

資 料

平衡機能検査基準化のための資料
5音刺激検査 2015年改定

室伏 利久

診断基準化委員会

担当理事：飯田 政弘, 池園 哲郎, 伊藤 彰紀

委員長：武田 憲昭

副委員長：中村 正

委員：浅井 正嗣, 池田 卓生, 今井 貴夫,
重野浩一郎, 武井 泰彦, 鶴岡 尚志,
山本 昌彦, 渡辺 行雄

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年と2006年に改訂され、現在に至っている。今回はⅢ迷路刺激検査の5音刺激検査の項目のみを改訂した。本資料は、平衡機能検査の概要、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や結果判定などの基礎資料として活用していただきたい。

なお、本改訂の一部は、日本医療研究開発機構 (AMED) の難治性めまい疾患の診療の質を高める研究により行われた。

5音刺激検査

(1) VEMP (Vestibular evoked myogenic potential, 前庭誘発筋電位) 検査

(原理)

比較的強大な音に対しては、蝸牛のみならず末梢前庭器、特に耳石器 (球形嚢および卵形嚢) も応答することが明らかとなってきた。VEMP 検査は、気導音あるいは骨導音刺激に対して前庭頸反射弓あるいは前庭眼反射弓を介して生じる短潜時の誘発筋電位を計測する検査である。前庭頸反射としての VEMP は音刺激に対する胸鎖乳突筋 (SCM) の活動として記録され、cVEMP (cervical VEMP) と呼ばれる。cVEMP の主たる起源は球形嚢である。前庭眼反射としての VEMP は音刺激に対する下斜筋の活動として下眼瞼下で記録され、oVEMP (ocular VEMP) と呼ばれて区別されており、主たる起源は卵形嚢とされる。

(臨床的意義)

臨床では VEMP は耳石器機能検査として用いられることが多い。

(用語)

p 13, n 23, N 1, P 1, n 10, p 15

(装置)

音刺激装置と誘発電位記録装置

(手技)

1) cVEMP 検査

cVEMP の記録に関する国際的なガイドラインが刊行されている。記録電極には2組の脳波用皿電極あるいはディスプレイ電極などの表面電極を用い、両側の SCM 表面の皮膚に左右対称に1組ずつを貼付する。探査電極は SCM を3分割した場合の吻側3分の1から2分割した場合の2分の1のあいだに貼付する。基準電極は胸鎖関節付近に貼付し、接地電極は前頭部あるいは上胸部に貼付する。フィルターは、ハイパスフィルターを5-30 Hz に、ローパスフィルターを1000-3000 Hz に設定する。設定したフィルター帯域は変更すべきではない。

気導音刺激で cVEMP を測定する場合、ヘッドホンあるいはイヤホンから、一側耳に音刺激を行なう。気導音刺激はトーンバースト音またはクリック音を用いる。刺激音圧は120-135 dBpSPL に設定し、140 dBpSPL を超えない。トーンバースト音を用いる場合の周波数は、400-600 Hz とする。ただし、cVEMP の周波数特性 (チューニング) を検査する場合には、その他の周波数の音も用いられる。トーンバースト音の持続時間は7 msec 以内とし、plateau time が、少なくとも用いた周波数の刺激音の1 cycle 以上であることが必要である。クリック音の場合は、持続時間が0.1 msec クリック音を用いる。刺激頻度は5 Hz が標準であるが、2-10 Hz のあいだに設定する。解析時間は100 msec、加算回数は100-250回と設定する。検査中は SCM の緊張を維持することが必須である。その方法としては、仰臥位から頭部を挙上する方法と、頸部を捻転する方法がある。前者は両側 SCM の反応の同時記録が可能であるが、後者は一側ずつの反応を記録する。cVEMP は同側優位の反応であるため、頸部捻転

法を用いる場合、右耳刺激では左向きに頸部を捻転させ、右 SCM を緊張させて測定する。左耳刺激では右向きに頸部を捻転させ、左 SCM を緊張させて測定する。

骨導音刺激で cVEMP を測定する場合、骨導端子を用いて前頭部あるいは、乳突部を刺激する。刺激強度は、150 dBpFL 以下とする。刺激周波数は、100-500 Hz で行うが、打鍵器などによる衝撃刺激 (impulsive stimulus) を用いることもある。刺激部位は骨導端子の場合と同様である。打鍵器法の最大の短所は、刺激強度の正確な較正ができないことである。他の記録条件・記録方法は、気導刺激と同様である。骨導刺激による cVEMP 測定は、伝音難聴の場合などに使う補助的検査であり、cVEMP 測定には気導音刺激が推奨される。

