

博士〈感覚矯正学〉論文

「後天性眼球運動障害」に及ぼす
視能矯正効果の客観的指標の開発

2016年9月

難波 哲子

川崎医療福祉大学大学院

目 次

第 1 章 序章	1
I . 後天性眼球運動障害 (AOMD) の概要	1
1. AOMD の定義と発症機序	1
2. AOMD の障害部位別の主要病因と発生頻度	2
3. AOMD の臨床症状の特徴	4
4. AOMD 患者の自覚症状	5
5. AOMD 患者に対する視能矯正	7
6. AOMD 患者に対する視能矯正効果の判定	12
II . 研究のための倫理的問題と配慮	12
第 2 章 健常者の静的身体平衡機能検査	14
I . 目的	14
II . 対象および方法	14
1. 対象	14
2. 方法	15
III . 結果	18
1. 健常若年者の重心位置と重心動揺	18
2. 健常中高年者の重心位置と重心動揺	19
3. 健常若年者と健常中高年者の重心位置と重心動揺の比較	21
IV . 考按	21
1. 開眼, 閉眼, 視覚フィードバック条件の身体平衡機能	21
2. 加齢による身体平衡機能の変化	22
3. 重心動揺の方向と年齢	23
V . 結論	24

第 3 章 後天性眼球運動障害患者の年齢による視能矯正効果の比較	25
I. 目的	25
II. 対象および方法	26
1. 対象	26
2. 方法	27
III. 結果	30
1. AOMD 患者の治療前後の臨床症状の変化	30
2. AOMD 患者の若年者および中高年者の重心位置と重心動揺	30
3. AOMD 患者の若年者と中高年者における変化率の比較	33
4. AOMD 患者に対する検査法の違いによる測定結果の相関	34
IV. 考按	35
1. 有効視野情報の影響	35
2. 健常者の標準値と AOMD 患者の重心位置と重心動揺の比較	36
3. AOMD 患者の治療前後における静的身体平衡機能	37
V. 結論	38
第 4 章 全体総括	40
I. 本研究の成果と意義	40
II. 健常者の静的身体平衡機能	44
III. AOMD 患者の年齢による静的身体平衡機能の視能矯正効果	44
IV. AOMD 患者に対する視能訓練士の役割	46
文献	49
図表	60

第 1 章 序章

I. 後天性眼球運動障害 (AOMD) の概要

1. AOMD の定義と発症機序

後天的に生じた眼球運動障害や眼球運動神経麻痺に伴う麻痺性斜視を後天性眼球運動障害 (Acquired Ocular Movement Disorder: AOMD) という。AOMD は核上性、核および核下性神経麻痺、神経筋接合部障害、筋障害、さらには機械的運動障害が含まれる。眼球運動 (両眼・単眼) の発生機序は皮質中枢、中間中枢からの命令が眼球運動神経核に伝達され、眼球運動神経を通過して神経筋接合部を経て、外眼筋に到達し眼球運動が起こる。この間のいずれの部位に病変がおこっても眼球運動が障害される^{1,2)}。また、この経路が正常であっても、外眼筋自体に機械的な障害が起こると眼球運動が障害されることがある。このように眼球運動障害が起こったとき、外眼筋麻痺という。これに対して、瞳孔筋や毛様体筋のような内眼筋の麻痺を内眼筋麻痺といい、外眼筋麻痺と内眼筋麻痺を合わせて眼筋麻痺という。一般に眼筋麻痺とは外眼筋麻痺を指すことが多い。AOMD は動脈瘤や腫瘍などの脳内病変、糖尿病や高血圧などによる血管性病変、頭部外傷や内分泌性疾患等の神経・筋の障害により眼球運動が後天的に障害されて発症する。また、脳神経疾患後の二次的機能障害として、あるいは加齢等の外眼筋の筋力低下によって引き起こされる³⁾。

外眼筋麻痺による眼位異常発生のプロセスはまず麻痺筋の弛緩が起こり、ついで二次的に同側眼の拮抗筋の痙縮が発生し偏位が生ずる。その結果、複視を自覚し両眼視機能障害が起こり日常生活での障害が

著しく高まる。

眼筋麻痺の診断には①眼位検査，②眼球運動検査，③頭位異常の検査，④眼球偏位の定量検査（Hess 赤緑試験），⑤注視野検査，⑥筋電図（Electro-myogram: EMG），⑦眼球電図（Electro-oculogram: EOG）などが用いられる⁴⁾。

外眼筋麻痺による眼位異常の防止は困難な問題であるが，積極的な予防法は視能訓練による療法である⁵⁾。

2. AOMD の障害部位別の主要病因と発生頻度

1) 動眼神経麻痺の原因

動眼神経は脳外へ出てから脳底を前方へ向って進み，海綿静脈洞の中を通過して，上眼窩裂から眼窩へと入り，上下の2枝に分かれる。上枝は眼瞼挙筋と上直筋を，下枝は内直筋，下斜筋，下直筋，瞳孔括約筋および毛様体筋を支配する。眼窩に入るまでの病変では，一眼の全動眼神経麻痺を起こすが，他の神経も侵されて全眼筋麻痺の形をとることもある。眼窩内の病変では，個々の筋の麻痺，上枝の障害では眼瞼挙筋と上直筋が麻痺する。Rucker^{6,7)}，Green⁸⁾およびGoldsteinら⁹⁾の報告の原因別頻度によると，原因不明のものも頻度は高いが，動脈瘤，糖尿病を含む血管障害，外傷および新生物などの頻度が高い。

2) 滑車神経麻痺の原因

後天性滑車神経麻痺は後天性上斜筋麻痺と同義語である。外眼筋を支配する3つの脳神経のうち滑車神経の走行は比較的長いため，外傷

による影響を受けやすい。上斜筋のもつ下転・外転・内方回旋の作用が制限されることより，日常視で最もよく使用する下方視において複視が顕著に現われ，日常生活に支障をきたす。そのため，後天性上斜筋麻痺の多くは，複視，眩暈，動揺視，船酔い気分，眼性頭位異常などの自覚症状を訴える。Rucker^{6,7)}，Burgerら¹⁰⁾の報告にみられる原因別頻度によると，頭部外傷の頻度が最も高く，糖尿病を含む血管障害，新生物がそれについて高い。

3) 外転神経麻痺の原因

Rucker^{6,7)}，Richardsら¹¹⁾およびShraderら¹²⁾によると外転神経麻痺の原因別頻度は，原因不明のものが1/4にみられる。報告者によって頻度にバラツキはあるが，新生物，糖尿病を含む血管障害，多発性硬化症，外傷の頻度が比較的高い。

4) 複合神経麻痺の原因

Rucker^{6,7)}による複合神経麻痺の原因別頻度では，動眼神経麻痺と滑車神経麻痺の合併は動脈瘤，新生物，頭部外傷および原因不明がそれぞれ約1/5を占めている。動眼神経麻痺と外転神経麻痺の合併は新生物，頭部外傷および原因不明がそれぞれ約1/4を占め，動脈瘤は約10%である。滑車神経麻痺と外転神経麻痺の合併はほとんど見られない。

3. AOMD の臨床症状の特徴

1) 眼球偏位

眼筋麻痺が起こると、麻痺筋の緊張が失われ、その拮抗筋が優位となって、一眼の視線が目標とは別の方向へ向かうようになる。すなわち、眼球偏位が起こり、これを麻痺性斜視という。この眼球偏位の方法は麻痺筋の働く方向と反対の方法である。眼球偏位を偏位の方法によって分けると、①水平偏位（内斜視・外斜視）、②上下偏位（上斜視・下斜視）、③回旋偏位（内方回旋斜視・外方回旋斜視）があり、これらが単独あるいは組み合わせで起こる。

2) 眼球運動障害

眼筋麻痺が起こると、その筋の働く方向への眼球運動障害が起こる。外直筋麻痺では外引き障害、内直筋麻痺では内引き障害、上直筋麻痺では上引き、特に上外引き障害、下直筋麻痺では下引き、特に下外引き障害、下斜筋麻痺では上引き、特に上内引き障害、上斜筋麻痺では下引き、特に下内引き障害である。

3) 頭位異常

眼筋麻痺が発症後、麻痺筋の働く方向の反対方向をみると、眼球偏位が少なくなる。そのため、眼筋麻痺では麻痺筋を働かせないような方向が正面にくるように顔を向ける。このように原因があって起こる頭位異常を眼性頭位異常といい、そのうち①頭部を傾斜させるのを眼性斜頸といい、②顔の回転、③顎の上げ下げがある。①頭の傾斜は眼

位のまわしずれによる複視を軽減するのに役立つ，②顔の回転は水平眼位ずれによる複視を修正するのに役立つ，③顎の上げ下げは上下の眼位ずれによる複視を修正するのに役立つ。

4) 後天性眼球運動障害の代表例の特徴

後天性上斜筋麻痺では，上斜筋は内方回旋作用を有するため，麻痺では外方回旋を示し，特に麻痺筋の作用方向の下方視で強くなり，階段が傾いて降りにくいなどと訴える。また，患者は患側に頭部を傾斜させると上下偏位が増加する Bielschowsky 頭部傾斜試験が陽性である。そのため，患者は健側に頭部を傾斜させ，少し顎を引いた頭位をとる。眼位は第 1 眼位にて上斜視，外方回旋斜視，外斜位または外斜視，輻湊不全の症状が認められ，融像能力の減弱を伴う。受傷から治療開始までの期間は，受傷数日から 10 年以上経過していることがある。治療は視能訓練のみのものであれば，視能訓練に斜視手術，ボツリヌム毒素療法を行うものもある。斜視手術は局所麻酔が可能であれば，眼位，両眼視の機能回復の状況をみながら局所麻酔下で計測手術を行う。

4. AOMD 患者の自覚症状

1) 複視

複視とは物体が 2 つに離れて見える状態をいう。1 つの物体が，両眼の網膜の非対応点に同時に結ばれた結果起こるものである。眼位および眼球運動に障害があると，両眼の視線がずれるために複視を生じ

る。複視は麻痺筋の働く方向をみるとき著明になる。

2) 定位の誤認

麻痺眼でものをみてそれを取ろうとするときに固視した位置と実際に視物のある位置とを誤ることをさしこし現象，または定位の誤認という。麻痺筋の作用方向に眼を向けようとするとき、本来ある位置よりもさらにずれたところを指す。これは **Hering** の法則にしたがい、麻痺筋に正常より過大なインパルスが送られ、本来ある位置よりも麻痺筋の働くべき方向に、さらにずれたところにあると感ずるためである。この現象は神経支配と外眼筋の自己受容器（**proprioception**）の混乱によって引き起こされた実際空間の目標と自己局在の誤りにより起こるとされている¹³⁾。これは新鮮な麻痺の場合に著明にみられるが、陳旧化するにつれて消失するといわれている。

3) 眼性眩暈

眼筋麻痺があると眩暈，悪心，嘔吐を起こすことがある。この眼性眩暈は麻痺筋の働く方向をみるときに著明となり，反対方向に向けると軽くなる。また，麻痺眼を遮閉するとただちに消失する。眼性眩暈は複視，混乱視，あるいは定位の誤認などとともに起こる。先天性の眼筋麻痺や後天性でも長期に麻痺が続くとこれらの自覚症状は消失する傾向にある。それは麻痺眼からの印象を無視するように抑制がかかるためである。あるいは，はりあい筋の収縮によって眼位ずれは増大し，網膜像はさらに周辺になって感じられなくなるためである。

5. AOMD 患者に対する視能矯正

高齢化社会において視能矯正は AOMD 患者にニーズが高まっている¹⁴⁾。そこで、我々は AOMD 患者に対する視能矯正に関して、川崎医科大学眼科学教室および川崎医療福祉大学医療技術学部感覚矯正学科において研究を行った。我々の既報論文の要約を記載する。詳細は論文を参照のこと。

1) 外傷性上斜筋麻痺の視能矯正（深井ら 1985¹⁵⁾）

外傷に起因した片眼性上斜筋麻痺 10 例に対して、計測斜視手術と視能訓練を行った 7 例と視能訓練のみで良好な経過を得た 3 例について分析を行った。視能訓練は融像幅増強訓練、融像側方移動訓練を行った。麻痺筋の作用方向での機能回復は訓練を繰り返し、反復刺激を与えることにより、麻痺筋への持続的な収縮が起こり、麻痺筋の拮抗筋の攣縮が除去され、麻痺筋にも従来の活力が出てくることが推察された。したがって、後天性の片眼性上斜筋麻痺は早期に視能訓練を行い十分効果が安定するまで治療を続ければ、麻痺筋の作用方向での機能回復が得られる。手術適応は発症後 6 か月以上過ぎたもので、垂直偏位が 10° 以上のものであれば計測斜視手術の適応となり、術後より視能訓練の併用が望ましい。

2) Blowout fracture に対する視能訓練（椎原ら 1991¹⁶⁾）

Blowout fracture 例に対して積極的な視能訓練を行い、その有効性について考察した。視能訓練は Blowout fracture の非手術例、眼窩壁整復

手術と斜視手術後の症例に輻湊訓練，眼球運動訓練，融像訓練を患者の症状，理解力に応じて行った。視能訓練のみで Cure1 完全治癒したものは 75 %，Cure2 ほぼ治癒したものは 25 %であった。手術療法と視能訓練併用例では，Cure1 完全治癒は 31 %，Cure2 ほぼ治癒は 54 %であった。視能訓練のみで完全治癒にもちこめたものは 75 %で良好な結果が得られ，Blowout fracture に対する視能訓練の有効性を認めた。さらに，骨折部位とその程度，斜視角と外眼筋の運動障害の程度が視能訓練の有効性と密接な関係があることが判明した。

3) 光学的視能矯正（難波ら 1993¹⁷⁾）

頭位異常または複視を伴った眼位性眼振，general fibrosis syndrome，麻痺性外斜視および小脳腫瘍摘出後の内斜視の 4 症例を対象にして，フレネル膜プリズム（膜プリズム）療法を行った。膜プリズム眼鏡を装用して，3 か月～6 年で頭位異常あるいは複視が軽減し，視力，眼位，両眼視機能の改善が認められた。膜プリズムを用いた光学的視能矯正は，適応範囲が広く視機能の改善に有用な方法であることがわかった。

4) AOMD の視能訓練の統計学的観察（橋本ら 1998¹⁸⁾）

川崎医科大学附属病院眼科視能矯正クリニックにおいて，過去 23 年間に後天性眼球運動障害（AOMD）に対して積極的視能訓練を施行した 296 例について，視能訓練数の推移，AOMD の障害部位と発症原因の統計学的分析を行った。23 年間の対象期間は I 期から III 期に分類した。視能訓練数の推移は I 期（1974 年 6 月～1981 年 11 月）39 例，II

期（1981年12月～1989年5月）121例，Ⅲ期（1989年6月～1996年12月）136例でⅠ期に比べⅢ期では3.6倍の増加を示した。中高年者（40歳以上）の視能訓練数は6.7倍の増加を示した。障害部位は眼窩機械的障害の割合がⅠ期20.5%，Ⅱ期24.8%，Ⅲ期22.8%と常に高率を占めた。Ⅰ期と比較して，Ⅲ期では筋性障害が6.2倍の増加を示したが，核下性障害は0.8倍の減少を示した。発症原因は頭部外傷と眼窩機械的障害が高率を占め，Ⅰ期64.1%，Ⅱ期53.7%，Ⅲ期50.7%を占めた。内分泌障害は5.9倍，脳血管障害2.0倍，炎症2.3倍を示した。中高年者の社会復帰と全身疾患に伴う二次的機能障害によるAOMDに対して，今後視能矯正ニーズは高まることが判明した。

5) AOMDの発症原因別の視能訓練成績（新井ら1998¹⁹⁾）

川崎医科大学附属病院眼科視能矯正クリニックにおいて，過去23年間の後天性眼球運動障害（AOMD）例の視能訓練成績を障害部位，発症原因別に検討し，視能訓練への影響因子を分析した。その結果，AOMD 296例中融像域30°以上獲得の治癒度Ⅰは132例（45%），融像域30°未満獲得の治癒度Ⅱは131例（44%）であった。障害部位別では脳神経麻痺の治癒度Ⅰは滑車神経麻痺62%，外転神経麻痺52%，動眼神経麻痺33%であった。発症原因別の治癒度Ⅰは脳血管障害60%，頭部外傷43%を示した。動眼神経麻痺と滑車神経麻痺の原因は頭部外傷が多く，次に脳血管障害で，動眼神経麻痺の頭部外傷の治癒度は低かった。動眼神経麻痺の頭部外傷例は完全麻痺で脳損傷が多く，訓練開始時期6か月以上と遅いために約半数に異常再生がみられた。滑車

神経麻痺は脳損傷例が少数で、軽症例が多く、訓練開始時期 6 か月未満に高い治癒度を得た。高い視能訓練効果の獲得には訓練前の詳細な病態分析と早期視能訓練が重要であることが明らかになった。

