平衡神経科学会第26回総会, 平衡機能検査の標準化における試案, 1970
- 6) Jongkees LB et al. : Clinical nystagmography. A detailed study of electro-nystagmography in 341 patients with vertigo. Pract Otorhino

- laryngol 24: 65-93, 1962
- 7) 斎藤武志, 大和田隆, 矢田賢三, 他: 意識障害患者における前庭眼反射の診断学的意義についての検討. 脳神経外科 5: 725-731, 1977
 - 8) 高橋邦丕, 坂田英治, 遠藤京子, 他: 温度刺激反応を視標とした意識障害へのアプローチ. 脳と神 27: 833-839, 1975
 - 9) 高橋正紘: 前庭機能検査—温度眼振検査, 回転検査. めまい—臨床の基本. 82-105頁, 現代医療社, 東京, 1983
 - 10) Takemori S, Cohen B: Visual suppression of vestibular nystagmus in rhesus monkeys. Brain Res 72: 203-212, 1974
 - 11) Takemori S, Cohen B: Loss of visual suppression of vestibular nystagmus after flocculus lesions. Brain Res 72: 213-224, 1974
 - 12) 竹森節子: 固視機能検査としての visual suppression test. —検査法に関する検討—. Equilibrium Res 69: 1049-1056, 1976
 - 13) Takemori S: Visual suppression test. Ann Otol Rhinol Laryngol 86: 80-85, 1977
 - 14) 竹森節子: 小脳・脳幹障害の鑑別について. Equilibrium Res 37: 88-92, 1978
 - 15) Takemori S: Visual suppression test. Clin Otolaryngol Allied Sci 3: 145-153, 1978
 - 16) 竹森節子: 自発眼振と温度眼振—急性前庭障害を中心に—. Equilibrium Res 45: 205-211, 1986
 - 17) 上村卓也: 温度刺激検査. 神経耳科学検査法. 85-89頁, 医学書院, 東京, 1968
 - 18) 上村卓也: 温度刺激検査について. Equilibrium Res 40: 1-7, 1981
 - 19) 上村卓也, 他: 少量注水法による温度眼振検査の診断的意義. 耳鼻臨床 補2: 148-155, 1986
 - 20) エア—カロリック検査基準化案について(診療基準化委員会) Equilibrium Res 61: 112-118, 2002
 - 21) 真野秀二郎: Cold air caloric test における眼振最大緩徐相速度と刺激温度の関係. Equilibrium Res 62: 525-530, 2003

2 回転刺激検査

(回転刺激検査基準化の問題点)

回転刺激検査は検査法の原理および刺激様式が多様な上, 各検査について十分な評価のコンセン

サスが得られていない。現時点における基準化は時期尚早である。しかし, 歴史的経緯および検査所見から, 特定の検査については近い将来基準化の必要が生じるであろう。ここでは基準化案ではなく, 検査法の原理の年代的推移に従って, 各検査のアウトラインを記し, 将来の基準化への指針とした。

(原理)

頭部の回転により左右外側半規管を刺激し, その際の前庭眼反射 (vestibulo-ocular reflex, VOR) を観察する。回転刺激検査は, 通常受ける頭部回転刺激を用いる, 半規管刺激量が正確に決定できる, 温度刺激検査のように外耳, 内耳の構造に影響されない, 前・後半規管の刺激も可能である, などの特徴がある。しかし, 回転後反応のように半規管平衡破綻を指標とする場合反復刺激で反応は減衰し, また両側対半規管の同時刺激であり一側半規管機能を調べることは出来ない。年代的には, 回転後眼振・後感覚の観察(バラニー式回転椅子, クプロメトリー)から回転中眼振の観察(閾値上加速減速回転, 自記クプロメトリー, 振り子様回転あるいは減衰振り子様回転, 一方向減衰回転など)と進み, さらに代償性眼球運動の観察(振り子様回転による VOR 利得, 位相の計測)が目され, 最近では回転中の固視機能も観察されている。

(装置および手技)

検査の原理と同様に多種多様である。回転様式は基本的には, 一方向回転後停止, 加速→等速→減速, 振り子様回転の3種類に分類できる。バラニー式回転椅子, 鋼線・バネによる減衰振り子様回転を除き, いずれも電動式回転装置が使用される。

A 回転後眼振・後感覚を指標とした検査

(1) バラニー式回転検査

(原理)

手動式回転で回転後眼振を観察するために工夫された検査¹⁾。刺激が強大, 回転中眼振と回転後眼振が干渉し合うなどの問題点がある。

(装置および手技)

バラニー式回転椅子を用いる。被検者に前屈30°の頭位で20秒間に10回転した後急速に停止する。回転中は閉眼させ, 停止後フレンチェル眼鏡下で眼振数, 眼振持続時間, 回転感持続時間を計測する。

(判定基準)

正常: 眼振持続時間が10—40秒, 左右差が0—

8秒。

異常：左右差が9秒以上,持続時間が10秒未満。
(評価) 無反応により両側迷路機能消失が推定される以外意義を見出しがたい。

(種類) 古典的検査

(2) クプロメトリー

(原理)

回転停止前の回転速度を横軸に対数表示し, 回転後眼振・後感覚持続時間を縦軸に記入したクプログラムから左右回転反応を比較する³⁾。

(装置および手技)

前屈30°の頭位で固定し, 閾値下角速度(0.5°/sec²)で一定速度(20, 40, 60°/sec)まで加速し, 1分間等速回転を行った後1-2秒かけて停止する。暗所開眼下に, 回転後眼振と後感覚の持続時間を求め, クプログラムを作成する。右回転, 左回転について検査を反復する。

(判定基準)

クプログラムの左右パターンを, 正常型, 平行型, 交叉型に分類する。平行型は眼振方向優位性(DP)を, 交叉型は内耳障害を表す。

(評価)

前庭性平衡の破綻現象で評価する。繰り返し刺激で反応が低下する(RD現象)。装置・手間が大がかり, などの理由から行われなくなった。

(種類) 古典的検査

B 回転中眼振を指標とした検査

(原理)

定方向回転で角加速度のステップ刺激に対する回転中眼振を指標とする場合(閾値上等角加速・減速回転, 自記クプロメトリーなど)と, 滑らかに角加速度の変化する振り様回転中の眼振を指標とする場合がある。

(1) 台形方式回転検査

(原理)

定方向回転の回転中眼振検査(例えば Liminal rotatory simulation test (Montandon, 1955)は現在ほとんど行われていないが, コンピュータを用いて回転刺激による眼振反応の定量的分析が行われている⁴⁾。

(装置および手技)

