

原著

ヒマラヤ岩塩含有鉱石パウダー入りシリコンゴムプレートが 重心動揺計検査に及ぼす影響

伊藤宏文¹⁾ 高橋恵美¹⁾ 高野優里¹⁾

Effect of Silicon Rubber Plate Containing Himalayan Rock Salt Containing
Ore Powder on Gravity sway meter test

Hirobumi Ito, Emi Takahashi and Yuri Takano

(受領日：2022年9月26日)

Abstract:

In addition to pharmacotherapy, vestibular training, plantar stimulation, and pressure training to strengthen lower limb muscles have been used as fall prevention methods for the elderly, but those that can be expected to be effective alone have not yet been established. Furthermore, there are various balance adjustment devices in the market, but few studies have looked into their effectiveness. Previous research has demonstrated the utility of balance control devices in dynamic body balance evaluation through walking tests. However, no studies have been conducted to investigate the effects and effectiveness of this device in relation to peripheral vestibular function. In this study, we used a gravimetric sway meter test to assess changes in static somatic equilibrium function using the same balancing apparatus, and we looked at whether the balancing apparatus could compensate for peripheral vestibular function.

The subjects were 105 patients (23 males and 82 females, mean age 55.2 ± 21.1 years) with peripheral vestibular dysfunction of unknown cause without the primary disease who visited the clinic from April to September 2019 with dizziness and agitation as their main complaints. As a balancing device, silicon rubber plates containing mineral powder containing Himalayan rock salt (hereinafter "rubber plates") were used. We used both real and fake rubber plates in the tests, which were conducted in a randomized double-blind fashion in which neither the examiner nor the test subjects knew whether the rubber plate was real or fake.

1) 医療法人社団徳照会 いたう耳鼻咽喉科

Because of the differences in gender, age, and individual differences, the results of the gravimetric sway meter test did not show specific significant trend. However, changes in measured velocity (with rubber) (cm/sec) (velocity Romberg ratio/rubber) and velocity-rubber ratio (closed-eye rubber ratio/velocity) suggested that wearing the balance adjustment device increased reliance on visual information and somatosensory input. According to the statistical analysis results, the rubber plate may improve the visually dependent input of elderly males.

The maintenance of equilibrium requires three types of information: vestibular, visual, and somatosensory (depth perception) information; however, in patients with peripheral vestibular dysfunction, the reliance on visual and somatosensory information is relatively increased. In elderly men, the rubber plate may improve visually dependent input. The rubber plate can be used in conjunction with various conventional treatment methods safely and easily without interfering with them. It is thought to be a useful method for preventing falls in the elderly as well as a compensatory method for maintaining equilibrium function in the elderly.

Key words: fall prevention in the elderly, gravimetric sway meter test, balance adjustment device, vestibular function compensation, Himalayan Rock Salt

要旨

高齢者の転倒予防法として薬物療法以外にも前庭訓練、足底刺激、下肢筋力を鍛える加圧訓練などが行われているが、単独で十分な効果が期待できるものはまだ確立されていない。平衡感覚の維持には前庭感覚情報、視覚情報、体性感覚情報（深部知覚情報）の3つの情報が重要であるが、末梢前庭障害症例では体平衡の維持のために視覚情報や体性感覚情報への依存度が相対的に高いといわれる。高齢者においても代償的機序への依存度が相対的に高まっていると考えられる。本研究では末梢前庭障害症例の重心動揺計検査を行い、バランス調整器具（ヒマラヤ岩塩含有鉱石パウダー入りゴムプレート）を使用した場合の改善効果を検討した。また統計学的解析を行い代償的機序への依存度について検討を行った。結果、ゴムプレートは高齢者男性の視覚依存性入力（visual input）の改善が期待できるのではないかと考えられた。ゴムプレートは従来の

