



JAPAN SOCIETY FOR EQUILIBRIUM RESEARCH

第26回

# 日本めまい平衡医学会 医師講習会



日時

平成21年

6月11日(木) 午後～13日(土) 午前まで

会場

信州大学医学部附属病院

長野県松本市旭3-1-1 TEL:0263-37-2666

会長

宇佐美 真一 信州大学医学部耳鼻咽喉科



JAPAN SOCIETY FOR EQUILIBRIUM RESEARCH

---

第26回

# 日本めまい平衡医学会 医師講習会

日時

平成21年

6月11日(木)午後～13日(土)午前まで

会場

信州大学医学部附属病院

長野県松本市旭3-1-1 TEL:0263-37-2666

会長

宇佐美 真一 信州大学医学部耳鼻咽喉科

## 講習会スケジュール

平成21年6月11日 木

|             |                            |       |
|-------------|----------------------------|-------|
| 12:30～      | 受付開始                       |       |
| 12:50～13:00 | 開 会                        |       |
| 13:00～13:45 | <b>01</b> めまい平衡医学に必要な解剖と生理 | 古屋 信彦 |
| 13:45～14:30 | <b>02</b> 良性発作性頭位めまい症      | 肥塚 泉  |
| 14:30～15:15 | <b>03</b> メニエール病           | 渡辺 行雄 |
| 15:15～15:30 | 休 憩                        |       |
| 15:30～16:15 | <b>04</b> 突発性難聴、前庭神経炎など    | 石井 正則 |
| 16:15～17:00 | <b>05</b> 中枢性めまいの鑑別        | 城倉 健  |
| 17:00～18:00 | <b>06</b> 保険医療からみためまい診療    | 小松崎 篤 |
| 18:00～      | 懇親会                        |       |

平成21年6月12日 金

|             |                                     |       |
|-------------|-------------------------------------|-------|
| 9:00～9:30   | <b>07</b> Neuroscience と前庭          | 五十嵐 眞 |
| 9:30～10:15  | <b>08</b> めまい疾患の薬物治療                | 武田 憲昭 |
| 10:15～11:00 | <b>09</b> 聴神経腫瘍の診断と治療               | 石川 和夫 |
| 11:00～11:15 | 休 憩                                 |       |
| 11:15～12:00 | <b>10</b> 眼振の見方と ENG 検査 – ENG の基本 – | 山本 昌彦 |
| 12:00～12:45 | <b>11</b> 体平衡機能検査と重心動揺検査            | 田口喜一郎 |
| 12:45～13:45 | 昼 食                                 |       |

13:45～16:45

～実習～

- |           |                                       |       |
|-----------|---------------------------------------|-------|
| <b>12</b> | ENG(1): ENGの基本                        | 山本 昌彦 |
| <b>13</b> | 温度眼振検査、Visual suppression test、OKP など | 石井 正則 |
| <b>14</b> | 浮遊耳石置換法(Epley 法を中心に)                  | 中山 明峰 |
| <b>15</b> | 重心動揺検査                                | 山中 敏彰 |
| <b>16</b> | 前庭誘発筋電位(VEMP)                         | 將積日出夫 |
| <b>17</b> | 電子カルテとめまい診療                           | 工 穰   |

平成21年6月13日

- |             |           |              |       |
|-------------|-----------|--------------|-------|
| 9:00～9:45   | <b>18</b> | 前庭末梢の画像検査    | 宇佐美真一 |
| 9:45～10:30  | <b>19</b> | 前庭情報の皮質処理機構  | 内藤 泰  |
| 10:30～11:15 | <b>20</b> | 平衡のリハビリテーション | 山中 敏彰 |
| 11:15～11:45 | 終了式       |              |       |

主催：日本めまい平衡医学会

担当：信州大学医学部耳鼻咽喉科

宇佐美 真一

## 01

## めまい平衡医学に必要な解剖と生理

群馬大学  
古屋 信彦

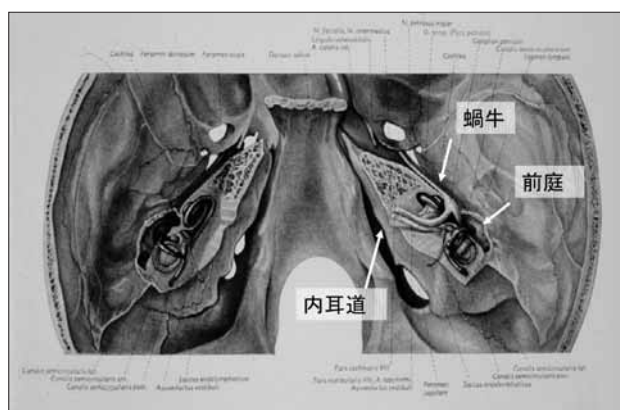
頭蓋底で中頭蓋窩と後頭蓋窩の間に位置する左右一対の側頭骨の中に内耳がある(図1)。側頭骨の中には迷路状に開いた骨迷路があり、その中を外リンパで満たされた膜迷路が存在する(図2)。膜迷路はその機能から聴覚を司る蝸牛と平衡覚を司る前庭にわかれる。この両者は外側を外リンパで満たされ、その中に内リンパで満たされた腔を持つ。これら内、外リンパ腔は前庭、蝸牛とも共有する一連の空間を形成する。膜迷路の発生は胎生期の耳胞から発生し、徐々に前庭、蝸牛に分化する。最終的には内耳道の前方に

蝸牛、後方に前庭が位置する。前庭は半規管、耳石器から構成される(図3)。半規管は角加速度(回転覚)を検知し、耳石器は重力、直線加速度を検知する。どちらの受容器も有毛細胞が刺激されることにより興奮し、電気信号化して前庭神経を介して脳幹の前庭神経核に興奮を伝達する。

有毛細胞の表面には一本の不動毛と多数の動毛あり不動毛が動毛の方向に倒れると神経が興奮し、その傾斜角度が大きいほど強く興奮する。一方動毛と反対方向に不動毛が傾くと神経活動が抑制される(図4)。すなわち刺激の方向性が検出される。前、後半規管は膨大部から内リンパを出て行く方向(反膨大部流)で興奮するように動毛が配列されている。一方、外側半規管は膨大部に向かう(向膨大部流)で興奮するように配列している。また耳石では半規管と異なり有毛細胞上に分布する平衡砂の重量により有毛細胞が興奮する。耳石器では中央近くの分水嶺(striola)を境に動毛、不動毛の配列が逆であるため、頭部の運動に対して同一耳石器内でも有毛細胞の反応が興奮と抑制とまったく正反対の反応を示す(図5)。半規管が頭部の運動に対して、1半規管内のすべての有毛細胞の反応は単一で興奮か抑制の1反応だけであるのとは対照的である。