2) oVEMP 検査

記録電極には 2 組の脳波用皿電極あるいはディスプレイザブル電極などの表面電極を用い、両眼の下眼瞼下の皮膚表面に左右対称に 1 組ずつを貼付する。探查電極は下眼瞼の 1 cm 下に、基準電極はその 2 cm 下方に貼付する。接地電極は前頭部あるいは上胸部に貼付する。フィルターの設定は、cVEMP と同様だが、5-500 Hz など、帯域フィルターをより低値に設定しての測定も行われる。cVEMP の場合と同様、設定したフィルター帯域は変更すべきではない。刺激音も cVEMP と同様であるが、気導クリック音では健常者においても oVEMP の反応の出現率が低いため、トーンバースト音を用いる。刺激音圧は 120-135 dBpSPL とし、140 dBpSPL を超えない。トーンバースト音の周波数は、400-1000 Hz に設定する。刺激頻度は 5 Hz が標準であるが、2-10 Hz のあいだに設定する。解析時間は 100 msec、加算回数は 100-250 回に設定する。検査中は、眼球を上転させ、上方約 20 度を固視するように指示する。

(注意事項)

予期せぬ音響外傷を予防するために、検査開始前に刺激音を数回試聴させる。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下げる。

気導骨導差が大きい伝音難聴の場合には、ヘッドホンからの刺激音が有効に内耳に伝搬されず、前庭機能に異常がなくとも反応が現れない場合があるので注意が必要である。その場合には骨導刺激を用いる。

cVEMP の振幅は検査時の SCM の筋緊張に正の相関関係がある。そのため良好な cVEMP 反応を記録するためには、検査中に 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、筋収縮が持続していることを観察することが望ましい。また、検査中の背景筋活動から振幅を補正する方法 (normalization) もあり、正確な左右の比較に有用である。

oVEMP の測定時の眼球の上転の維持のため、検査室内に視標を設け固視させたり、検者の指を固視させ

るなどの方法をとることが望ましい。

(判定基準)

cVEMP

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、刺激耳と同側の SCM に貼付した電極から記録される。各波頂点潜時の平均がそれぞれ約 13 msec、約 23 msec であるため、p 13、n 23 と呼称されている。これらを、P 1、N 1 としてもよい。前者の場合は小文字、後者の場合は大文字を用いる (国際ガイドライン参照)。判定には、波形の有無、波形が観察された場合には p 13-n 23 波頂間振幅の左右比 (asymmetry ratio, AR)、p 13 および n 23 の頂点潜時、閾値、周波数特性が用いられる。AR は、 $AR = 100 \times (Au - Aa) / (Au + Aa)$ から求める。AR の正常上限は、各施設の刺激条件に基づき設定することが望ましいが、国際ガイドラインでは、緩やかな基準として 33%、厳しい基準として 50% を設定している。Au は、健側の P 1-N 1 波頂間振幅、Aa は患側の P 1-N 1 波頂間振幅をあらわす。患側が不明の場合は、暫定的に、振幅の小さいほうを患側として計算する。

oVEMP

刺激開始から 20 msec 以内に陰性波、陽性波の順で 2 相性の波形が、刺激耳と対側の下眼瞼下に貼付した電極から記録される。各波頂潜時の平均がそれぞれ約 10 msec、約 15 msec であるため、n 10、p 15 と呼称されることもあるが、一般的には、N 1、P 1 と呼称する。波形が観察された場合には N 1-P 1 波頂間振幅の左右比 (asymmetry ratio, AR)、N 1 および P 1 の頂点潜時、閾値が用いられる。AR は、 $AR = 100 \times (Au - Aa) / (Au + Aa)$ から求める。Au は、健側の N 1-P 1 波頂間振幅、Aa は患側の N 1-P 1 波頂間振幅をあらわす。患側が不明の場合は、暫定的に、振幅の小さいほうを患側として計算する。oVEMP の AR の正常上限については、国際的なコンセンサスの得られた基準は現時点ではない。

(評価)

cVEMP

cVEMP の神経経路である前庭頸反射弓 (球形囊・下前庭神経-頸反射弓) の機能障害の診断に役立つ。特に cVEMP の AR の異常は、臨床的には一側の球形囊の機能低下と考えられる。また、末梢性前庭障害の場合、患側決定に有用である。また、温度刺激検査と併用することによって、機能障害の回復あるいは進行の経過観察にも有用である。末梢障害の場合、球形囊-下前庭神経系の障害を示唆する。潜時の延長の場合、後迷路あるいは脳幹の障害についても注意する必要がある。閾値の低下が認められた場合には、上 (前) 半規管裂隙症候群 (superior canal dehiscence syndrome) (Minor LB et al.) に代表される、3rd membrane の存在など、すなわち、音響刺激に対する前庭迷路の音刺激に対する過敏性を有する病態の存在について考慮する必要がある。