6) AOMD の視能訓練の適応と予後（張田ら 1998²⁰⁾）

視能訓練により治癒度 I を獲得した片眼性後天性上斜筋麻痺 20 例を対象に、麻痺筋（上斜筋 Superior oblique muscle : SO）と拮抗筋（下斜筋 Inferior oblique muscle : IO）の作動量を Hess chart により 3 型に分類して、融像域の獲得経過を検討した。症例は発症から治療開始までの期間で、2 グループに分類した。0.5~9 か月を A 群とし視能訓練施行例で 14 例、9~144 か月を B 群とし視能訓練と斜視手術施行例で 6 例である。SO と IO のズレが同量を I 型、SO の不全が 5°以上大きいズレを II 型、IO の過動が 5°以上大きいズレを III 型とした。I 型は正面視で融像があり訓練直後より融像域の改善が認められた。視能訓練の最適応は II 型であり、正面視での融像を獲得させると SO または IO の方向から融像の改善が認められた。III 型は SO とは反対側の下方視野内で融像が安定化し、SO の作用方向から融像の拡大が認められた。I 型で自覚症状が強い場合は斜視手術の併用により良好な経過が得られた。眼球運動障害の程度により訓練の適応と予後の把握が可能であると推察された。

7) 後天性上斜筋麻痺における身体平衡機能の評価（難波ら 2000²¹⁾）

後天性上斜筋麻痺の静的身体平衡機能を視能矯正前後で分析し、定

量検査としての有用性について検討した。川崎医科大学附属病院眼科視能矯正クリニックで視能矯正を施行した後天性上斜筋麻痺 10 例について、視能矯正前後に身体平衡機能測定装置 **Balance Master** を用い、開眼、閉眼および中心固視目標がある場合の 3 通りの条件にて静的身体平衡機能の重心位置偏位量の測定を行った。視機能は眼位、回旋偏位、診断的むき眼位、融像域などを測定した。その結果、後天性上斜筋麻痺の静的平衡機能検査において、視能矯正前に比較して視能矯正後は、開眼、閉眼時ともに重心位置偏位量が有意に改善した ($P < 0.05$)。また中心固視目標がある場合は、視能矯正前後ともに重心位置偏位量が減少した。視能矯正後は後天性上斜筋麻痺の全例に視機能の改善があり、これが外眼筋自己受容器の活動性の変化に影響を与えた^{22,23)}と考えられた。後天性上斜筋麻痺の静的身体平衡機能は、**Balance Master** を用いて定量的に表すことが可能であり、視能矯正前後の客観的検査法としての有用性が認められた。

8) 中高年者 AOMD の視能訓練と身体平衡機能検査 (難波 2002²⁴⁾)

中高年者では眼球運動障害の発生に伴う視機能のトラブルが多く、その中でも融像障害は視能訓練の対象となる。眼球運動障害の中でも後天性上斜筋麻痺は、視能訓練が奏功して自覚的改善が得られる例が多いが、治療効果の評価には自覚的および客観的評価を組み合わせる必要があると考えられる。そこで定量的検査が可能な身体平衡機能測定装置 **Balance Master** を用いて治療前後で静的身体平衡機能の分析を行い、視能訓練等による視機能の改善と身体平衡機能との関係に

ついて検討した。視能訓練は融像訓練，衝動性眼球運動訓練，融像分離結合訓練，融像幅増強訓練，融像側方移動訓練を行った。静的身体平衡機能検査では，重心位置偏位量を測定したところ，中高年者の開眼時，閉眼時で治療前に比較して治療後に特に後方への重心位置偏位量の改善が認められた。これらの改善は低下した外眼筋自己受容器の活動性が促進され²³⁾，眼球運動と身体平衡機能に影響を与えたためであると推察した。眼球運動障害による身体平衡機能の低下は，加齢に伴う身体平衡機能の低下と同様，高齢化社会における生活の質(Quality of Life : QOL)を考慮する上で重要であることが示唆された。

6. AOMD 患者に対する視能矯正効果の判定

AOMD 患者は視能矯正の対象となり，衝動性眼球運動訓練，輻湊訓練，融像分離結合訓練など，複数の視能矯正訓練法の適用によって，両眼視機能，眼球運動など視機能の効果的な回復が計られる。しかし，各種視能訓練の効果は訓練後に訓練前と比較し，視能訓練士や患者の主観的評価，特に患者の自覚症状の認知によって判定される場合が多い。したがって，視能訓練の効果の判定には明確な客観的評価基準がなく，視能訓練を担当する視能訓練士は継続的視能矯正訓練の策定だけでなく，訓練効果の判定にも困難を要する場合が多い。このことから現在，客観的な治療評価方法の開発が望まれている。

II. 研究のための倫理的問題と配慮

本研究は眼球運動障害の中でも後天性障害という，患者にとっては

生活の質（Quality of Life : QOL）と視生活の質（Quality of Vision Life : QOVL）にかかわる問題に中心をおいた。また，他覚的検査による視能矯正効果の客観的指標の開発に重点をおいた。出版公表原稿は投稿前に倫理審査を川崎医療福祉大学倫理委員会に申請し（受付番号：No.14-003号），承認を受けた。

第 2 章 健常者の静的身体平衡機能検査

I. 目的

人の身体平衡機能は内耳前庭系，視覚自己受容系および深部知覚系によって調節され，視覚情報と同調して保たれている。視覚情報の量や性質に依存して身体動揺機構が変化し，視覚の障害は身体動揺を増幅することが多くの研究によって明らかにされている²⁵⁻³¹⁾。

安静立位姿勢での身体動揺は静的身体平衡機能の指標として古くから用いられており，両足内側縁を接した Romberg 姿勢では加齢とともに身体動揺が増加することが報告されている³²⁻³⁵⁾。一方，開瞼，閉瞼の両条件とも，ただ単に安静立位姿勢だけでは高齢者と若年者の身体動揺に有意な差がなかったとする報告³⁶⁻³⁸⁾もある。

Hageman ら³⁵⁾の重心動揺の研究対象者は，若年者が 20～35 歳，高齢者が 60～75 歳であった。身体平衡機能検査は，年齢による変化が大きいため，被検者と同年代の健常者の値と比較する必要がある。また，解析項目の数値データは，施設の条件，使用機器により異なる。そこで，今回，我々は AOMD 患者の静的身体平衡機能について，年齢をマッチングさせて，健常者の値を標準値として求めること，および先行研究の未解決点を明らかにすることを目的とした。

II. 対象および方法

1. 対象

対象は健常被検者 44 名とした。1998 年の内閣府（旧経済企画庁）の国民生活白書では中年世代を 40 代～50 代と定義づけている³⁹⁾。そ

こで、今回 40 歳未満の対象者を若年者、40 歳以上の対象者を中高年者として区分した。若年者は 24 名（男性 12 名，女性 12 名，年齢 19～23 歳，平均年齢 \pm SD 21.0 \pm 1.1 歳）であった。中高年者は 20 名（男性 10 名，女性 10 名，年齢 41～65 歳，平均年齢 \pm SD 54.1 \pm 7.1 歳）であった。全ての被検者は眼疾患の既往歴および現在自覚症状を持たない，視力は両眼とも 1.0 以上，Titmus stereo tests（TST）による両眼視機能は 60 秒以下の正常，眼位は正位または斜位，眩暈の既往歴をもたない者とした。

2. 方法

1) 測定装置および測定原理

身体平衡機能は Balance Master MPS-1102（NeuroCom[®] International Inc. 製，USA）を用いた（図 2-1）。被検者は本装置に付属する縦 48.5 cm，横 48.5 cm，高さ 5.5 cm のフォースプレート上の E ラインに外踵を合わせ，両足を身長によって 3 種（76-140 cm = S，141-165 cm = M，166-203 cm = T）に規定された足幅部位のいずれかに踵の外側を合わせて乗った（図 2-2）。フォースプレート底部には X 軸方向に 2 組，Y 軸方向に 2 組の圧力センサーが備えられている。重心位置と重心動揺は被検者の両足底部からフォースプレート上に加わる圧力変位量差から算定される。被検者の両眼間の正中線と同一の高さで，1 m 前方に設置した 13 インチ（視角縦 11.3° \times 横 15.0°）の Cathode Ray Tube（CRT）画面の理論的身体重心位置が，画面の中心位置に X 軸と Y 軸との交点として表示される。実際の被検者の重心位置は理論的身体重心位置より前

方向にある場合は Y 軸（プラス）、後方向へは Y 軸（マイナス）、右側へは X 軸（プラス）、左側へは X 軸（マイナス）に表示されている（図 2-3）。

2) 静的身体平衡機能の測定方法

本測定は上腕を体側に接して自然に降ろした安静立位姿勢での身体重心位置（Postural Position: P.P., 単位は%Limits of stability: %LOS, degree: deg.）と重心動揺（Target Sway: T.S., 単位は%Max Area: %MA）を求めた。測定条件は①両眼を開眼して、固視目標を提示しない正面の CRT 画面全体を見ている EO 条件（No target, eyes open: EO）、②両眼を閉眼したままの EC 条件（No target, eyes closed: EC）、③CRT 画面中央の X 軸と Y 軸の交点に提示した内径が縦 12 mm × 横 12 mm（視角縦 41 分 13 秒 × 横 41 分 13 秒）の固視目標内に縦 9 mm × 横 9 mm（視角縦 30 分 54 秒 × 横 30 分 54 秒）の人型図形に自分の重心位置を合わせる条件（Target, Visual Feedback: VF）であった。VF 条件は視覚情報をもとにして体勢を修正するため、視覚フィードバックと定義した。各条件での測定時間はすべて 20 秒間とした。

3) 重心位置の測定

測定はフォースプレート上の X 軸と Y 軸の交点を被検者の理論的重心位置（0%）として、被検者の身長から算定した、人が転ばずに安静立位姿勢を保持できる前・後・左・右での身体の最大傾斜角度を立位姿勢の安定限界値⁴⁰⁾（Limits of stability: LOS）と設定した。この立位

姿勢の安定限界の傾斜角度は最大左右傾位（各 8 度）、最大前傾位（8 度）、最大後傾位（4 度）を取り入れた⁴¹⁾（図 2-3）。各被検者の最大左右傾位、最大前傾位および最大後傾位における重心位置を 100 %、理論的足圧中心位置を 0 %として、フォースプレート上の被検者の安静立位姿勢での重心位置を、重心の相対値（% LOS）については中心位置からの半径距離とした^{40,42)}。被検者の重心の方向位置（deg）は被検者の直前方を 0 度（360 度）、右前方を 0～90 度、右後方を 90～180 度、左後方を 180～270 度、左前方を 270～360（0）度の座標上に示した（図 2-3）。

4) 重心動揺

重心動揺は被検者の重心動揺範囲を被検者がもつ最大動揺範囲（Max Area: M.A.）に対する割合（%MA）で表記した。重心が全く動揺しない場合を 0 %、重心が中心位置から最大転倒位置まで動揺した場合を 100 %とした。身体長軸の垂線重心は身体が倒れないように細かく揺らぐ様子を足圧中心の軌跡で描記され、これにより起立の平衡制御機能の状態である重心動揺を二次元座標として重心図の上から捉えた。

5) Romberg 率の測定

安静立位時の平衡における視覚寄与の指標とされる Romberg 率は EC 条件の重心動揺を EO 条件の重心動揺に対する比率（R 値）で求めた⁴³⁾。

6) 統計処理

統計処理はバートレット検定を用いて分散が不均一でないことを確認後、パラメトリック検定の一元配置分散分析法 (One-factor ANOVA) を用いて検定を行った。Wilcoxon の符号付順位和検定を用いて、有意水準 5 % 未満を有意差ありと判定した。

7) 倫理的配慮

本研究の実施にあたり、研究対象者に対し、研究の趣旨および倫理的配慮に関する説明をして協力を求めた。本研究は川崎医療福祉大学の倫理委員会の承認 (番号 14-003 号) を得た。

III. 結果

1. 健常若年者の重心位置と重心動揺

表 2-1 に健常若年者 24 名の EO, EC および VF 条件の重心位置と重心動揺の平均値 \pm SD を示した。

1) EO 条件の重心位置と重心動揺

X 軸と Y 軸の交点はフォースプレート上に加わる被検者の安静立位姿勢での重心位置と重心動揺を示した (図 2-4)。EO 条件の健常若年者の安静立位姿勢での重心位置は 24 名中 18 名が理論的重心の中心から前方に位置していた。右後方に重心があったのは 3 名であった。残りの 3 名は左後方に重心が存在していた。健常若年者の EO 条件の重心位置は P.P.: 9.30 ± 15.84 %LOS, 重心動揺は T.S.: 0.01 ± 0.08 %MA であ

った。

2) EC 条件の重心位置と重心動揺

健常若年者 24 名の EC 条件の重心位置は身体重心が理論的重心の中心から前方に位置していたのは 17 名で、5 名が右後方、2 名が左後方に位置していた。健常若年者の EC 条件の重心位置は P.P.: 7.36 ± 17.67 %LOS, 重心動揺は T.S.: 0.01 ± 0.08 %MA であった。

3) VF 条件の重心位置と重心動揺

健常若年者 24 名の VF 条件の重心位置は身体重心が理論的重心の中心から前方に位置していたのは 11 名であった。重心が右後方に位置していたのは 9 名、左後方に位置していたのは 4 名であった。健常若年者の VF 条件の重心位置は P.P.: -0.03 ± 1.16 %LOS, 重心動揺は T.S.: 0.01 ± 0.05 %MA であった。

4) 重心位置と重心動揺の Romberg 率

健常若年者の重心位置と重心動揺の Romberg 率はどちらも 1.42 であった。

2. 健常中高年者の重心位置と重心動揺

表 2-2 に健常中高年者 20 名の EO, EC, VF 条件の重心位置と重心動揺の平均値 \pm SD を示した。

1) EO 条件の重心位置と重心動揺

健常中高年者 20 名のうち理論的重心の中心から前方に位置していたのは 19 名であった。重心位置が右後方にあったのは 1 名であった(図 2-5)。健常中高年者の EO 条件の重心位置は P.P.: 17.43 ± 13.32 %LOS, 重心動揺は T.S.: 0.00 ± 0.09 %MA であった。

2) EC 条件の重心位置と重心動揺

健常中高年者 20 名のうち理論的重心の中心から前方に位置していたのは 19 名であり, 残り 1 名が右後方に位置していた。健常中高年者の EC 条件の重心位置は P.P.: 21.78 ± 13.36 %LOS 重心動揺は T.S.: 0.04 ± 0.10 %MA であった。

3) VF 条件の重心位置と重心動揺

健常中高年者 20 名のうち理論的重心の中心から前方に位置していたのは 18 名, 右後方に重心があったのは 2 名であった。健常中高年者の VF 条件の重心位置は P.P.: 0.93 ± 1.41 %LOS, 重心動揺は T.S.: 0.02 ± 0.08 %MA であった。

4) 重心位置と重心動揺の Romberg 率

健常中高年者の重心位置の Romberg 率 1.65, 重心動揺の Romberg 率は 1.51 であった。

3. 健常若年者と健常中高年者の重心位置と重心動揺の比較

健常若年者 24 名と健常中高年者 20 名における重心位置と重心動揺の平均値 \pm SD を比較したところ、重心位置については EO および EC 条件ともに若年者と中高年者の間に有意差はなかった。しかし、VF 条件において有意差があった (P 値=0.02)。重心動揺については EO および VF 条件にて若年者と中高年者の間には有意差はなかった。しかし、EC 条件において有意差があった (P 値=0.03) (表 2-3)。

IV. 考按

健常若年者および健常中高年者の男女を対象に静的身体平衡機能検査により重心位置と重心動揺を測定して、若年者と中高年者の標準値を求めた。

1. 開眼、閉眼、視覚フィードバック条件の身体平衡機能

健常若年者の重心位置と重心動揺は EO 条件にて前方 9.30 %LOS, 右方 0.01 %MA, EC 条件にて前方 7.36 %LOS, 右方 0.01 %MA, VF 条件にて後方 0.03 %LOS, 右方 0.01 %MA であった。健常中高年者の重心位置と重心動揺は EO 条件にて前方 17.43 %LOS, X 軸中心上, EC 条件にて前方 21.78 %LOS, 右方 0.04 %MA, VF 条件にて前方 0.93 %LOS, 右方 0.02 %MA であり, EC 条件時には EO 条件時よりも平衡感覚が一定に保持できないことがわかった。

EO 条件と EC 条件の重心動揺を比較すると, 若年者, 中高年者において EC 条件の方が明らかに動揺していた。すなわち身体平衡機能は視覚入力に関係があり, 閉眼あるいは視力低下が重心動揺に大きな影

響力をもつという報告⁴⁴⁾があり、我々の結果と一致していた。本研究と同様の方法を用いた Hageman³⁵⁾は EO, EC, VF 条件の若年者と中高年者における重心動揺の間に有意な差が認められたことを報告している。本研究の中高年者は中枢および末梢神経系、筋骨格系等の疾患のないものであり、結果が一致したと考えられる。

直立時の重心動揺の閉眼開眼比は Romberg 率といわれ、平衡機能を示す指標として用いられている。正常値としての比は 1.3~2.0 くらいにあり、EO 条件に比べて EC 条件にて重心動揺が大きく増加する場合には末梢前庭系の障害が疑われるといわれている⁴⁵⁾。しかし、本実験での健常被検者は正常値であり、前庭系の障害をもたない被検者であるといえる。