2, 4, 6, 8, 10°/sec²の等加速(10秒)→等速(50秒)→減速(10秒)回転を行い, 眼振最大緩徐相速度・眼振持続時間の左右差を調べる。Computerized rotary chair を用いる。検査中は被検者の覚醒の保持に注意する。

(判定基準)

2-10°/sec²における眼振反応を左右回転で比較する。左右の反応パターンから正常型, 患側(健側)迷路優位型, 補充現象型に分類される。

(評価) 末梢前庭障害の判定, 特に経過観察に有効。

(種類) 精密検査

(2) 振り様回転検査

(原理)

回転様式には, 周期・振幅共に一定のもの, 周期が一定で振幅を変化させるもの(鋼線やバネによる減衰振り様回転), 振幅が一定で頻度(周期)を変化させるもの(電動式回転椅子), 周期・振幅共に変化するもの(computerized rotary chairその他)がある。多くは大振幅, 低頻度における眼振の眼振数, 眼振最大緩徐相速度あるいは代償性眼球運動(VOR利得, 位相)を指標とするが, ここでは眼振を指標とする検査について述べる。

(装置および手技)

被検者は座位で頭位を前屈30°で椅子に固定し, 暗所における回転中眼振を ENG で記録し, 眼振数・最大緩徐相速度を左右回転で比較する。

(注意事項)

覚醒を保つための工夫が必要。定方向刺激ほどではないが, 低頻度回転で RD 現象のみられることがある。

(判定基準)

各検査装置で正常域が報告されている。多くは, 正常域を越える眼振方向優位性(DP)および眼振反応低下を陽性所見としている。回転中心を変える(centric, eccentric)ことによる鑑別診断の試み⁷⁾や, 眼振リズムの診断的意義⁶⁾の報告もある。

(評価)

回転様式(振幅・頻度)は様々であるが, DPを主要な病的所見とする, 刺激強度の変化によりクプログラム類似の反応パターンを得るなどの特徴は共通している。末梢障害の現況把握, 経過観察には有効。

(種類) 精密検査

(3) Sinusoidal harmonic acceleration test

(原理)

暗所の VOR は回転頻度 0.1-1.0 Hz においては利得, 位相共に安定し変動しないが, 0.1 Hz 未満では頻度の低下に伴いゲインは減少し, 位相のズレは増大する。この性質が末梢前庭障害でよ

り顕著となることを利用し、VOR の正常・異常を鑑別する。

(装置および手技)

Computerized rotary chair を用いる。振子様回転は最大速度 $50^\circ/\text{sec}$ の条件で頻度0.01, 0.02, 0.04, 0.08, 0.16 Hz で行う。眼球運動の位相および最大緩徐相速度が自動分析される。

(判定基準)

0.01-0.16 Hz の回転頻度別の眼球運動の位相および DP% の正常域を基準として、反応パターンで診断する¹²⁾。

(評価および意義)

末梢前庭障害の診断に有効。臨床検査装置として完成度が高いが極めて高価。

(種類) 精密検査

C VOR 利得を指標とした検査

(1) VOR 検査

(原理)

日常的な比較的高い頻度の頭部運動においては、内リンパ・クプラ系が角速度のセンサーとして機能する事実より、反応の指標として VOR による頭部回転運動の代償性眼球運動を調べる。回転中の累積眼球偏位 (cumulative eye position) と頭部回転振幅の比、あるいは眼球緩徐相速度と頭部回転速度の比を VOR 利得 (the gain of the vestibulo-ocular reflex) と表現する。さらに明所で視標を設けることにより、VOR と固視の関係を調べる。

(装置および手技)

多くは電動式回転椅子を用いるが、被検者自身による能動回転でも可能である¹⁰⁾。検査は暗所開眼 (暗算負荷が望ましい)、壁上の一点固視および頭部あるいは回転椅子に固定された一点固視の3条件で行う。各条件で眼球運動の利得を求める。

(注意事項)

暗所の観察 (VOR 利得の検査) では、遮眼を完全にし特定の一点をイメージしないよう指示する。眼球記録は DC 記録が望ましい。

(判定基準)

VOR 利得の大きさ、空間的視線固定機能の障害の有無、固視による VOR 抑制の程度の3要素について判定する²⁾⁵⁾⁹⁾¹⁰⁾¹¹⁾¹³⁾¹⁴⁾。

(評価)

VOR に関する最新の知見を取り入れた回転刺激検査。本検査は VOR 機能を本来の固視機能との関係で観察する、VOR 機能を頭部運動代償機

能として数量化し、動揺視を客観化できる、VOR に対する固視抑制機能を生理的条件下で観察する、などの特徴を備えている。

(種類) 精密検査

(2) 偏垂直軸回転検査 (Off-vertical Axis Rotation: OVAR)

(原理)

回転検査を行う場合は一般的には外側半規管が地面と水平になるような位置 (Earth Vertical Axis: EVA) に被験者を座らせて回転刺激を加える。OVAR の場合は、被験者を回転椅子ごと傾けて回転刺激を加える。椅子の回転軸を傾けることにより、回転に応じて被験者頭部に加わる重力加速度の方向が変化する。その結果耳石器 (卵形囊・球形囊) が刺激され、耳石-眼反射により眼振が解発される。回転軸の傾斜角度を90度にした場合は最も耳石器に対する刺激が強くなる。この場合を特に Earth Horizontal Axis rotation (EHA) とよぶ。

(装置および手技)

偏垂直軸回転椅子を用いる。被検者は座位で頭位を前屈 30° で椅子に固定し、暗所における回転中眼振を ENG (DC 記録での記録が望ましい) あるいは VOG で記録する。回転刺激の方法としては、定速度で一方向に回転刺激を加える定速度回転刺激法と振り用回転刺激法の2種類がある。傾斜角度に関しては20度あるいは30度が用いられている。

(判定基準)

1) 定速度回転刺激

定速度回転刺激で行った場合、外側半規管由来の半規管-眼反射は回転刺激を加えた後、比較的速度やかに消失しその後は定方向性の小振幅の眼振が回転中、持続的に解発される。この持続して解発される眼振を bias component とよぶ。また回転中持続して解発される眼振の緩徐相速度は被験者頭部の重力加速度に対する方向に応じて正弦波様に変調を受けたような変動を示す。この正弦波様の変動を modulation component とよぶ。これら2つの要素は何れも耳石器に由来して出現する眼球運動である。modulation component は主に被験者頭部の横方向 (inter-aural direction) に直線加速度刺激を加えた際に生じる眼球運動 (Linear VOR) とほぼ同様の意義を有する。一方 bias component は RT 法で定速度刺激を加えた場合、傾

斜を加えてから数秒の潜時をおいてから出現する事より modulation component とは異なり, 耳石よりの入力があったん前庭蓄積機構 (Velocity storage mechanism: VSM) に蓄えられた後, これが放出されて出現する眼振と推察されている。

