



めまいと前庭頸筋電位

竹腰 英樹

IRYO Vol. 62 No. 4 (240-244) 2008

キーワード：前庭性頸筋電位，耳石器機能，めまい，検査

はじめに

めまいをおこす疾患として内耳障害は大きな位置を占めている。今回、内耳の中でも耳石器の1つである球形囊機能の検査法である前庭性頸筋電位：vestibular evoked myogenic potential (VEMP) について述べる。なぜ VEMP が今注目されているのか理解していただくために、簡単に内耳機能検査の歴史について述べたい¹⁾²⁾。

内耳の形態についての研究は18世紀に Pavia 大学外科学教授 Antonio Scarpa によってほぼ明らかにされたが、前庭迷路の機能についてはほとんど知られていなかった。1820年 Purkinje は回転性めまいや眼振について正確に記述している。しかし当時は、それが前庭迷路に由来するものと考えていなかった。パリ大学の生理学教授である Flourens (1824) は聴神経に聴力に関与する蝸牛神経と平衡に関与する前庭神経が存在することを初めて記し、近代前庭生理学の基礎を築いた。1870年 Goltz は、前庭器は頭部の平衡に関与し、また頭部を介して全身の平衡に関与している感覚器とした。1881年ハンガリーの研究者 Högyes は、両側前庭迷路は眼筋に恒常的に緊

張を与えていることを明らかにし、1892年 Ewald が眼筋ばかりではなく全身の骨格筋の緊張に関与していることを示した。1906年 Bárány がヒトの外耳道に冷・温水を注入し、眼振を引き起こすことに成功し、1916年にノーベル賞を取得する。Bárány は温度眼振検査だけでなく、回転検査、視運動眼振検査 (OKN) など現在日常で使われている検査を見出したパイオニアである。三半規管が体の回転時におけるセンサーとして考えられてきたのは19世紀後半であるが、耳石器の機能がわかってきたのは20世紀後半、Lindmann や原田、鈴木、内野らの研究によってである。しかし、ヒトを対象とした耳石器の定性的検査は大掛かりな装置を必要とするため、実際は研究施設でしか行われていなかった。1992年オーストラリアの Colebatch と Halmagyi によって前庭神経切断術前、クリック音刺激によって胸鎖乳突筋に誘発された筋電位が、手術後、聴力は変化しなかったにもかかわらず患側刺激の反応が消失したことを報告した³⁾。その後、この反応、VEMP は、末梢前庭器なかでも耳石器である球形囊由来の反応であることがわかってきた。VEMP は臨床検査用の市販の誘発電位測定装置で可能なため、一般病院で

国立病院機構東京医療センター 耳鼻咽喉科

別刷請求先：竹腰英樹 〒152-8902 東京都目黒区東が丘 2-5-1 国立病院機構東京医療センター 耳鼻咽喉科
(平成20年1月24日受付)

Series of Articles on Sensory Disorders 4

Characteristics and Clinical Applications of Vestibular-evoked Myogenic Potentials

Hideki Takegoshi

Key Words: vestibular evoked myogenic potential (VEMP), otolith, vertigo, test

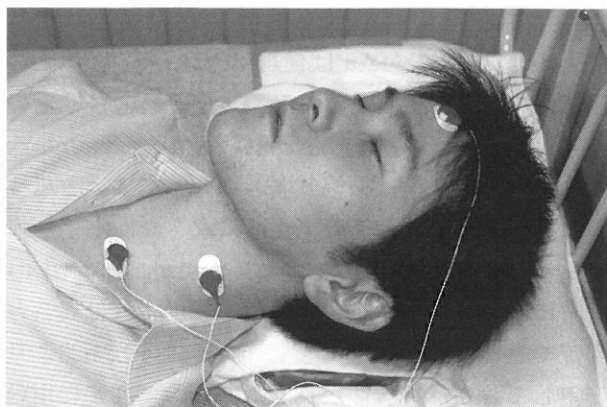


図1a 電極の付け方

関電極を胸鎖乳突筋筋腹に、不関電極を胸骨上端外側縁に貼布する。



図1b 検査時

検査側が左の場合、頸部を右に捻転、前屈してもらうと左胸鎖乳突筋が緊張しやすい。

の耳石器検査が可能となり現在注目されている⁴⁾。

● VEMP によって何がわかるか？

では、実際に VEMP で何がわかるのでしょうか？
列記した。

1. 球形嚢とその主たる求心線維である下前庭神経の障害の診断
2. 球形嚢における内リンパ水腫の推定（脱水試験との組み合わせ）
3. 末梢前庭器の音刺激に対する感受性増大（Tullio 現象）の診断
4. 末梢前庭障害の部位診断（内耳か前庭神経か、音刺激と電気刺激の併用）
5. 前庭脊髄路病変の診断