2. 加齢による身体平衡機能の変化

加齢に伴い安静立位姿勢での重心動揺は徐々に増大する傾向がみられ、若年よりも中高年で増大した。今回、重心動揺が少なかった理由は健常者では日常生活を普通に送っている人であり、健常中高年者では平衡機能の退行が少ないためであると考えた。橋詰ら⁴⁶⁾は重心動揺面積も加齢とともに増大することから、重心動揺量の増大は加齢変化の特性の一つであると述べている。さらに、山本⁴⁷⁾は EC 条件の中高年の重心動揺の増加が EO 条件よりも大きかった原因を、直立姿勢維持の身体平衡調節機能には視覚系が強く関与していること、および中高年では視覚系以外の身体平衡調節機能が著しく退行することが示唆されたと報告している。また、EO, EC の両条件とも、ただ単に安静

立位姿勢だけでは高齢者と若年者の身体動揺に有意な差は認められなかったとする報告^{36-38,48)}もあり，加齢による身体平衡機能についての見解は一致していない。一般的に高齢者では外眼筋の加齢変化⁴⁹⁾，および脳の神経細胞・神経突起の加齢変化を伴う⁵⁰⁾ことが知られている。変化した感覚条件で高齢者が安定性を維持する能力に関する研究報告の間に差がある。これは被検者の病変が多様で，明らかな病変の兆候がない被検者でも，神経学的な検査を行えば身体平衡機能障害の原因となっている神経障害の潜在的兆候が明らかになる⁵¹⁾と考えられる。

今岡ら⁵²⁾は重心動揺検査における日本人の基礎データを全国の健康な男女 2201 名に対し，一定の検査基準にのっとりた重心動揺検査を実施し，健常者データを集計している。この結果，X 方向動揺平均中心偏位はどの年代をみてもあまり大きな変動はみられないが，Y 方向動揺平均中心偏位は年齢とともにわずかに増加して，加齢とともに重心位置が前方向に移動する傾向がみられており，我々の結果と一致していた。

3. 重心動揺の方向と年齢

左右 (X 成分) および前後方向 (Y 成分) への動揺は EO 条件および EC 条件のいずれの状態においても，若年者と比較して中高年者で漸増傾向を示した。X 成分および Y 成分のそれぞれの SD を比較すると，EO および EC のいずれの条件も X 成分のものが Y 成分のものに比較して大きかった。このことは直立時動揺の個体差が左右方向の揺れにより強くあらわれている⁴⁸⁾ことが示唆された。直立時動揺におい

では EC 条件に動揺の増加率が大きいことから、平衡機序は加齢に伴って変容し、特に視覚系以外の調節機能が著しく退行する³³⁾と考えられた。

今後、AOMD をもつ視能矯正対象者に対して、安静立位時姿勢での重心動揺の特徴と視覚情報負荷を与えた時の重心動揺の変化を、客観的指標として定量化することを試みる。

V. 結論

身体平衡機能は視覚入力と関係が深く、若年者と中高年者を比較すると、加齢に伴い重心位置は前方に位置して重心動揺は増加することが明らかになった。

第3章 後天性眼球運動障害患者の年齢による視能矯正効果の比較

I. 目的

人が直立姿勢を保持するために、視覚系からの種々な情報は重要な役割を果たしている。視覚情報の量や性質に依存して身体動揺機構が変化し、視覚の障害は身体動揺を増幅することが明らかにされている。すなわち、視覚に関する身体平衡機能で、眼位異常^{30,53,54)}、眼優位性と両眼視機能⁵⁵⁾、視力低下^{44,56)}、視野異常^{28,57)}、白内障^{29,58)}、緑内障⁵⁹⁾、加齢黄斑変性⁶⁰⁾、多発性硬化症⁶¹⁾など多くの研究報告がある。しかし、後天性眼球運動障害（AOMD）についてはまだ述べられていない。

AOMD では眼位、両眼視機能、眼球運動、輻湊近点、融像域、頭位などの異常を呈し、自覚的な症状として動揺視、船酔い気分、眩暈、吐き気を誘起し、日常生活動作の不自由を訴える^{14,62)}。これらの症状は身体平衡機能の異常をもつ患者の症状に類似している。AOMD 患者は視能矯正の対象となり、衝動性眼球運動訓練、輻湊訓練、融像訓練あるいは斜視手術など、複数の視能矯正の適応によって両眼視機能、眼球運動など視機能の回復が計られる。しかし、視能矯正の効果の判定には明確な客観的評価基準がなく、その効果は視能矯正後に視能矯正前と比較し、検者の判断による検査結果および患者の自覚症状の認知によって判定される場合が多い。患者の自覚症状は効果判定に重要であることは否定できないが、継続的視能矯正の策定だけでなく、視能矯正の効果の判定にも困難を要することが多い。このことから現在、客観的な治療評価方法の開発が望まれている。

本研究では身体平衡機能測定装置 **Balance Master** を使用し、**AOMD** をもち視能矯正対象者の安静立位姿勢での身体動揺の特徴と、視覚情報の負荷を与えたときの身体動揺の変化を、客観的指標として定量化することを試みた。さらに、健常者の標準値をもとに、我々は **AOMD** 患者の静的身体平衡機能が視能矯正後に健常者の結果に近づくことが可能かどうかを検討した。また、従来の主観的な視機能検査法による測定結果と **Balance Master** を用いた客観的検査法による測定結果との関係を調べた。

II. 対象および方法

1. 対象

対象は 1994 年 1 月～2002 年 12 月まで川崎医科大学附属病院眼科を受診して入院の上、視能矯正を行った **AOMD** 患者で、視能矯正効果の客観的評価を行なった 26 例である。19～34 歳の若年患者は 10 例で、内訳は男性が 8 例（平均年齢 \pm SD は 22.5 ± 4.4 歳）、女性が 2 例（ 28.0 ± 8.5 歳）であった。42～66 歳の中高年患者は 16 例で、内訳は男性が 9 例（ 53.2 ± 7.3 歳）、女性が 7 例（ 56.4 ± 5.9 歳）であった。診断名は若年患者では片眼上斜筋麻痺 8 例、片眼外転神経麻痺 1 例、片眼外直筋外傷性裂傷 1 例であった（表 3-1）。中高年患者では片眼上斜筋麻痺 7 例、両眼上斜筋麻痺 1 例、片眼動眼神経麻痺 3 例、片眼外転神経麻痺 2 例、片眼動眼・滑車神経麻痺・眼窩蜂窩織炎 1 例、片眼眼窩先端症候群 1 例、片眼外直筋麻痺 1 例であった（表 3-2）。**AOMD** の原因は頭部外傷が 17 例、炎症が 2 例、脳血管障害が 1 例、原因不明が 6 例であ

った。症例は核および核下性麻痺とし，甲状腺眼症および眼窩吹き抜け骨折，上下肢が運動障害を呈する片麻痺の症例は除外した。

2. 方法

1) 静的身体平衡機能の測定方法

実験，記録および分析方法はすでに報告⁶³⁾したので略記する。身体平衡機能は Balance Master MPS-1102 (NeuroCom[®] International Inc.製, USA) を用いて測定した。また，本装置の CRT 画面に描画された結果は記録紙に記録された。測定は CRT 画面中央より 1m の位置に安静立位姿勢の状態で行った。記録は Balance Master を用いた 1 回の検査を 1 サンプルングとし，同一条件のサンプルングは 2 回行い，値の安定している方を採用した。

静的身体平衡機能の測定は上腕を体側に接して自然に降ろした安静立位姿勢での重心位置 (Postural Position: P.P., 単位は %LOS, deg.) と重心動揺 (Target Sway: T.S., 単位は %Max Area: %MA) を求めた。測定条件は①両眼を開眼して，固視目標を提示しない正面の CRT 画面全体を見ている開眼条件 (No target, eyes open: EO)，②両眼を閉眼したままの閉眼条件 (No target, eyes closed: EC)，③CRT 画面中央の X 軸と Y 軸の交点に提示した固視目標内に自分の重心位置を合わせる条件 (Target, Visual Feedback: VF) であった。各条件における測定時間はすべて 20 秒間とした。静的身体平衡機能検査は，治療前および治療判定が行われた治療後に実施した。複視がある場合には患者の見やすい方の視標を見るよう指示した。

2) Romberg 率

安静立位時の平衡における視覚寄与の指標とされる Romberg 率は EC 条件の重心動揺を EO 条件の重心動揺に対する比率 (R 値) で求めた。

3) 重心位置と重心動揺の変化率

変化率は PP と TS の別に、治療前の値を 100 とした時の治療後の値とした。その値は「改善」、「不変」、「悪化」の 3 つに分類した。「改善」とは治療前に比較して、治療後に PP と TS の値が改善しているもの、「不変」とは治療前と治療後の値が変わらないもの、「悪化」とは治療前に比べて治療後に値が悪化したものとした。「評価」では AOMD の若年患者と中高年患者にみられた改善群の平均値 \pm SD を求めた。そして EO, EC, VF の 3 条件における改善群の AOMD の若年者と中高年者の間の有意差の有無について検討した。

4) 視機能検査と臨床症状

AOMD 患者の視機能検査では治療前後に視力, TST, 大型弱視鏡, 斜視角, 眼球運動, 輻湊近点, Hess chart, 融像域, 頭位異常の有無について行った。

5) 治療

治療は視能訓練^{14,15,66)}, 斜視手術⁶⁷⁾, Botulinum 毒素療法⁶⁸⁾, Steroid

pulse 療法⁶⁹⁾等を行った。視能訓練の開始は全例とも自然治癒傾向がみられないことを確認後、早期発見・早期治療を原則とした。視能訓練は以下の3段階の訓練を順次施行した。①衝動性眼球運動訓練、輻湊訓練、②大型弱視鏡を用いた融像幅増強訓練および融像側方移動訓練、③Bagolini 線条眼鏡による融像の強化訓練等を行った。斜視手術は局所麻酔下にて手術可能な場合、計測斜視手術を施行した。

6) 検査法の違いによる測定結果の相関

視機能測定は開瞼条件で検査を行っている。そこで、主観的視機能検査法による結果は治療前後の水平・垂直・回旋の近見・遠見斜視角とし、Balance Master を用いた客観的検査による結果は治療前後の開瞼時の重心位置と重心動揺として、両者の検査法による測定結果の相関を若年者と中高年者に分けて検討した。

7) 統計処理

統計処理にはバートレット検定を用いて分散が不均一でないことを確認後、パラメトリック検定の一元配置分散分析法(One-factor ANOVA)を用いた。変化率には t 検定を用いて有効水準 5%未満を有意差ありとした。主観的検査結果と客観的検査結果の相関について、スピアマンの順位相関で調べ、その相関係数の検定を行った。

8) 倫理的配慮

本研究の実施にあたり、対象者に対し、研究の趣旨および倫理的配

慮に関する説明をして，協力を求めた。なお，本研究は川崎医療福祉大学内の倫理委員会の承認（番号 14-003 号）を得た。

Ⅲ．結果

1. AOMD 患者の治療前後の臨床症状の変化

AOMD 患者 26 例の臨床症状は表 3-1，表 3-2 に示す通りであった。治療前には正面視にて水平，垂直斜視あるいは斜位－斜視があり，回旋偏位を伴っていたが，治療後には正面視の眼位は若年者においては 10 例中 10 例（100 %），中高年者においては 16 例中 14 例（87.5 %）に斜位－斜視あるいは斜位に改善がみられた。TST による正常両眼視機能を有するのは治療前には若年者にて 10 例中 2 例（20 %），中高年者にて 16 例中 5 例（31.3 %）であったが，治療後には若年者にて 10 例中 10 例（100 %），中高年者にて 16 例中 12 例（75.2 %）に増加した。頭位異常は治療前には 26 例 17 例（65.4 %）に存在したが，治療後には全例とも（100 %）に改善がみられた。

2. AOMD 患者の若年者および中高年者の重心位置と重心動揺

若年者および中高年者の EO，EC，VF の 3 条件における治療前後の重心位置および重心動揺は図 3-1，3-2 に示す通りであった。健常者より求めた平均値 $\pm 2SD$ を図中に表示した（表 2-1，2-2 参照）。

1) EO 条件における重心位置と重心動揺の変化

AOMD 患者の若年者の EO 条件における重心位置の平均値 $\pm SD$ は治療前には $31.30 \pm 15.72 \%LOS$ ，治療後には $17.95 \pm 13.11 \%LOS$ ，重心

動揺は治療前には $0.18 \pm 0.14 \%MA$ ，治療後には $0.10 \pm 0.06 \%MA$ となり，重心位置，重心動揺ともに治療後に改善を示した。AOMD 患者の中高年者の重心位置は治療前には $25.28 \pm 10.49 \%LOS$ ，治療後には $21.18 \pm 11.86 \%LOS$ ，重心動揺は治療前には $0.16 \pm 0.10 \%MA$ ，治療後には $0.12 \pm 0.05 \%MA$ となり治療後に改善を示した（表 3-3）。若年者および中高年者ともに治療前に比較して治療後の重心位置は X 軸と Y 軸の交点に近づき，重心動揺は減少した。治療前に比較して治療後に標準値の範囲内に入ったのは，若年者では 10 例中 2 例から 6 例に増加した（図 3-1）。中高年者では治療前後ともに 16 例中 8 例は不変であったが，治療後には重心動揺に減少がみられた（図 3-2）。

2) EC 条件における重心位置と重心動揺の変化

AOMD 患者の若年者の EC 条件における重心位置の平均値 \pm SD は治療前には $31.29 \pm 17.75 \%LOS$ ，治療後には $20.39 \pm 13.74 \%LOS$ ，重心動揺は治療前には $0.19 \pm 0.12 \%MA$ ，治療後には $0.18 \pm 0.27 \%MA$ となり，重心位置，重心動揺ともに治療後に改善がみられた。AOMD 患者の中高年者の重心位置は治療前には $29.02 \pm 9.54 \%LOS$ ，治療後には $21.25 \pm 9.25 \%LOS$ ，重心動揺は治療前には $0.20 \pm 0.12 \%MA$ であったのに対し，治療後には $0.14 \pm 0.08 \%MA$ となり治療後に改善を示した（表 3-3）。若年者および中高年者ともに治療前に比較して治療後の重心位置は X 軸と Y 軸の交点に近づき，重心動揺は減少した。しかし，EO 条件と比較して治療前後ともにばらつきがあった。治療前に比較して治療後に健常者の標準値の範囲内に入ったのは，若年患者では 10 例

中 3 例が 7 例に，中高年患者では 16 例中 4 例が 11 例に増加した（図 3-1, 3-2）。

3) VF 条件における重心位置と重心動揺の変化

AOMD 患者の若年者の VF 条件の重心位置における平均値 \pm SD は治療前には 2.21 ± 1.11 %LOS，治療後には 1.31 ± 0.72 %LOS，重心動揺は治療前には 0.12 ± 0.10 %MA であるのに対し，治療後には 0.07 ± 0.03 %MA となり改善を示した。AOMD 患者の中高年者の重心位置は治療前には 2.70 ± 1.43 %LOS，治療後には 1.60 ± 0.86 %LOS，重心動揺は治療前には 0.17 ± 0.08 %MA であるのに対し，治療後には 0.10 ± 0.06 %MA を示した（表 3-3）。治療前には X 方向への重心位置にずれがあったが，治療後には重心位置はほぼ中央に存在して，重心動揺は減少した。治療前後を比較して，健常者の標準値の範囲内に入ったのは若年者では 10 例中 4 例が 7 例，中高年者では 16 例中 6 例が 12 例に増加した（図 3-1，図 3-2）。

4) 重心位置と重心動揺の Romberg 率の変化

AOMD 患者の若年者において重心位置の Romberg 率は治療前，治療後の順に 1.32，1.05，重心動揺の Romberg 率は 1.13，1.25 であった。

AOMD 患者の中高年者において重心位置の Romberg 率は治療前，治療後の順に 1.27，1.05，重心動揺では 1.58，1.69 であった。重心位置と重心動揺の Romberg 率は治療前，治療後のいずれも正常範囲内であった（表 3-3）。

3. AOMD 患者の若年者と中高年者における変化率の比較

AOMD 患者の若年者と中高年者の 3 条件における治療前後の変化率の比較は表 3-4 に示す通りであった (表 3-4)。

1) EO 条件における重心位置と重心動揺の改善

若年者の EO 条件における重心位置は治療前と比較して治療後に 10 例中 7 例が改善を示し, 悪化は 3 例であった。中高年者は 16 例中 12 例が改善を示し, 悪化は 4 例であった。改善例の重心位置の平均値は若年者が 11.36 ± 13.30 %LOS, 中高年者が 8.68 ± 5.01 %LOS であった。若年者の EO 条件における重心動揺は治療前と比較して治療後には 10 例中 5 例が改善を示し, 不変または悪化は 5 例であった。中高年者は 16 例中全例が改善を示した。改善例の重心動揺の平均値は若年者が 0.19 ± 0.10 %MA, 中高年者が 0.06 ± 0.08 %MA であった。重心動揺の EO 条件下において中高年者の方が有意に改善し, 若年者と中高年者の間には有意差があった ($P < 0.05$)。

2) EC 条件における重心位置と重心動揺の改善

若年者の EC 条件における重心位置は治療後に 10 例中全例が改善を示し, 平均値は 8.68 ± 5.97 %LOS であった。中高年者は 16 例中 14 例が改善を示し, 悪化は 2 例であった。改善例の平均値は 9.96 ± 6.77 %LOS であった。重心動揺において若年者は 10 例中 6 例が治療後に改善を示し, 不変または悪化は 4 例であった。改善例の平均値は 0.12 ± 0.11 %MA であった。中高年者は 16 例中 15 例が改善を示し, 不変は