気導骨導差が大きい伝音難聴の場合には、ヘッドホンからの刺激音が有効に内耳に伝搬されず、前庭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。気導骨導差が大きい場合の前庭機能の評価には、骨導刺激が有用であるが、前庭迷路の感覚細胞のうち、気導刺激に反応するものと骨導刺激に反応するものは同一ではない。骨導刺激に反応する感覚細胞のほうが広範囲であるので、骨導刺激に対する反応低下のほうが、より広範な前庭機能障害を示唆することに留意すべきである。

oVEMP

oVEMPの神経経路である前庭眼反射弓(卵形囊・上前庭神経-眼反射弓)の機能障害の診断に役立つ。特にoVEMPのARの異常は、臨床的には一側の卵形囊の機能低下と考えられる。末梢性前庭障害の場合、患側決定に有用である。また、経過観察にも有用である。末梢障害の場合、卵形囊-上前庭神経系の障害を示唆する。潜時の延長の場合、後迷路あるいは脳幹の障害についても注意する必要がある。閾値の低下が認められた場合には、上(前)半規管裂隙症候群(superior canal dehiscence syndrome)など、音響刺激に対する前庭迷路の音刺激に対する過敏性を有する病態の存在について考慮すること。

気導骨導差が大きい場合の注意点は、cVEMPの場合と同様である。

(種類)

精密検査

(VEMP 参考文献)

VEMP 全般

- 1) Colebatch JG, Halmagyi GM: Myogenic potentials generated by a click-evoked vestibulocollic reflex. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 57: 190-197, 1994
- 2) 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
- 3) 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
- 4) 室伏利久: VEMP活用ガイドブック. 金原出版, 2007
- 5) Rosengren SM, Welgampola MS, Colebatch JG: Vestibular evoked myogenic potentials: past, present, and future. *Clin Neurophysiol* 121: 636-651, 2010

cVEMP 国際ガイドライン

- 6) Papathanasiou ES, Murofushi T, Akin FW et al.:

International guidelines for the clinical application of cervical vestibular evoked myogenic potentials: An expert consensus report. *Clin Neurophysiol* 125: 658-666, 2014

- 7) 室伏利久, 小宮山櫻子, 千原康弘 他: cVEMPの臨床応用に関する国際ガイドラインについて. *Equilibrium Res* 73: 485-495, 2014

cVEMP 臨床応用

- 8) Murofushi T, Halmagyi GM, Yavor RA, et al.: Absent vestibular evoked myogenic potentials in vestibular neurolabyrinthitis: an indicator of inferior vestibular nerve involvement? *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 122: 845-848, 1996
- 9) Murofushi T, Shimizu K, Takegoshi H, et al.: Diagnostic value of prolonged latencies in the vestibular evoked myogenic potential. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 127: 1069-1072, 2001
- 10) Murofushi T, Iwasaki S, Ushio M: Recovery of vestibular evoked myogenic potential after the vertigo attack due to vestibular neuritis. *Acta Otolaryngol* 126: 364-367, 2006

oVEMP

- 11) Chihara Y, Ushio M, Iwasaki S, et al.: Vestibular-evoked extraocular potentials by air-conducted sound: another clinical test of the vestibular function. *Clin Neurophysiol* 118:2745-2751, 2007
- 12) Weber KP, Rosengren SM, Michels R, et al.: Single motor unit activity in human extraocular muscles during the vestibulo-ocular reflex. *J Physiol* 590: 3091-3101, 2012
- 13) Iwasaki S, Chihara Y, Smulder YE, et al.: The role of the superior vestibular nerve in generating ocular vestibular-evoked myogenic potentials to bone conducted vibration at Fz. *Clin Neurophysiol* 120: 588-593, 2009

Superior canal dehiscence syndrome

- 14) Minor LB, Solomon D, Zinreich JS, et al.: Sound-and/or pressure induced vertigo due to bone dehiscence of the superior semicircular canal. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 24: 249-258, 1998
- 15) Welgampola MS, Myrie OA, Minor LB, et al.: Vestibular-evoked myogenic potential thresholds normalize on plugging superior canal dehiscence. *Neurology* 70: 464-472, 2008