● VEMP のとり方

VEMP の記録用電極には通常の皿電極、心電図用のディスプレイ電極などの表面電極を用い、関電極を胸鎖乳突筋筋腹（乳様突起と胸骨をつなぐ線分の上方 1/3 付近）に、不関電極を胸骨上端外側縁に貼布する（図 1）。刺激音には、通常 95dBnHL のクリック音（0.1msec）ないし 500Hz ショートトーンバースト（rise/fall time 1 msec, plateau time 2 msec）の気導音を使用し、5 Hz の頻度でヘッドフォンにより提示している。帯域フィルターは 20–2000Hz とし、100 ないし 200 回加算する。解析時間は 50–100msec である。頸部を回旋、あるいは挙上して、胸鎖乳突筋を緊張状態に置く必要がある。計測は前述したが、聴性脳幹反応（ABR）などの臨



図2 検査機器

市販の誘発電位測定装置で可能。

床検査用の市販の汎用の誘発電位測定装置で可能である（図 2）。市販の汎用装置では、通常 VEMP 記録のための条件はあらかじめ設定されていないので各自で設定しなおす必要がある。聴性誘発電位のうち、MLR（中間潜時反応）の設定から変更して設定するのが簡便であり、sensitivity は $200\mu\text{V}/\text{div}$ に設定し、rejection level は off に設定するのがよい。VEMP の振幅は胸鎖乳突筋の筋緊張の程度に比例するので左右の記録に際して、ほぼ同じレベルの筋緊張であることが望ましい。通常、モニター上に現れる筋電図振幅が極端に違わなければ、臨床的には大きな問題はないが、より細かな異常の判定を目指す場合には、背景筋活動のレベルで振幅の補正を行うことが望ましい。記録は、再現性を確認するために左右それぞれ最低 2 回測定することが必要である。また通常の気導刺激による VEMP は伝音難聴の症例では記録ができない。これは、音刺激が内

耳に到達する前に減衰してしまい、球形嚢を刺激するに足りるエネルギーが内耳に伝えられないためである。15dB以上の気導骨導差があると、通常のVEMPでは記録できない。

VEMPの読み方

健常成人においては、95dBnHLのクリック音刺激を用いた場合、音刺激後、約10-13msecの部位にピークをもつ陽性波と約20-23msecにピークをもつ陰性波の組み合わせによる2相性の反応が、刺激耳と同側の胸鎖乳突筋から記録される(図3)。その頂点潜時によってp13-n23と称している。健常成人において通常p13-n23は認められるので反応が消失している場合には異常と考えてさしつかえない。しかし、反応が出なかった場合、次の点を確認する必要がある。①ヘッドフォンから正しく音刺激が出ていたか、②ヘッドフォンはきちんと装着されていたか、③記録電極からの信号が測定装置に入力されていたか、④刺激中に胸鎖乳突筋の筋緊張は保たれていたか、⑤被検者に伝音難聴がないか、である。これらの点がクリアされてなお無反応であれば、球形嚢頸反射の機能障害と考えることができる。先に述べたように、p13-n23振幅は胸鎖乳突筋の筋緊張の程度に左右されるので、振幅の絶対値は通常判定に用いない。振幅の左右比あるいは補正振幅の左右比を判定に用いる。われわれは、percent VEMP asymmetryとして、percent VEMP asymmetry =

$100 \times (Au - Aa) / (Au + Aa)$ という指標を算出している⁵⁾。ここで、Auは健側のp13-n23振幅、Aaは患側のp13-n23振幅である。一側の反応が他側の1/2以下である場合(percent VEMP asymmetryとして33%以上)は振幅減弱と判定してよいと思う。この場合、胸鎖乳突筋の緊張度に大きな左右差がないことをモニター上で確認する必要がある(図4)。潜時については、著しい遅延のある場合には異常と判定できる。潜時に関してはp13のほうがn23より安定しており、再現性が良好であるので判定に用いやすい。潜時の延長は、後迷路性病変を示唆する所見である⁶⁾。VEMPの閾値はABRなどの蝸牛由来の反応と比較するとはるかに高い。クリック音刺激であれば95dBnHLはかなり閾値に近い音圧である。500Hzショートトーンバーストでも閾値は80ないし85dBnHL程度である。

VEMPの臨床

実際に代表的疾患におけるVEMPを記す。

メニエール病

メニエール病におけるVEMP異常の頻度は過去に39%、54%と報告されている⁷⁾⁸⁾。Youngらはメニエール病におけるVEMP異常は、病期の進行にともない増加する傾向のあることを報告している⁹⁾。メニエール病の本態である内耳における内リンパ水腫の推定法としては、これまで蝸電図により、-SP