1例であった。改善例の平均値は 0.07 ± 0.06 %MA であった。EC 条件における重心動揺に若年者と中高年者の間に有意差はなかった。

3) VF 条件における重心位置と重心動揺の改善

若年者の VF 条件における重心位置は治療後 10 例中 9 例が改善を示し、悪化は 1 例であった。改善例の平均値は 0.76 ± 0.58 %LOS であった。中高年者は 16 例 15 例が改善を示し、悪化は 1 例であった。改善例の平均値は 1.61 ± 1.41 %LOS であった。VF 条件下の重心位置において若年者は中高年者と比較して有意に改善を示した ($P < 0.05$)。重心動揺において若年者は治療後に 10 例中 7 例が改善を示し、3 例が不変であった。改善例の平均値は 0.12 ± 0.19 %MA であった。中高年者は 16 例中全例が改善を示し、改善例の重心動揺の平均値は 0.09 ± 0.07 %MA であった。重心動揺において若年者と中高年者の間に有意差はなかった。

4. AOMD 患者に対する検査法の違いによる測定結果の相関

従来の主観的な視機能検査法による測定結果とは水平・垂直の近見・遠見斜視角の治療前後の差とした。視機能検査は開瞼条件で検査を行っているため、**Balance Master** を用いた客観的検査法による測定結果は開瞼時の重心位置および重心動揺の治療前後の差とした。AOMD 患者の若年者と中高年者に分けて、主観的および客観的検査法による測定結果の相関を検討した結果、若年者の近見垂直斜視角と開瞼時重心動揺の間に高い相関 ($r = 0.7485, p < 0.05$) が認められた (図

3-3)。また，中高年者の遠見垂直斜視角と開眼時重心位置の間に相関 ($r = 0.4066, p < 0.05$) が認められた (図 3-4)。しかし，その他の条件では相関は認められなかった。

IV. 考按

若年者と中高年者の身体平衡に関する機能の違いには大きく感覚情報処理と運動情報処理の違いが関与する。前者には有効視野 (useful field of view: UFOV)^{70,71)}の広がり，自己受容器 (proprioception) 活動，空間知覚 (space perception) 能力が含まれ，後者には神経系の活動および筋肉の強さなどが含まれる。本実験では利用する視覚情報が互いに異なる 3 つの条件 <EO(eyes open), EC(eyes closed), VF(visual feedback)> で AOMD 患者の平衡機能に関する治療効果を調べている。本実験では EO と VF 条件において，若年者と中高年者の AOMD 患者の身体平衡に関する治療効果が異なることが観察された。この効果の違いは主に有効視野の広がりの変化に起因すると考えられる。

1. 有効視野情報の影響

本研究では AOMD 患者の若年者と中高年者における静的身体平衡機能の視能矯正効果を検討した。治療前に比べて治療後，正面視眼位，両眼視機能と頭位異常は若年者，中高年者ともに改善がみられた。しかし，若年者と中高年者の重心位置と重心動揺を検討したところ，静的身体平衡機能の視能矯正効果では EO 条件，VF 条件に違いがみられた。これらは視野情報の性質に関係があり，UFOV の広がりには身体平衡維持のために年齢による変化に関係があると考えられた。

本研究で用いた 3 条件 (EO, EC, VF) において身体平衡を維持するための UFOV の性質はそれぞれ異なる。すなわち、中心視野情報は患者が CRT 画面の中心で自身の重心位置を見ることから VF 条件下で重要である。周辺視野情報は重心を維持するために中心視野情報よりも EO 条件下で大きな役割を果たす⁷²⁾。しかし、EC 条件下で視野情報は用いることができない。

一方、UFOV の広がりには異なる機能を得ることが知られている。被検者が注視の中心に視覚物を知覚することができると、視覚情報の広がりには狭まり、中心視野情報が重要となる。しかし、被検者が眼を開けて身体平衡を保っている時、UFOV の広がりとは周辺視野情報が重要となる。さらに UFOV 情報の機能は年齢とともに減少することが知られている^{73,74)}。VF 条件下にて身体平衡を維持する重要性が治療後に中高年患者でみられた。UFOV の広がりが VF 条件下で狭まったことは身体平衡を維持するための中心視野情報を用いる中高年患者にとって有効であった。また、EO 条件下にて身体平衡維持に重要なことは、治療後の若年患者にみられた。UFOV の広がりが EO 条件下で拡大したのは、身体平衡維持には周辺視野情報を用いることが若年患者にとって有利であったと考えられた。

2. 健常者の標準値と AOMD 患者の重心位置と重心動揺の比較

本研究では AOMD 患者の若年者と中高年者間で治療後の改善が異なる条件下にて生じるのは、身体平衡維持に用いる視野情報が異なるためであると考えられる。しかし、過去の報告では開眼時の立位姿勢

では、高齢および若年患者の間に身体動揺に有意な変化はなかったという報告がある^{37,38)}。そのため、身体平衡を維持するために用いられる視覚情報の変化は年齢に関係すると断定することはできない。

閉瞼下では、ほとんどの若年患者（重心位置 10/10 例，重心動揺 6/10 例），中高年患者（重心位置 14/16 例，重心動揺 15/16 例）において，静的身体平衡機能の重心位置と重心動揺の改善が治療後にみられた（表 3-1，表 3-2）。身体平衡を維持するための視覚情報の欠損にもかかわらず，これらの改善は小脳と前庭神経機構における脳機能による姿勢調整の増加に関連すると考えられる。特に，前庭系の情報は頭部の位置の変化によって生じることが報告されている⁷⁵⁾。

3. AOMD 患者の治療前後における静的身体平衡機能

外眼筋麻痺例にしばしば出現する視運動性眩暈には外眼筋自己受容器と網膜の器官の機能的協応の破綻があり，それに由来して眼筋，躯幹，四肢筋の機能失調がおこり，それを土台に眩暈が起こると報告されている^{22,23)}。眼球運動（滑動性追従運動と衝動性眼球運動，輻湊と開散）は身体平衡維持に臨床的に重要である。本研究では AOMD 患者の治療前には異常眼球運動があったが，治療後には正面視眼位，両眼視機能および頭位に改善がみられた。これらの変化が AOMD 患者における静的身体平衡機能に影響を与えたかどうかはまだ不明である。

一方，麻痺性斜視の発生において外眼筋自己受容器の障害を考えに入れることが必要である⁵⁾といわれている。したがって，AOMD 治療後の静的身体平衡機能の改善は外眼筋自己受容器投射系が体性感覚情

報の一つとして、視覚系に何らかの影響を与えたためと考えられた⁷⁶⁾。

笠井⁷⁷⁾は眼で見た世界が脳の中で空間知覚が再構築され、脳内に描かれた空間の三次元的な地図が保持されると述べている。そこで、AOMD 治療後には患者の脳内に形成される一種の外界空間座標が入れ替わり、空間認知に基づいた姿勢を患者は安定した姿勢と感じる⁷⁸⁾ことに起因するのではないかと推察された。

Balance Master を用いて重心位置と重心動揺を表示して、健常者の標準値を求めて AOMD 患者に応用した。今回、AOMD 患者を対象にした研究において、従来の検者による主観的視機能検査結果と Balance Master を用いた客観的検査結果との間に有意に相関を示す結果が得られた。検査距離は主観的視機能検査の近見が 0.3 m、遠見が 5 m、客観的検査が 1 m であった。また、視機能検査は眼球運動、Balance Master による検査は眼球運動に身体平衡機能が加わり、検査条件が異なるため、直接比較はできないと考えられる。

V. 結論

AOMD 患者の身体平衡機能の改善は若年者と中高年者において、異なる結果であった。すなわち、改善の相違には有効視野の関与が考えられた。今回の実験でみられた AOMD 患者の治療効果には、VF 条件と EO 条件で若年者と中高年者に異なる特徴があった。VF 条件では中心視野情報に基づく身体平衡機能が要求されることから、治療後の有意な改善は中高年者でみられたのに対し、EO 条件では周辺視野情報に基づく身体平衡機能が要求されることから治療後の有意な改善は若年

患者にみられたと考えられた。しかし、若年者と中高年者の AOMD 患者では治療後にそれぞれの健常者と近似値を示したことは、AOMD 患者の身体平衡機能の改善には、年齢は関係しないと結論づけられた⁷⁹⁾。

今後、核および核下性麻痺以外の AOMD 患者において、治療方法と治療効果との関連の検討を行う。また、症例数を増やして検討する必要があると考えている。さらに、動的な身体平衡機能検査を行い、AOMD との関連を検討する必要がある。

第4章 全体総括

I. 本研究の成果と意義

後天性眼球運動障害を伴う麻痺性斜視は視能矯正の対象となり、治療方法としては視能訓練、斜視手術、プリズム療法、ボツリヌム毒素療法がある。一方、麻痺性斜視の予後、経過については、自覚的複視の状態、Hess chart および眼位で評価がなされている⁸⁰⁻⁸²⁾。

従来から斜視の治療効果の判定は、整容的治癒に両眼視機能、視力、眼球運動、自覚症状を項目として加えた機能的治癒が行われている。斜視に対して視能矯正等の斜視治療を行った場合、治癒効果を判定する内容は偏位度・自覚症状および両眼視の程度であり、治癒効果の判定時期と治癒基準が定められている⁸³⁾。このように斜視全体の治癒基準は作成されているが、斜視の型別についての治癒基準はまだない。したがって、後天性眼球運動障害例は病態と関連した病的所見か、加齢による変化かの鑑別が困難である。Fellsら⁸⁴⁾は交通事故による眼球運動障害には動眼神経麻痺、滑車神経麻痺、外転神経麻痺が大部分を占めることを明らかにしているが、治癒基準に正面視での複視の消失の他に満足できる融像域を有すという条件を付加しており、治癒率は52%である。小橋ら⁸⁵⁾の治癒基準は周辺視の複視のため日常生活に不便を自覚しているが、正面視での複視の消失を治癒判定に用いたため、87%の高率に治癒が得られている。

上斜筋は外眼筋の1つで滑車神経によって支配され、眼球運動の下転、内方回旋、外転運動に関与している。このため上斜筋麻痺が発症すると、正面視および下方視で複視が見られ、日常生活にて患者の苦

痛が大きく、動揺視、船酔い気分、眩暈、吐き気を伴い、日常生活活動、生活関連動作で不自由度が高い。本症は交通事故による頭部外傷に起因するものがほとんどである^{86,87)}。上斜筋麻痺の頻度が多い理由として、上斜筋を支配する滑車神経の走行距離が長いため、外傷に起因する単独麻痺を起こしやすい特徴がある^{80,88)}。

静的平衡感覚とは身体位置の移動を伴わない状態における姿勢保持であり、測定時の条件に、①固視目標なしの開瞼、②閉瞼、③画面中央の固視目標内に自分の重心を固定する（固視目標あり）がある。動的平衡感覚とは身体位置の移動を伴う運動における姿勢保持であり、測定時の条件に、①一定速度での左右・前後の体重移動、②8方向への重心移動がある⁸⁹⁾。

眼位・眼球運動の異常には眼位の異常、滑動性・衝動性眼球運動の異常、異常眼球運動、輻湊・開散の異常があり、これらが正常に働くことにより身体平衡維持に重要な役割を果たすという臨床意義がある⁹⁰⁾。身体の平衡を維持するための知覚として、前庭覚、視覚、固有覚があげられ、これらは互いに機能を分担し、姿勢や運動の抑制に利用される⁹¹⁾。

身体平衡機能に関する研究は、1939年に Bass⁹²⁾が静的・動的平衡機能の分析、Edwards⁹³⁾が身体の揺れと視覚について報告している。日本においては1940年代より姿勢の研究が行われ、1983年に日本平衡神経学会が重心動揺検査の基準を発表している⁹⁴⁾。近年、リハビリテーション学、体力科学、老年学、眼科学などの広い分野において、転倒防止のための訓練、高齢者の平衡機能に関する国内外の研究報告があ

る。重心動揺検査は、眼科の他、耳鼻咽喉科、神経内科、口腔外科、スポーツ医学、体力科学、リハビリテーション（理学療法、作業療法）、整形外科、体育科学、運動生理学、生理人類学、平衡生理学、老年医学、環境医学、映像（テレビジョン学）、基礎運動学等において研究され、応用範囲が広い。しかし、後天性眼球運動障害についての研究はなされていない。そこで今回、健常被検者を対象に身体動揺検査を実施して標準値を求めた⁶³⁾。次に、後天性眼球運動障害の治療前と治療後の静的平衡機能を若年者と中高年者に分けて検討を行った⁷⁹⁾。

本研究の目的は AOMD 患者に視能矯正を行い、その効果を客観的に判定する指標を開発することである。近年、臨床眼科において視覚の質（Quality of Vision: QOV）の重要性が指摘されている。すなわち、QOV は患者の QOL が重視されるようになり、AOMD 患者では複視が生じて日常生活に不自由をきたすため、眼科検査に加えて眼障害が患者の日常生活にどのような影響を与えているかを評価することが重要とされている⁹⁵⁾。

AOMD の治癒判定は従来、検者の主観的判断による検査結果に基づいて行っていた。しかし、今後増加する AOMD に対して、客観的データに基づく他覚的評価の開発が必要である。生活の質（QOL）と視生活の質（QOVL）の獲得を他覚的・客観的にとらえて治癒判定を行うことは患者および患者を取り巻く家族らに貢献すると考えられ、臨床的な意義がある。

AOMD 患者は視能矯正の対象となり、衝動性眼球運動訓練、輻湊訓練、融像訓練あるいは斜視手術など、複数の視能矯正の適応によって

両眼視機能，眼球運動など視機能の回復が計られる。しかし，視能矯正の効果の判定には明確な客観的評価基準がなく，その効果は治療後に治療前と比較し，検者の判断による検査結果および患者の自覚症状の認知によって判定される場合が多い。患者の自覚症状は効果判定に重要であることは否定できないが，継続的視能矯正の策定だけでなく，視能矯正の効果の判定にも困難を要することが多い。このことから現在，客観的な治療評価方法の開発が望まれている。

本研究では身体平衡機能測定装置を使用し，後天性眼球運動障害をもち視能矯正対象者の安静立位姿勢での身体動揺の特徴と視覚情報の負荷を与えたときの身体動揺の変化を客観的指標として定量化することを試みた。さらに，各種視能矯正後の視覚情報による身体動揺を検討した。これらの結果から，後天性眼球運動障害例の治療前後での重心位置と重心動揺を定量的に解析することによって，健常者の標準値に近づけることが可能かを知り，静的身体平衡機能検査が定量的な客観的指標として表示することができるかを検討した。

AOMD 患者における静的身体平衡機能が治療前と比較して治療後に改善し，健常者の標準値に近づいたのは AOMD の視能矯正効果が考えられる。したがって，従来の検者による視機能評価および患者による自覚的アンケートでは判定できなかった治療効果が，身体平衡機能測定装置を使用した重心位置および重心動揺の測定により，治癒判定，継続的治療の策定などを定量する客観的指標としての表示が可能であることが示唆された。

II. 健常者の静的身体平衡機能

静的身体平衡機能を健常者に実施して標準値を求めて検討した。若年健常者 24 名（平均年齢 21.0 歳）、中高年健常者 20 名（平均年齢 54.1 歳）に対して、身体平衡機能測定装置 **Balance Master** を用いて、安静立位姿勢にて開眼（EO）、閉眼（EC）、視覚フィードバック（VF）の 3 条件の重心位置と重心動揺を測定した。EO 条件下では若年者と中高年者の重心位置と重心動揺は同様な値を示した。EC 条件では若年者に比べて中高年者の重心位置は前方になった。VF 条件では若年者の重心位置がずれることはなかったが、中高年者ではわずかに前方へ傾いた。EC 条件と VF 条件にて中高年者の重心動揺が有意に大きくなった（ $P < 0.05$ ）。身体平衡機能は視覚入力に関係が深く、若年者と中高年者を比較すると加齢に伴い重心位置が前方向に移動して、重心動揺は増大する傾向であった。これは加齢による視覚の退行化よりも身体平衡の調整機能が加齢により変化することが示唆された。

III. AOMD 患者の年齢による静的身体平衡機能の視能矯正効果

AOMD 患者の若年者と中高年者の治療後の静的身体平衡機能が異なるかどうかを検討した。AOMD 患者は若年者が 10 名、中高年者が 16 名であった。**Balance Master** を用いて、開眼（EO）、閉眼（EC）、視覚フィードバック（VF）の各条件の重心位置と重心動揺を測定した。治療前後の重心位置と重心動揺の変化率を計測して、AOMD 患者の若年者と中高年者を比較した。治療後、眼位、両眼視機能、頭位は全例に改善がみられた。AOMD 患者の若年者と中高年者の重心位置と重心動