様々な治療方法を妨げることなく、安全かつ簡便に併用することが可能である。今後、高齢者の平衡機能維持、代償法として有用な方法と考えられた。

キーワード：高齢者転倒防止、重心動揺計検査、前庭訓練、バランス調整器具、ヒマラヤ岩塩

I 目 的

眩暈感、動揺感を主訴に耳鼻咽喉科外来を受診する末梢前庭障害症例に対しては、一般的に急性期には誘発動作を控えることや、薬物療法などが行われている¹⁾²⁾。慢性期には前庭訓練³⁾などが行われているが効果発現には個人差があり、時間を要することが多い。高齢者においてもめまい、平衡障害の頻度が高くなることが報告されているが⁴⁾、薬物療法には副作用の問題なども懸念されており、即効性があり簡便

に行える治療法の確立が待たれている。本研究ではめまい、平衡障害による高齢者の転倒予防を目的としたバランス調整器具の有用性について検討を行った。

平衡感覚の維持には前庭感覚情報、視覚情報、体性感覚情報（深部知覚情報）の3つの情報入力が重要であるが、末梢前庭障害症例では体平衡の維持のために視覚情報や体性感覚情報などの代償的機序への依存度が相対的に高まっている⁵⁾。高齢者においても加齢の影響で前庭感覚情報の入力低下しているため、視覚情報や体性感覚情報に対する依存度が相対的に高まっているが、視覚情報入力や体性感覚情報入力も低下していると考えられる⁶⁾。上馬場らによる高齢者の歩行試験時の足底圧変化による動的体平衡機能検査を検討した先行研究⁷⁾ではバランス調整器具の有用性が報告されているが、その作用機序についてはまだ不明な点が多い。

今回、急性期を過ぎた原因不明の末梢前庭障害症例に対して重心動揺計検査⁸⁾による静的体平衡機能検査を行い検討を行った。バランス調整器具が検査結果に及ぼす効果について統計学的解析を行い、その作用機序について考察を行った。

今後ますます高齢化する日本においてはめまい、転倒予防が必要かつ重要になると考えられる。バランス調整器具は従来の様々な治療方法を妨げることなく、特別な訓練も必要もなく、安全かつ簡便に併用することが可能で、即効性が期待できる方法である。今後は高齢者の平衡感覚維持、機能代償法として有用な方法となり得ると考え報告する。

II 対 象

2019年4月から9月に眩暈感、動揺感などの平衡機能の異常を主訴に当院外来を受診した105症例（男性23名、女性82名、年齢10–90歳、平均年齢 55.2 ± 21.1 歳）について検討を行った。

神経症候から中枢性眩暈を鑑別し、聴力検査、眼振検査、末梢前庭検査などから突発性難聴、メニエール病、良性発作性頭位めまい症などの末梢性眩暈を鑑別して原因不明の末梢前庭機能障害と診断した立位保持可能な症例を対象とした。検査施行時には、ふらつきなどの自覚症状は認めるものの、フレンツェル眼鏡を用いた検査などでは明らかな眼振所見を認めないことを確認してから重心動揺計検査を行った。中枢性疾患の既往を有する者、下肢関節など手術歴を有する者、検査測定手順が理解できない者、重心動揺検査時の注視点を見ることができないなどの視力障害を有する者は除外した。検査途中に身体動揺が激しく、検査を最後まで遂行できなかった者は除外した。

III 方 法

重心動揺計検査は静的体平衡機能検査の一つである。直立姿勢における身体の動揺を足圧中心（地面と接触している床反力の平均作用点 center of pressure : COP）の動揺としてとらえ、それを記録・分析することによって、静的体平衡機能を定量的に評価するとともに、めまい・平衡障害の診断やリハビリなどによる治療効果の判定を行うものである。本研究ではアニメ株式会社グラビコーダー GP5500[®]を用いて、ラバー負荷重心動揺検査までを一連の流れとして行った。約2分間の休憩をはさみ、重心動揺計検査を2回連続して行った。測定方法は日本平衡神経科学会が提示した方法⁸⁾に準拠して行った。その際に、バランス調整器具としてヒマラヤ岩塩含有鉱石パウダー入りシリコンゴムプレート（Infinity balance[®]；以下ゴムプレートと略す）を装着して検査を行った。本研究は上馬場が先行研究として行った歩行試験による動的体平衡機能検査の際に用いたバランス調整器具と同じゴムプレートを用いた⁷⁾。同じゴムプレ-