・振子用回転刺激

EVA と OVAR を比較する。

(評価)

2) 定速度回転刺激

一側前庭機能障害患者では, modulation component には, 変化は認められないが, bias component には左右差が生じる。

3) 振子用回転刺激

EVA と OVAR の利得, dp を比較検討することにより耳石機能を把握することができる。

(注意事項)

覚醒を保つための工夫が必要。定速度回転刺激を加えた場合は, 前庭-自律神経反射に起因する動揺病症状を誘発することがある。振子用刺激の場合は, 動揺病症状を引き起こすことはまれである。

(種類) 精密検査

(回転刺激検査文献)

- 1) Bárány R: Untersuchungen über den vom Vestibularapparat des Ohres, seinen reflektorisch ausgelösten rhythmischen Nystagmus und seine Begleiterschneinuugen. Monatschr Ohrenh 40: 193-297, 1906
- 2) Barr CC, et al: Voluntary, nonvisual control of the human vestibulo-ocular reflex. Acta Otolaryngol 81: 365-375, 1976
- 3) Groen JJ, Jongkees LB: The turning test with small regulable stimuli. J Laryngol Otol 62: 231-240, 1948
- 4) 朴沢二郎: 迷路優位性 (labyrinthine preponderance) の診断的意義について. 耳鼻臨床補 2: 37-45, 1986
- 5) Hyden, et al: Human visuo-vestibular interaction as a basis for quantitative clinical diagnostics. Acta Otolaryngol 94: 53-60, 1982
- 6) 神崎 仁, 他: 減衰振子様回転検査における眼振リズムの検討. Equilibrium Res 33: 77-82, 1974
- 7) 松永 喬: バネ式減衰回転椅子による回転検査法. 日耳鼻 65: 1012-1023, 1962

- 8) 野村公寿, 他: 減衰振子様回転検査法について. 耳喉 44: 15-24, 1972
- 9) 清水夏絵, 他: 振子様回転検査. 耳鼻臨床補 2: 57-67, 1986
- 10) Takahashi M, et al: Compensatory eye movement and gaze fixation during active head rotation in patients with labyrinthine disorders. Ann Otol Rhinol Laryngol 90: 241-245, 1981
- 11) 高橋正紘, 他: 前庭眼反射と固視機能. 日耳鼻 89: 33-39, 1986
- 12) Wolfe JW, et al: Low-frequency harmonic acceleration as a test of labyrinthine function; basic methods and illustrative cases. Trans Am Acad Ophthalmol Otolaryngol 86: 130-142, 1978
- 13) Yagi T, et al: Age-dependent changes in the gains of the vestibulo-ocular reflex. Adv Otorhinolaryngol 30: 9-12, 1983
- 14) Zee DS: Disorders of eye-head coordination. In ed Brooks B, Bajandas EJ, Eye movements. pp 9-40, Plenum Press, New York, 1976

(偏垂直軸回転検査文献)

- 1) 東 美紀, 他: 振子様 OVAR を用いた耳石機能評価. Equilibrium Res 6: 456-463, 2001
- 2) Furman JM, et al: Off-vertical axis rotation: a test of the otolith-ocular reflex. Ann Otol Rhinol Laryngol. 101: 643-650, 1992
- 3) Furman JM, et al: Off-vertical axis rotational responses in patients with unilateral peripheral vestibular lesions. Ann Otol Rhinol Laryngol 102: 137-143, 1993
- 4) Furman JM, et al: Effect of aging on the otolith-ocular reflex. J Vestib Res 11: 91-103, 2001
- 5) 嘉村恵理子, 他: Off Vertical Axis Rotation による眼球運動の三次元解析. 日耳鼻 102: 42-49, 1999
- 6) Kamura E, et al: Three-dimensional analysis of eye movements during off vertical axis rotation in patients with unilateral labyrinthine loss. Acta Otolaryngol 121: 225-228, 2001
- 7) Koizuka, et al: Influence of otolith organs, semicircular canals, and neck afferents on post-rotatory nystagmus. J Vestib Res 6: 319-329, 1996

- 8) 肥塚 泉：平衡機能検査の結果をどう解釈するか 偏垂直軸回転検査 (OVAR) について. 耳鼻臨牀 94:760-761, 2001
- 9) Koizumi Y, et al: 3D eye movement analysis during sinusoidal off vertical axis rotation in human subjects. Acta Otolaryngol 123: 121-128, 2003
- 10) 小泉康雄他：回転刺激検査 (OVAR). 耳鼻・頭頸外科 5: 153-160, 2003
- 11) 中村雅子, 他：温度眼振無反応例の一方向減衰回転法での EVAR と OVAR. Equilibrium Res 60: 250-257, 2001
- 12) Yagi T, et al: Three dimensional eye movement analysis during off vertical axis rotation in human subjects. Arch Ital Biol 138: 39-47, 2000

3 圧刺激検査 (瘻孔症状検査)

(原理)

骨迷路に瘻孔のある場合, 外耳道に圧を加えることにより内リンパ流動が発来され, 眼振が惹起される。

(装置)

ポリツェル球, フレンツェル眼鏡, 赤外線 CCD カメラ

(手技)

被検者を仰臥位とし, フレンツェル眼鏡または赤外線 CCD カメラを装着させ, 外耳道に圧変化を加える。加圧, 減圧は急激に行う。その際に発現する眼球運動を観察する。

(注意事項)

- ・検査を繰り返すと眼振が減衰するので最初が大切。
- ・加圧のとき圧のもれが多いと空気による冷刺激が温度眼振を発来させることがある。
- ・瘻孔症状陽性の際, 被検者が眼を閉じてしまい観察できないことがある。その時には暗所開眼で ENG 記録する。

(判定基準)

- ・外耳道圧変化により眼振あるいはめまいが発来すれば瘻孔症状陽性。
- ・定型的瘻孔症状は, 加圧刺激で刺激側へ, 減圧刺激で非刺激側へ向かう眼振が誘発される。眼振の方向が加圧, 減圧で逆に向かうものや, 加圧刺激のみあるいは減圧刺激のみに眼振の発現する場合もあるが, これらは全て検査陽性である。

る。

(評価)

本検査で陽性にでた場合にそれは全て病的であり, また検査側の障害である。多くは, 慢性中耳炎とくに真珠腫性中耳炎による外側半規管瘻孔でおこる。また外リンパ漏でもみられる。しかし, 瘻孔がなくとも迷路梅毒では圧迫眼振が認められる場合があるといわれている (仮性瘻孔症状, Hennebert 症候)。本検査は, 迷路機能廃絶状態では例え瘻孔があっても陽性にはならない。一方, 瘻孔が存在するにも拘らず瘻孔症状陰性の場合があるが, だからといってそれが迷路機能廃絶のためとはいえない。