揺は改善がみられた。しかし、改善は AOMD 患者の若年者と中高年者の間では異なる条件下で起こった。VF 条件下の重心位置は中高年患者において有意に改善した ($P < 0.05$)。一方、EO 条件下の重心動揺は若年患者において有意に改善した ($P < 0.05$)。AOMD 患者の若年者と中高年者の間の治療効果の違いは視野情報の性質に関する。すなわち、年齢によって変化する有効視野の広がりや身体平衡を維持するためである。身体平衡維持のために、中心視野からの情報は有効視野の大きさが狭くなるため、中高年患者では VF 条件下で重要であった。しかし、周辺視野からの情報は有効視野の大きさを広げるために若年患者において EO 条件下にて重要であった。

従来の主観的な視機能検査法と本研究の Balance Master を用いた客観的検査法との測定結果の相関は一部に有意な相関を認めた。しかし、それ以外の測定結果の間には相関が認められなかった。この結果の相違は、検査距離の違い、あるいは種々の視機能検査法の測定原理の違い等が影響していることが考えられた。今回、AOMD 患者の若年者と中高年者を対象に Balance Master を用いて測定を試みたことにより、静的身体平衡機能が検討できた。今後、他の視機能検査あるいは他の AOMD 疾患の症例について検討することにより、診断、治療のための大変重要な情報を得ることが期待される。

有効視野^{70,71)}とはある課題を遂行するために、注視点の周辺で必要な情報を獲得可能な範囲であり、「知覚者がある視覚課題において注視点の周りで検出、弁別、情報を貯蔵できる範囲」とされている。有効視野は中心視に負担がかかった場合、周辺での認知が低下する現象で

ある。身体平衡維持には中心視機能よりも周辺視機能が重要であるといわれる^{72,98)}。中心視あるいは周辺視の範囲に対する規定は一定していないが、若年者と高齢者の有効視野の比較を行ったところ、加齢による有効視野機能が低下することが報告されている^{73,74)}。

静的な視覚情報の姿勢制御系への影響は身体動揺の制御における中心視および周辺視情報の効果について、前後動揺量に関しては中心視と周辺視条件との差はほとんどなかったが、左右動揺量に関しては中心視の方が周辺視よりも動揺量が小さくなったと報告されている⁹⁶⁾。また、小谷ら⁹⁷⁾と石垣⁹⁸⁾は中心視野に視覚刺激を呈示したときよりも周辺視野に視覚刺激を呈示したときに、重心動揺が減少したことより、周辺視野情報が姿勢制御に重要な役割を果たしている可能性があるとして述べている。

IV. AOMD 患者に対する視能訓練士の役割

視能矯正は最近の超高齢社会を反映して、40歳以上から増加する脳血管障害や糖尿病性の眼機能障害による AOMD に対しても有効であることが明らかになっている。

視能訓練士⁹⁹⁾が行う業務分野は視力検査や視野検査等の各種視機能検査を行う眼科一般分野、斜視や弱視に対して視能矯正訓練を行う眼科専門分野、三歳児や中高年の視機能スクリーニングを行う集団検診、ロービジョン者に対する補装具を用いたリハビリ指導の4分野に大きく分けることができる。加えて、超高齢社会による眼科疾病構造の変化から視能訓練士に対するリハビリ指導のニーズも高まりつつある。

視覚は人間が活動するための外界情報の80%を超える情報源となっており、快適な生活を確保するためには健全な視覚の保持が重要である。近年、眼科医療には手術療法や薬物療法など目覚ましい進歩がある。最新の治療により眼疾患の治療や進行の緩和、視野の維持ができ、失明に至る人口は減少を続け、生涯良好な視能を維持できる高齢者は着実に増えている。一方、国民医療費は高齢化や医療の進歩に伴って年々膨張して社会問題となり、医療費抑制が重大な課題となっている。

公益社団法人日本視能訓練士協会の視能訓練士倫理綱領¹⁰⁰⁾には「視能訓練士は臨床の場においては、チーム医療の一員とし広く人々の心身の健康に寄与し、人々の生命における視覚機能の重要性を認識し、その担い手としてその専門分野を全うする」と書かれている。そのために視能訓練士はどのようにすべきであるのかを常に考え、患者に良い医療を提供するよう心掛けていくことが大切である。

謝辞

学位論文を執筆するにあたり，終始懇切丁寧なご指導とご校閲を賜り，また，研究の機会をお与えいただきました川崎医療福祉大学 医療技術学部 感覚矯正学科 田淵昭雄 名誉教授ならびに感覚矯正学科学科長，大学院 医療技術学研究科 感覚矯正学専攻主任 彦坂和雄教授に深謝申し上げます。川崎医科大学 附属病院 眼科視能矯正クリニックの眼科医および視能訓練士の皆様には貴重な患者データを閲覧させていただき感謝申し上げます。さらに，川崎医療福祉大学医療技術学部 感覚矯正学科と健康体育学科の学生の方々および教職員の方々には被検者の協力をしていただく等多大なるご協力を賜りました。本当にありがとうございました。

本研究は，平成 15 年度川崎医療福祉大学大学院プロジェクト研究費の助成を受けて行われたものです。ここに記して感謝の意を表します。

文献

- 1) 丸尾敏夫, 桐渕利次 : 後天性眼筋麻痺について. 眼科, 20(4), 371-376, 1978.
- 2) Crone RA: Acquired unilateral palsy. Diplopia, Excerpta Medica, Amsterdam, American Elsevier Publishing Company, Inc., New York, 239-251, 1973.
- 3) Ing EB, Sullivan TJ, Clarke MP and Buncic JR: Oculomotor nerve palsies in children. J Pediatr Ophthalmol Strabismus, 29(6), 331-336, 1992.
- 4) 丸尾敏夫 : 眼筋麻痺・眼球運動障害. 現代の眼科学 改訂第8版, 所敬, 金井淳編, 金原出版, 東京, 313-317, 2006.
- 5) 木村久, 榎本弘, 深井小久子 : 麻痺性斜視における自己受容器の障害と再建. 筒井純編, 神経眼科最新の進歩, 眼科 Mook35, 金原出版, 東京, 118-125, 1987.
- 6) Rucker CW: Paralysis of the third, fourth and sixth cranial nerves. Am J Ophthalmol, 46(6), 787-794, 1958.
- 7) Rucker CW: The causes of paralysis of the third, fourth and sixth cranial nerves. Am J Ophthalmol, 61(5 Pt2), 1293-1298, 1966.
- 8) Green WR, Hackett ER and Schlezinger NS: Neuro-ophthalmojogic evaluation of oculomotor nerve paralysis. Arch Ophthalmol, 72(2), 154-167, 1964.
- 9) Goldstein JE and Cogan DG: Diabetic ophthalmoplegia with special reference to the pupil. Arch Ophthalmol, 64(4), 592-600, 1960.
- 10) Burger LJ, Kalvin NH and Smith JL: Acquired lesions of the fourth cranial nerve. Brain, 93(3), 567-574, 1970.
- 11) Richards BW, Jones FR Jr and Younger BR: Causes and prognosis in 4,278 cases

- of paralysis of the oculomotor, trochlear, and abducens cranial nerves. *Am J Ophthalmol*, 113(5), 489-496, 1992.
- 12) Shrader EC and Schlezinger NS: Neuro-ophthalmologic evaluation of abducens nerve paralysis. *Arch Ophthalmol*, 63(1), 84-91, 1960.
- 13) Von Noorden GK and Campos EC: Paralytic strabismus. Binocular vision and ocular motility. Theory and management of strabismus. 6thed. St. Louis, Mosby, Inc., 414-457, 2002.
- 14) 深井小久子: 後天性眼球運動の視能訓練. *日本視能訓練士協会誌*, 26, 49-61, 1998.
- 15) 深井小久子, 難波哲子, 早川友恵, 筒井純: 外傷性上斜筋麻痺の視能矯正. *日本眼科紀要*, 36(12), 2162-2166, 1985.
- 16) 椎原久美子, 深井小久子, 早川友恵, 難波哲子, 木村久, 田淵昭雄, 筒井純: Blowout Fracture に対する視能訓練の有効性について. *日本視能訓練士協会誌*, 19, 127-131, 1991.
- 17) 難波哲子, 深井小久子, 木村久: 光学的視能矯正の適応ー膜プリズムー. *川崎医療福祉学会誌*, 3(1), 159-165, 1993.
- 18) 橋本直子, 深井小久子, 難波哲子, 新井紀子, 岡真由美, 張田陽子, 廣田佳子, 安部磨里子, 藤本江里, 木村久, 田淵昭雄: 後天性眼球運動障害に対する視能訓練 1.統計的観察. *日本視能訓練士協会誌*, 26, 221-226, 1998.
- 19) 新井紀子, 深井小久子, 岡真由美, 木村久: 後天性眼球運動障害の視能訓練 2.発症原因別の視能訓練成績. *日本視能訓練士協会誌*, 26, 227-233, 1998.
- 20) 張田陽子, 深井小久子, 新井紀子, 岡真由美, 難波哲子, 木村久: 後天性眼球運動障害の視能訓練 3.適応と予後についてー後天性上斜筋麻痺例ー.

- 日本視能訓練士協会誌, 26, 235-241, 1998.
- 21) 難波哲子, 深井小久子, 木村久: 後天性上斜筋麻痺における静的および動的な身体平衡機能の評価. 川崎医療福祉学会誌, 10(2), 319-327, 2000.
- 22) 牛尾信也, 北村溥之, 檜学, Baron JB: 身体平衡機能維持における外眼筋深部受容器の役割. 耳鼻臨床, 70(11), 1525-1538, 1977.
- 23) 牛尾信也, 福島英行, 土師知行, 高谷徳哉, 北村溥之, 東辻英郎, 林正彦, 玉城進, 檜学, 中西和仁, 岸本誠司, Baron JB: 眼筋深部受容器の身体平衡維持における役割; 特に視運動刺激に対する眼球及び体平衡反射の変化を指標とする分析. 耳鼻臨床, 74 増 1, 604-617, 1981.
- 24) 難波哲子: 中高年齢者の眼球運動障害に対する視能訓練と身体平衡機能検査による評価. 日本視能訓練士協会誌, 31, 57-65, 2002.
- 25) Dichgans J and Brandt T: Optokinetic motion sickness and pseudo-Coriolis effects induced by moving visual stimuli. *Acta Otolaryngol*, 76(5), 339-348, 1973.
- 26) Held R, Dichgans J and Bauer J: Characteristics of moving visual scenes influencing spatial orientation. *Vision Res*, 15(3), 357-365, 1975.
- 27) Berthoz A, Pavard B and Young LR: Perception of linear horizontal self-motion induced by peripheral vision (linearvection) basic characteristics and visual-vestibular interactions. *Exp Brain Res*, 23(5), 471-489, 1975.
- 28) Turano K, Herdman SJ and Dagnelie G: Visual stabilization of posture in retinitis pigmentosa and in artificially restricted visual fields. *Invest Ophthalmol Vis Sci*, 34(10), 3004-3010, 1993.
- 29) Elliott DB, Patla AE, Furniss M and Adkin A: Improvements in clinical and

- functional vision and quality of life after second eye cataract surgery. *Optom Vis Sci*, 77(1), 13-24, 2000.
- 30) Matsuo T, Yabuki A, Hasebe K, Hirai-Shira Y, Imai S and Ohtsuki H: Postural stability changes during the prism adaptation test in patients with intermittent and constant exotropia. *Invest Ophthalmol Vis Sci*, 51(12), 6341-6437, 2010.
- 31) Isotalo E, Kapoula Z, Feret PH, Gauchon K, Zamfirescu F and Gagey PM: Monocular versus binocular vision in postural control. *Auris Nasus Larynx*, 31(1), 11-17, 2004.
- 32) Turano K, Rubin GS, Herdman SJ, Chee E and Fried LP : Visual stabilization of posture in the elderly: fallers vs. nonfallers. *Optom Vis Sci*, 71(12), 761-769, 1994.
- 33) Kollegger H, Baumgartner C, Wöber C, Oder W and Deecke L: Spontaneous body sway as a function of sex, age, and vision: posturographic study in 30 healthy adults. *Eur Neurol*, 32(5), 253-259, 1992.
- 34) Maki BE, Holliday PJ and Fernie GR: Aging and postural control. A comparison of spontaneous- and induced-sway balance tests. *J Am Geriatr Soc*, 38(1), 1-9, 1990.
- 35) Hageman PA, Leibowitz M and Blanke D: Age and gender effects on postural control measures. *Arch Phys Med Rehabil*, 76, 961-965, 1995.
- 36) King MB, Judge JO and Wolfson L: Functional base support decreases with age. *J Gerontol*, 49(6), 258-263, 1994.

- 37) Baloh RW, Fife TD, Zwerling L, Socotch T, Jacobson K, Bell T and Beykirch K: Comparison of static and dynamic posturography in young and older normal people. *J Am Geriatr Soc*, 42(4), 405-412, 1994.
- 38) Teasdale N, Stelmach GE and Breunig A: Postural sway characteristics of the elderly under normal and altered visual and support surface conditions. *J Gerontol*, 46(6), B238-244, 1991.
- 39) 内閣府：国民生活白書（要旨）平成10年版。
<http://www5.cao.go.jp/seikatsu/whitepaper/h10/19981204wp-seikatu.html>,
2014年9月5日閲覧.
- 40) Hamman RG, Mekjavic I, Mallinson AI and Longridge NS: Training effects during repeated therapy sessions of balance training using visual feedback. *Arch Phys Med Rehabil*, 73(8), 738-744, 1992.
- 41) Nashner LM: Sensory, neuromuscular, and biomechanical contributions to human balance. In Dumea PM eds, *Balance, Proceedings of the American Physical Therapy Association form, Duncan Ped. Nashville*, 5-12, 1990.
- 42) Lord SR and Menz HB: Visual contributions to postural stability in older adults. *Gerontology*, 46(6), 306-310, 2000.
- 43) Wilkins RH and Brody IA: Romberg's sign. *Arch Neurol*, 19(1), 123-126, 1968.
- 44) Anand V, Buckley J, Scally A and Elliott DB: The effect of refractive blur on postural stability. *Ophthalmic Physiol Opt*, 22(6), 528-534, 2002.
- 45) 時田喬：重心動揺検査。平衡機能検査の実際，日本平衡神経科学会編，南山堂，東京，126-133，1994。
- 46) 橋詰謙，伊藤元，丸山仁司，齋藤宏，石川誠：立位保持能力の加齢変化。

- 日本老年医学会雑誌, 23(1), 85-92, 1986.
- 47) 山本高司: 直立時動揺の年齢による変化. 体力科学, 28(3), 249-256, 1979.
- 48) Kunkel M, Freudenthaler N, Steinhoff BJ, Baudewig J and Paulus W:
Spatial-frequency-related efficacy of visual stabilisation of posture. *Exp Brain Res*, 121(4), 471-477, 1998.
- 49) 真木寿之, 杉田幸二郎, 渡辺泰樹, 宅間永至, 宮本汎: ヒト外眼筋の組織
化学的研究. 臨床神経学, 20(8), 601-609, 1980.
- 50) 朝長正徳: 脳の老化. 神経眼科, 6(3), 301-307, 1989.
- 51) Horak FB, Nashner LM and Diener HC: Postural strategies associated with
somatosensory and vestibular loss. *Exp Brain Res*, 82(1), 167-177, 1990.
- 52) 今岡薫, 村瀬仁, 福原美穂: 重心動揺検査における健常者データの集計.
Equilibrium Res Suppl, 12, 1-84, 1997.
- 53) Matsuo T, Yamasaki H, Yasuhara H and Hasebe K: Postural stability changes
during large vertical diplopia induced by prism wear in normal subjects. *Acta
Med Okayama*, 67(3), 177-183, 2013.
- 54) Przekoracka-Krawczyk A, Nawrot P, Czaińska M and Michalak KP: Impaired
body balance control in adults with strabismus. *Vision Res*, 98, 35-45, 2014.
- 55) Asakawa K, Ishikawa H, Kawamorita T, Fujiyama Y, Shoji N and Uozato H:
Effects of ocular dominance and visual input on body sway. *Jpn J Ophthalmol*,
51(5), 375-378, 2007.
- 56) Anand V, Buckley JG, Scally A and Elliott DB: Postural stability changes in the
elderly with cataract simulation and refractive blur. *Invest Ophthalmol Vis Sci*,
44(11), 4670-4675, 2003.