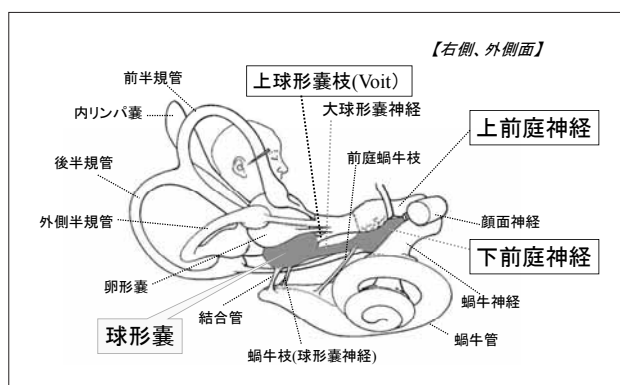
有毛細胞の興奮は前庭神経節に細胞核を持つ前庭神経一次細胞に伝わる。この一次ニューロンは上・下前庭神経を經由して脳幹に入り前庭神経二次細胞に中継される。前・外側半規管神経と卵形囊神経は上前庭神経を經由し、球形囊神経と後半規管神経は下前庭神経を經由する。しかし球形囊神経の一部は吻合枝を経て上前庭神経經由で脳幹に入っていく(図2)。この前庭神経二次ニューロンで各半規管、耳石器および体性感覚からの入力など多くの他の部位からの感覚情報が収斂する。

図1 側頭骨と内耳



- 側頭骨は中頭蓋窩と後頭蓋窩のあいだに位置する。
- 側頭骨の蝸牛は前方、前庭は後方に位置する。

図2 膜迷路(半規管と耳石器)



- 球形囊から出た反応は、その多くが球形囊神経を通り、下前庭神経へ入ります。
- 下前庭神経へ入るのは、球形囊と後半規管からの信号がほとんどです。VEMPは下前庭神経の機能検査として用いることも可能です。
- 上球形囊枝により球形囊の1部波上前庭神経を經由する。
- 外側半規管の傾斜に注意(約22~30度 Nose up になっている)

## (1) 三半規管

半規管はその中を流れるリンパ流により、有毛細胞が興奮し、リンパ流の速さを検知する器官である。前、後、外側の3つの半規管よりなりお互いの半規管の面はほぼ直交するように構成されている。相互に直交する面の加速度を各半規管がそれぞれ検知できるようになっているため、結果的にはあらゆる頭部運動を3次元のベクトルとして検知できる。この半規管は外眼筋との神経連絡が密であり、頭部に急激な回転運動しても一点を凝視できるよう、あるいは頭部が歩行などによって振動しても視野が揺れ動くこと



がないよう作用する。すなわち頭部の動きとまったく同じ速度で正反対方向に眼球を正確に偏倚させる（前庭動眼反射）。実際の例として頭部が左向きに水平回転したときの内耳における内リンパの動きを図6に示す。頭部が右回転すると前庭動眼反射で正確に同じ速度で反対方向に目が動くので、一点固視が可能となる（図7）。この頭部と眼位の関係は他の前・後半規管でも同じで、頭部の動きと反体側に眼位を変位する。眼球運動の方向は刺激を受けた半規管が形成する平面で反対方向に眼が変位することが知られている（図8）。

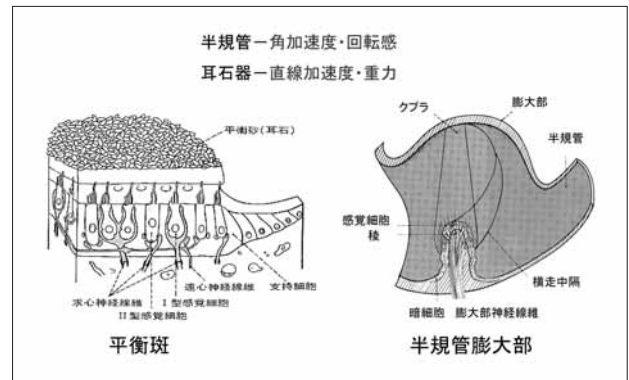
半規管出力は外眼筋のみならず、脊髄を下降して頸部の筋肉にも結合している。その影響は頸部の筋群に強くそれより下方の胸髄、腰髄では影響は少なくなる（半規管系前庭頸反射）。半規管入力と同側の前庭神経核でニューロンを代え、その後その出力先によって、前庭－動眼に出力する細胞、前庭－頸に出力する細胞、前庭－動眼－頸に出力する細胞の3種に分かれる。一般に前庭脊髄反射に対する半規管の影響は弱く、むしろ後述の耳石器からの影響をより強く受ける。半規管系前庭頸反射は頭部を後方に伸展する頭部の動きでは頭部を固定するように頸部屈筋群が興奮し、頭部を前方に屈曲すると頸部伸筋群が興奮して頭部を固定するように作用する。

## (2) 耳石器

耳石器は左右一対の卵形囊、球形囊からなる。卵形囊は体軸にほぼ水平に、球形囊はほぼ垂直に位置する（図9）。ともに重力、直線加速度を感知するが、頭部における位置関係から卵形囊は水平直線加速度、球形囊は垂直直線加速度に重要な働きをする。耳石由来の外眼筋への出力は卵形囊が主であり、動物実験から得た生理学的データでは球形囊由来の外眼筋への出力は少ないと考えられている。耳石由来の眼球運動として知られているものに眼球反対回旋運動がある。これは頭部を傾けたときに頭の動きと反対方向に眼球が回旋する運動としていられている。この耳石由来の前庭動眼反射は10度程度の回旋代償範囲であり、その利得も0.3～0.5程度である。半規管系の前庭動眼反射の利得がほぼ1であるに対して効率の悪い反射系といえる。

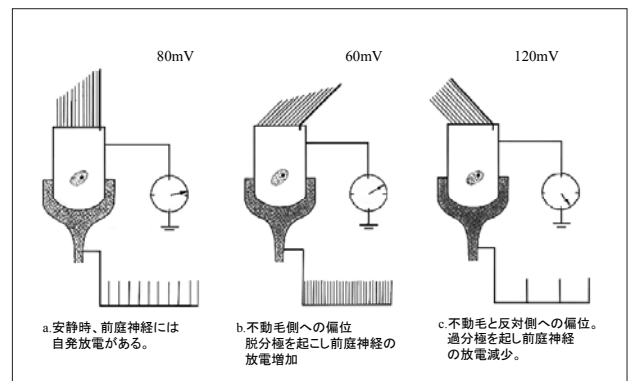
耳石器系前庭頸反射に関係する神経結合は頸部屈筋群と伸筋群ではことなる。ネコのデータから推測される神経結合では屈筋群に対して両側抑制的に作用する。一方伸筋に対しては同側優位の興奮性に作用する（図10）。耳石器系前庭頸反射に関する詳細な生理学データはまだ十分にそろっていない。その原因として耳石器はStriolaを境にして不動毛の配列が逆になっているため同じ方向への頭部運動をしてもStriolaの外側に分布する感覚細胞と内側に分布する感覚細胞では反応がまったく反対であることによる。