(種類) 基本検査

付 血管性瘻孔症状検査

頸部血管の圧迫によって眼振の発現する場合 (Mygind 徴候) や, 腹圧をかけた場合にも眼振のみみられることがあり, これらを一括して血管性瘻孔症状という。

4 電気刺激検査

(原理)

電極を両耳または一側耳におき, 直流を通電することによって得られる眼振や身体動揺を観察する。電気刺激によって誘発された眼振を, 電気刺激眼振または電気性眼振 (galvanic nystagmus) といい, 同様に電気刺激によって発現する身体動揺を電気性身体動揺 (galvanic body sway: I-1-(5) 電気性身体動揺検査を参照) という。従って, 電気刺激検査は, 電気性眼振検査と電気性身体動揺検査に分けられる。しかし, 電気刺激が前庭系のどこに働いて, 眼振や身体動揺が誘発されるかについては未解決な点がある。

(装置)

- ・刺激電極, 電気刺激装置
- ・身体動揺を定量的に観察するには, 重心動揺計や反応波形の加算装置があると便利である。

(手技)

刺激電極は, 左右耳 (耳株あるいは乳突部) におき, 左右の関電極間に電流を流す両極両耳法と, 一側耳にプラスまたはマイナス電極をおき, 不感電極を前額あるいは前腕部におく単極単耳法が一般的に用いられている。他に, 両極単耳法, 単極両耳法がある。電気刺激によって眼振が誘発されるか否か, 眼振が誘発されれば眼振数を裸眼で観察する。一方, 身体動揺は重心動揺計を用い

て観察するが、微細な身体偏倚をとらえるには重心動揺計からの出力を加算平均するとよい。

(注意事項)

Pace maker 装置者には禁忌。

直流電流を用いるので電気的安全性に十分気を付ける。安全対策上病院電気設備ならびに医用電子機器の漏れ電流による電撃防止の安全基準²⁾が参考になる。電気機器の漏れ電流が数秒間流れて危険な心室細動が誘発されることがある。電流流入または流出点が心臓の至近距離にあるマイクロショックでは、その許容値は $10\mu\text{A}$ であり、流入・流出点が体表にあり手足、両手など心臓をはさんでいるマクロショックでは数十 mA である。マクロショックでは感知電流閾値の1 mA を危険電流とし、人が感知しない0.5 mA を限界値、機器および電気設備の電流許容値は安全を考慮して $100\mu\text{A}$ が採用されている。電気刺激検査で、不関電極を前腕部におく単極単耳法は両極が心臓をはさむことになり、事故防止には十分な注意が必要である。

(判定基準)

電気性眼振と電気性身体動揺の発現閾値の正常域については幾つかの報告がある¹⁾³⁾⁵⁾。

電気性眼振の異常は、眼振が誘発されないか極めて眼振数が少ない場合であり、電気性身体動揺の異常は、身体動揺の開発遅延、消失あるいは減弱、あるいは反応の形の異常である。

(評価)

電気性眼振の異常は、前庭神経炎に高率にみられる。また、中枢前庭障害の判定や、半規管と耳石器障害の鑑別への応用が検討されている³⁾⁴⁾⁶⁾⁷⁾。

(電気刺激検査文献)

- 1) 朴沢二郎：電気性眼振の本態に関する臨床的考察。耳喉 33：939-944, 1961
- 2) 日本 ME 学会：医用電子機器の安全性に関する調査研究報告書(Ⅲ)。71-73頁, 1975
- 3) 関谷 透：Galvanic Test の研究。加速度記録図法による電気性頭部動揺の観察と Galvanogram の表現。日耳鼻 68：996-1015, 1965
- 4) 田中宗昭，他：Medical computer による Galvano-ARG の検討。Equilibrium Res 32：67-69, 1973
- 5) 時田 喬，他：電気眼振検査法の検討。耳鼻臨床60 増1：38-57, 1967

6) 時田 喬，他：電気性眼振，電気性脊髄反射による半規管系・耳石器系障害の鑑別。耳鼻臨床 補2：104-112, 1986

7) 渡辺行雄，他：前庭機能異常例における Galvanic Body Sway Test (GBST) の所見。耳鼻臨床76増4：2401-2406, 1983

6 音刺激検査

(1) Vestibular evoked myogenic potentials (VEMP)

(原理)

強大音に対しては蝸牛のみならず末梢前庭器も応答することが知られている。本検査は、強大音に対して前庭頸反射弓を介して胸鎖乳突筋 (SCM) で現れる短潜時の前庭性の誘発筋電位を計測するものである。受容器は球形囊であると推定されている。VEMP は Vestibular evoked myogenic potentials の略で和名は前庭誘発筋電位と命名されている。

(用語) p13, n23

(装置) 音刺激可能な誘発電位記録装置

(手技)

記録電極には2組の脳波用銀皿電極を用い、左右胸鎖乳突筋上の皮膚表面に1組ずつを接着して、基準導出を行なう。探査電極、基準電極と接地電極はそれぞれ SCM 吻尾側2分の1、胸骨頭の起始部上と前額部に置き、帯域フィルタは5 Hz - 1.5 KHz に設定する。特に探査電極の位置は重要であり、最も大きい振幅が記録される接着部位が SCM 吻尾側2分の1である。

ヘッドホーンから片側耳に強大音刺激を行ない、対側耳には通常刺激音より白色ノイズによるマスキングを与える。音刺激はクリック音または短音を用いる。刺激音圧は95~105 dBnHL, 刺激頻度は3~5 Hz, 解析時間は100 msec, 加算回数は50~500回と設定する。

検査中は SCM の緊張を維持するため、様々な方法がとられている。頸部捻転位で記録をおこなう場合には、頸部を刺激側と反対方向に回旋する頸部捻転位を維持させる。VEMP は同側性優位の反応であり、右耳刺激では左頸部捻転時に右(刺激側) SCM のみに誘発電位が記録される。

(注意事項)

- 検査直前に、刺激音を数回試聴させることは予期せぬ音響外傷を予防する上で必要である。もし被験者が強大音に苦痛を訴える場合には、検

査に使用する刺激音圧を適宜下げる工夫を行う必要がある。

- VEMP の振幅は検査時の SCM の筋緊張に相関関係がある。そのため良好な VEMP 波形を記録するためには、検査中は SCM の緊張を維持させる必要がある。検査中は筋電図をモニターしてしっかりと筋収縮が持続しているかを観察することが望ましい。

(判定基準)

刺激開始から 30 msec 以内に陽性波、陰性波の順で 2 相性の波形が発生する。各波頂潜時の平均がそれぞれ 13 msec, 23 msec であるため、p13, n23 と命名されている。正常の判定には、波形の有無、波形が観察された場合には p13-n23 波頂間振幅の左右差、p13 波頂潜時が用いられる。

