原 著

音刺激によるヒト前庭性誘発筋原性反応 —温度眼振反応との解離例に関する検討—

將積日出夫・長崎 正男・安村佐都紀
張 瑞麗・赤荻 勝一・伊東 宗治・渡辺 行雄

Vestibular Evoked Myogenic Potential among Dizzy Patients

Hideo Shojaku, Masao Nagasaki, Satsuki Yasumura,
Rui Li Zhang, Katsuichi Akaogi, Muneharu Ito, Yukio Watanabe
Department of Otolaryngology, Toyama Medical and Pharmaceutical University

Click-evoked myogenic potential of cervical muscle to intense clicks shows a characteristic short-latency positivity-negativity, and it is thought to be due to vestibulo-colic reflex. In this study, in order to evaluate the origin, myogenic potential and caloric response were compared among 4 dizzy patients.

In the first two case (right delayed endolymphatic hydrops and right acoustic tumor), the myogenic potential to the click of affected ear was normal, while caloric testing revealed a high CP % (71% and 53%). In the remaining two cases (right Meniere's disease and left acoustic tumor), myogenic response was abnormal compared with low CP % (21% and 29%).

These discrepancies between myogenic potential and caloric response suggest that click-evoked short-latency myogenic potential may be dependent on lateral semicircular canal function.

Key words: click-evoked potential, neck, myogenic potential, origin

はじめに

1992年オーストラリアの Colebatch と Halmagyi¹⁾ は、強大声により誘発される胸鎖乳突筋筋電図反応が前庭神経切断術後に消失したことから、この反応が前庭頸反射を反映するものと考え、Vestibular Evoked Myogenic Potentials (VEMP)²⁾ と命名した。そこで私共は、先に³⁾ 正常耳、高度難聴耳および前庭機能高度低下耳を対象として VEMP 反応を記録した。その結果、刺激開始から 30 msec 以内に刺激側と同側性に

現れる 2 相性の波形からなり、その波形の出現の有無から蝸牛ではなく硫酸ストレプトマイシン (SM) により障害をうける末梢前庭器に由来する反応であることを明らかにした。本研究では、温度眼振反応と VEMP 反応の解離が観察された内耳ならびに後迷路性障害例を呈示して VEMP の末梢前庭器内の起源について考察した。

方 法

検査方法は先の論文³⁾ に詳細に記載したので、本研究では簡単に紹介した。ヘッドホーンから片側音刺激を行い、対側耳にはマスキング (−30 dBnHL) を与えた。刺激音はクリック音 (105

dBnHL 以下)を用い、加算回数は500回とした。電極は、左右胸鎖乳突筋上のそれぞれ胸鎖乳突筋吻尾側2分の1、胸骨頭の起始部上と前額部に接着した。被験者に対して、検査中は坐位にて頸部を捻転するよう指示をした。VEMP 反応は同側性^{2)~4)}であるので、本研究では右耳刺激では左頸部捻転時のみ、左耳刺激では右頸部捻転時のみの誘発反応結果を示した。

正常20人40耳に105 dBnHL のクリック音を聴取させた場合には、刺激開始から30 msec 以内に陽性波の後で陰性波が続く、2相性の誘発波形が記録される。前者をP1、後者をN1とすると、正常20人40耳でのP1潜時は平均13.6 msec (SD 1.90 msec), N1潜時は23.0 msec (SD 2.87 msec)であり、P1, N1潜時の左右差の平均はそれぞれ0.62 msec (SD 1.35 msec), 0.01 msec (1.58 msec)と計算された。また、P1-N1波頂間振幅は平均98.2 μ V (SD 35.9 μ V)で、波頂間振幅の左右比の平均1.29 (SD 0.82)であった。したがって、各パラメータの正常範囲はP1潜時が10.4 msec から16.8 msec, N1潜時が17.3 msec から28.7 msec, P1潜時の左右差が3.17 msec 以下, N1潜時の左右差が3.33 msec 以下, P1-N1波頂間振幅が26.3 μ V から170 μ V, P1-N1波頂間振幅の左右比が2.9倍以上と計算された。

検査対象は、内耳性障害症例2例(遅発性内リンパ水腫, メニエール病)および後迷路性障害症例2例(聴神経腫瘍)とした。

結 果

表1に対象4症例の神経耳科学的検査結果を示した。いずれも平衡機能検査時には自発眼振を認めず、OKN, ETT, FFSで明らかな異常を認めなかった。以下、個々の症例についてVEMP反応とCP%の関係を検討した。

(1) 内耳性障害症例での反応

図1に温度刺激検査でCP%が71%と高度CPを示した右同側性遅発性内リンパ水腫症例(症例1)のVEMP反応を示した。患側刺激では、P1, N1波頂潜時はそれぞれ16.1 msec, 22.1 msec, 一方、健常耳側刺激ではそれぞれ13.4 msec, 19.9 msecであり、いずれも正常範囲内であった。またP1-N1波頂間振幅は、健常耳側刺激では189 μ Vに比べて患側刺激では74 μ Vであり、健常耳側は患側の約2.5倍と正常範囲内であった。

