良性発作性頭位めまい症

今井 貴夫

New diagnostic criteria for benign paroxysmal positional vertigo

Takao Imai

*Department of Otorhinolaryngology - Head & Neck Surgery, Osaka University
Graduate School of Medicine*

Benign paroxysmal positional vertigo (BPPV) is the most common peripheral vertigo and is characterized by brief attacks of rotatory vertigo associated with positional and/or positioning nystagmus, which are elicited by specific head positions or changes in head position relative to gravity. The pathophysiology of BPPV is canalolithiasis comprising free-floating otoconial debris within the endolymph of a semicircular canal, or cupulolithiasis comprising otoconial debris adherent to the cupula. In the canalolithiasis theory, when patients with BPPV move their head, free-floating otoconial debris in the canal creates the endolymph flow, the flow of the fluid causes deflection of the cupula of the canal, and as a result, the canal is stimulated or inhibited and nystagmus and vertigo are induced. In the cupulolithiasis theory, when patients with BPPV move their head, the cupula, with its adherent otoconial debris, deviates in the direction of gravity, and as a result, the canal is stimulated or inhibited and nystagmus and vertigo are induced.

In this review, we provide the classification, diagnostic criteria for BPPV published by the Japan Society for Equilibrium Research and the Bárány Society. The diagnostic criteria for BPPV published by the Bárány Society are part of the International Classification of Vestibular Disorders (ICVD)-an endeavor for classification of vestibular disorders steered by the Committee for Classification of Vestibular Disorders of the Bárány Society. In the two diagnostic criteria, canalolithiasis of the posterior canal, canalolithiasis of the lateral canal, and cupulolithiasis of the lateral canal have been accepted as BPPV, but the other variants of BPPV, such as canalolithiasis of the anterior canal, cupulolithiasis of the posterior canal, lithiasis of multiple canals, etc., have been classified into emerging and controversial syndromes or an atypical type.

Key words: canalolithiasis, cupulolithiasis, diagnostic criteria, Bárány Society

図1 後半規管型クプラ結石症の頭位眼振

右患側の後半規管型クプラ結石症症例の臥位右下頭位での頭位眼振を示す。右回旋 (X成分), 上眼瞼向き (Y成分) の垂直回旋混合性眼振を認めた。弱い左向きの水平成分 (Z成分) も認めた。(文献11より引用)

ders, ICVD) の作成に着手し¹⁾, 良性発作性頭位めまい症 (benign paroxysmal positional vertigo, 以下 BPPV) に関するワーキンググループが立ち上げられた。ベルリンの Park-Klinik Weissensee の Michael von Brevern (神経内科) を班長とし, Pierre Bertholon (耳鼻科), Thomas Brandt (神経内科), Terry Fife (神経内科), 今井貴夫 (耳鼻科), Daniele Nuti (耳鼻科), David Newman-Toker (神経内科) が班員として選ばれ, “Benign paroxysmal positional vertigo : Diagnostic criteria Consensus document of the Committee for the Classification of Vestibular Disorders of the Bárány Society” を作成し, Journal of Vestibular Research 誌に発表した²⁾。2009年に日本めまい平衡医学会診断基準化委員会により「良性発作性頭位めまい症診療ガイドライン (医師用)」が発行された³⁾。その英訳が2016年に作成され, その中に日本めまい平衡医学会の BPPV の新診断基準が記載された⁴⁾。

BPPV は耳石器から剥離した耳石が半規管内に迷入することにより生じ, その病態には半規管結

図2 BPPV の内訳

後半規管型 BPPV においてクプラ結石症の割合は5%以下であった (2/48)。また, 後半規管型クプラ結石症の割合は外側半規管型クプラ結石症の10分の1以下であり (2/24) その割合は小さかった。(文献18より引用)