(評価)

VEMP の神経経路である前庭頸反射弓の機能障害の診断に役立つ。末梢障害では患側診断が可能で、経過観察に有用である。

気導骨導差が大きい場合には、ヘッドフォンからの刺激音が有効に内耳に伝搬されず、内耳機能に問題がなくとも正常反応が現れない場合があるので注意が必要である。

(種類) 精密検査

(VEMP 参考文献)

- 1) Colebatch JG, Halmagyi GM : Myogenic potentials generated by a click-evoked vestibulo-collic reflex. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 57:190-197, 1994
- 2) Murofushi T, Halmagyi GM, Yavor RA, et al : Absent vestibular evoked myogenic potentials in vestibular neurolabyrinthitis : A indication of inferior vestibular nerve involvement? *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 122: 845-848, 1996
- 3) 將積日出夫, 竹森節子, 渡辺行雄 : 前庭誘発筋電位. *Equilibrium Res* 59: 186-192, 2000
- 4) 將積日出夫, 診断基準化委員会 : VEMP に関するアンケート調査の結果について. *Equilibrium Res* 62: 351-353, 2003

IV 視刺激検査

1 視運動性眼振検査

(原理)

眼前の動く対象物を次から次とみるとき発来す

る眼振は視標を追わんとする意志と視標が網膜をよぎる刺激とが合わさって眼球を駆動し眼振緩徐相が形成され、次に新たに視野内に入った視標をとらえる機構により眼振急速相が形成される。緩急 2 相の連続であるこの眼振を視運動性眼振 OKN, OKN をおこす視刺激を視運動性刺激という。

OKN の経路は 2 ルートに分けられる。脳幹を経由するルートは網膜—視索核—橋被蓋網様体核—(小脳片葉)—前庭神経核、または橋被蓋網様体核—舌下神経周囲核—前庭神経核と考えられる¹⁾。大脳を経由するルートも脳幹に入るときは視索核を経由する⁴⁾⁹⁾。大脳における OKN の経路は明らかでないが、両側視覚領破壊¹⁵⁾、頭頂葉破壊⁶⁾、頭頂葉障害¹²⁾などで OKN が障害される。

(用語) 視運動性眼振, optokinetic nystagmus, OKN, 視運動性刺激。

(装置)

• 刺激装置 :

- オーム型 (大円筒型) 電動式
- ユング型 (半円筒投影型) 電動式
- バラニー型 (小円筒型) 手動式, 電動式
- メジャーテープ, 平板, 円板

• 記録装置 : ENG

標準型では電動式で定量的に等角速度、等角加速度の刺激が可能であり広範囲の視野から網膜が刺激され刺激が強い点優れている。スクリーンは 180° 位広いものが良く、OKN の線条は背景とコントラストが良く明瞭であり、同時に眼前にみられる線条の数は 12 本以下が望ましいといわれている⁷⁾。また、ドットパターンやその他の視刺激法が使われている。バラニー型手動式、メジャーテープ、平板、円盤は外来、ベッドサイド診療用。

(注意事項)

被検者の視力、視野の欠損、眼筋麻痺等の有無に注意する。検査に当たっては検査の内容を良く説明する。被検者の頭部を固定する。場合によって約 30°/sec の等速度で OKN 刺激装置の線条を動かし、眼振を記録して動く視野の見方を説明する。OKN の解発が悪い場合、被検者の注意力や覚醒度が低下して反応が悪いのか、OKN が障害されているのか判別しがたいことがある。従って症例によっては OKN を熟知している医師が行うべきであろう。視運動性刺激は左方向と右方向に与える。必要に応じて下方向、上方向にも与える。

(評価)

神経回路からわかるようにテント上、テント下障害で異常がみられる。中脳障害では垂直眼球運動障害のため垂直 OKN の解発が不良になる。橋部脳幹障害では内側縦束や PPRF の異常で水平 OKN の解発不良になる。小脳障害では緩徐相の速度が低下する。先天性眼振では典型的な振子型では水平 OKN の解発が不良で、振子眼振のみが記録されたり、特に衝動振子型では、眼振方向が健常者と逆方向になる錯倒現象 inversion がみられる特徴がある。視覚の有無の他覚的判定にも利用されることがある。

(1) 等加速減速法 (OKP 検査)

(手技)

4°/sec²の等角加速度で最終角速度160-180°/secまで40-45秒加速し、続いて-4°/sec²で停止まで減速する。眼振は ENG で紙送り速度 1 mm/sec として記録する。

線条の動きは左方向、右方向とし、ENG 速度波形をパターンとして観察し、これを OKP (optokinetic nystagmus pattern) 法という¹¹⁾。

(判定基準)

正常：

- ・眼振方向は線条の動きと反対方向。
- ・眼振緩徐相速度が80-90°/sec まで上昇する。
- ・眼振頻度 (ENG 記録の黒化度) が十分。
- ・以上の反応に左右差がない。

異常：眼振錯倒現象 inversion, 眼振緩徐相速度低下, 眼振数の減少, 眼振緩徐相への急速眼球運動の混入, 反応の左右差など。

(種類) 精密検査

(2) 等加速法

(手技)

1-1. 2°/sec²の等角加速度で最終角速度 100-120°/sec まで刺激する。眼振は通常の紙送り速度の ENG で記録する⁸⁾。線条の動きは左方向について右方向とする。

(判定基準)

正常：60°/sec まで OKN 緩徐相速度は直線的に増加する^{2) 8) 13)}。反応に左右差はない。

異常：OKN 緩徐相速度の異常, OKN 頻度, 方向の異常, 左右差のある OKN。

(種類) 精密検査

(3) 等速度法

(手技)

視運動性刺激を不連続に等速度で与える。通常は 60°/sec の刺激を左方向、右方向に与える。緩

徐相速度の障害がある場合、低速刺激より 10°/sec ステップで与え、どの速度から障害があるか決定する^{3) 5)}。眼振は通常の紙送り速度とした ENG で記録する。

(判定基準)

(評価)

緩徐相速度で判定する。

正常：60°/sec に対する緩徐相速度の利得が 0.8 以上ある (60才未満)。

利得の左右差がない。

不連続に刺激するので時間がかからない。

60°/sec 以下の刺激では加齢現象がない。

(種類) 精密検査

(4) 重ね合わせ法

(原理)

眼の中心窩で正確に OKN 刺激の動く線条を追跡していれば、OKN 緩徐相速度は線条速度と一致する。種々の速度で動く線条に対して OKN 緩徐相速度の一致、不一致を定性的、定量的に検討する¹⁴⁾。