表1 神経耳科学的検査結果一覧

	症例1	症例2	症例3	症例4
年齢	28	38	70	38
性別	男	男	女	男
患側	右	右	右	左
病名	DEH	メ病	AT	AT
自発眼振	なし	なし	なし	なし
CP	右	右	右	左
CP%	71%	21%	48%	29%
OKN	正常	正常	正常	正常
ETT	smooth	smooth	smooth	smooth
FFS	(-)	(-)	(-)	(-)
PTA 右	131dB	48dB	17dB	3dB
左	16dB	0dB	6dB	25dB
ABR	未施行	未施行	右無反応	左I-V間潜時延長

DEH: 遅発性内リンパ水腫 メ病: メニエール病
AT: 聴神経腫瘍 PTA: 平均純音聴力レベル

一方、温度刺激検査でCP%が21%と軽度のCPがみられた右メニエール病確実例(症例2)では、VEMP反応は患側のみに異常を示した(図2)。健側刺激では、P1, N1波頂潜時はそれぞれ13.5 msec, 22.9 msecであったが、患側刺激では誘発筋電図反応は再現性なく、ほとんど認められなかった。

(2) 後迷路性障害症例での反応

温度刺激検査でCP%が48%と高度CPがみられ、造影MRIにて内耳道内に腫瘍影(図3)が認められた右聴神経腫瘍症例(症例3)では、VEMP反応では正常であった(図4)。患側刺激では、P1, N1波頂潜時はそれぞれ13.4 msec, 23.2 msec, 一方健側刺激ではそれぞれ12.1 msec, 23.0 msecであった。両側とも刺激開始から30 msec以内に2相性の誘発波形が得られた。またP1-N1波頂間振幅は、健常耳側刺激では65 μ Vに比べて患側刺激では63 μ Vであり、差がなかった。

次に左聴神経腫瘍症例(症例4)では、温度振反応でCP%は29%と軽度CPがみられたが、VEMPでは明らかな潜時の遅延が認められた(図5)。

患側刺激では、P1, N1波頂潜時はそれぞれ18.0 msec, 31.5 msec, 一方、健常耳側刺激ではそれぞれ12.0 msec, 21.4 msecであった。健側

図1 右遅発性内リンパ水腫症例の VEMP

左図は純音聴力検査，右図は胸鎖乳突筋誘発筋電図反応結果を示した。頸部捻転時の胸鎖乳突筋誘発筋電図変化。上段が右耳刺激で左頸捻転時の右胸鎖乳突筋皮膚表面電極導出記録，下段が左耳刺激で右頸捻転時の左胸鎖乳突筋皮膚表面電極導出記録を示した。各記録右横の縦線は 50 μ V の校正，図右下の横線は 20 msec の校正を示した。

図2 右メニエール病確実例の VEMP

記録右横の縦線は 100 μ V の校正。

に比べて患側では P1, N1 波頂潜時がそれぞれ 5.8 msec, 10.1 msec と明らかな異常な遅延がみられた。P1-N1 波頂間振幅は，健常耳側刺激で

は 90 μ V に比べて患側刺激では 44 μ V であり，患側は健常側の約 1/2 であった。

考 察

温度刺激検査時、外側半規管が垂直となる最適頭位である坐位60度後屈位にて行われる⁵⁾。したがって、冷温交互温度刺激検査により得られた眼振反応より計算される CP% は、外側半規管の機能を判定するものと一般的に考えられている。本研究において温度眼振反応の CP% の程度と VEMP 反応の間に解離例が認められたことは、VEMP 反応が CP% で評価される外側半規管機能をそのまま反映するものではなく、むしろ外側

半規管以外の末梢前庭器官の機能をみている可能性が強く示唆される。

今回の検査結果と同様の解離現象は、これまで外後頭隆起反応において報告されている。Townsend と Cody⁶⁾ は、1 kHz の tone burst 刺激を用いた外後頭隆起—鼻根部間の基準導出（外後頭隆起反応）により、①温度眼振反応が正常な左側性遅発性内リンパ水腫症例で左側のみで誘発反応は消失、②温度眼振反応が正常の両側内リンパ水腫症例で誘発反応は両側とも消失したことを指摘した。さらに、内リンパ水腫に対して球形囊切開術を施行した症例では、術後の温度眼振反応は正常であったが、誘発反応は消失したことなどから音刺激による筋原性反応の起源を球形囊であると推定した。外後頭隆起反応^{6)~8)} と VEMP^{1)~4)} は、共に強大人音刺激により誘発される筋原性反応であり、聴力障害の程度に依存せず、前庭神経切断術後に消失するなどの共通した特徴を持っている。さらに、最近の基礎的研究から哺乳類でも球形囊神経が強大人音に反応することが明らかとなってきた⁹⁾¹⁰⁾。したがって、VEMP の起源も外後頭隆起反応と同様に外側半規管ではなく球形囊である可能性がある。