図3 耳石器と半規管



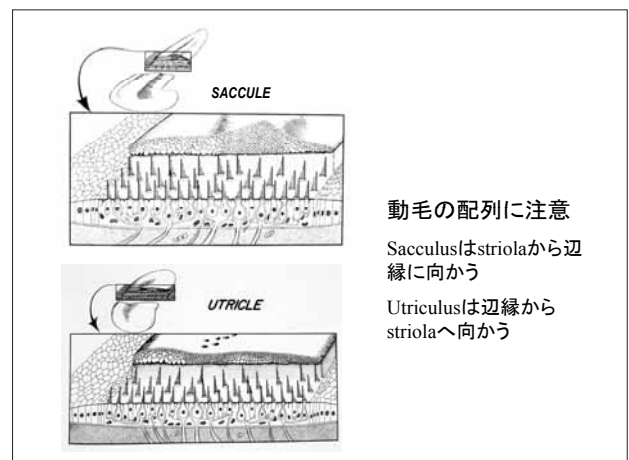
- ・炭酸カルシウムを主成分にする耳石をふくむ耳石膜で包まれている。
- ・Cristaの陵頂部にI型細胞が多い。辺縁は暗細胞と呼ばれII型細胞で構成される
- ・半規管はないリンパの流れに反応、耳石器は耳石の変位に反応する
- ・半規管は角加速度の受容器、耳石は直線加速度、重力の受容器である

図4 有毛細胞の活動



- ・動毛が不動毛方向に傾くと神経活動は抑制される。反対方向に倒れると興奮する。

図5 耳石器と動毛



### 動毛の配列に注意

Sacculusはstriolaから辺縁に向かう

Utriculusは辺縁からstriolaへ向かう

- ・動毛は卵形囊でstriolaに向うように配列している。球形囊ではmaculaの辺縁に向うように配列している。
- ・外側半規管では動毛が球形囊側に配列している。前後半規管では動毛が半規管方向に向いている。

図6 前庭動眼反射

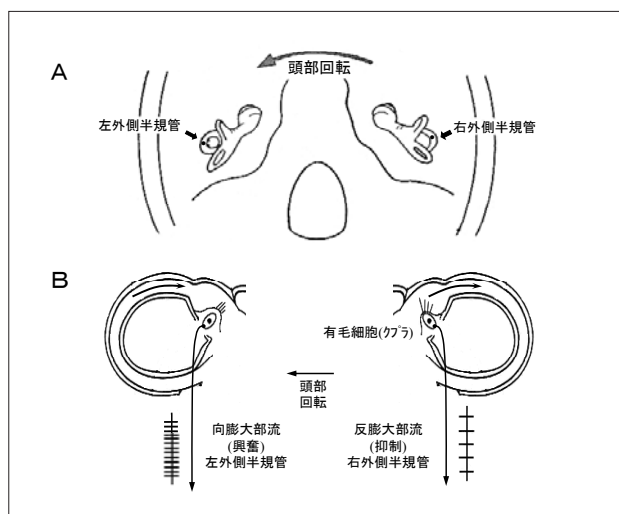


図7

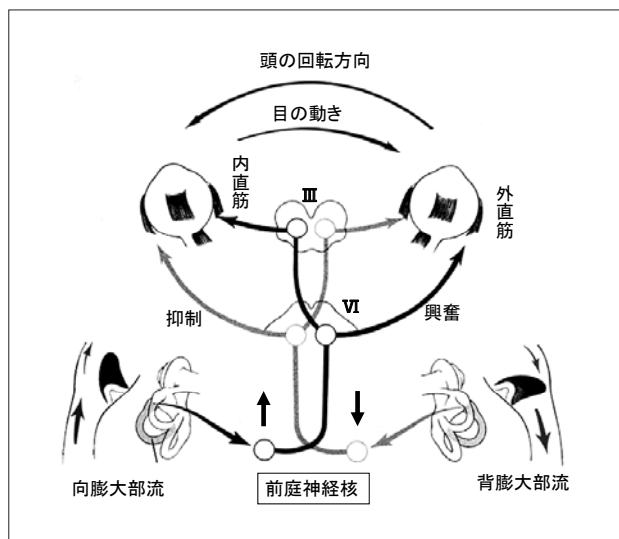


図8 半規管刺激により誘発される眼球運動

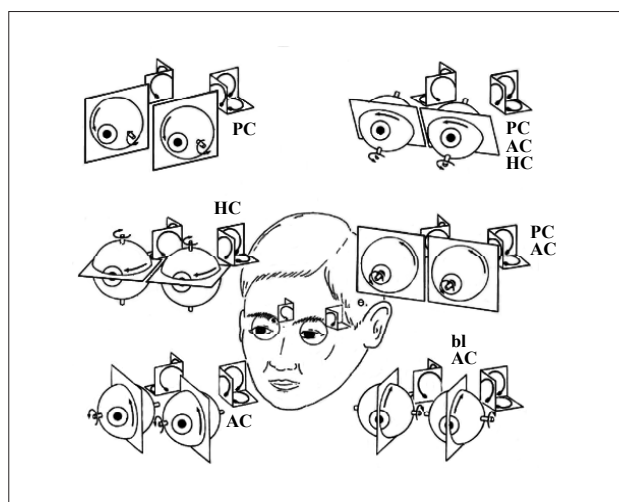
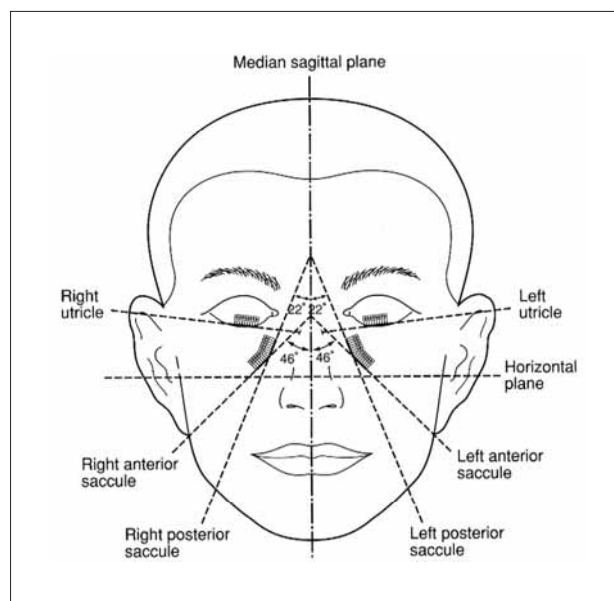
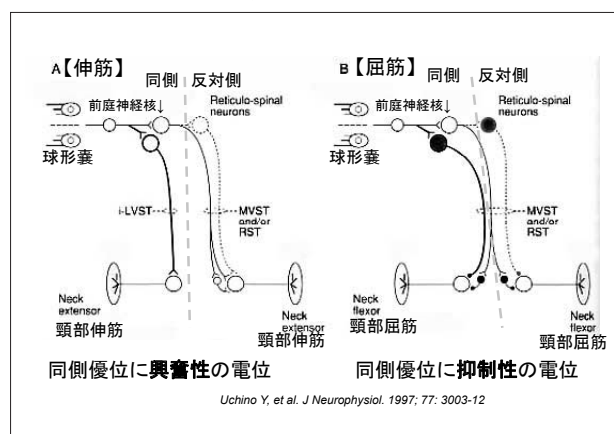


