パネルディスカッション3 「vHIT と VEMP の診断的価値—半規管障害と耳石器障害—」

vHIT (video Head Impulse Test) の診断的価値

新藤 晋¹⁾²⁾

Diagnostic value of video Head Impulse Test

Susumu Shindo

*¹⁾Department of Otorhinolaryngology, Saitama Medical University Faculty
of Medicine, Japan*

²⁾Department of Neurology, Saitama Medical University Faculty of Medicine, Japan

The head impulse test (HIT) is a safe and quick way of assessing at the bedside semi-circular canal function in patients with peripheral vestibular loss, first described in 1988. This test is practical even in sick patients and needs no equipment. The clinician identifies overt (=visible) catch-up saccades back to the target after passive head rotation as a clinical sign of canal paresis. However, it is known that some patients with absence of vestibular function do not make overt saccades, but instead make covert catch-up saccades during a passive unpredictable head turn, which are extremely difficult for the clinician to detect with the naked eye.

In 2009, a new lightweight, nonslip, high-speed video-oculography system (vHIT; video head impulse test) was developed, that measures eye velocity during head rotations. This system is easy to use in a clinical setting, provides an objective measure of the vestibulo-ocular-reflex (VOR), and detects both overt and covert catch-up saccades in patients with vestibular loss.

This article discusses the diagnostic values of vHIT which can evaluate both horizontal and vertical semicircular canal functions in patients with a variety of vestibular diseases.

Key words: Video Head Impulse Test, Vestibulo-ocular-reflex, Overt catch-up saccade, Covert catch-up saccade

はじめに—Head Impulse Test (HIT) とは?—

Head Impulse Test (HIT) は Halmagyi と Curthoys が1988年に発表した、ベッドサイドで

も施行可能な簡便な半規管機能検査である¹⁾。HITの手技は、まず検者は被験者と正対するように座り、被験者に検者の鼻先を見続けるよう指示する。次に検者は被験者の側頭部を両手でしっかり把持し、速く・小さく回転させる。健常者にHITを行うと、VORの働きにより視標(鼻先)

¹⁾ 埼玉医科大学耳鼻咽喉科

²⁾ 埼玉医科大学神経耳科

を見続けることができる。一方半規管機能低下例の患側方向に HIT を行くと、視標を見続けることができず、代償性眼球運動 (Catch Up Saccade, 以下 CUS) が出現する。

HIT の優れている点は、装置や器具を一切使用せず、いつでもどこでも素早く検査ができることである。温度刺激検査は半規管機能検査として汎用されているが、行うには一定の温度に冷やした (温めた) 水とシリンジが必要であり、また左右を検査するのに最低10分は必要である。一方 HIT は何の準備も必要無く、患者の頭部を3回ずつ回転させるだけなので10~20秒で検査が可能である。このため海外では、急性めまいのスクリーニング検査として HIT が広く行われている。

HIT から vHIT へ

HIT は肉眼で CUS を判定する検査であることから、被験者の頭部が静止している時でないと CUS を見ることができない。このため HIT には CUS を検出しやすくするための3つのポイントがある。すなわち、「①素早く」、「②小さく (5~10°の角度で) 」回転させることで刺激時間 (=頭部が静止するまでの時間) を短くする。また予測の要素が入ると CUS の潜時が短縮するので、「③頭部回転の方向・タイミングをランダム」にして行う。しかしこれらのポイントを押さえて HIT を行っても、一部の CUS は肉眼で見ることができない。肉眼で見ることができない CUS は Overt Catch Up Saccade (OCUS, Overt とは目に見えるの意)、肉眼で見ることができない CUS は Covert Catch Up Saccade (CCUS, Covert とは目に見えないの意) と呼ばれている。サーチコイルを使用した研究により、1988年当時から CCUS の存在は分かっていたが、サーチコイルは費用や侵襲の面の問題があり、日常臨床への利用は困難であった。そこで侵襲の少ないビデオカメラを用いた定量的 HIT の研究が20年近く行われ、2009年に video Head Impulse Test (vHIT) が発表された²⁾。図1のAは当院で使用している vHIT 用システム (ICS Impulse[®]) である。ICS impulse は軽量ゴーグル (図1B) に内蔵された高速カメラと頭位センサーを用いて Head Impulse 中の眼位と頭位を記録し、PC で解析を行なう。