(手技)

刺激線条の運動の記録に、解発された OKN 緩徐相を重ね合わせる^{10) 14)}。検査の後で解析を行うがコンピュータによって同時に実施出来る。

(判定基準)

線条の動きに対する眼球運動の遅れ、一致、進み、OKN 緩徐相の波形を正常者の所見と比較する^{10) 14)}。

(5) OKN のコンピュータ解析法

(原理)

種々の刺激法による OKN を ENG で記録し、on line で、またデータレコーダで記録したものを AD 変換し、OKN 波形を定量的に解析する。上記 (1) - (4) の刺激法の結果のコンピュータ分析も行われる。緩徐相速度、急速相速度を求める。

(種類) 精密検査

付 簡易法

メジャーテープ、手動式バラニー型刺激装置などにより適当な速度の OKN 刺激を変えて肉眼で OKN を観察する。

高度の OKN 障害、OKN 左右差、上下差、錯倒現象などが発見できる。外来、ベッドサイド診療に利用できる。

付：上下視運動眼振検査

(視運動性眼振検査文献)

- 1) 都筑俊寛：視運動性眼振検査．8めまい・平衡障害．CLIENT21. 286-291頁，中山書店，東京，1999
- 2) 石川和光：水平，垂直性視運動性眼振検査の臨床的研究．日耳鼻 73：47-67，1970
- 3) 石川 誠，中村 正，渡辺 仁，他：視運動性眼振における加齢変化の定量的検討．耳鼻臨床 80：1345-1351，1987
- 4) 加藤 功，金山亮治，中村 正，他：Step刺激による視運動性眼振の意義．耳鼻臨床 79：46-56，1986
- 5) Moyoshi T, Pfaltz CR：Upon the correlation between the optokinetic stimulus and the induced optokinetic nystagmus. ORL J Otorhinolaryngol Relat Spec 35: 52-64, 1973
- 6) 水越鉄理：視性眼振の生理補遺 (I)．日耳鼻 73：23-49，1961
- 7) Suzuki J, Komatsuzaki A：Clinical application of optokinetic nystagmus. Acta Otolaryngol 54: 49-55, 1962
- 12) Takemori S, Ishikawa M, Yada S：Cerebral control of eye movements. ORL J Otorhinolaryngol Relat Spec 43：262-273，1981
- 13) Tokita T, et al：A quantitative test of optokinetic nystagmus and its data processing by computer. Acta Otolaryngol Suppl 330: 159-168, 1975
- 14) 時田 喬：視運動性眼振検査．時田 喬，鈴木淳一，曾田豊二編．神経耳科学 II. 166-187頁，金原出版，東京，1985
- 15) Zee DS, Butler PH, Optican LM, et al：Effects of bilateral occipital lobectomies on eye movements in monkeys.：Preliminary observations. In ed Roucoux A, Crommelinck M, Physiological and pathological aspects of eye movements. pp 225-232, Dr. W. Junk Publishers, Hague, Boston, London, 1982

2 視運動性後眼振検査

(原理)

視運動性刺激を与え，視運動性眼振 (OKN) 緩徐相速度が定常状態に達した後，刺激を突然停止し暗所開眼とすると OKN の方向に短時間眼振

が出現する。この後眼振を視運動性後眼振 (OKAN) という。OKAN は OKN 緩徐相速度が OKN 刺激に一致し，定常状態に達したとき最大値となり，しかも OKN 緩徐相速度の緩徐増加 (slow rise) の時定数と OKAN の緩徐相速度の時定数が等しいことにより，両者は同じ機構を共有し，脳幹にあると推定される速度分析器で，眼球運動速度の入出力が行われているという storage mechanism の概念が提唱されている。この機構には前庭核を含む前庭系が関与するといわれている。

(用語)

視運動性後眼振，optokinetic after-nystagmus, OKAN

(装置)

オーム型，ユング型視運動性刺激装置，ENG

(手技)

(1) 等加速度法

視運動性刺激を比較的長時間与えた後，刺激を突然停止し暗所開眼で記録する。刺激速度は，60-80°/sec とする¹⁾。

(2) 等速度法

視運動性刺激に OKN 緩徐相速度が一致し，定常状態になった後刺激を突然停止し暗所開眼で記録する。

(注意事項)

視運動性刺激停止後完全な暗所にしないと OKAN 解発は抑制される。

(判定基準)

正常：左方向，右方向に左右差なく眼振が出現する。

異常：OKAN の抑制，消失，反応の左右差，眼振方向の優位性 (DP)，錯倒現象。

(評価) 診断的価値は現在なお未定である。

(視運動性後眼振検査文献)

- 1) 坂田英治：視運動性後眼振検査．検査の実際 I (視刺激検査)．日本平衡神経学会編．イラストめまいの検査．66-67頁，診断と治療社，東京，1995
- 2) Cohen B, Matsuo V, Raphan T：Quantitative analysis of the velocity of optokinetic nystagmus and optokinetic after-nystagmus. J Physiol 270：321-344，1977

3 追跡眼球運動検査 (滑動性眼運動検査)

(原理)

眼前の平滑に動く対象物を随意的にみるとき見られる眼球運動である追跡眼球運動には、視標の位置と動く速度、網膜上の像の速度 (retinal slip velocity) が関与し、網膜上の像を中心窩でとらえるよう中枢機構が働いている。

網膜上での視標の感知には、外側膝状体から後頭葉の第一次視覚領が関与する。大脳上側頭溝尾側にある MT 野、MST 野では視標の動き、方向が検出される。大脳からの信号は脳幹をへて小脳の腹側片葉・傍片葉に至り、ここで視覚情報が運動情報に変換され、前庭神経核や動眼神経核を介して、滑動性眼球運動を生じる。滑動性眼球運動には、MT 野、MST 野から前頭眼野をへて小脳虫部、室頂核に至る経路の存在も知られている²⁾。

(用語)

smooth pursuit, following eye movement, eye tracking test, ETT

(装置)

電動式視性眼運動誘発装置, circular-ETT, 定性的にはメトロノーム

記録装置: ENG

(手技)

被検者の頭部を固定し眼前の平滑に動く視標を眼で追跡させる。機械的に追わせると平滑に追えない場合があり、適当に休みを入れて追わせる。

刺激方法には等速度刺激による三角波、速度が時々刻々変化する正弦波、円運動を行わせて水平、垂直成分を同時誘導する circular-ETT⁴⁾ がある。被検者の予測を除くため視標は一方向に一回動き、速度、動き出す方向がランダムに制御できる方法もよい²⁾。また振幅、周波数、視標速度の間には (視標速度 / 振幅) × 2 = 周波数の関係が成立する¹⁾。定速度刺激は速度判定に適している。正弦波は視覚刺激に対する眼球運動の応答様式をみるのに適している。