図9 卵形嚢斑と球形嚢斑の形態的特徴



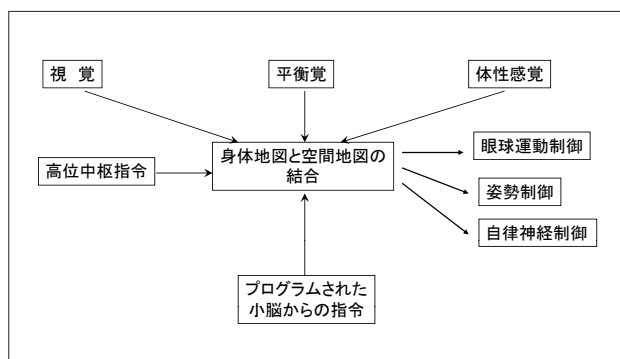
- 卵形嚢は水平の動きによく反応する。
- 球形嚢は垂直の運動によく反応する。
- 卵形嚢、球形嚢ともにまったくの水平、垂直でない。

図10 前庭頸反射の経路(伸筋・屈筋)



- 一側の球形嚢刺激により、屈筋では抑制ニューロンを介し、同側優位に抑制性的の後シナプス電位が発生しますが、伸筋には同側優位に興奮性的の後シナプス電位が発生します。
- また屈筋には抑制性的の電位が発生するため、その反応を得るためには高いバックグラウンドの筋緊張を要します。
- しかし伸筋には興奮性的の電位が発生するため、それほど高い筋緊張は必要としません。
- そのため伸筋で記録する VEMP の方が、筋緊張の弱い高齢者の記録に向いている。

図11 平衡系における感覚器の意義



すなわち電気刺激を使用した場合、Striolaの何処が刺激されているのかの判定が難しいこと、また耳石器実験系では半器官系と異なり、自然刺激が使用しにくいことなどに起因する。今後の更なるデータの集積が期待される分野である。

### 終わりに

前庭眼反射、前庭脊髄反射(頸反射)について説明したがこれらの反射機構は結果的に合目的的に作用している。おそらく長い発生の歴史の中でよく使用される機能はどんどん進化し、使用されない機能は退化し、進化の過程で合目的的機能のみが残ったものと考えられる。平衡系における感覚器の意義について図11についてまとめているが前庭制御機構の中で自律神経系はもっとも研究の遅れている分野である。今後若い先生方の研究の方向として重要な分野のひとつとなるであろう。



# 02

## 良性発作性頭位めまい症

聖マリアンナ医科大学耳鼻咽喉科

肥塚 泉

### はじめに

耳鼻咽喉科での診断ならびに治療の対象となるめまい疾患は主に、耳性めまい（末梢性めまい）と呼ばれる疾患群である。耳性めまいの特徴は、めまい・平衡障害という前庭症状に、難聴や耳鳴、耳閉感などの蝸牛症状を随伴することである。耳性めまいの中で、例外的に蝸牛症状を随伴しないのは、良性発作性頭位めまい症（Benign Paroxysmal Positional Vertigo：BPPV）と前庭神経炎である。これらのうち BPPV はめまい疾患の 30～40% を占める、頻度が高い疾患である。BPPV は、ある特定の頭位（めまい頭位）で、回転性めまいが誘発される疾患で、蝸牛症状や中枢神経症状を伴わない予後良好な疾患である。特定の体位（具体的には、寝返りをうった時、靴の紐を結ぼうとした時、高い棚の上にあるものを取ろうとした時など）をとると、回転性ないし動揺性のめまいが出現、同時に回旋成分の強い眼振が認められる。めまいと眼振は、めまい頭位にて次第に増強し、ついで減弱ないし消失する。引き続いて同じ頭位をとると、軽くなるか、起こらなくなる。表1に、日本めまい平衡医学会の診断基準を示す。BPPV は特定の頭位でめまいが認められることより当初その病態は、重力加速度の受容器である耳石系の障害であると考えられていた<sup>1,2)</sup>。Schuknecht<sup>3)</sup>は BPPV 症例の側頭骨標本において、後半規管のクブラに卵形囊の耳石由来と考えられる好塩基性の物質の沈着を認め、これが患側下の頭位でクブラの偏位を起こし、眼振・めまいが出現するという、cupulolithiasis（クブラ結石症）という概念を提唱した。その後 Hall ら<sup>4)</sup>は後半規管内を浮遊する小耳石片が体位変換に伴う重力方向の変化に応じて後半規管の管腔内を移動し、これに伴って内リンパ流動が生じ、これによりクブラが偏位して、眼振・めまいが生じると報告し、canalithiasis（半規管結石症）という概念を提唱した。Parnes ら<sup>5)</sup>は本疾患の治療法の1つである後半規管閉塞術中、手術顕微鏡下に後半規管内を移動する小片を確認したとする報告を行った。これらの報告をきっかけに本疾患の本態は耳石器ではなく後半規管にあることが明らかとなった。

### 診断に必要な眼振の生理学

BPPV で認められる眼振は、後半規管が刺激あるいは抑制されて結果生じる眼振である。半規管系が刺激あるいは

抑制された場合にどのような眼球運動が生じるのかを知るには Ewald の法則、Flourens の内リンパ流動説の理解が必要となる。これらの法則について解説する。回旋性眼球運動の表記法については検者から見た場合とした。

#### 1) Ewald の法則

半規管に生じる内リンパ流動とこれにより生じる眼球運動（眼振）の方向に関する法則である。第1法則と第2法則よりなる。内リンパの流動が半規管膨大部へ向かうとき（向膨大部性：ampullopetal）と膨大部から流れ出るとき（反膨大部性：ampulofugal）とでは、クブラに作用してひきおこす刺激の効果が逆である。第1法則：外側半規管では向膨大部の内リンパ流動は刺激として、反膨大部流は抑制として働く（図1）。垂直半規管ではその逆となる（図2）。第2法則：刺激となる内リンパ流動はその側に向かう眼振をおこす。