vHIT の利点

次に vHIT の利点について述べる。

図1

①全ての CUS が分かる。

vHIT は1回の検査で複数回の CUS が出ていても、全て検出することができる。図2は右前庭神経炎患者における vHIT の解析結果を示したものである。HIT (肉眼) では CUS は1回しか確認することができないが、vHIT を用いて解析すると、CCUS, OCUS, そして小さな振幅の tiny CUS と計3回の CUS (矢印) が出ていることが分かる。

②定量できる

vHIT では、Head Impulse 中の頭位と眼位の変化量の比を VOR gain として算出することができる。図3はそれぞれ正常例と両側前庭機能高度低下例の vHIT の結果である。ICS impulse では、水平方向の vHIT は VOR gain 0.8 以上を正常とするのが一般的である。正常例の VOR gain は0.95と正常範囲内であるが、両側前庭機能高度低下例では0.05と大きく低下している³⁾。

③検査感度が高い

HIT, vHIT と温度刺激検査の相関を調べた報告によれば、温度刺激検査をゴールドスタンダードとした場合の HIT の検査感度は34~35%⁴⁾⁵⁾ に対し、vHIT の感度は68.8%⁶⁾ と2倍近く高い。これは vHIT がすべての CUS を検出でき、さら

図2 右前庭神経炎患者の解析結果

本図では Catch Up Saccade を分かりやすくするために、複数回行った head impulse (頭位は橙色もしくは水色、眼位は薄緑色の曲線) の中から、特徴的な検査曲線 (頭位は紫色、眼位は濃い緑色) をそれぞれ抽出して表示している。

図3 正常例と両側前庭機能高度低下例の比較

に VOR gain による定量評価ができるためと考えられる。

④検査時間が短い

vHIT は検査時間が数分と短く、初診日に検査ができることから、vHIT と病歴・眼振検査を組み合わせることで、初診日に前庭神経炎を診断することが可能である。

現在、前庭神経炎の診断は温度刺激検査によって行われているが、日本では注水操作を医師が行

なわなければならない。このため、エアーカーリック用の検査機器を所有する一部の施設を除いて、温度刺激検査を初診日に行うことは難しい。一方、われわれが初診日に vHIT を用いて前庭神経炎と診断した30例のうち5例は、1カ月以内に半規管機能が改善もしくは治癒していた。つまり温度刺激検査を後日行う現在の診断法では、早期回復型の前庭神経炎患者は正しく診断されていない可能性がある。

また突発性難聴やベル麻痺などの急性内耳障害では、神経障害の改善、治癒を目指して早期に治療を行うことが鉄則であり、同じ急性内耳障害である前庭神経炎でも、早期の積極的治療について考える必要がある。例えば Strupp らは前庭神経炎患者にステロイドを用いた早期治療を行い、半規管機能の改善に効果があったとする論文を報告している⁷⁾。日本において早期の積極的治療を考えた場合、vHIT を用いて初診日に前庭神経炎(半規管機能低下あり)と診断することができれば、積極的治療を早期に開始することができる。また逆に前庭神経炎でない(半規管機能正常の)患者に対し、見切り発車で不要なステロイド投与を行うことを回避することもできる。

⑤経時的評価がしやすい。

検査時間が数分と短く、外来診察中に検査できる vHIT は、前庭機能の経時的变化を見る上でも有利である。図4は右前庭神経炎患者の発症14日目からの経時的变化を見たものである。時間の経過とともに前庭機能の回復が見られ、発症5か月目には正常に回復していることが分かる。