(判定基準)

正常: 視標に対応した円滑な眼球運動

異常: saccadic パターン, ataxic パターン。

追跡眼球運動各パラメータには次のようなものがある。

- 反応時間: 静止している視標が動き出してから眼球が動き出すまでの時間。
- 眼球運動速度: 眼球の視標追跡速度。
- 利得: 視標速度に対する眼球速度の比。

- 絶対誤差: 視標の位置と眼位のずれの大きさ。また、絶対誤差の標準偏差は眼球運動の軌跡が視標の軌跡からどの位はずれているかの判定に役立つ。

- saccade の割合: 追跡眼球運動中に出現した saccade の距離や時間の割合の分析も行われるが、通常は障害パターンで判定する。

(評価)

本検査は鋭敏で中枢疾患のみならず注意力、薬物、加齢の影響を受けて異常を示す場合がある。また自発眼振、注視眼振が追跡運動に重なる場合がある。このような場合的確に判定することが困難である。

大脳、基底核、脳幹、小脳障害で異常がみられ偏在性障害では一方向にのみ障害されることが多く診断的価値が高い。

(種類) 基本検査, 精密検査

(追跡眼球運動検査文献)

- a) 加藤 功: 視標追跡検査. 8めまい・平衡障害. CLIENT21. 280-285頁, 中山書店, 東京, 1999
- 1) 三好豊二: 追跡眼運動の検査. 鈴木淳一, 時田 喬編. めまい, 臨床の基本. 177-193頁, 現代医療社, 東京, 1983
- 2) 清水夏絵: 視標を用いた眼球運動検査. 時田 喬, 鈴木淳一, 曾田豊二編. 神経耳科学II. 153-166頁, 金原出版, 東京, 1985
- 3) 上田良穂, 鈴木淳一, 切替一郎: 視標追跡検査 (Eye Tracking Test) —迷路・小脳・脳幹障害について. 耳鼻臨床 60: 918-925, 1967
- 4) Umeda Y: The eye-tracking test. Ann Otol Rhinol Laryngol Suppl 71: 89: 1-12, 1980

4 急速眼球運動検査 (衝動性眼運動検査)

(原理)

視野内に新たに登場した視標に視軸を急速な動きで向ける現象を検査する。急速眼球運動 (saccade) は視標と網膜中心窩との位置のずれを補正する速い眼球運動で、随意的におこる場合と眼振急速相など反射的におこる場合とがある。saccade の発現に必要ないくつかのニューロンが知られている。ポーズニューロンは眼位に関係なく一定の頻度で発火し、saccade の直前と saccade 中は活動を停止する。バーストニューロンは sac-

cade の間のみ発火し、発火頻度は saccade の速度に比例する。Saccade の上位中枢は前頭眼野から直接、あるいは上丘を介して橋および中脳網様体を経て、眼運動神経核へ至る。眼振急速相を指令する細胞が橋旁正中中部網様体 (PPRF) に存在する⁹⁾。視運動性眼振および前庭性眼振の急速相の発現には同じ神経機構が共有されている⁸⁾。従って随意的な急速眼球運動検査が出来ない患者でも反射的に発来する OKN の急速相を計測して急速眼球運動が調べられる。

(用語) saccade, quick eye movement.

(装置)

電動式視性眼運動誘発装置

刺激間隔、刺激時間、方向をランダムに出来るもの²⁾³⁾⁷⁾ がよい。また残像の残らない赤色、緑色の視標が薦められる。

ENG

(手技)

急速眼球運動は 8°, 16°, 24°, 32°, 40°, 48°²⁾、振幅 10° 間隔で 60° まで³⁾、5°, 10°⁷⁾、3-36°¹⁾ の刺激などが用いられる。眼球の内転と外転で眼球速度が違う¹⁾⁵⁾ ため単眼誘導が好ましい¹⁾⁷⁾。通常は、振幅 10°, 20°, 30° で 1-2 秒間隔の視標移動で行うが、予測を排除するためにランダム刺激法も用いられる。

(判定基準)

正常値：持続時間、最高速度、最高速度到達時間、波形²⁾⁴⁾

(評価)

Saccade の速度に左右差がある場合、通常速度の遅い方が異常である。筋疾患、脳幹の眼運動系の障害、大脳半球障害でも速度は低下する。振幅に異常がある場合、小脳障害では hypermetria がみられ、パーキンソン病などでは hypometria がみられる。正常者でも時に hypometria がみられるが通常小さな 1 回の saccade で補正が可能である。a) 中枢疾患障害を検討するためには必須の検査。コンピュータを用いることにより正確詳細な解析が出来る。

(種類) 基本検査、精密検査

(急速眼球運動検査文献)

1) 清水夏繪：急速眼球運動検査。検査の実際 I (視刺激検査)。日本平衡神経学会編 イラストめまいの検査。62-63頁、診断と治療社、東京、1995

- 2) Baloh RW, Konrad HR, Sills AW, et al : The saccade velocity test. Neurology 25: 1071-1076, 1975
- 3) 五十嵐秀一：不規則跳躍視標追跡検査による衝動性眼球運動の定量分析。耳鼻臨床 78 増3：1683-1709, 1985
- 4) 加藤 功, 他：Rotary stepping switch による衝動性眼球運動検査装置。日耳鼻 82：879-883, 1979
- 5) 木村 洋：衝動性眼球運動の定量分析。一正常所見について(その1)一。日耳鼻 83：674-690, 1979
- 6) Miyoshi T, Hiwatashi S, Kishimoto S, et al : Dissociation of the eyes in saccadic movement. Ann N Y Acad Sci 304 : 731-743, 1981
- 7) 島津 浩, 井草幸男, 佐々木誠一：眼球運動のメカニズム。伊東正男, 小幡邦彦, 島津浩, 他編。脳の統御機能 4 運動の中枢メカニズム。81-100頁, 医歯薬出版, 東京, 1978
- 8) 清水夏繪：視標を用いた眼球運動装置。時田喬, 鈴木淳一, 曾田豊二編。神経耳科学 II。153-166頁, 金原出版, 東京, 1985
- 9) Yoshida K, McCrea R, Berthoz A, et al: Properties of immediate premotor inhibitory burst neurons controlling horizontal rapid eye movements in the cat. In ed Fuchs A, Becker W, Progress in Oculomotor Research. pp 71-80, Elsevier, North-Holland, 1980

謝 辞

専門会員の皆様より数々の御助言と励ましをいただいた。また懇切なご指導を時田 喬審議員議長、審議員の皆様、水越鉄理前運営委員長および運営委員の皆様より賜った。衷心より感謝致します。第45回、46回日本平衡神経科学会の野末道彦、雲井健雄両学会長ならびに学会事務局の御尽力に厚くお礼申し上げます。