トを用いて、動的体平衡機能検査（歩行時）と静的体平衡機能検査（静止時）の効果を比較検討することに意義があると考え、このバランス調整器具を選択した。比較検討することにより、その有用性と作用機序の解明に近づくことができるのではないかと考え本研究を行った。

重心動揺計検査の前庭機能評価指標は、①単位面積軌跡長(1/cm)（以下密集度と略す）、②外周面積(cm²)（以下面積ロンベルグ率と略す）、③左右動揺平均中心変位(cm)（以下左右中心と略す）、④前後動揺平均中心変位(cm)（以下前後中心と略す）、⑤ニューラルネット健全、⑥ニューラルネット異常、⑦ニューラルネット異常迷路障害、⑧ニューラルネット異常脳障害、⑨速度（ラバーあり）(cm/秒)（以下速度ロンベルグ率・ラバーと略す）、⑩速度ラバー比（以下閉眼ラバー比・速度と略す）の10項目とした⁹⁾。

ラバー負荷重心動揺検査はグラビコーダーと付属の天然ゴム性のフォームラバー（引張強度 2.1 Kg/cm²、密度 0.06g/cm³、伸びパーセント 110%、厚さ3.5cm）を使用した。サンプリング周波数は20Hzとした。測定条件は、まずラバー無し状態で、つま先を閉じた状態で直立させ、開・閉眼でそれぞれ1分間の重心動揺の記録を行った。次にラバーを検査台の上に置いた状態で、両踵内側を密着させ足尖方向を45°に広げた状態で直立させ、重心動揺の記録を各1分間

行った。計測時は、被験者が転倒しないよう十分に注意を払った。被験者が直立姿勢を維持できない場合は、その時点で検査を中断しfallと判定し対象から除外した^{10) 11)}。

ゴムプレートの装着は上馬場らの方法と同じく衣服のポケットに入れて行い、ポケットに入れた状態を装着した状態とした。外見的には本物ゴムプレートと区別のできない偽物ゴムプレートも用いて、検者も被検者も本物か偽物が分からない無作為二重盲検法（Double blind test）で検査を行った。本物ゴムプレートを装着した状態を装着あり、偽物ゴムプレートを装着した状態を装着なしとした。検査は周囲環境からの影響が少なくなるように診察室や待合室とは隔絶された、防音構造のある聴力検査室内で行った。本物と偽物ゴムプレートは5m以上離れた場所に保管し、お互いに影響を及ぼさないように考慮した。対象の105名の重心動揺計検査記録から、1回目検査時に装着あり、装着なしと、2回目検査時に装着あり、装着なしの組み合わせから4つの群に分類した（図1）。

4つの群の内訳は以下のとおりである。

- ① 1回目装着なし、2回目装着なしをなしなし群とした。男性4名、女性16名、合計20名
- ② 1回目装着なし、2回目装着ありをなしあり群とした。男性7名、女性24名、合計31名
- ③ 1回目装着あり、2回目装着なしをありなし群とした。男性4名、女性29名、合計33名

Flowchart



図1

対象者105名を1回目検査時に装着あり、装着なしと、2回目検査時に装着あり、装着なしの組み合わせから4つの群に分類した。

④ 1回目装着あり、2回目装着ありをありあり群とした。男性8名、女性13名、合計21名
重心動揺計検査は単一の評価指標が対象者のバランス能力と関連している訳ではなく、また平衡機能の改善と共に、全ての指標が一律に改善する訳でもない。原疾患や個人差、年齢差などにより改善を示す指標は様々である。今回この評価指標が高齢者の末梢前庭機能の評価に有用かどうか、またバランス調整器具は有用であるのかどうかを検討する目的で、各評価項目について統計解析を行った。