石症とクプラ結石症の二種類がある。迷入した耳石が頭位変換時に動くことにより, 半規管内にリンパ流動が生じ, その結果, クプラが偏倚し, めまい, および眼振が生ずる病態が半規管結石症であり⁵⁾, 迷入した耳石がクプラに接着することによりクプラの比重が増し, めまい頭位をとると重力方向にクプラが偏倚し, めまい, および眼振が生ずる病態がクプラ結石症である⁶⁾。日本めまい平衡医学会と Bárány 学会の BPPV の新診断基準にて, 後半規管内に耳石が迷入した後半規管型半規管結石症⁵⁾, 外側半規管に耳石が迷入した外側半規管型半規管結石症⁷⁾, 外側半規管のクプラに耳石が接着した外側半規管型クプラ結石症⁶⁾ の三つのタイプは BPPV であることが記載された。BPPV は自然緩解を認める疾患であるので⁸⁾, 繰り返すめまい発作, 頭位性めまいを訴えていたが, 初診時にすでに BPPV が治癒している場合には頭位性めまい, 眼振が観察されない。このように, BPPV が自然緩解したと考えられるものは両者の新診断基準にて probable BPPV と診断される。本稿では BPPV であるとされた三つタイプの日本めまい平衡医学会の新診断基準を記載し, 日本めまい平衡医学会と Bárány 学会の BPPV の新診断基準にて後半規管型クプラ結石症が BPPV の一つとされなかった理由, および今後の研究課題について解説する。

図3 図1に示した眼振の緩徐相速度

臥位右下頭位時の眼振緩徐相速度のX成分が最大値に到達してからの(▼)30秒間のデータを指数関数近似すると、 $-9.37 \exp(-(t-91.2)/44.4)$ となるので、この症例の頭位眼振の時定数は44.4秒であった。眼振緩徐相速度は減衰しているが、1分経過してもまだ眼振は消失していなかった。(文献11より引用)

日本めまい平衡医学会のBPPVの新診断基準⁹⁾

i) 後半規管型良性発作性頭位めまい症(半規管結石症)

A. 症状

1. 特定の頭位変換によって回転性あるいは動揺性のめまいがおこる。
2. めまいは数秒の潜時をおいて出現し、次第に増強した後に減弱ないし消失する。めまいの持続時間は1分以内のことが多い。
3. 繰り返して同じめまい頭位をとると、めまいは軽減するか、おこらなくなる。
4. めまいに随伴する難聴、耳鳴、耳閉塞感などの聴覚症状を認めない。

図4 後半規管型BPPV、および外側半規管型クプラ結石症の頭位眼振の時定数

(A)後半規管型BPPVの時定数

111例の後半規管型BPPVにおいて103例が時定数35秒未満の半規管結石症であり、8例が時定数35秒以上のクプラ結石症であった。(文献11より引用)

(B)外側半規管型クプラ結石症の時定数

グラフは対数目盛であることに注意。時定数が1時間以上の場合には3600秒のところにプロットした。全ての症例において時定数は35秒以上であった。(文献20より引用)

5. 第Ⅷ脳神経以外の神経症状がない。

B. 検査所見

フレンツェル眼鏡または赤外線 CCD カメラを装着して頭位・頭位変換眼振検査を行い、出現する眼振の性状とめまいの有無を検査する

1. 坐位での患側向き45度頸部捻転から患側向き45度懸垂位への頭位変換眼振検査にて眼球の上極が患側へ向かう回旋性眼振が発現する。眼振には強い回旋成分に上眼瞼向き垂直成分が混在していることが多い。

2. 上記の眼振の消失後に懸垂頭位から坐位に戻したときに、眼球の上極が健側へ向かう回旋性眼振が発現する。この眼振には下眼瞼向き垂直成分が混合していることが多い。

3. 眼振は数秒の潜時をおいて発現し、次第に

図5 左患側の外側半規管型クプラ結石症例の臥位での頭位と左外側半規管

左外側半規管に、点線にて偏倚がない場合のクプラの位置を描いた。A、Bの頭位時の耳石の着着したクプラの位置をグレーのクプラで示す。(文献20より引用)