- 57) Turano KA, Dagnelie G and Herdman SJ: Visual stabilization of posture in persons with central visual field loss. *Invest Ophthalmol Vis Sci*, 37(8), 1483-1491, 1996.
- 58) Schwartz S, Segal O, Barkana Y, Schwesig R, Avni I and Morad Y: The effect of cataract surgery on postural control. *Invest Ophthalmol Vis Sci*, 46(3), 920-924, 2005.
- 59) Black AA, Wood JM, Lovie-Kitchin JE and Newman BM: Visual impairment and postural sway among older adults with glaucoma. *Optom Vis Sci*, 85(6), 489-497, 2008.
- 60) Wood JM, Lacherez PF, Black AA, Cole MH, Boon MY and Kerr GK: Postural stability and gait among older adults with age-related maculopathy. *Invest Ophthalmol Vis Sci*, 50(1), 482-487, 2009.
- 61) Hoang PD, Cameron MH, Gandevia SC and Lord SR: Neuropsychological, balance, and mobility risk factors for falls in people with multiple sclerosis: a prospective cohort study. *Arch Phys Med Rehabil*, 95(3), 480-486, 2014.
- 62) Hübner K, Frenzel C, Kremmyda O, Adrion C, Bardins S, Glasauer S, Brandt T and Strupp M: Esophoria or esotropia in adulthood: a sign of cerebellar dysfunction? *J Neurol*, 262(3), 585-592, 2015.
- 63) Namba T and Tabuchi A: Study on vision and static physical balance function Report 1: Healthy young and middle-elder people. *Kawasaki J Med Welfare*, 20(2), 42-53, 2015.
- 64) Hamman R, Longridge NS, Mekjavic I and Dickinson J: Effect of age and training schedules on balance improvement exercises using visual biofeedback. *J*

- Otolaryngol, 24(4), 221-229, 1995.
- 65) Liston RA and Brouwer BJ: Reliability and validity of measures obtained from stroke patients using the Balance Master. Arch Phys Med Rehabil, 77(5), 425-430, 1996.
- 66) Von Noorden GK and Campos EC: Principles of nonsurgical treatment. Binocular vision and ocular motility. Theory and management of strabismus. 6thed. St. Louis, Mosby, Inc., 537-557, 2002.
- 67) Von Noorden GK and Campos EC: Principles of surgical treatment. Binocular vision and ocular motility. Theory and management of strabismus. 6thed. St. Louis, Mosby, Inc., 566-631, 2002.
- 68) Scott AB: Botulinum toxin injection into extraocular muscles as an alternative to strabismus surgery. J Pediatr Ophthalmol Strabismus, 17(1), 21-25, 1980.
- 69) 三村治, 保科幸次 : 甲状腺眼症. 神経内科, 70(1), 29-35, 2009.
- 70) Mackworth N.H. Stimulus density limits the useful field of view. In Monty RA and Senders JW eds, Eye movements and psychological processes. Erlbaum L Associates, Hillsdale, NJ, 307-321, 1976.
- 71) 三浦利章 : 有効視野の規定因. 行動と視覚的注意, 風間書房, 東京, 36-39, 1996.
- 72) Dickinson J and Leonard JA: The role of peripheral vision in static balancing. Ergonomics, 10(4), 421-429, 1967.
- 73) Scialfa CT, Thomas DM and Joffe KM: Age differences in the useful field of view: an eye movement analysis. Optom Vis Sci, 71(12), 736-742, 1994.
- 74) Sekuler AB, Bennett PJ and Mamelak M: Effects of aging on the useful field of

- view. *Exp Aging Res*, 26(2), 103-120, 2000.
- 75) Kita I, Sakamoto M, Ryushi T, Aihara Y and Arita H: Dynamics of human cardiorespiratory responses to standing on one leg with eyes closed. *Eur J Appl Physiol*, 77(1-2), 60-65, 1998.
- 76) 小笠原孝祐：自己受容器投射系．筒井純編，神経眼科最新の進歩，眼科 Mook35，金原出版，東京，11-41，1987.
- 77) 笠井健：制御工学からみた運動．伊藤正男編，脳と運動，平凡社，東京，59-82，1983.
- 78) 國弘幸伸，荒木康智，増田圭奈子，五島史行，齊藤晶：視運動刺激時の重心動揺－回旋性視運動刺激による Vection と姿勢の変化－．*Equilibrium Res*, 63(3), 267-278, 2004.
- 79) Namba T and Tabuchi A: Study on Vision and Static Physical Balance Function Report 2: Comparison of treatment effects by age in acquired ocular movement disorder. *Kawasaki J Med Welfare*, 投稿中.
- 80) 石川幹男，鈴木利根，内野泰，西尾正哉，筑田眞：滑車神経単独麻痺症例の検討．*神経眼科*，17(3)，287-294，2000.
- 81) 藤井雅彦，来栖昭博，三村治：眼運動神経単独麻痺 211 例の検討．*眼科科臨床医報*，95(7)，750-753，2001.
- 82) 若宮俊司：手術治療が著効した麻痺性斜視の長期予後．*眼科臨床医報*，98(4)，279-282，2004.
- 83) 植村恭夫，筒井純，丸尾敏夫，稲富昭太，湖崎克，渡辺好政，栗屋忍：斜視の治療基準．日本弱視斜視学会「斜視の治療基準」作成小委員会報告．*眼科臨床医報*，72(11)，1408-1414，1978.

- 84) Fells P and Waddell E : Assessment and management of bilateral superior oblique pareses. *Trans Ophthalmol Soc U K*. 100(4), 485-488, 1980.
- 85) 小橋理栄, 大月洋, 小西玄人, 長谷部聡, 田所康德, 中山正 : 眼球運動の臨床研究 (その 1) 交通外傷による眼球運動神経麻痺の統計. *日本眼科紀要*, 42(11), 2256-2261, 1991.
- 86) Von Noorden GK, Murray E and Wong SY : Superior oblique paralysis. A review of 270 cases. *Arch Ophthalmol*, 104(12), 1771-1776, 1986.
- 87) 鈴木克彦, 藤井雅彦, 来栖昭博, 三村治 : 滑車神経単独麻痺の検討. *眼科臨床医報*, 95(7), 754-757. 2001.
- 88) Glaser JS and Bachynski B: Infranuclear disorders of eye movement. Glaser JS (2nded). *Neuro-ophthalmology*. Lippincott, Philadelphia, 361-418, 1990.
- 89) 中村隆一, 齋藤 宏, 長崎 浩 : 7 姿勢. *基礎運動学*, 第 6 版, 医歯薬出版, 東京, 331-360, 2008.
- 90) 小松崎篤 : 眼位及び眼球運動異常とその臨床的意義. *JOHNS*, 14(6), 823-828, 1998.
- 91) 高橋正紘 : 視覚とバランス. *JOHNS*, 14(6), 829-833, 1998.
- 92) Bass RI: An analysis of the components of test of semicircular canal function and dynamic balance. *Res Q*, 10(2), 33-52, 1939.
- 93) Edwards AS: Body sway and vision. *J Exp Psychol*, 36(6), 526-535, 1946.
- 94) 日本平衡神経科学会 : 重心動揺検査の基準. *Equilibrium Res*, 42, 367-369, 1983.
- 95) 玉腰暁子, 大野良之 : QOL-Quality of life-. *眼科*, 38, 357-365, 1996.
- 96) 奥住秀之, 葉石光一, 田中敦士, 国分充 : 身体動揺コントロールにおける

- 中心視および周辺視情報の効果. *Equilibrium Res*, 55(5), 474-478, 1996.
- 97) 小谷恵美, 鈴木直人: 中心視野情報と周辺視野情報が姿勢制御に及ぼす影響. *Equilibrium Res*, 61(4), 210-215, 2002.
- 98) 石垣尚男: 重心動揺に関与する周辺視機能について. 愛知工業大学研究報告, 20A, 29-32, 1985.
- 99) 医療六法編集委員会編: 医療六法(平成27年版). 中央法規出版株式会社, 東京, 2225-2249, 2014.
- 100) 公益社団法人 日本視能訓練士協会 視能訓練士倫理規定・綱領.
<http://www.jaco.or.jp/data/kyokai/rinrikitei.pdf>, 2015年12月7日閲覧.

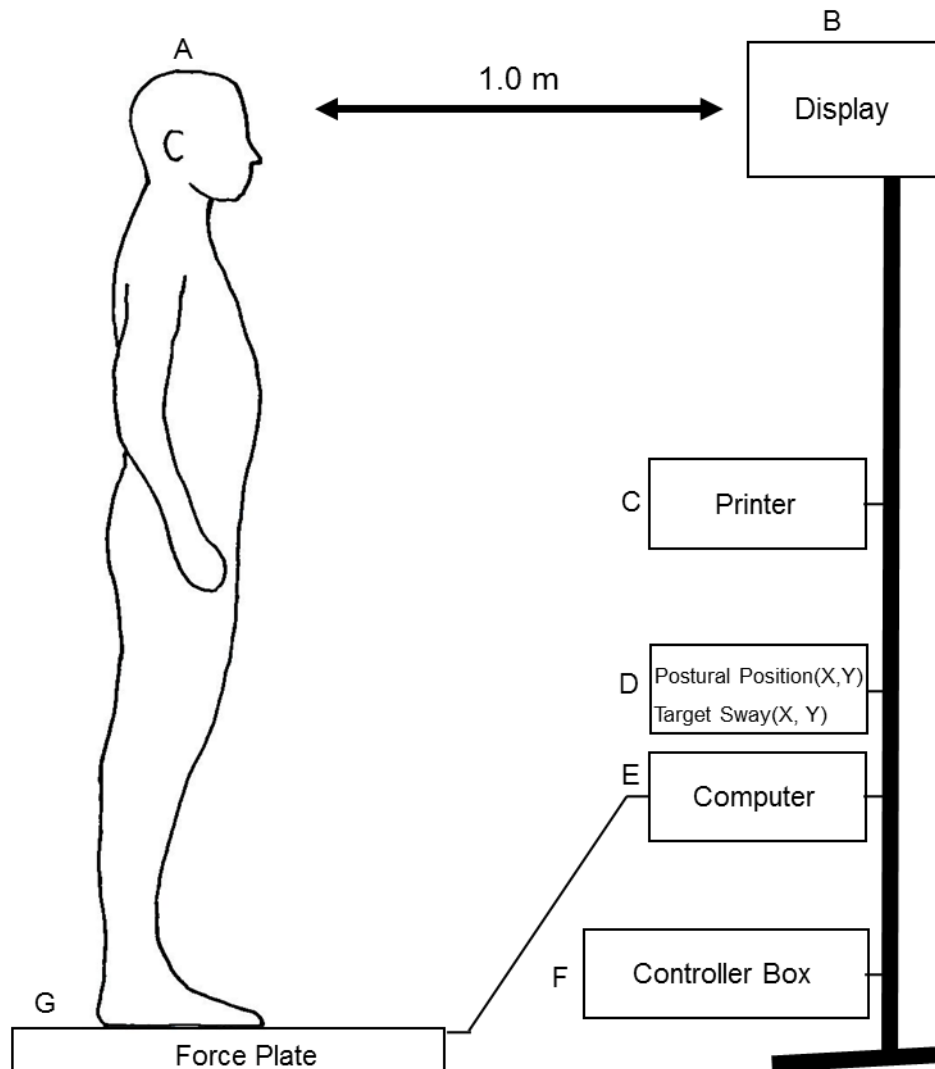


図2-1 身体平衡機能検査装置

A：被検者，B：ディスプレイ，C：プリンター，D：重心位置 (X,Y) ，
重心動揺 (X,Y) ， E：コンピュータ， F：コントロールボックス，
G：フォースプレートを示す。

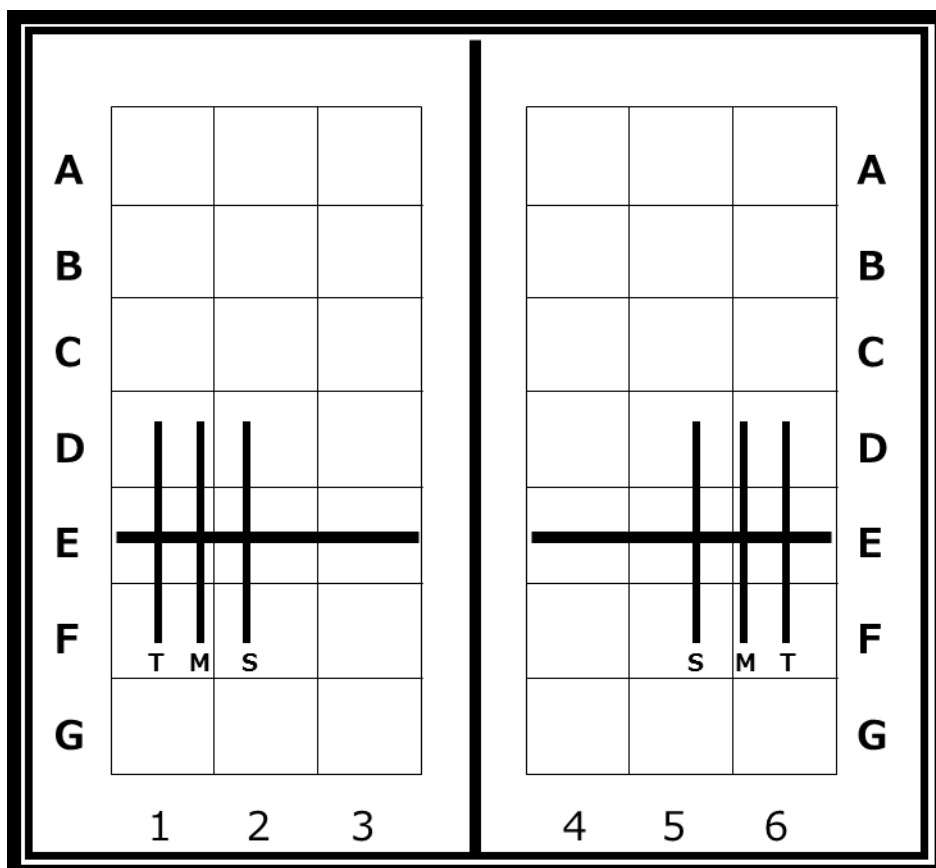


図2-2 足底板

被検者は身長で定められた（S:76～140cm, M:141～165cm, T:166～203cm）位置とEの交点に外踝を合わせてバランスマスターの起立台の上に安静立位姿勢で立つ。

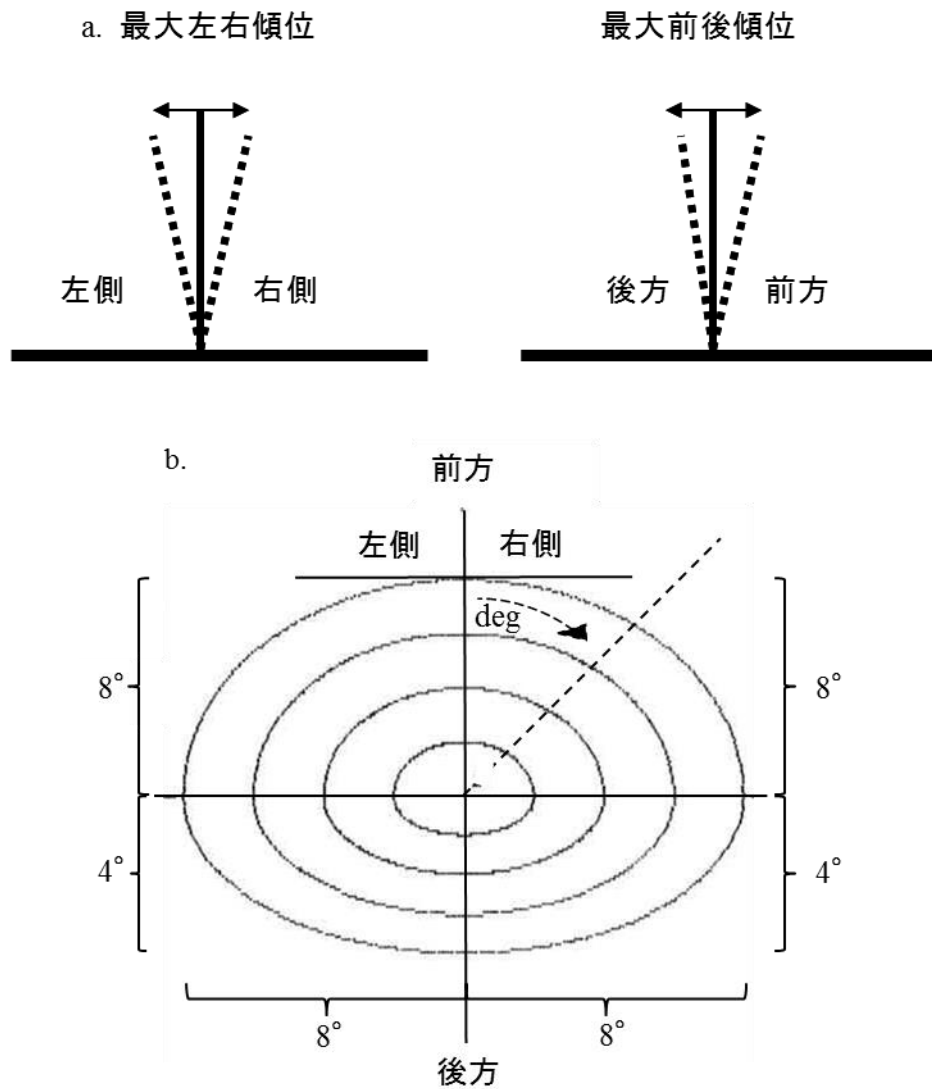


図2-3 重心位置模式図

- a. 左右・前後の最大傾斜角度
 最大左右傾位(各 8°), 最大前傾位(8°), 最大後傾位(4°)
- b. 重心の平均位置を極座標で示す。Degree(deg)は重心の位置を $0^{\circ} \sim 360^{\circ}$ で示す。