⑥全ての半規管が評価できる

vHIT は頭部回転の方向を変えることで、全ての半規管機能を評価することができる⁸⁾⁹⁾。図5は両側外側半規管奇形(嚢状半規管)の患者のMRI画像である。MRIでは両側の外側半規管は嚢状(矢印)であるものの、前+後半規管は両側とも正常であった。この患者にvHITを用いて半規管

の3次元機能評価を行ったところ、両側外側半規管機能低下を認める一方で、両側垂直半規管の機能は正常であり、画像検査と機能検査で異常の箇所が一致していた(図6)。

⑦刺激条件が生理的

温度刺激検査は文字通り温度差で半規管を刺激し、一侧の半規管だけを刺激できる長所を有するが、半規管の適刺激は本来回転刺激であり非生理的な刺激の検査である。一方 vHIT は頭部を急速に回転させた際の VOR を見る検査であり、より生理的な刺激条件の検査である。両者は同じ半規管機能検査と言っても刺激条件や特徴が大きく異なっている。われわれは両者を相補的な検査として捉え、適宜組み合わせを行っている¹⁰⁾。

⑧吐き気、嘔吐の副作用がほぼ生じない。

温度刺激検査は、検査中の吐き気・嘔吐がしばしば問題となり、再検査を希望しない患者も多い。一方 vHIT は頭部をわずかに回転させるだけなので不快感が少なく、再検査を拒否する患者はほとんどいない。

⑨どこでも検査できる

vHIT に用いるモバイル PC と軽量ゴーグルはいずれも持ち運びが容易であり、座位にさえなれば、外来・病棟問わず検査を行うことができる。

⑩耳の形態異常の影響を受けない

vHIT は耳の形態の影響を受けないので、外耳道狭窄や中耳根本術後など、視診上明らかな形態

図4 左前庭神経炎患者の経時的变化

異常を有する患者だけでなく、中耳手術、人工内耳手術など、術前後で中耳の形態が変化する患者の半規管機能を比較する際にも有用である。われ

図5 両側外側半規管奇形（嚢状半規管）例の頭部MRI

われは右外耳道癌術後の局所再発に対し、重粒子線照射を行った後からふらつきを訴えるようになった患者を経験した（図7）。われわれは放射線性内耳障害の可能性を考え半規管機能検査を予定したが、この患者は前回の手術の影響で外耳道は閉塞しており、温度刺激検査を行うことができなかった。そこでvHITで半規管機能評価を行ったところ、右の三半規管全ての機能低下を示唆する所見が得られ、右放射線性内耳障害によるふらつきと診断した（図8）。

①評価項目が2つある（＝アーチファクトの判別がしやすい）

温度刺激検査の評価項目は眼振の一つしかないため、アーチファクトの判別が難しい。例えば注水ミスにより眼振が出なかった場合、第三者は人為的アーチファクトなのか半規管機能低下かを判別することはできない。一方vHITにはVOR gainとCUSの二つの評価項目があり、二つの項目には関連があるのでアーチファクトを見つけやすい。例えばVOR gainが正常なのにCUSが出ていたり、逆にVOR gainが低下しているのにCUSが無い場合、検査を行っていない第三者でもアーチファクトの影響だと知ることができる。

vHITの留意点

このように利点の多いvHITだが、いわゆる

図6 両側外側半規管奇形症例のvHIT

図7 右外耳道 ACC 術後再発
⇒重粒子線治療後からのふらつき

図8 放射線性右内耳障害例のvHIT

“plug and play”, すなわち電源を入れるだけで誰でもすぐ簡単にできる検査ではない。vHITの機器の特徴を十分に理解すること、また多くの時間をかけて「速く」「小さく」「ランダムに」「ピタッと止める」検査手技について十分な修練を積むこと、さらに得られた検査結果を正しく評価する正しい目が必要である。これらができなければ、検査できなかつたり、誤った解釈をすることになる。またvHITは頸部を受動的に素早く回転させる検査であるため、頸椎疾患のある患者への施行は注意すべきである。例え頸椎疾患がなくても、首の硬い患者や、頭蓋の形状によりゴーグルがフィットしない患者ではアーチファクトが生じやすい。そしてvHITは、瞳孔（黒）を正確にとらえ