(A)臥位正中

臥位正中では耳石の着着したクプラは向膨大部方向に偏倚するので、患側外側半規管が刺激され、患側向きの眼振が誘発される。

(B)Neutral position

臥位にて患側方向に頭を少し傾けると、クプラの偏倚がなくなり、眼振が消失する。この頭位は neutral position と呼ばれる。

増強した後に減弱、消失する。持続時間は1分以内のことが多い。眼振の出現に伴ってめまいを自覚する。

4. 良性発作性頭位めまい症と類似しためまいを呈する内耳・後迷路性疾患、小脳、脳幹を中心とした中枢性疾患など、原因既知の疾患を除外できる。

診断

後半規管型良性発作性頭位めまい症（半規管結石症）確実例（Definite）

A. 症状の5項目とB. 検査所見の4項目を満たしたもの。

良性発作性頭位めまい症寛解例（Probable）

過去にA. 症状の5項目を満たしていたが、頭位・頭位変換眼振を認めず、良性発作性頭位めまい症が自然寛解したと考えられるもの。

良性発作性頭位めまい症非定型例（Atypical）

A. 症状の5項目とB. 検査所見の4項目を満たし、B. 検査所見の1～3の項目を満たす眼振を認めないもの。

注：良性発作性頭位めまい症非定型例には、前半規管型良性発作性頭位めまい症（半規管結石症）、後半規管型良性発作性頭位めまい症（クプラ結石症）、多半規管型良性発作性頭位めまい症などが含まれる。

ii) 外側半規管型良性発作性頭位めまい症（半規管結石症）

A. 症状

1. 特定の頭位変換によって回転性あるいは動揺性のめまいがおこる。

2. めまいは数秒の潜時を置いて出現し、次第に増強した後に減弱ないし消失する。めまいの持続時間は1分以内のことが多い。

3. 繰り返して同じ頭位変換を行うと、めまいは軽減する。

4. めまいに伴う難聴、耳鳴、耳閉塞感などの聴覚症状を認めない。

5. 第Ⅷ脳神経以外の神経症状がない。

B. 検査所見

フレンツェル眼鏡または赤外線 CCD カメラを装着して頭位・頭位変換眼振検査を行い、出現する眼振の性状とめまいの有無を検査する

1. 臥位での頭位眼振検査にて右下頭位で右向き水平性眼振と左下頭位で左向き水平性眼振の方向交代性下向性（向地性）眼振が発現する。眼振には回旋成分が混在していることが多い。

2. 眼振は数秒の潜時を置いて発現し、次第に増強した後に減弱、消失する。持続時間は1分以内のことが多い。眼振の出現に伴ってめまいを自覚する。

3. 良性発作性頭位めまい症と類似しためまいを呈する内耳・後迷路性疾患、小脳、脳幹を中心とした中枢性疾患など、原因既知の疾患を除外できる。

診断

外側半規管型良性発作性頭位めまい症（半規管結石症）確実例（Definite）

A. 症状の5項目とB. 検査所見の3項目を満たしたもの。

図6 左側側の外側半規管型クプラ結石症症例の臥位での頭部位置の変化に対する頭位眼振緩徐相速度の変化

臥位左下頭位では頭位眼振の時定数は326.1秒、右下頭位では1時間以上であった。左へ28度頭部を回転させると眼振緩徐相速度は0°/秒となり、この位置がneutral positionである。このように外側半規管型クプラ結石症症例では臥位にて眼振が消失するneutral positionが存在する。(文献20より引用)

良性発作性頭位めまい症寛解例 (Probable)

過去にA. 症状の5項目を満たしていたが、頭位・頭位変換眼振を認めず、良性発作性頭位めまい症が自然寛解したと考えられるもの。

良性発作性頭位めまい症非定型例 (Atypical)