最初に4群の基本統計量を求め、フィッシャーの直接確率検定 (Fisher's Exact Test) を行い装着ありなしの分類と男女比が独立であるかどうか、装着ありなしと年齢分布が独立であるかどうか検定を行った。

4群それぞれの10項目の評価指標の1回目測定値と2回目測定値の平均値と標準偏差を求めた。また1回目測定値と2回目測定値の差の Δ 値を求めた。1回目測定値と2回目測定値の平均値を paired t-test を用いて比較検討し、1回目測定値と2回目測定値に有意差がないか検討を行った。

各検査項目の1回目測定値と2回目測定値、1回目測定値と2回目測定値の差の Δ 値について、4つの群間において一元配置分散分析 (one-way ANOVA: one-way analysis of variance) を行い、各群の評価指標の平均値に差がないかどうか検討を行った。有意差を認めた場合は多重比較 (Bonferroni 補正) を行った。平衡機能の変化を評価可能な指標が存在するかどうか検討を行った。

ゴムプレート装着のあり、なしが重心動揺計検査の各検査項目に及ぼす影響について線形混合モデル分析を用いて解析を行った。ゴムプレート装着なし時、及びゴムプレート装着あり時の2時点測定データ (クロスオーバー形式) に対し、各評価項目における装着なし時と装着あり

時の差について評価を行った。各評価項目を従属変数とし、群 (①なし \rightarrow なし群、②なし \rightarrow あり群、③あり \rightarrow なし群、④装着あり \rightarrow あり群)、時期 (1回目 or 2回目)、装着の有無 (装着なし or 装着あり) を固定因子、Subject (群) を変量因子とするモデルを構築し、解析を行った。解析結果は、装着なし時及び装着あり時の各評価項目の最小二乗平均値 (least square mean) およびその95%信頼区間を算出し、さらに、装着のありなし間の差に関して、最小二乗平均値、95%信頼区間、及び群間比較のP値を算出した。

次に2回の測定による重心動揺計検査値の変化にはゴムプレートの有無の他に、測定の順番、年齢、性別など様々な要因が影響を及ぼしている可能性が考えられたので、どの要因が、主効果に影響を及ぼしているのか検討を行った。これまでの検討結果から主効果を速度ロンベルグ率・ラバーの経時的変化として、ゴムプレート (あり群となし群の2水準)、年齢 (40歳未満群と40歳以上60歳未満群、60歳以上群の3水準) と性別 (男性群と女性群の2水準) の3要因で反復測定分散分析 (rm ANOVA: repeated-measures ANOVA) を行った。

ゴムプレートの持ち越し効果や被験者の検査に対する慣れによる影響を取り除く目的で1回目測定値のみに着目して、①群と②群の1回目測定値 (n=51) vs ③群と④群の1回目測定値 (n=54) の2群についての群間比較を行った。すなわちゴムプレートなし群 vs ゴムプレートあり群の検定を1回目測定値のみで行い、経時的変化の影響を除外して検討を行った。2つの母集団の平均に有意差があるかどうかF検定を行い、分散に有意差はないことを確認してから、対応のないt-検定を行った。

1回測定によるゴムプレートなし、ありの2群比較において、速度ロンベルグ率・ラバーに対して年齢(連続変数)を共変数として調整を行

い、群別変数を性別とする共分散分析 (analysis of covariance: ANCOVA) を行い、年齢、性別が速度ロンベルグ率・ラバーに影響を及ぼしているのかどうか検討を行った。

1回測定によるゴムプレートなし、ありの2群比較において、速度ロンベルグ率・ラバーを目的変数とし、説明変数を年齢 (40歳未満群と40歳以上60歳未満群、60歳以上群の3水準) と性別 (男性群と女性群の2水準)、ゴムプレート (あり群となし群の2水準) の3要因による重回帰分析を行った。予測変数3個に対するステップ・ワイズ方式の重回帰分析を行った。