本報告書が完成できたのは、2年間にわたり終始精力的に、最後まで真剣に取り組んでいただいた大久保 仁、加藤 功、高橋正紘、竹森節子、水野正浩、八木聡明、吉本 裕の基準化委員会委員のおかげであり心から感謝を捧げます。また協力した藤野明人、米田 敏両君の労に感謝致します。

(徳増厚二 記)

平衡機能検査基準化委員会

平成元年11月22日

謝 辞

平衡機能検査法は、機器の精度向上や新しいデバイスの発達によって、従来の検査法からの改善や見直しについての要望がありました。また、新たな検査法も多く開発されました。そこで、診療基準化委員会時から診断基準化委員会へと検査基準の見直しを行ってきました。検査法の見直しについては基本的に、現在なお標準的に行われている検査法や以前から行われている検査法については、特別な問題や理由が無い限り変更や手直し、削除などはしない方針で望みました。平成元年に見直された基準からほぼ18年が経ち、その間に多くの知見が得られている検査法については新たに掲載し、皆様に役立てていただくように選択の幅を広げました。

まだまだ多くの内容の検討や充実が必要と考えておりますが、今後、皆様のご意見を伺いつつ次の検討に生かしてゆきたいと思っております。

この度の見直しに、長い間ご尽力いただきました診療基準化委員会（担当理事：喜多村 健，肥塚 泉，竹森節子 委員：石井正則，鶴岡尚志，中村 正，羽柴基之，深谷 卓，松崎充男，渡辺行雄）・診断基準化委員会（担当理事：肥塚 泉，渡辺行雄 委員：石井正則，高橋克昌，高安幸弘，竹森節子，鶴岡尚志，中村 正，羽柴基之，深谷卓）の委員とご協力いただきました浅井正嗣，石川和夫，將積日出夫，吉田友英各氏に深謝いたします。

（山本昌彦 記）

診断基準化委員会 委員長

平成18年

平衡機能検査 Examination of equilibrium

平衡機能検査総論 Introduction

平衡機能検査各論 Test of oculomotor and vestibular functions

1 体平衡検査 Body balance test

1 : 静的・体平衡検査 Static body balance test

(1) 両脚直立検査 Test of standing on both feet

(2) Mann 検査 Mann's test

(3) 単脚直立検査 Test of standing on one foot

(4) 重心動揺検査 Stabilometry

(5) 電気性身体動揺検査 Garvanic Body Sway

Test , GBST

(6) Dynamic posturography (Equi Test®)

付 斜面台検査 Goniometry

2 : 動的体平衡検査 Kinetic body balance test or Dynamic body balance test

(1) 指示検査 Past-pointing test

(2) 書字検査 Writing test

(3) Square drawing test, SDT

(4) 足踏検査 Stepping test

(5) 歩行検査 Walking test

(6) 足圧センサーによる歩行検査 Locomotion test using foot pressure sensors

(7) Body Tracking Test, BTT

付 身体障害者の認定 Assessment of the handicapped

2 眼振と異常眼球運動検査 Test of nystagmus and abnormal eye movements

1 : 注視眼振検査 Gaze test

(1) 注視眼振検査 Test of gaze nystagmus

(2) 異常眼球運動検査 Test of abnormal eye movements

2 : 自発・誘発眼振検査 Test of spontaneous and provoked nystagmus

(1) 自発眼振検査 Test of spontaneous nystagmus

(2) 頭位眼振検査 Test of positional nystagmus

(3) 頭位変換眼振検査 Test of positioning nystagmus

付 頭振り（眼振）検査 Head-shaking test

3 : ENG（眼振計）検査 Electronystagmography, ENG Electro-oculography, EOG

付 単眼記録 Mono-ocular recording

付 CCD カメラ記録検査 Test of CCD camera

3 迷路刺激検査 Test of labyrinthine induced nystagmus and other reactions

1 : 温度（刺激）検査 Caloric test or calorimetry

(1) 冷水（刺激）検査（20℃ 5 ml 20秒法） Cold caloric test (20℃ 5 ml 20 sec)

付 1 自発眼振を認める場合の検査 Test for a case with spontaneous nystagmus

付 2 温度検査における無反応の判定 Judgement of caloric no-response

付 3 急速眼球運動障害の場合の検査 Test for a case with disturbance of quick eye movements

- 付4 意識レベル低下の場合の検査 Test in unconsciousness
- 付5 簡易温度検査 Simplified caloric test
- (2) 冷温交互(刺激)検査 Alternating cold-warm caloric test
- (3) エア-カロリック検査 Air caloric test
- (4) Visual suppression test
- 2 : 回転(刺激)検査 Rotation test
- A 回転後眼振・後感覚を指標とした検査
Test of post-rotatory nystagmus and post-rotatory sensation
- (1) バラニー式回転検査 Barany's rotation test
- (2) クプロメトリ Cupulometry
- B 回転中眼振を指標とした検査 Test of per-rotatory nystagmus
- (1) 台形方式回転検査(等加速・定速・減加速法) Trapezoidal rotation test (Supraliminal acceleration-constant-deceleration method)
- (2) 振子様回転検査(PRT) Pendular rotation test, PRT
- (3) Sinusoidal harmonic acceleration test
- C VOR 利得を指標とした回転検査 Rotation test parameting VOR gain
- (1) VOR 検査 Test of VOR (vestibulo-ocular reflex)
- (2) 偏垂直軸回転検査 Off-vertical Axis Rotation, OVAR
- 3 : 圧刺激検査(瘻孔症状検査) Test of pressure induced reaction of fistula test
- 付 血管性瘻孔症状検査 Test of vasomotor fistula symptom
- 4 : 電気刺激検査 Galvanic test (Test of galvanic body sway and galvanic nystagmus)
- 5 : 音刺激検査
- (1) Vestibular evoked myogenic potentials, VEMP
- 4 視刺激検査 Test of visually induced eye movements
- 1 : 視運動性眼振(OKN)検査 Test of optokinetic nystagmus (OKN)
- (1) 等加速減速法, OKP 法 Constant acceleration-deceleration method, Optokinetic pattern (OKP) test
- (2) 等加速度法 Constant acceleration method
- (3) 等速度法 Constant velocity method
- (4) 重ね合わせ法 Superimposed recording of optokinetic nystagmus and moving stripes
- 付 簡易視運動性眼振検査 Simplified test of optokinetic nystagmus
- 2 : 視運動性後眼振(OKAN)検査 Test of optokinetic after-nystagmus (OKAN)
- 3 : 追跡眼球運動検査 Eye-tracking test
- 4 : 急速眼球運動検査 Test of quick eye movements