A. 症状の5項目とB. 検査所見の3の項目を満たし、B. 検査所見の1と2の項目を満たす眼振を認めないもの。

注：良性発作性頭位めまい症非定型例には、前半規管型良性発作性頭位めまい症（半規管結石症）、後半規管型良性発作性頭位めまい症（クプラ結石症）、多半規管型良性発作性頭位めまい症などが含まれる。

iii) 外側半規管型良性発作性頭位めまい症（クプラ結石症）

A. 症状

1. 特定の頭位により、回転性あるいは動揺性のめまいがおこる。

2. めまいは潜時なく出現し、特定の頭位を維持する限り1分以上持続する。

3. めまいに随伴する難聴、耳鳴、耳閉塞感などの聴覚症状を認めない。

4. 第Ⅷ脳神経以外の神経症状がない。

B. 検査所見

フレンツェル眼鏡または赤外線 CCD カメラを装着して頭位・頭位変換眼振検査を行い、出現する眼振の性状とめまいの有無を検査する

1. 臥位での頭位眼振検査にて右下頭位で左向き水平性眼振と左下頭位で右向き水平性眼振の方向交代性上向性（背地性）眼振が発現する。眼振には回旋成分が混在していることが多い。

2. 眼振は潜時なく出現し、めまい頭位を維持する限り1分以上持続する。眼振の出現に伴ってめまいを自覚する。

3. 良性発作性頭位めまい症と類似しためまいを呈する内耳・後迷路性疾患、小脳、脳幹を中心とした中枢性疾患など、原因既知の疾患を除外できる。

診断

外側半規管型良性発作性頭位めまい症（クプラ結石症）確実例 (Definite)

A. 症状の4項目とB. 検査所見の3項目を満たしたもの。

良性発作性頭位めまい症寛解例 (Probable)

過去にA. 症状の4項目を満たしていたが、頭位・頭位変換眼振を認めず、良性発作性頭位めま

図7 図1に示した症例の neutral position 時の頭位眼振

患側下懸垂頭位にて懸垂角度を大きくした場合、頭位眼振は観察されない。挿入図に示すように、この頭位では、患側後半規管のクプラの偏倚がなくなり、眼振が消失する。外側半規管型クプラ結石症症例だけではなく、後半規管型クプラ結石症症例においても眼振の消失する neutral position が存在する。(文献11より引用)

い症が自然寛解したと考えられるもの。

良性発作性頭位めまい症非定型例 (Atypical)

A. 症状の4項目とB. 検査所見の3の項目を満たし、B. 検査所見の1と2の項目を満たす眼振を認めないもの。

注：良性発作性頭位めまい症非定型例には、前

半規管型良性発作性頭位めまい症 (半規管結石症)、後半規管型良性発作性頭位めまい症 (クプラ結石症)、多半規管型良性発作性頭位めまい症などが含まれる。

日本めまい平衡医学会と Bárány 学会の BPPV の新診断基準

日本めまい平衡医学会の BPPV の新診断基準と同様、Bárány 学会の BPPV の新診断基準でも後半規管型半規管結石症、外側半規管型半規管結石症、外側半規管型クプラ結石症の三つが BPPV とされており、それらの診断基準の内容は日本めまい平衡医学会のものとはほぼ同じである。Bárány 学会の新診断基準でも BPPV が自然寛解したと考えられる症例は probable BPPV と診断される。前半規管に耳石が迷入した前半規管型半規管結石症¹⁰⁾、後半規管のクプラに耳石が接着した後半規管型クプラ結石症¹¹⁾¹²⁾、複数の半規管に耳石が迷入にしたタイプ¹³⁾¹⁴⁾ は日本めまい平衡医学会の新診断基準では atypical type、Bárány 学会の新診断基準では “Emerging and controversial syndromes” に分類された。“Emerging and controversial syndromes” には possible BPPV も含まれる。possible BPPV とは繰り返すめまい発作、頭位性めまいを訴えるが頭位・頭位変換眼振が観察されない、もしくは BPPV に非典型的な眼振を示すものである。