#### 2) Flourens の内リンパ流動説（表2）

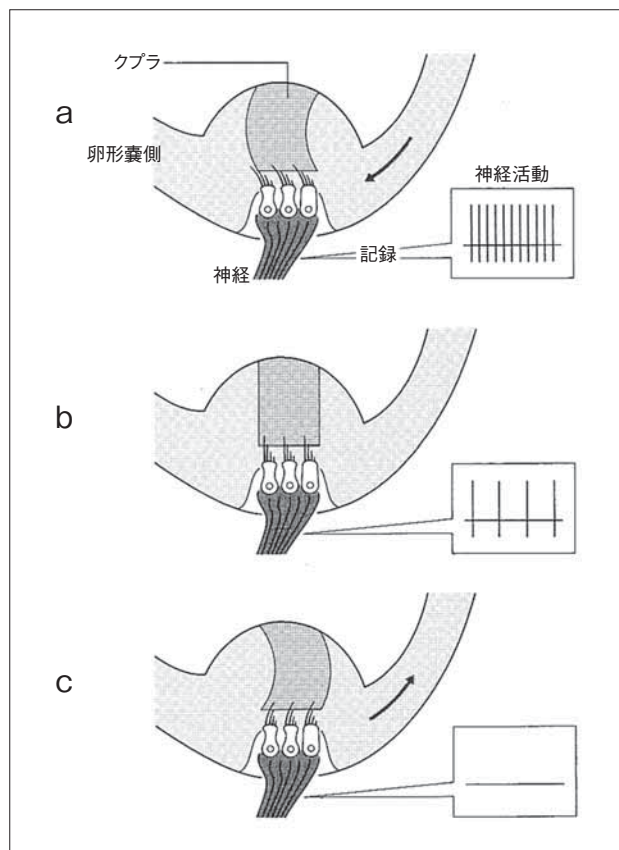
外側、前、後の各半規管が興奮あるいは抑制された場合に生じる眼球運動の方向に関する法則である。水平眼振は外側半規管から、垂直眼振と回旋性眼振は前半規管と後半規管から生じるということが示されている。図3から図5に、各半規管単独刺激によって生じる眼球運動とその際、主に働く外眼筋を示す<sup>6,7)</sup>。図3は外側（水平）半規管が刺激された場合である。外側半規管が刺激を受け、これが興奮すると、同側眼の内直筋と対側眼の外直筋が収縮し、眼球は反対側に偏倚する（緩徐相）。その後眼球は反対方向に急速に動き（急速相）、正中眼位に復帰する。半規管が

表1 良性発作性頭位めまい症の診断基準（日本めまい平衡医学会）

1. 空間に対し特定の頭位変化をさせたときに回転性めまいが誘発される。
2. めまい出現時に眼振が認められるが、以下の性状を示す。
  1. 回旋性成分の強い頭位変換眼振である。
  2. 眼振の出現には潜時があり、めまい頭位を維持すると次第に増強し、ついで減弱ないし消失する。
  3. 眼振はめまい頭位を反復して取らせることにより、軽快または消失する。
  4. めまい頭位より座位に戻したときに、反対方向に向かう回旋性成分の強い眼振が出現する。

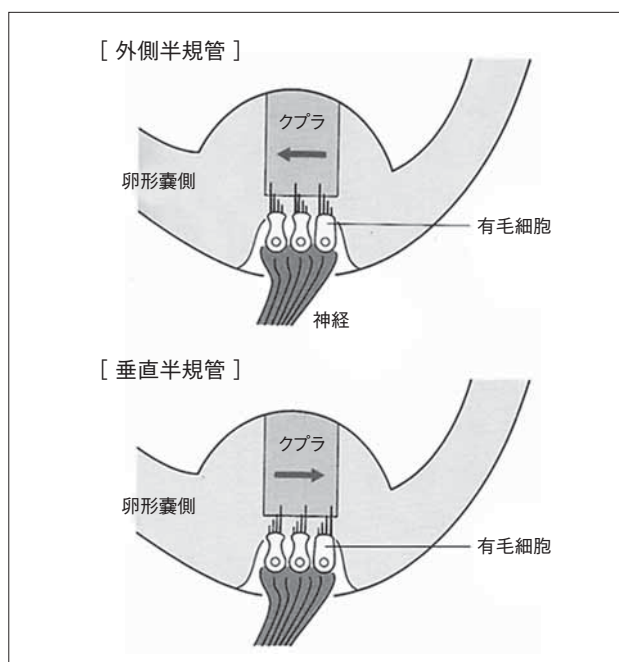
めまいと直接関連を持つ蝸牛症状、頸部異常および中枢神経症状を認めない。

図1 外側半規管における形態学的極性と神経活動  
(文献<sup>24)</sup>より引用後改変)



外側半規管では運動毛が卵形嚢側に位置するため、向膨大部方向内リンパ流動(矢印)で感覚毛が運動毛側に傾斜し、興奮性の電位が発生する(a)。bは静止時の状態で自発放電のみがみられる。cは反膨大部流動の場合で、電位が抑制されている。

図2 外側半規管と垂直半規管における感覚細胞の極性の相違  
(文献<sup>24)</sup>より引用後改変)

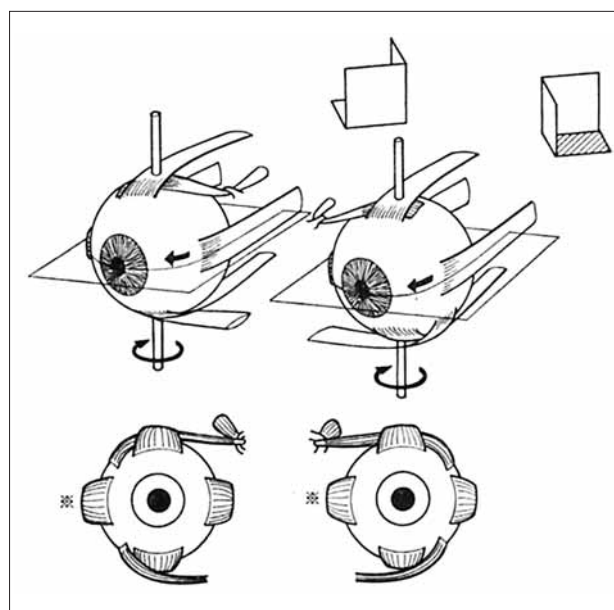


外側半規管では長い運動毛が卵形嚢側に位置しているが、垂直半規管では逆になっている。矢印は極性の方向を示す。

表2 Flourens の内リンパ流動説

1. 半規管に角加速度が加わると内リンパ流動がおり、クプラを偏位させ、感覚細胞を刺激する。
2. 半規管はその半規管と平行した平面で眼振をおこす。
3. 水平眼振は外側半規管から生じる。
4. 垂直眼振は左右の前半規管もしくは左右の後半規管から生じる。
5. 回旋眼振は同側の前、後半規管から生じる。