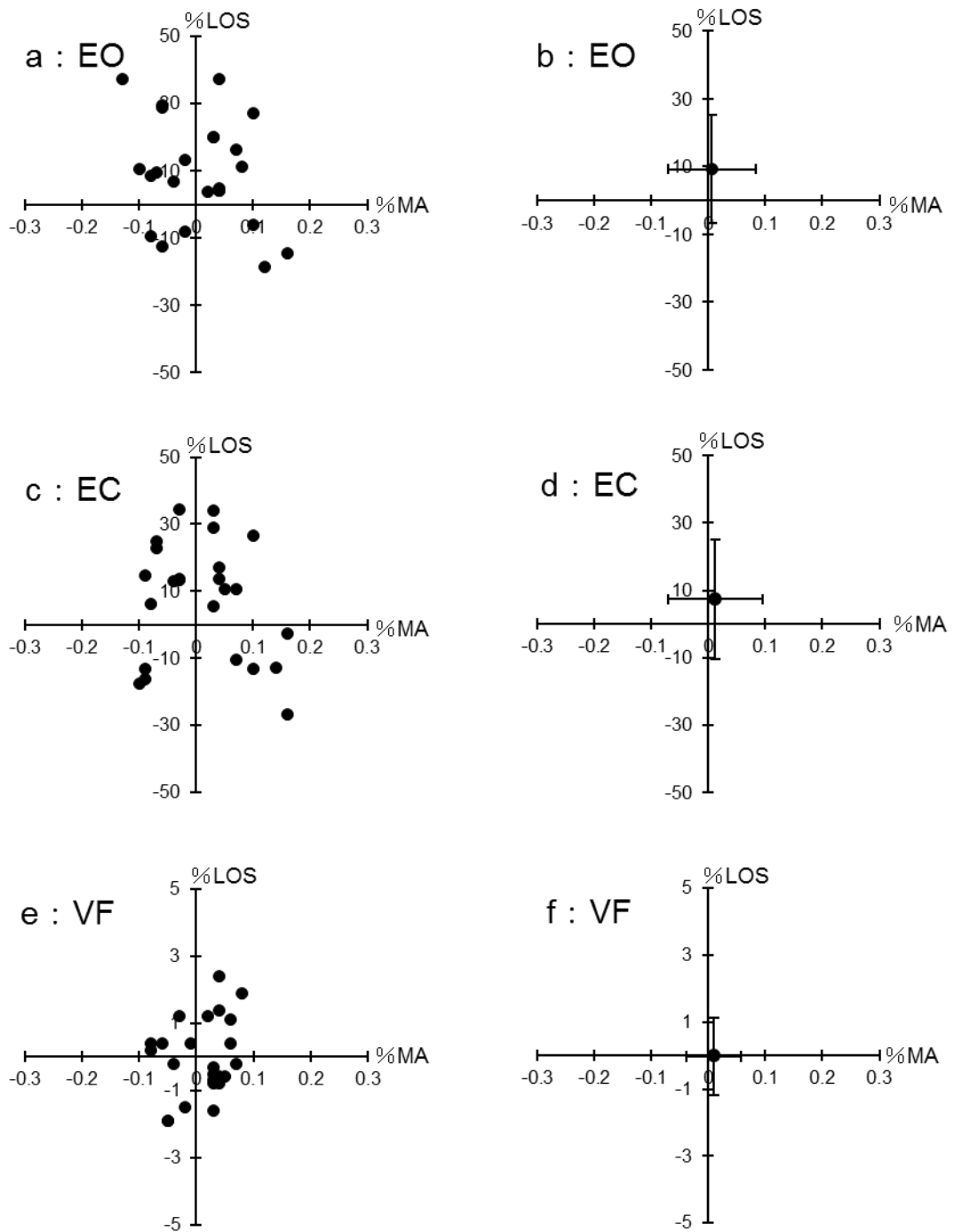


図2-4 健常若年者の重心位置と重心動揺

図のX軸とY軸の交点はフォースプレート上加わる被検者の理論的重心位置である。図の縦軸は重心位置 (%LOS)，横軸は重心動揺 (%Max Area)，aはEO条件の分布図，bはEO条件の平均値 ± SD，cはEC条件の分布図，dはEC条件の平均値 ± SD，eはVF条件の分布図，fはVF条件の平均値 ± SDを示す。EC条件の方がEO条件よりも重心が動揺していた。

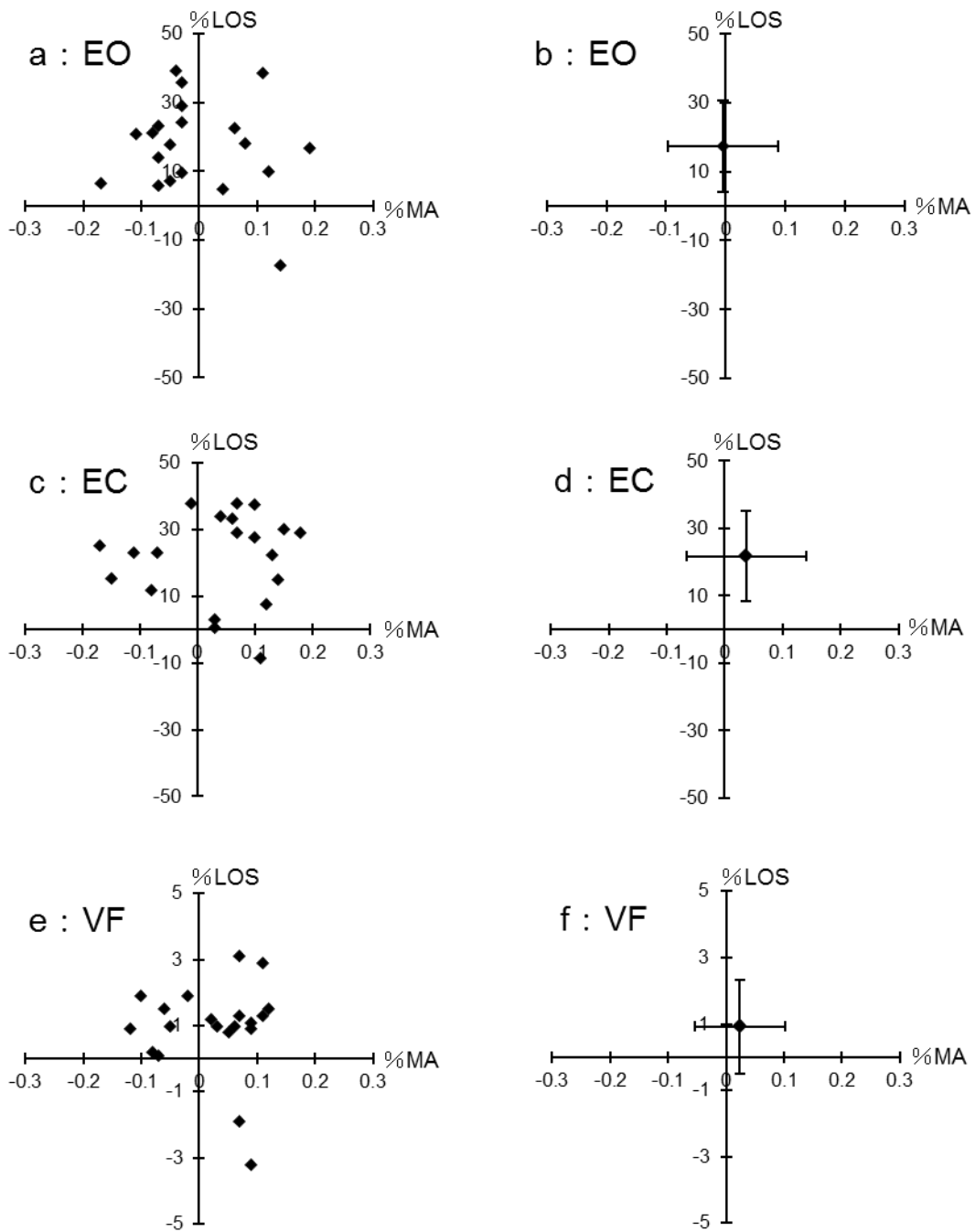


図2-5 健常中高年者の重心位置と重心動揺

図のX軸とY軸の交点はフォースプレート上加わる被検者の理論的重心位置である。図の縦軸は重心位置 (%LOS)，横軸は重心動揺 (%Max Area)，aはEO条件の分布図，bはEO条件の平均値 ± SD，cはEC条件の分布図，dはEC条件の平均値 ± SD，eはVF条件の分布図，fはVF条件の平均値 ± SDを示す。重心はEC条件の方がEO条件よりも動揺して，VF条件にて前方に位置していた。

表2-1 健康若年者の重心位置と重心動揺

	n	開眼	閉眼	視覚フィードバック
重心位置	24	9.30 ± 15.84	7.36 ± 17.67	-0.03 ± 1.16
(% LOS)		R = 1.42 ± 1.02		
重心動揺	24	0.01 ± 0.08	0.01 ± 0.08	0.01 ± 0.05
(% MA)		R = 1.42 ± 1.11		

n: 被検者数, %LOS: %Limits of Stability, %MA: %Max Area,

R: Romberg率, 平均値 ± SD

表2-2 健常中高年者の重心位置と重心動揺

	n	開眼	閉眼	視覚フィードバック
重心位置	20	17.43 ± 13.32	21.78 ± 13.36	0.93 ± 1.41
(% LOS)		R = 1.65 ± 1.58		
重心動揺	20	0.00 ± 0.09	0.04 ± 0.10	0.02 ± 0.08
(% MA)		R = 1.51 ± 1.05		

n : 被検者数, %LOS : %Limits of Stability, %MA : %MaxArea,

R: Romberg率, 平均値 ± SD

表2-3 健康若年者と健康中高年者の重心位置と重心動揺と比較

	重心位置 (%LOS)				重心動揺 (%MA)				
	開眼	閉眼	視覚フィードバック	開眼	閉眼	視覚フィードバック	開眼	閉眼	視覚フィードバック
若年者	NS	NS	*	NS	*	NS	NS	*	NS
中高年者									

%LOS: %Limits of Stability, %MA: %Max Area, NS: No Significant,

* : P < 0.05, Wilcoxon signed rank sum tests

表3-2 AOMD中高年齢者の臨床所見

症例 No.	年齢 (歳)	性別	診断名	視力		斜視角 (治療前)				斜視角 (治療後)				原因	治療				
				右眼	左眼	水平 (Δ)		垂直 (Δ)		TST (sec)		水平 (Δ)				垂直 (Δ)		回旋 (°)	TST (sec)
						at 0.3m, at 5m	at 0.3m, at 5m	回旋 (°)	at 0.3m, at 5m	回旋 (°)	at 0.3m, at 5m	回旋 (°)	at 0.3m, at 5m						
1	44	M	R) SO palsy	1.2	1.2	4XP	R/L 6H(T)	R) EXT 2,	40	0	0	0	0	40	0	頭部外傷	Orthoptics, Surgery(RIOrecession 8mm)		
2	52	M	R) SO palsy	1.5	1.5	4XT	R/L 3HP	L) EXT 2	—	0	R/L 2HP	0	R) EXT 2	40	0	炎症	Orthoptics		
3	60	M	B) SO palsy (L>R)	1.5	1.5	4XP	L/R 4H(T)	R) EXT 9,	40	2XP	0	0	R) EXT 2,	40	0	頭部外傷	Orthoptics, Surgery(LIOrecession 8mm, LSOtucking 10mm)		
4	63	M	R) SO palsy	1.2	1.2	25XT	R/L 12HT	L) EXT 9	—	2XP	L/R 2HP	0	L) EXT 2	40	0	頭部外傷	Orthoptics, Surgery(RSOtucking 8mm, RLRecession 4mm)		
5	55	F	R) SO palsy	1.2	1.2	14XT	R/L 16HT	R) EXT 4,	—	0	0	0	R) EXT 1	40	0	脳血管障害	Orthoptics, Botuli, Surgery(RIOrecession 8mm)		
6	57	F	R) SO palsy	1.5	1.5	4XP	R/L 8H(T)	R) EXT 4	40	2XP	R/L 2HP	0	0	40	0	頭部外傷	Orthoptics		
7	62	F	R) SO palsy	1.0	1.2	3XP	R/L 3H(T)	R) EXT 2	40	4XP	R/L 4H(T)	0	0	40	0	頭部外傷	Orthoptics		
8	66	F	L) SO palsy	1.2	1.2	2XP	R/L 6HT	R) EXT 3	—	5XP	R/L 4H(T)	0	R) EXT 3	120	0	頭部外傷	Orthoptics		
9	49	F	R) Abducens palsy	1.2	1.2	4X(T)	R/L 8HT	R) EXT 5,	—	4XP	0	0	R) EXT 3,	40	0	頭部外傷	Orthoptics, Surgery(LSOtucking 10mm, LMRrecession 2.5mm)		
10	52	F	L) III nerve palsy	1.5	0.3	12XT	L/R 5HT	L) EXT 12	—	6XP	0	0	L) EXT 2	40	0	頭部外傷	Orthoptics, Surgery(RLRecession 7mm)		
11	61	M	R) Abducens palsy	1.0	1.2	35ET	R/L 7HT	R) EXT 3	—	4E(T)	0	0	R) EXT 2	40	0	頭部外傷	Orthoptics, Surgery(RMRresection 7mm, LMRresection 7mm, LLRecession 4.5mm, RMRrecession 4mm, RLRadvancement 4mm)		
12	54	M	R) III nerve palsy	0.6	1.0	95XT	R/L 16HT	L) INT 2	—	6E(T)	0	0	0	—	—	不明	Orthoptics		
13	51	M	L) Superior orbital fissure syndrome	1.5	1.5	50ET	L/R 9HT	R) EXT 4	—	35XT	R/L 14HT	0	R) EXT 5	200	0	不明	Orthoptics		
14	52	M	L) LR paresis	1.5	1.5	50ET	R/L 10HT	R) EXT 4	—	10ET	0	0	0	—	—	炎症	Steroid, Orthoptics		
15	42	M	R) III-IV nerve palsy	1.0	1.5	55XT	R/L 12HT	R) INT 2	—	18X(T)	R/L 6H(T)	0	0	40	0	不明	Orthoptics		
16	54	F	L) III nerve palsy	1.5	1.2	70XT	R/L 12HT	L) EXT 3	60	6E(T)	R/L 5H(T)	0	0	—	—	不明	Orthoptics		
						3X(T)	R/L 6H(T)	R) EXT 3	—	10ET	R/L 14HT	0	0	—	—	不明	Orthoptics		
						6X(T)	R/L 10HT	0	—	6X(T)	R/L 10HT	0	0	—	—	不明	Orthoptics, Steroid		
						6X(T)	R/L 10HT	0	—	4X(T)	R/L 10HT	0	0	—	—	不明	Orthoptics		
						35XT	R/L 6HT	0	—	20XT	0	0	0	40	0	不明	Orthoptics, Steroid		
						35XT	R/L 6HT	0	—	20XT	0	0	0	40	0	不明	Orthoptics, Steroid		
						50XT	R/L 6HT	0	—	0	0	0	0	40	0	不明	Orthoptics, Steroid		
						45XT	R/L 4HT	0	—	0	0	0	0	40	0	不明	Orthoptics, Steroid		

性別のMは男性, Fは女性, Rは右眼, Lは左眼, 治療は治療方法, XPは外斜視, X(T)は内斜視, EPは内斜視, ETは内斜視, INTは内斜視, EXTは内斜視, HTは右眼上斜視, L/Rは左眼上斜視, HPは上斜位, H(T)は上斜位斜視, HTは上斜視, SRはsuperior rectus muscle, LRはlateral rectus muscle, Orthopticsは視能訓練, Surgeryは斜視手術, Steroisはステロイド/ボルニスム毒素療法を示す, MRはmedial rectus muscle, SRはsuperior rectus muscle, Orthopticsは視能訓練, Surgeryは斜視手術, Steroisはステロイド/ボルニスム毒素療法を示す.