続けることが検査精度の面で重要であり、眼裂狭小や睫毛の下垂、マスカラ、カラーコンタクトなどがアーチファクトの原因となる¹¹⁾。

vHITの知識・技術向上を目的とした活動

2016年10月29, 30日に Vestibular Testing Master Class が行なわれた（主催 近畿大学耳鼻咽喉科、後援 日本めまい平衡医学会）。Vestibular Testing Master Class では、国内外のエキスパートの先生方からvHITの最新の技術やテクノロジー、疾患による検査結果の違い、検査の方法、アーチファクトの見つけ方と減らすコツ、検査結果の解釈から患者への説明の仕方、さらに実技講習が行われた。（http://jser75.umin.jp/data/program_vmmc_jp.pdf）。vHITには細かい pit and

fall が数多く存在するので、vHIT の導入を検討している施設は、このような講習会に参加するか、すでに vHIT を導入している施設への見学・実習に行くことをお勧めしたい。

文 献

- 1) Halmagyi GM, Curthoys IS: A clinical sign of canal paresis. *Archives of neurology* 45: 737-739, 1988
- 2) Weber KP, MacDougall HG, Halmagyi GM, et al.: Impulsive testing of semicircular-canal function using video-oculography. *Annals of the New York Academy of Sciences* 1164, 486-491, doi: 10.1111/j.1749-6632.2008.03730.x (2009)
- 3) 新藤 晋, 杉崎一樹, 伊藤彰紀, 他: 両側前庭機能高度低下例の検討 温度刺激検査と vHIT の比較検討から両側前庭機能低下症の診断基準を考える. *Equilibrium Res* 74: 527-533, 2015
- 4) Beynon GJ, Jani P, Baguley DM: A clinical evaluation of head impulse testing. *Clinical otolaryngology and allied sciences* 23: 117-122, 1998
- 5) Harvey SA, Wood DJ, Feroah TR: Relationship of the head impulse test and head-shake nystagmus in reference to caloric testing. *The American journal of otology* 18: 207-213, 1997
- 6) Bartolomeo M, Biboulet R, Pierre G, et al.: Value of the video head impulse test in assessing vestibular deficits following vestibular neuritis. *Eur Arch Otorhinolaryngol* 271: 681-688, doi: 10.1007/s 00405-013-2451-y (2014)
- 7) Strupp M, Zingler VC, Arbusow V, et al.: Methylprednisolone, valacyclovir, or the combination for vestibular neuritis. *The New England journal of medicine* 351: 354-361, 2004, doi:10.1056/NEJMoa 033280
- 8) Macdougall HG, McGarvie LA, Halmagyi GM, et al.: The video Head Impulse Test (vHIT) detects vertical semicircular canal dysfunction. *PloS one* 8: e 61488, 2013 doi: 10.1371/journal.pone.0061488
- 9) MacDougall HG, McGarvie LA, Halmagyi GM, et al.: Application of the video head impulse test to detect vertical semicircular canal dysfunction. *Otology & neurotology: official publication of the American Otological Society, American Neurotology Society [and] European Academy of Otology and Neurotology* 34: 974-979, 2013 doi: 10.1097/MAO.0 b 013 e 31828 d 676 d
- 10) 新藤 晋, 杉崎一樹, 伊藤彰紀, 他: video Head Impulse Test と温度刺激検査の相互評価. *Equilibrium Res* 74: 541-551, 2015
- 11) 新藤 晋, 杉崎一樹, 伊藤彰紀, 他: 新しい半規管機能検査法 video Head Impulse Test. *Equilibrium Res* 73: 22-31, 2014

利益相反に該当する事項はない。