図3 膨大部神経刺激によって生じる外眼筋の収縮と眼球運動：  
左外側半規管の刺激(文献<sup>6)</sup>より引用)



刺激を受けている間このプロセスが繰り返され、刺激側向き水平眼振が出現する。図4に後半規管が刺激された場合の眼球運動を示す。後半規管が刺激を受け、これが興奮すると、同側眼の上斜筋と対側眼の下直筋が収縮する。上斜筋の収縮により眼球は時計方向に回旋する(緩徐相)。同時に下直筋の収縮により眼球は下方に偏倚する(緩徐相)。その後眼球は急速に反時計方向および上方に動き(急速相)、正中眼位に復帰する。半規管が刺激を受けている間このプロセスが繰り返され、回旋成分(時計方向)の強い上眼瞼向き眼振が出現する。図5に前半規管が刺激された場合の眼球運動を示す。前半規管が刺激を受け、これが興奮すると、同側眼の上直筋と対側眼の下斜筋が収縮する。上直筋の収縮により眼球は上方に偏倚する(緩徐相)。同時に下斜筋収縮により後半規管が刺激を受けた場合と同様、眼球は時計方向に回旋する(緩徐相)。またその後眼球は急速に反時計方向および下方に動き(急速相)、正中眼位に復帰する。半規管が刺激を受けている間このプロセスが繰り返され、回旋成分(時計方向)の強い下眼瞼向き眼振が出現する。

【附表】

## Dynamic Gait Index (DGI) 歩行機能調査

奈良県立医科大学附属病院 耳鼻咽喉・頭頸部外科

### 1. 平坦な場所の歩行

説明：6m 先の印のところまで自分のペースでまっすぐ歩いてください

- (3) 正常：補助なく、十分な速度で歩行に乱れがなくバランスを崩さずに6mを歩ききる。
- (2) 軽度障害：補助を必要とし、やや遅い速度で歩行とバランスに軽度安定性を欠く。
- (1) 中等度障害：6mを遅い速度で歩き、歩行の異常、明らかなふらつきを認める。
- (0) 重度障害：補助なしには6mを歩行できず、重度の歩行時のふらつき・偏りを認める。

### 2. 歩行速度の変化

説明：自分のペースで歩き始めて、「速く」の合図でできるだけ早い速度、「ゆっくり」の合図でできるだけ遅い速度で歩いてください。

- (3) 正常：歩行の偏倚やふらつきがなく歩行速度をスムーズに変えられる。スピードの変化が明らかに判別できる。
- (2) 軽度障害：歩行速度をスムーズに変えられるが、わずかに歩行の偏倚やふらつきを伴う。もしくは歩行速度を明確に変化させられない、または補助を必要とする。
- (1) 中等度障害：歩行速度の変化をわずかにつけられる、もしくは明らかに歩行の偏倚がある。または歩行速度は変えられ、ふらつきが持ち直して歩き続けることができる。
- (0) 重度障害：歩行速度を変えられず、もしくはバランスを崩し壁に触ってしまうか支えられなければならない。

### 3. 頭を横(左右)に動かしながら歩く

説明：自分のペースで歩き始め、頭を右に向ける指示で頭を右に向けたまま、次に左を向く指示で頭を左に向け、最後に正面を向く指示で正面を向いて歩いて下さい。

- (3) 正常：歩行に変化を来たさずに頭をスムーズに回すことができる。
- (2) 軽度障害：頭をスムーズに回せるがわずかに歩行速度が変わる。なめらかな歩行が少し阻害されるかまたは補助を必要とする。
- (1) 中等度障害：歩行速度が中等度変化しながらも頭を回転させられる。歩行がやや遅くなりよめくがりカバーし歩き続けられる。
- (0) 重度障害：通路の横幅(38cm)をはみ出す。もしくはバランスを崩し壁に触ってしまうか、つかまれなければならない、または止まってしまうなど歩行が著しく障害される。

### 4. 頭を縦(上下)に動かしながら歩く

説明：自分のペースで歩き出し、頭を上に向ける指示で上を見上げて歩き続け、次に下を向く指示で頭を下に向けて歩き、最後に正面を向く指示で、まっすぐ歩いてください。

- (3) 正常：歩行に変化を来たさずに頭をスムーズに回すことができる。

- (2) 軽度障害：頭をスムーズに回せるがわずかに歩行速度が変わる。

- (1) 中等度障害：歩行速度が遅くなるが、歩き続けられる。
- (0) 重度障害：歩行通路の幅(38cm)より横にはみ出す。または止まってしまうなど歩行が著しく障害される。

### 5. 歩いてターンする

説明：自分のペースで歩き始め、「ターンして」と言ったら、なるべく速く180度回って止まってください。

- (3) 正常：バランスを崩さずに3秒間のうちに安全にターンし止まることができる。
- (2) 軽度障害：3秒を越えるが安全にターンできバランスを崩さずに止まれる。
- (1) 中等度障害：ゆっくりターンし、ターンして止まるのにバランスを崩して数歩動く
- (0) 重度障害：安全にターンできず、ターンして止まるのに補助が必要である。

### 6. 障害物をまたいで歩く

説明：自分のペースで歩き、障害物(くつ箱)をまたいで越えて歩き続けてください。

- (3) 正常：障害物をまたいで歩くのに歩行速度が変わらず、バランスが崩れない。
- (2) 軽度障害：障害物をまたぐのに歩行速度が遅くなり、歩数の調節を必要とする。
- (1) 中等度障害：障害物をまたぐのに一旦歩行を止める。
- (0) 重度障害：補助なしでは行えない。

### 7. 障害物をよけて歩く

説明：自分のペースで歩き、最初の障害物(コーン)を右側へ、2つ目の障害物(コーン)を左側によけて歩いてください。

- (3) 正常：障害物をよけて歩くのに歩行速度が変わらず、バランスが崩れない。
- (2) 軽度障害：両方の障害物をよけて歩くのに歩行速度がやや遅くなる。
- (1) 中等度障害：両方の障害物をよけるのに明らかに歩行が遅くなる。
- (0) 重度障害：補助なしでは行えない。

### 8. 階段歩行

説明：階段を上に着いたら降りてきてください。必要であれば手すりを使ってください。

- (3) 正常：足を交互に出して行うことができ、手すりをうけない。
- (2) 軽度障害：足を交互に出して行うことができるが、手すりをうける。
- (1) 中等度障害：一歩ごとに足をそろえ、手すりをうける。
- (0) 重度障害：安全に行うことができない。