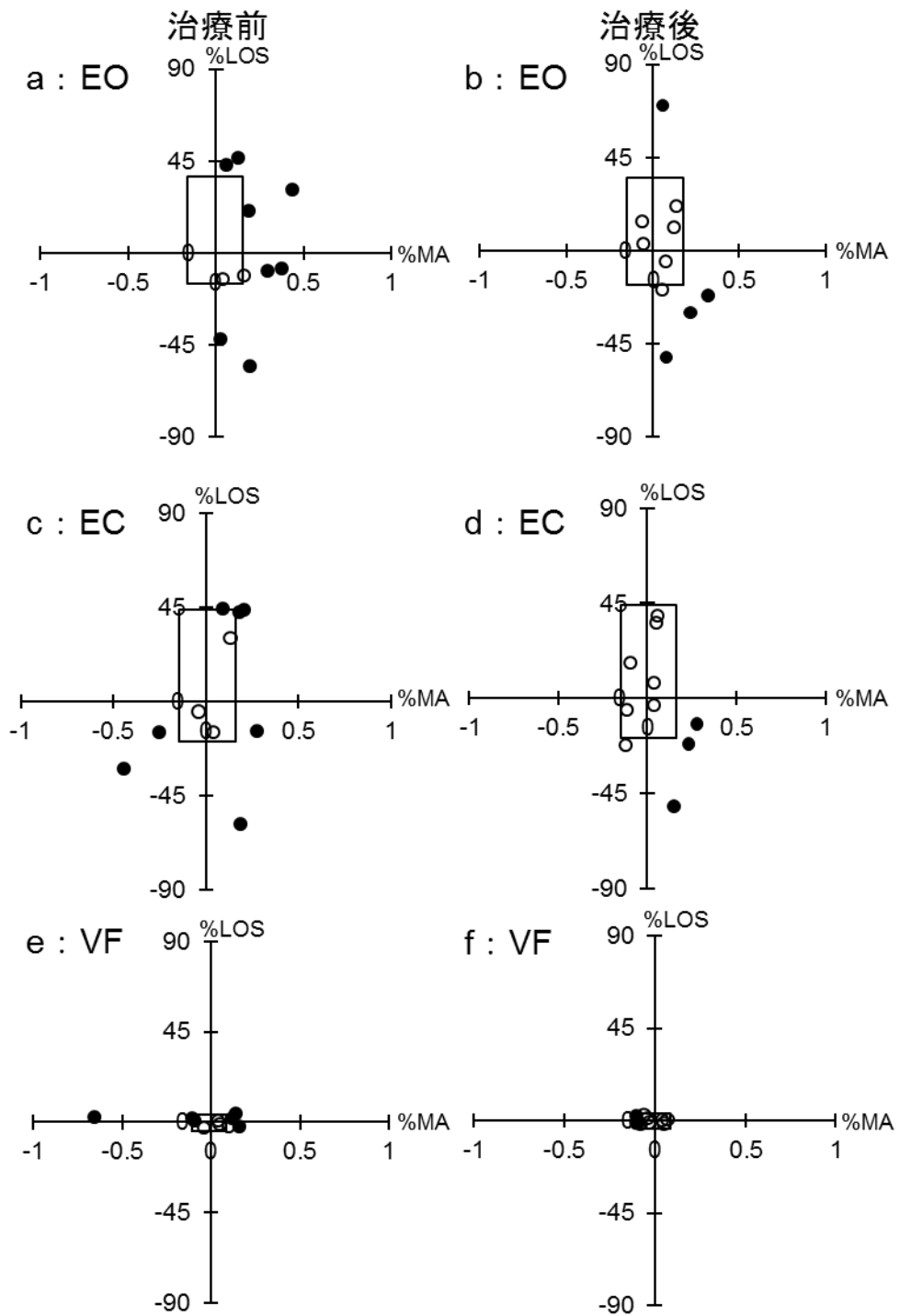


図3-1 AOMD若年患者の重心位置と重心動揺

aは治療前の開瞼時, bは治療後の開瞼時, cは治療前の閉瞼時, dは治療後の閉瞼時, eは治療前の視覚フィードバック時, fは治療後の視覚フィードバック時, 四角は健常若年者の標準値(健常者の平均値±2SD), 白丸は標準値内, 黒丸は標準値外を示す。治療前と比較して治療後には3条件ともに改善がみられた。

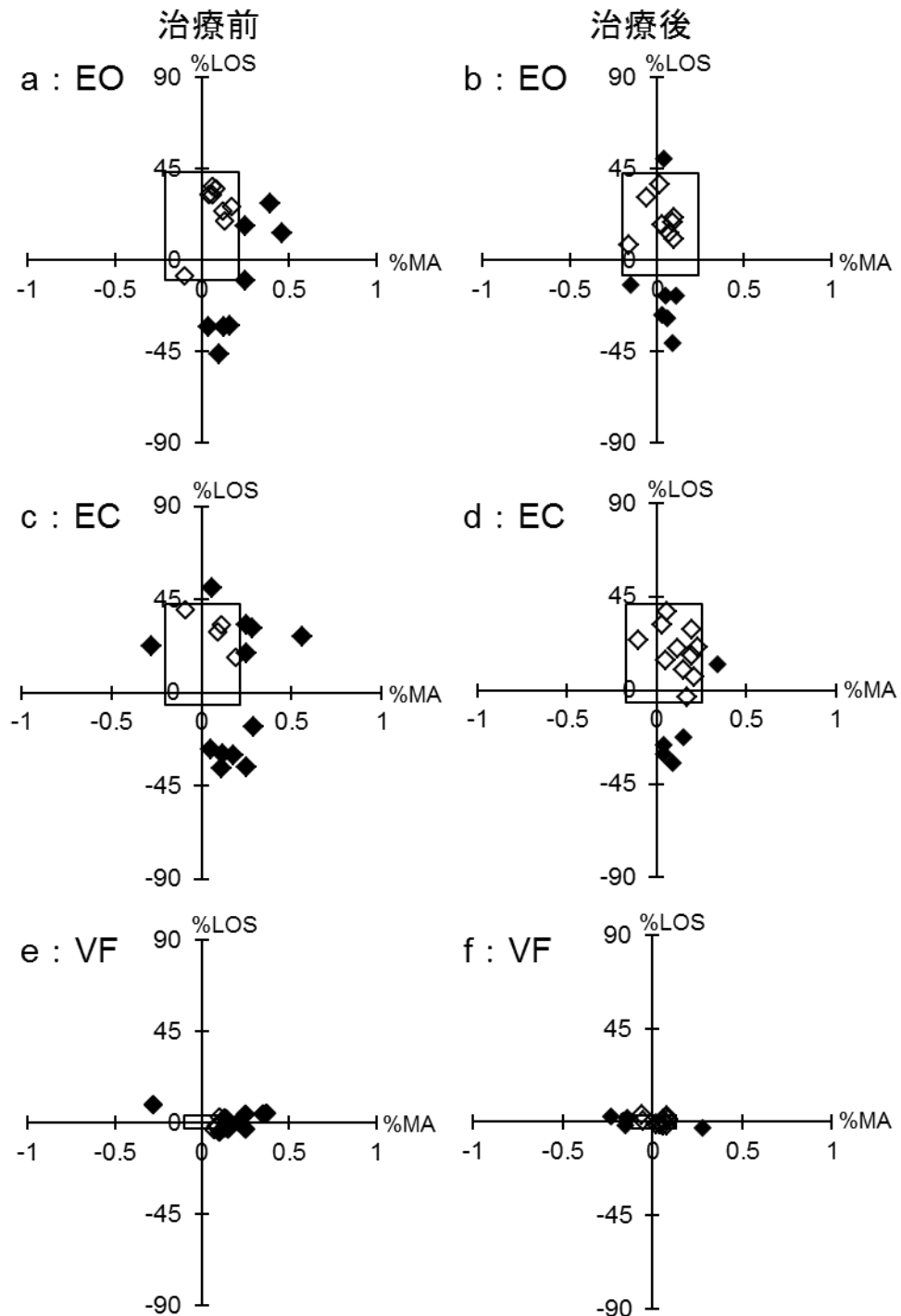


図3-2 AOMD中高年患者の重心位置と重心動揺

aは治療前の開瞼時，bは治療後の開瞼時，cは治療前の閉瞼時，dは治療後の閉瞼時，eは治療前の視覚フィードバック時，fは治療後の視覚フィードバック時，四角は健常中高年者の標準値（健常者の平均値 ± 2SD），白菱形は標準値内，黒菱形は標準値外を示す。治療前と比較して治療後には3条件ともに改善がみられた。

表3-3 AOMD患者の治療前後の重心位置と重心動揺

治療		開瞼	閉瞼	視覚フィードバック	
若年 AOMD 患者 (n = 10)	重心位置	前	31.30 ± 15.72	31.29 ± 17.75	2.21 ± 1.11
	(% LOS)	後	17.95 ± 13.11	20.39 ± 13.74	1.31 ± 0.72
			R = 1.32 ± 1.04		
			R = 1.05 ± 0.58		
中高年 AOMD 患者 (n = 16)	重心位置	前	0.18 ± 0.14	0.19 ± 0.12	0.12 ± 0.10
	(% MA)	後	0.10 ± 0.05	0.18 ± 0.27	0.07 ± 0.03
			R = 1.13 ± 0.43		
			R = 1.25 ± 0.98		
中高年 AOMD 患者 (n = 16)	重心位置	前	25.28 ± 10.49	29.02 ± 9.54	2.70 ± 1.43
	(% LOS)	後	21.18 ± 11.86	21.25 ± 9.25	1.60 ± 0.86
			R = 1.27 ± 0.54		
			R = 1.05 ± 0.40		
中高年 AOMD 患者 (n = 16)	重心位置	前	0.16 ± 0.10	0.20 ± 0.12	0.17 ± 0.08
	(% MA)	後	0.12 ± 0.05	0.14 ± 0.08	0.10 ± 0.06
			R = 1.58 ± 1.05		
			R = 1.69 ± 1.07		

R: Romberg率

表3-4 AOMD患者の3条件における治療前後の比較

AOMD	症例数 (例)	開瞼		閉瞼		視覚フィードバック	
		改善(例)	平均値	改善(例)	平均値	改善(例)	平均値
重心位置 (%LOS)							
若年	10	7	11.36	10	8.68	9	0.76
中高年	16	12	8.68	14	9.96	15	1.61
重心動揺 (%MA)							
若年	10	5	0.19	6	0.12	7	0.12
中高年	16	16	0.06	15	0.07	16	0.09

* P < 0.05

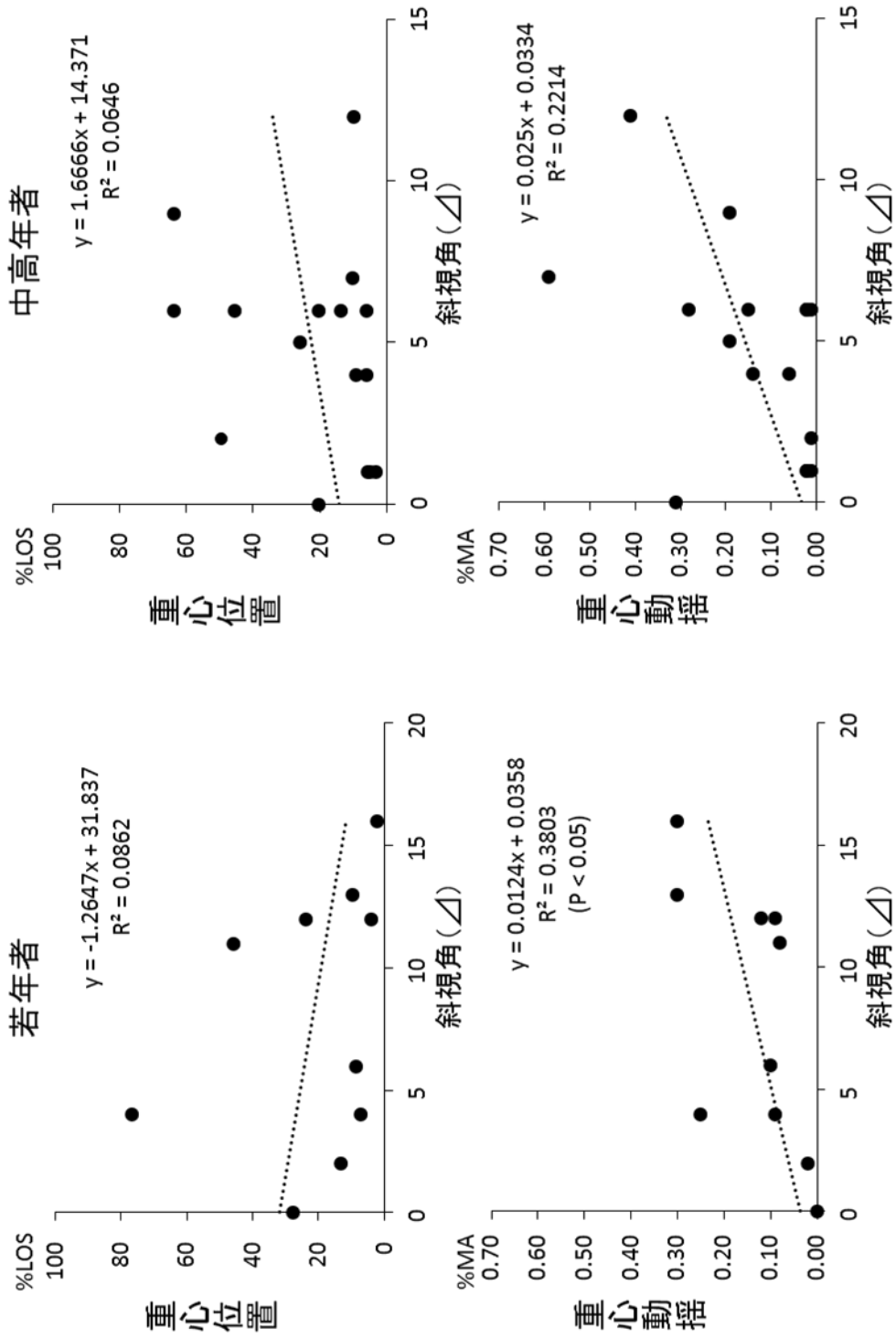


図3-3 従来の検査法とBalance Masterによる検査法との測定結果の相関(1)
 開瞼時、近見垂直斜視角と重心位置・重心動揺との相関を若年者と中高年齢者に分けて示す。図左下の若年者にて従来の主観的検査法による斜視角とBalance Masterによる客観的検査法との測定結果(開瞼時重心動揺)の間に高い相関($r = 0.7485, p < 0.05$)が認められた。斜視角, 重心位置, 重心動揺の値は治療前後の差を示す。

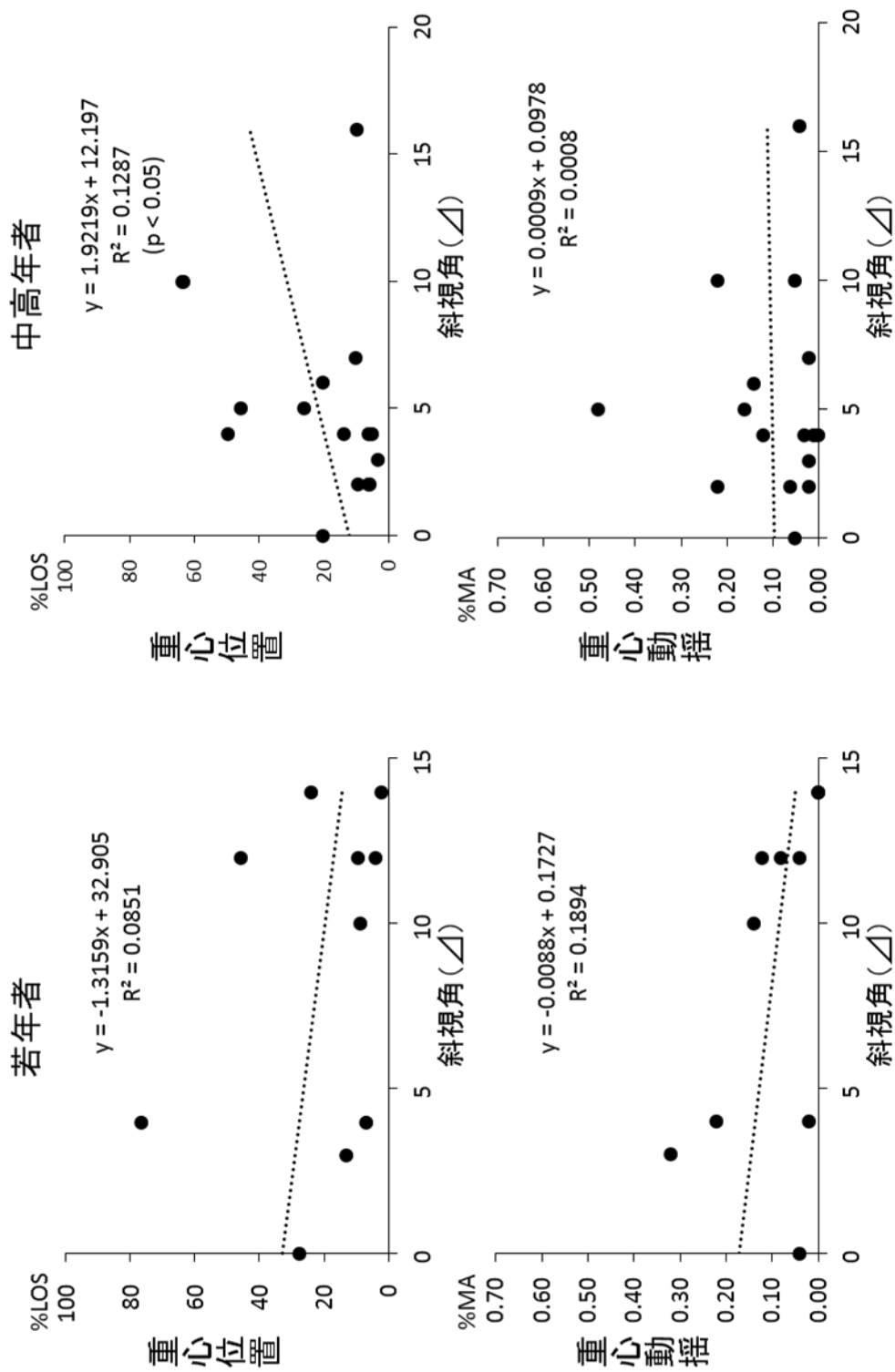


図3-4 従来の検査法とBalance Masterによる検査法との測定結果の相関(2)
 開眼時、遠見垂直斜視角と重心位置・重心動揺との相関を若年者と中高年者に分けて示す。図右上の中高年者にて従来の主観的検査法による斜視角とBalance Masterによる客観的検査法との測定結果(開眼時重心位置)の間に相関($r = 0.4066$, $p < 0.05$)が認められた。斜視角, 重心位置・重心動揺の値は治療前後の差を示す。