第 8 脳神経である内耳神経は顔面神経と共に内耳道を通り、内耳道底で蝸牛神経と前庭神経との 2 枝に分かれる。前庭神経は、さらに上前庭神経

図 3 右聴神経腫瘍症例の MRI
右内耳道内に Gd-DTPA にて増強される 1 cm 弱の腫瘍陰影がみられた。

図 4 右聴神経腫瘍症例の VEMP
記録右横の縦線は 20 μ V の校正。

図5 左聴神経腫瘍症例の VEMP

と下前庭神経に分けられ、それぞれ外側半規管、前半規管および卵形嚢、後半規管および球形嚢の感覚上皮に達する¹¹⁾。したがって、外側半規管機能を反映する温度眼振反応は上前庭神経を経由する。本研究において聴神経腫瘍症例で温度眼振反応の CP% と VEMP 反応の間に解離が認められたことは、VEMP 反応が上前庭神経ではなく、下前庭神経の機能を評価している可能性を示唆している。一方、前庭神経炎による後迷路障害例での VEMP 反応は Murofushi ら¹²⁾ により報告されている。彼らは、前庭神経炎患者の経過中に認められる後半規管型の良性発作性頭位眩暈症 (PSC-BPPV) が VEMP 反応存在例の 32% に観察されたが、VEMP 反応消失例では全く観察されなかったことを報告した。PSC-BPPV は、理学療法¹³⁾ や手術療法¹⁴⁾ の治療成績から後半規管の canalolithiasis によるものと考えられているため、彼らの報告は後半規管機能を反映する下前庭神経障害が VEMP 反応の消失の原因であることを示したものと興味深い。

小松崎¹⁵⁾ は、聴神経腫瘍の起源として下前庭神経が最も多く、上前庭神経、蝸牛神経の順に頻度が低くなることを述べている。今後、比較的頻度の高い下前庭神経由来の聴神経腫瘍の早期診断に VEMP が応用され、球形嚢一下前庭神経の検査法としての有用性が明らかとされることが期待

される。

結 語

内耳性および後迷路性障害症例への強大クリック音刺激による VEMP 反応を温度眼振反応の CP% と比較した。両者の間には、解離例がみられ、VEMP 反応が球形嚢一下前庭神経系前庭機能を反映する可能性が示唆された。今後、新たな前庭機能検査として、種々のめまい疾患を中心に症例を重ねる必要がある。

文 献

- 1) Colebatch JG, Halmagyi GM: Vestibular evoked potentials in human neck muscles before and after unilateral vestibular deafferentation. *Neurology* 42: 1635-1636, 1992
- 2) Halmagyi GM, Colebatch JG, Curthoys IS: New tests of vestibular function. *Baillieres Clin Neurol* 3: 485-500, 1994
- 3) 將積日出夫, 長崎正男, 安村佐都紀, 他: 音刺激による胸鎖乳突筋誘発筋電図の検討. *Equilibrium Res* 55: 538-544, 1996
- 4) Colebatch JG, Halmagyi GM: Myogenic potentials generated by a click-evoked vestibulocollic reflex. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 57: 190-197, 1994
- 5) 平衡機能検査の実際. 日本平衡神経科学会

- 編. 南山堂, 東京, 1986
- 6) Townsend GL, Cody DT: The averaged inion response evoked by acoustic stimulation: Its relation to the saccule. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 80: 121-131, 1971
  - 7) Bickford RG, Jacobson JL, Cody TR: Nature of average evoked potentials to sound and other stimuli in man. *New York Acad Sci* 112: 204-218, 1964
  - 8) Cody DT, Bickford RG: Averaged evoked myogenic responses in normal man. *Laryngoscope* 79: 400-416, 1969
  - 9) McCue MP, Guinan Jr J: Acoustically responsive fibers in the vestibular nerve of the cat. *J Neurosci* 14: 6058-6070, 1994
  - 10) Murofushi T, Curthoys IS, Topple AN, et al: Responses of guinea pig primary vestibular neurons to clicks. *Exp Brain Res* 103: 174-178, 1995
  - 11) 日本人体解剖学第三卷. 金子丑之助著. 南山堂, 東京, 1976
  - 12) Murofushi T, Halmagyi M, Yavor RA, et al: Absent vestibular evoked myogenic potentials in vestibular neurolabyrinthitis. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 122: 845-848, 1995
  - 13) Parnes LS, Prince-Jones RG: Particle repositioning maneuver for benign paroxysmal positional vertigo. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 102: 325-331, 1993
  - 14) Parnes LS, McClure LA: Posterior semicircular canal occlusion for intractable benign paroxysmal positional vertigo. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 99: 330-334, 1990
  - 15) 小松崎篤: 内耳道病変の臨床. 東京医学社, 東京, 1987

(原稿到着: 平成9年1月27日
別刷請求先: 將積日出夫
〒930-01 富山市杉谷2630
富山医科薬科大学耳鼻咽喉科学教室)