後半規管型クプラ結石症

今回、両者の新診断基準にて、BPPV には外側半規管型と後半規管型が存在し、病態として半規管結石症とクプラ結石症があることが記載された。よって表1に示す4通りの BPPV が考えられるが、◎をつけた3つが BPPV とされ、×をつけた後半規管型クプラ結石症は日本めまい平衡医学会の新診断基準では atypical type に、Bárány 学会の新診断基準では “Emerging and controversial syndromes” に分類された。

i) 後半規管型 BPPV において半規管結石症とクプラ結石症の区別は必要か？

BPPV に対する治療として半規管内に迷入した耳石を前庭へと移動させる頭位治療が存在し³⁾、頭位治療により BPPV の罹病期間が短縮できることが示されている¹⁵⁾。後半規管型 BPPV に対する頭位治療として Epley 法⁵⁾ や Semmont 法¹⁶⁾ が存在するがこれらは半規管結石症に対する治療で

あり，クプラ結石症には適応がない。よって後半規管型 BPPV において半規管結石症とクプラ結石症の区別は必要である。

ii) 後半規管型クプラ結石症の頭位眼振

外側半規管型クプラ結石症の眼振の持続時間は 1 分以上であり，後半規管型 BPPV は回旋性眼振を示すので，後半規管型クプラ結石症の眼振は持続時間が 1 分以上の回旋性眼振を示す（表 2）¹¹⁾¹²⁾。後半規管型クプラ結石症症例の眼振を図 1 に示す¹¹⁾。当症例は右側側であり，臥位右耳下頭位にて，右回旋，上眼瞼向きの垂直回旋混合性眼振を示した。弱い左向きの水平成分も認めた。この眼振の方向は右後半規管型半規管結石症症例の眼振と全く同じであるが^{§11)17)}，1 分以上持続する。

iii) 後半規管型クプラ結石症が BPPV の一つとされなかった理由

表 1 BPPV とされた 3 つのタイプおよび後半規管型クプラ結石症
今回，後半規管型クプラ結石症以外の 3 つのタイプが BPPV とされた。

罹患半規管 病態	外側半規管	後半規管
半規管結石症	◎ 外側半規管型 半規管結石症	◎ 後半規管型 半規管結石症
クプラ結石症	◎ 外側半規管型 クプラ結石症	× 後半規管型 クプラ結石症

BPPV における後半規管型クプラ結石症の割合は 2 % であり，後半規管型 BPPV においてはその割合は 5 % 以下である（2 / 48）（図 2）¹⁸⁾。外側半規管型クプラ結石症に対する後半規管型クプラ結石症の割合は 10 分の 1 以下であり（2 / 24），その割合は小さい。後半規管型半規管結石症，外側半規管型半規管結石症，外側半規管型クプラ結石症と比べ，頻度が低いことが，今回，後半規管型クプラ結石症が BPPV とされなかった理由の一つである。

外側半規管型 BPPV において半規管結石症症例は方向交代性下向性頭位眼振を示し，クプラ結石症症例は方向交代性上向性頭位眼振を示すので（表 2），頭位眼振の方向が真逆であり，両者の鑑別は極めて容易である。ところが，後半規管型クプラ結石症症例の頭位眼振の方向は図 1 に示すように後半規管型半規管結石症症例の眼振の方向と全く同じであるので眼振の方向からは両者の区別はできない。これも後半規管型クプラ結石症が BPPV とされなかった理由の一つである。

後半規管型 BPPV では半規管結石症とクプラ結石症は眼振の持続時間によってのみ区別され，1 分未満の場合は半規管結石症，1 分以上の場合はクプラ結石症である。眼振の持続時間を計測するには眼振の始まりと終わりを決定する必要がある。クプラ結石症の眼振の終わりは数分の観察では確認できない場合がある。眼振の持続時間が短い場合は眼振緩徐相速度の減衰の度合いが大きく，長い場合は眼振緩徐相速度の減衰の度合いが小さい。よって，われわれは眼振緩徐相速度が

表 2 眼振の性状
後半規管型クプラ結石症の眼振は後半規管型半規管結石症の眼振と外側半規管型クプラ結石症の眼振の性状を併せ持つ。（文献 11，12 より引用）

罹患半規管 病態	外側半規管	後半規管
半規管結石症	眼振の持続時間 1 分以内 水平性眼振 (方向交代性下向性眼振)	眼振の持続時間 1 分以内 <i>回旋性眼振</i>
クプラ結石症	眼振の持続時間 1 分以上 水平性眼振 (方向交代性上向性眼振)	眼振の持続時間 1 分以上 <i>回旋性眼振</i>