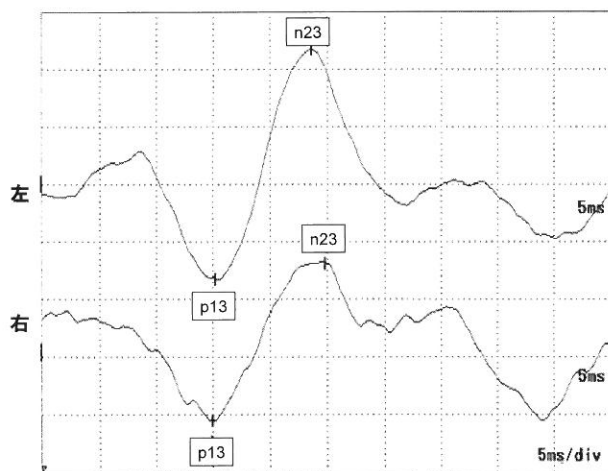


図3 VEMP (正常)
左右のp13-n23振幅がほぼ同じである。

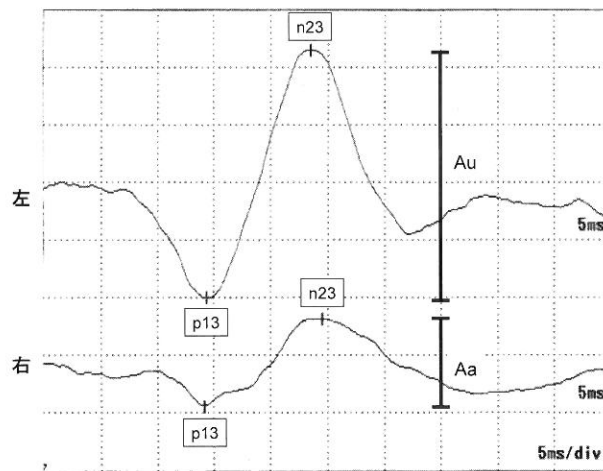


図4 VEMP (右聴神経症例)
右p13-n23振幅の減少を認める。Au=217 μ V, Aa=77 μ V, percent VEMP asymmetry = $100 \times (217 - 77) / (217 + 77) = 47.6\% > 33\%$

/AP 比の増大から蝸牛における内リンパ水腫を推定する方法、グリセロールによる脱水試験により同様に蝸牛の内リンパ水腫を知る方法や、フロセミドによる脱水試験で外側半規管における内リンパ水腫を推定する方法などが行われてきた。メニエール病においては球形嚢にも高頻度に内リンパ水腫の存在することが病理学的に報告されてきたが¹⁰⁾、これを生理学的に知る方法はなかった。われわれは、一側メニエール病患者にグリセロール (1.3g/kg body weight) 経口投与前と投与後3時間後に VEMP を測定し、50%の VEMP 改善を認めた¹¹⁾。このグリセロール負荷 VEMP 検査は、対側型遅発性内リンパ水腫症例のほか、高度難聴のため純音聴力検査によるグリセロールテストの対象とならなかった同側型遅発性内リンパ水腫症例にも応用されている。しかし、メニエール病の場合、30-40%は両側性とされている。つまり、両側の VEMP 振幅が減弱している場合は、振幅比は正常となる可能性がある。閾値を判定に用いたり、電気刺激 VEMP を併用したりして内耳障害の判定が最近行われている。

前庭神経炎

前庭神経炎は、急性に発症する末梢性めまい疾患であり、蝸牛症状や他の脳神経や中枢神経症状をともしない。前庭神経は上前庭神経と下前庭神経の二つに分けられ、前庭神経炎は主に上前庭神経に病変をもつ。下前庭神経の障害を反映する VEMP にて異常が出ない可能性がある。Murofushi らの報告では前庭神経炎症例の66%に VEMP の反応を認めている¹²⁾。このことから、VEMP が下前庭神経由来を示唆するものであるが、前庭神経炎の1/3は下前庭神経の障害をもつことが示された。VEMP を用いた研究で、前庭神経炎の予後、内耳を含めた障害範囲の検討が今後行われていくだろう。

めまいをともなう突発性難聴

突発性難聴は急性に感音難聴を生じる原因不明の疾患であるが、その発症時にめまいをともなう症例がある。障害が蝸牛にとどまらず、前庭にまで及ぶためにめまいをともなうこととなる。Iwasaki らの報告では、めまいをともなう突発性難聴症例22例のうち、VEMP に異常を認めた症例は77%であり、温度刺激検査にて異常を認めた症例は45%であったと報告している¹³⁾。つまり、めまいをともなう突発性難聴は、外側半規管障害より球形嚢障害をともな