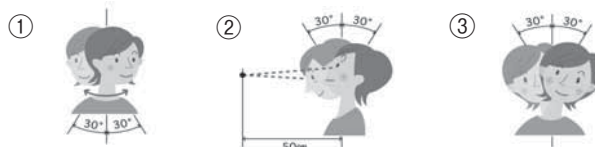
【附図】

## めまい・平衡のリハビリテーション

奈良県立医科大学附属病院 耳鼻咽喉・頭頸部外科

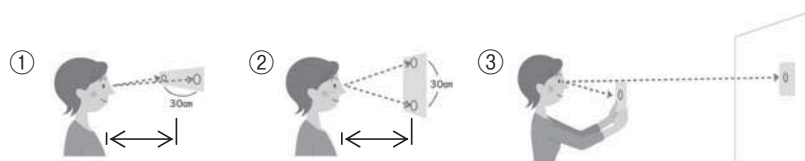
### A. 頭位変換運動

眼前50cmの指標を固視して  
①頭を前後に30度屈曲・進展  
②頭を左右に30度回転  
③頭を左右に30度傾斜  
(各10往復、1日2回)



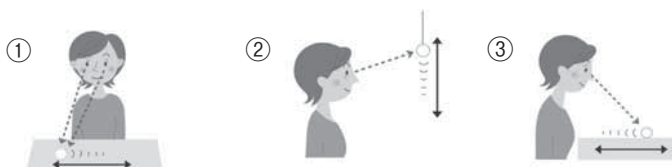
### B. 眼球を速く動かす運動

眼前50cmの指標  
①左右  
②上下  
③前後の点を  
頭を動かさずに交互に注視  
(各10往復、1日2回)



### C. 眼球をゆっくり動かす運動

眼前50cmの指標  
①左右  
②上下  
③前後に動く指標を  
頭を動かさずに見続ける。  
(各10往復、1日2回)



### D. 立位保持

① 閉脚 (a) と継ぎ足  
(b) での立位保持  
(開・閉眼各5-10分、1日2回)  
② 足踏み  
(開・閉眼各50-100歩、1日2回)



### E. 体位変換運動

① 臥位⇄座位  
② 左側⇄右側臥位 (寝返り)  
③ 座位⇄立位  
の体位に交互に動かす  
(各10回、1日2回)



### F. 歩行

歩行する。  
(1日1000-5000歩)





### 3) 総合的自己評価

運動訓練の各項目についてどれくらい実施できたか、まためまい感やふらつきの程度や日常生活動作が訓練前に比べてどれだけよくなったかを visual analog scale 方式で表し、自覚的な素点で評価する。

## IV トレーニング手技と実際

平衡のリハビリテーションは、めまい平衡障害の治療法の一つとして確立されており、本邦でも平衡訓練の基準が提示され、北里大学方式、岐阜大学方式、信州大学方式などが紹介されている。

ここでは奈良県立医科大学附属病院耳鼻咽喉科で行っている平衡リハビリテーション法(附図)を解説する。トレーニング法は1) 視性-前庭性眼球運動機能、2) 姿勢制御機能、3) 体位変換調節機能、4) 歩行機能 の4つの平衡機能の改善・向上を目的とし、A～Fの6項目からなる。疾患の病態生理や臨床症状、経過に適応したトレーニング法をA～F(オプションを含む)のカテゴリーから選択して、トレーニングプログラムを作成している。さらに患者の年齢、バランス能力に応じて適宜、カスタマイズも行っている。患者にはプログラムの内容について詳細に説明した上で、トレーニングの意義と方法をよく理解し積極的に行ってもらうことが重要である。1回20-30分間、1日2-3回、3~6か月連日自宅で行って、同時に訓練日誌も記入してもらう。最初は回数と時間を少なくして平衡機能の向上とともに徐々に増やしていく。

### 1) 視性-前庭性眼球運動のトレーニング(附図-A, B, C)

前庭障害者では頭部を動かすと一瞬のめまい・ふらつき感、動揺視などが生じる。健常者では側方にあるものを見ると、頭を回転させてもVOR(頸部が廻れば頸性眼反射)と視性眼球運動補正(景色ならOKR、対象物ならpursuit/saccade)が働き、眼球の位置を一定に保とうとする機転が働く。そのため、対象物や景色をぶれずに視ることが可能でこのときふらつき感や動揺視は生じない。しかし前庭に障害が生じるとVORの利得が著しく低下し、視性眼球運動の補正も及ばないので、頭部を動かすと一瞬のふらつき感、動揺視などの症状が起こることになる。これを改善するために、VORと視性眼球運動の機能充進を目的に、頭部運動中の固視(A)と視性眼球運動(B: SaccadeとC: Pursuit)のトレーニングが提唱されている。平衡機能が向上すれば、患者の能力に合わせて、Aに関しては、①頭部回転の変速 ②振幅の増幅(45度)③チェック模様や縞模様の視標 ④閉眼 ⑤頭部運動の反対側への視標の移動 ⑥頭部運動に同期させて視標を移動 ⑦立位、Bでは、①眼球運動の変速 ②視標の増幅(倍)(視標を視てから遅れて頭部を視標に回転)、Cにおいては、

①視標の変速 ②視標の増幅(視標を追跡しながら頭部を回転)、などの項目をオプションとして随時追加する。

### 2) 姿勢制御トレーニング(附図-D)

姿勢は、視覚系と前庭系、体性感覚系の相互作用で中枢統合された平衡制御システムにより調節されている。しかし、慢性化した前庭障害例においては、これらの3つの平衡感覚の情報入力中枢で相互に不協調を起こし、再構築されるべく平衡制御システムが未完成のままにあると想定される。したがって、正常な平衡制御システムを完成させるためには各平衡感覚の相互の不協調を改善させる、すなわち依存性を変化させるトレーニングプログラムを計画する必要がある。視覚入力を増強したいときは体性感覚入力を遮断、体性感覚入力を増強する際には視覚入力を遮断、前庭覚入力を増強したいときには視覚と体性感覚入力を遮断するトレーニングをそれぞれ行って、各平衡感覚の依存度を再校正する。

さらに、トレーニング中にはバランスのイメージをもつことが、各平衡感覚の依存度を調整するのに重要となる。バランスのイメージとは身体のバランス中心点がどのように動いているか意識することである。このバランス中心点は身体を中心(Center of mass: COM)で表され、姿勢に応じて変化するがおよそ床から身長54-57%に位置するとされている。トレーニングする際には、単にタスクをこなすのではなくバランス中心点が重心鉛直軸よりずれないようにイメージすることも正しい姿勢制御機能の獲得に重要と思われる。実際には、このようなバランスイメージを保ちながら、附図-Dに示したように、RombergとMann姿勢での姿勢保持を開眼・閉眼で行い、能力に応じて、①メモリーフォーム上 ②頭部回転をオプションとして追加する。

### 3) 体位変換トレーニング(附図-E)

体位変換をしたときの血圧維持に加えて、起立時などにおける脳血流再分布など、平衡制御には循環・自律神経系の役割も重要な部分となる。本トレーニングでは体位変換をさせて、前庭入力に対する中枢の慣れや適応現象の充進のみならず、血圧・循環維持調節システムを強化することも目的としている。