最大値に到達してからの30秒間のデータを指数関数近似し、その時定数を眼振の持続時間の指標としている¹⁹⁾。時定数が大きければ眼振の持続時間は長く、小さければ持続時間は短い。図1に示した眼振の緩徐相速度を図3に示す。臥位右下頭位時にX成分の眼振緩徐相速度が最大値に到達してからの30秒間のデータを指数関数近似すると、 $-9.37 \exp(-(t-91.2)/44.4)$ となった。よってこの頭位眼振の時定数は44.4秒である¹¹⁾。後半規管型 BPPV 111症例の時定数をプロットしたものを図4(A)に示す¹¹⁾。時定数が35秒以上の症例が8例、35秒未満の症例が103例存在し、35秒以上の8例が後半規管型クプラ結石症であった。外側半規管型クプラ結石症症例の頭位眼振の時定数を図4(B)に示す²⁰⁾。全例が時定数35秒以上であった。図4(A)と(B)を比較すると、後半規管型クプラ結石症の時定数は外側半規管型クプラ結石症の時定数に比べ小さいことがわかる。すなわち、後半規管型クプラ結石症の頭位眼振は外側半規管型クプラ結石症の頭位眼振に比べ、緩徐相速度の減衰が速く、1分後に眼振がかなり弱くなっている症例も存在する。よって眼振の持続時間から半規管結石症とクプラ結石症を区別するのは外側半規管型 BPPV に比べ後半規管型 BPPV では困難である。後半規管型クプラ結石症の眼振緩徐相速度の減衰が速いことも、今回、後半規管型クプラ結石症が BPPV とされなかった理由の一つである。

今後の研究課題

現在、後半規管型 BPPV においてはクプラ結石症と半規管結石症を区別する指標は眼振の持続時間のみである。しかし、後半規管型 BPPV では半規管結石症とクプラ結石症の時定数の差は外側半規管型 BPPV に比べ小さいので、頭位眼振の持続時間が1分前後の症例が存在し、頭位眼振の持続時間だけから半規管結石症とクプラ結石症の区別は困難である。そこで、後半規管型 BPPV にて半規管結石症とクプラ結石症を区別するための、眼振の持続時間以外の指標が必要である。

外側半規管型クプラ結石症では偏倚のないクプラの長軸が重力軸と一致する頭位をとった場合、外側半規管が刺激も抑制もされず、眼振が誘発されない(図5、6)²⁰⁾。この頭位を neutral position と呼ぶ²⁰⁾。図6に左患側の外側半規管型クプラ結石症症例の頭位眼振の緩徐相速度を示す。この症

例では臥位にて左側に28度頭部を回転させると眼振緩徐相速度がほぼ0°/秒になるので、この頭位が当症例の neutral position である²⁰⁾。後半規管型クプラ結石症症例において患側下懸垂頭位の懸垂角度を大きくすると後半規管にて偏倚のないクプラの長軸が重力軸と一致するので(図7挿入図)、眼振が消失する。図1に示した症例にて右下懸垂頭位の懸垂角度を大きくしたときの頭位眼振を図7に示す¹¹⁾。この頭位では眼振は観察されない。図3▽に示すようにこの頭位時の眼振緩徐相速度はほぼ0°/秒である。このように neutral position の有無がクプラ結石症と半規管結石症の鑑別の指標の一つになる。後半規管型半規管結石症とクプラ結石症の鑑別のために、neutral position の有無などの眼振の持続時間以外の指標を研究する必要がある。

謝 辞

本研究の一部は日本医療研究開発機構(AMED)研究費「難治性めまい疾患の診療の質を高める研究班」および、JSPS 科研費16H 06957の助成を受けたものである。本論文の要旨は第75回 日本めまい平衡医学会(大阪)シンポジウム「めまい疾患の診断基準—日本めまい平衡医学会の新診断基準と Bárány Society の新診断基準」で講演した。