いやすいことが考えられる。突発性難聴の予後診断として、今後 VEMP は期待できる。

聴神経腫瘍

聴神経腫瘍は主として前庭神経に生じる神経鞘腫である。VEMP の聴神経腫瘍の診断における感受性は70-80%と報告されている¹⁴⁾。聴神経腫瘍における VEMP 異常には、反応消失、反応減弱のほか潜時延長も生じうる。ただし、潜時延長が認められるのは通常、脳幹を圧迫するような大腫瘍の症例である。ABR の聴神経腫瘍検出率は約90%であるので、比較すると VEMP の感受性は低い。腫瘍の起源神経が最初に機能障害をおこすのかまだ議論の余地があるが、起源神経を推定するのに VEMP が役に立つ可能性がある。

脊髄小脳変性症

脊髄小脳変性症は、小脳性または脊髄性の運動失調を主症候とし、小脳や脊髄の神経核や伝導路に病変をもつ原因不明の変性疾患の総称である。著者らの検討では、オリブ橋小脳変性症 (OPCA) 型の症例、小脳皮質萎縮症 (CCA) 型の症例では VEMP の反応は全例保たれていた。しかし、Machado-Joseph 病 (SCA 3) では VEMP の消失や潜時の延長を認めた¹⁵⁾。本疾患は、温度刺激検査もしばしば早期から反応が減弱することが知られているが、VEMP の異常より、末梢前庭障害ばかりでなく前庭脊髄路障害の合併も考えられる。

おわりに

21世紀になって、VEMP の登場により耳石器機能検査が一般病院でも可能となった。一般臨床において、原因の不明なめまいは少なからずあり、診断に苦慮することがある。VEMP により、このような症例から新しい疾患概念が誕生する可能性もある。検査は慣れると一人10分ほどで終わるので、積極的に VEMP を施行してもらいたい。

【文献】

- 1) 加我君孝. めまいの構造. 東京: 金原出版; 2006.
- 2) 檜學. 平衡神経科学とその歴史. In: 日本平衡神経科学会編. 平衡機能検査の実際. 東京: 南山堂; 1992: p 1-14.
- 3) Colebatch JG, Halmagyi GM. Vestibular evoked

- potentials in human neck muscles before and after unilateral vestibular deafferentation. *Neurology* 1992 ; 42 : 1635-6 .
- 4) 室伏利久. VEMP (前庭誘発筋電位) 活用ガイドブック. 東京: 金原出版; 2007.
 - 5) Murofushi T. Matsuzaki M. Mizuno M. Vestibular evoked myogenic potentials in patients with acoustic neuromas. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 1998 ; 124 : 509-12.
 - 6) Murofushi T. Shimizu K. Takegoshi H et al. Diagnostic value of prolonged latencies in the vestibular evoked myogenic potential. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 2001 ; 127 : 1069-72.
 - 7) Murofushi T et al. Vestibular-evoked myogenic potentials in patients with unilateral Meniere's disease. In : *Meniere's disease 1999-update*. ed by Sterkers O, Ferrary E, Dauman R, Sauvage JP, Tran Ba Huy P. Netherlands, Kugler Publications, Hague ; 2000 : p353-8 .
 - 8) de Waele C. Huy PT. Diard JP et al. Saccular dysfunction in Meniere's disease. *Am J Otol* 1999 ; 20 : 223-32.
 - 9) Young YH. Huang TW. Cheng PW. Assessing the stage of Meniere's disease using vestibular evoked myogenic potentials. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 2003 ; 129 : 815-8 .
 - 10) Okuno T and Sando I. Localization, frequency, and severity of endolymphatic hydrops and the pathology of the labyrinthine membrane in Meniere's disease. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 1987 ; 96 : 438-45.
 - 11) Murofushi T. Matsuzaki M. Takegoshi H. Glycerol affects vestibular evoked myogenic potentials in Meniere's disease. *Auris Nasus Larynx* 2001 ; 28 : 205-8 .
 - 12) 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* 1996 ; 122 : 845-8 .
 - 13) Iwasaki S. Takai Y. Ozeki H et al. Extent of lesions in idiopathic sudden hearing loss with vertigo : study using click and galvanic vestibular evoked myogenic potentials. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 2005 ; 131 : 857-62.
 - 14) Patko T. Vidal PP. Vibert N et al. Vestibular evoked myogenic potentials in patients suffering from an unilateral acoustic neuroma : a study of 170 patients. *Clin Neurophysiol* 2003 ; 114 : 1344-50.
 - 15) Takegoshi H. Murofushi T. Vestibular evoked myogenic potentials in patients with spinocerebellar degeneration. *Acta Oto-Laryngologica* 2000 ; 120 : 821-4 .