### 4) 歩行トレーニング(附図-F)

歩行は、さまざまな条件下で多種多様な感覚情報が身体に入力し、中枢で統合された結果バランスを制御して、最終的に筋および骨・関節機能を通して表出された運動機能であるので、総合的な平衡のリハビリテーションとなる。最初は床が平らで障害物のない環境下ではほぼ直進歩行を行い、その後は平衡能力に応じて、①頭部運動などを加えた歩行(DGI歩行)②坂道、凸凹道、階段歩行③デパート、スーパー、美術館での歩行をオプションとしてchallengingに行う。

また、本来、平衡リハビリテーションには、筋力や骨・



関節自体の訓練も必要と考えられるが、当科ではこのような効果器機能を強化する意味合いも兼ねて、歩行トレーニングを勧めている。

## V 治療概念とトレーニングプログラム

平衡リハビリテーションの治療目的にはその概念から1) 平衡適応(前庭代償)の促進、2) 平衡感覚の置換・代用、3) 慣れ(耐性)現象の習得が挙げられる。当科ではめまい・平衡障害が起こっている病態生理からこれらの治療概念に適応するトレーニング法(附図)を選択し特有のプログラムを作成している。

### 1) 平衡適応(前庭代償)の促進

一側の前庭器官が不可逆な損傷を受けると、中枢前庭系には神経機能の左右差を是正するために神経回路を再編成させる特有の機転が働く。これが前庭代償と呼ばれる回復過程であり、めまいや平衡障害は時間の経過とともに改善していく。しかし、代償が停滞・遅延すると前庭核の神経活動は完全に均衡補正されないで、前庭眼反射(Vestibular Ocular Reflex: VOR)や前庭脊髄反射(Vestibular Spinal Reflex: VSR)の低下が続き、頭位変換や体動に伴うめまい症状も持続する。このような症例に対しては、正常に働く健側前庭覚の入力を増強させることにより、中枢前庭における神経活動の不均衡を是正する、平衡代償を促すトレーニングプログラムを計画する。このトレーニングで使用するモダリティの主体は前庭覚である。視覚や体性感覚を過度に使用すると依存性が高まり、かえって代償が進まない可能性がある。対象は一側前庭障害(完全/不完全)や両側前庭障害(不完全)症例で、前庭神経炎、めまいを伴う突発性難聴、Hunt症候群、第8(前庭)神経切断術後、迷路破壊手術後などが該当する。実際には、視性-前庭性(頸性)眼反射を亢進・調整するトレーニング(A)や視性眼球運動であるSaccade(B)とpursuit(C)の機能を高めるトレーニング、さらには視覚や体性感覚が遮断された環境で姿勢制御トレーニング(D)や歩行トレーニング(F)を行う。例えば、Dは閉眼下メモリーフォーム(座布団、クッションなどでもOK)上で、Fは可能ならサングラス装着、砂利道、凸凹道、水中で試みる。

### 2) 平衡感覚の置換・代用

前庭器官が両側ともに廃絶されて前庭機能がまったく存在しなければ、前述した代償機構はもはや稼動しないので、失われた前庭覚の代わりに視覚と体性感覚を用いるプログラムを設定する。これは他の平衡覚を用いて身体に新たな平衡制御機構を導く理論に基づくものであるが、両側前庭廃絶例では、各平衡感覚はミスリードされて中枢で協調されていないケースが多いので、平衡調節するのにどの感覚に依存してどの感覚を使用しているのかを評価するこ

とが必要である。発症初期には視覚依存で、後に体性感覚の依存度が増加してくる報告もあるが、個々によって異なる。このプログラムで使用するモダリティは視覚と体性感覚であるが、器質的な視覚障害や筋・関節障害などを伴えば、それらに対する治療も当然必要となる。トレーニング法としては、眼-頭の協調運動機能を高めるために前庭性以外の眼球運動を用いるプログラムを計画する。A, BおよびCのトレーニングを選択して、頸性眼反射の利得増加やSaccade振幅の増幅、Corrective saccadeの使用により消失したVORを補う。それと同時に代用感覚の強化のため、Dのオプショントレーニングを施行する。開眼下メモリーフォーム上で視覚入力 of 促進を、閉眼下ハードフロア裸足で体性感覚入力の促進を、さらに開眼下ハードフロア裸足で視覚と体性感覚の両方の強化を試みる。

### 3) 慣れ(耐性)現象の習得

頭位変化など何らかの誘因により、障害部位(不完全・可逆)からの異常シグナルが前庭神経核に伝達されると、めまいが発症する。このような病態生理を有する症例に対して、めまいを誘発する条件を繰り返すことによって前庭中枢に慣れ(耐性)現象を促すトレーニングを行う。同現象が獲得されれば、たとえ、シグナルが入力されても中枢が耐性を示しめまいを減弱できる。使用するモダリティは前庭覚で、頭位性めまい症、メニエール病、BPPVなどが対象となる。めまいの誘発頭位や体位を反復するトレーニングプログラム(例えば閉眼下AやEなど)を計画する。

## 参考文献

- ・ 時田喬ほか：平衡訓練の基準。Equilibrium Res 49: 160-167, 1990.
- ・ 松永 喬：めまいのリハビリテーション。耳喉頭頸 65: 541-552, 1993.
- ・ Cawthorne T: Vestibular injuries. Proc Roy Soc Med 39: 270-273, 1946.
- ・ Cooksey FS: Rehabilitation in Vestibular Injuries. Proc Roy Soc Med 39: 273-278, 1946.
- ・ Herdman SJ, Borello-France DF, Whitney SL: Treatment of Vestibular Hypofunction. Vestibular Rehabilitation, FA Davis Company, Philadelphia, 1994, 287-315.
- ・ Horak FB, et al: Effects of vestibular rehabilitation on dizziness and imbalance. Otolaryngol Head Neck Surg 106: 175-180, 1992.
- ・ Shepard NT, et al: Vestibular and balance rehabilitation therapy. Ann Otol Rhinol Laryngol 102: 198-205, 1993.
- ・ 徳増厚二：めまい・平衡障害のリハビリテーション。耳喉頭頸 61: 257-264, 1989.
- ・ 田口喜一郎, 他：信大方式家庭内平衡訓練-身体の動揺の研究 第30報-. 耳鼻臨床 補38: 1-6, 1990.

## 第26回日本めまい平衡医学会医師講習会抄録集

---

発行日：平成21年6月5日

会 長：宇佐美 真一

信州大学医学部耳鼻咽喉科

〒390-8621 長野県松本市旭3-1-1

TEL:0263-37-2666 FAX:0263-36-9164

制 作：(株)セカンド  株式会社セカンド

〒862-0950 熊本市水前寺4-39-11 ヤマウチビル1F

TEL:096-382-7793 FAX:096-386-2025