文 献

- 1) Bisdorff A, Von Brevern M, Lempert T, et al.: Classification of vestibular symptoms: towards an international classification of vestibular disorders. *J Vestib Res* 19: 1-13, 2009
- 2) von Brevern M, Bertholon P, Brandt T, et al.: Benign paroxysmal positional vertigo: Diagnostic criteria. *J Vestib Res* 25: 105-117, 2015
- 3) 日本めまい平衡医学会診断基準化委員会編: 良性発作性頭位めまい症診療ガイドライン(医師用). *Equilibrium Res* 68: 218-225, 2009
- 4) Imai T, Takeda N, Ikezono T, et al.: Classification, diagnostic criteria and management of benign paroxysmal positional vertigo. *Auris Nasus Larynx* 2016: pii: S 0385-8146(0316) 30107-30109. doi: 30110.31016/j.anl.32016.30103.30013
- 5) Epley JM: The canalithi repositioning proce-

- dure: for treatment of benign paroxysmal positional vertigo. *Otolaryngol Head Neck Surg* 107: 399-404, 1992
- 6) Baloh R, Yue Q, Jacobson K, et al.: Persistent direction-changing positional nystagmus: another variant of benign positional nystagmus? *Neurology* 45: 1297-1301, 1995
 - 7) McClure J: Horizontal canal BPV. *J Otolaryngol* 14: 30-35, 1985
 - 8) Imai T, Ito M, Takeda N, et al.: Natural course of the remission of vertigo in patients with benign paroxysmal positional vertigo. *Neurology* 64: 920-921, 2005
 - 9) 日本めまい平衡医学会診断基準化委員会編：めまいの診断基準化のための資料 診断基準 2017年改定. *Equilibrium Res* 76: 233-241, 2017
 - 10) Imai T, Takeda N, Ito M, et al.: Three-dimensional analysis of benign paroxysmal positional nystagmus in a patient with anterior semicircular canal variant. *Otol Neurotol* 27: 362-366, 2006
 - 11) Imai T, Takeda N, Ito M, et al.: 3 D analysis of benign positional nystagmus due to cupulolithiasis in posterior semicircular canal. *Acta Otolaryngol* 129: 1044-1049, 2009
 - 12) Ichijo H: Cupulolithiasis of the posterior semicircular canal. *Am J Otolaryngol* 34: 458-463, 2013
 - 13) Bertholon P, Chelikh L, Tringali S, et al.: Combined horizontal and posterior canal benign paroxysmal positional vertigo in three patients with head trauma. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 114: 105-110, 2005
 - 14) Imai T, Takeda N, Ito M, et al.: Benign paroxysmal positional vertigo due to a simultaneous involvement of both horizontal and posterior semicircular canals. *Audiol Neurotol* 11: 198-205, 2006
 - 15) Hilton M, Pinder D: The Epley (canalith repositioning) manoeuvre for benign paroxysmal positional vertigo. *Cochrane Database of Systematic Review* 2014, Issue 12 2014
 - 16) Semont A, Freyss G, Vitte E: Curing the BPPV with a liberatory maneuver. *Adv Otorhinolaryngol* 42: 290-293, 1988
 - 17) Imai T, Takeda N, Uno A, et al.: Three-dimensional eye rotation axis analysis of benign paroxysmal positioning nystagmus. *ORL J Otorhinolaryngol Relat Spec* 64: 417-423, 2002
 - 18) Higashi-Shingai K, Imai T, Kitahara T, et al.: Diagnosis of the subtype and affected ear of benign paroxysmal positional vertigo using a questionnaire. *Acta Otolaryngol* 131: 1264-1269, 2011
 - 19) 今井貴夫：眼振の持続時間. *Equilibrium Res* 74: 223-227, 2015
 - 20) Imai T, Matsuda K, Takeda N, et al.: Light cupula: the pathophysiological basis of persistent geotropic positional nystagmus. *BMJ Open* 5: e 006607, 2015
- 利益相反に該当する事項はない。
-
- 別刷請求先：今井貴夫