次に視覚情報への依存度を反映しているとされる速度ロンベルグ率・ラバーと体性感覚情報への依存度を反映しているとされる閉眼ラバー比・速度に関してピアソンの積率相関係数 (Pearson product-moment correlation coefficient) を求めた。速度ロンベルグ率・ラバーと閉眼ラバー比・速度の相関関係について検討を行った。

最後にヒマラヤ岩塩含有鉱石パウダー入りシリコンゴムプレートの効果発現機序について考察するにあたって、鼻うがい溶液を作成して pH、酸化還元電位 (Oxidation-Reduction Potential: ORP) の測定を行った。平均 20°C の温度で、生

理食塩水と同等になるように濃度を調整して pH、酸化還元電位を3回測定し平均値を求めた。

統計解析は統計ソフトウェア EZR バージョン 2.6-2 を用いて行い、危険率 5% 未満を統計学的有意差ありと判定した。

本研究は「ヘルシンキ宣言」および「人を対象とする医学系研究に関する倫理指針 (令和 4 年 3 月 10 日一部改正)」を遵守して実施した。本研究は人体から採取された資料は用いず、記録された重心動揺計検査等の診療録資料を有する者のみの、後ろ向き症例観察研究である。すべての患者に口頭と書面によるインフォームド・コンセントを行い、検査を行う際は同意を得て行った。研究実施に係るデータ類等を取り扱う際は、対象者の秘密保護に十分配慮し、研究結果を公表する際は対象者を特定できる情報を含まないようにした。また、研究の目的以外に、得られた対象者のデータを使用しないようにした。

IV 結 果

ゴムプレートあり、なしによる分類による 4 群の性別、年齢に関する基本統計量を示す (表 1)。被検者全体の男女比は 1 対 4 と、女性に

表 1

上段: 度数 (n: %) 下段: 年齢 (mean ± SD)	男性	女性	合計
①なしなし群	4 (20%) 60.5 ± 27.2	16 (80%) 57.9 ± 20.7	20 58.5 ± 21.4
②なしあり群	7 (22.6%) 56.9 ± 18.6	24 (77.4%) 53.2 ± 19.2	31 54.0 ± 18.9
③ありなし群	4 (12.1%) 45.6 ± 22.6	29 (87.9%) 57.8 ± 19.2	33 56.3 ± 19.7
④ありあり群	8 (38.1%) 63.9 ± 21.1	13 (61.9%) 44.9 ± 27.5	21 52.1 ± 26.4
全体	23 (21.9%) 58 ± 21.2	82 (78.1%) 54.4 ± 21.1	105 55.2 ± 21.1

Fisher's Exact Test ③ vs ④ $p=0.042$

① vs ②、① vs ③、① vs ④、② vs ③、② vs ④ $p>0.05$

ゴムプレートのあり、なし分類による 4 群の性別、年齢に関する基本統計量を示す。

フィッシャーの直接確率検定を行うと、③群と④群の男女比には有意差 ($p=0.042$) が認められたが、他の群間に有意差は認められなかった。

多く、平均年齢は約55歳であった。4群の男女比についてフィッシャーの直接確率検定 (Fisher's Exact Test) を行うと、③群と④群の男女比には有意差 (p=0.042) が認められた。

他の群間には有意差は認められなかった。年齢分布に関しては有意差は認められなかった。

10項目の評価指標について群内比較の結果を表2に示す。密集度、面積ロンベルグ率、前後

表 2

①ゴムプレート なしーなし群	n	1回目	2回目	Δ(2回目-1回目)	群内比較 P-value (1回目 vs. 2回目)
単位面積軌跡長(1/cm) (密集度)	20	23.796±9.449	26.781±9.957	2.985±9.903	0.193
外周面積 (cm ²) (面積ロンベルグ率)	20	1.436±0.657	1.542±0.884	0.106±0.76	0.540
左右動揺平均中心変位 (cm) (左右中心)	20	-0.051±0.629	-0.064±0.645	-0.013±0.435	0.899
前後動揺平均中心変位 (cm) (前後中心)	20	-1.569±1.89	-1.517±1.743	0.052±0.969	0.815
ニューラルネット健全	20	0.462±0.423	0.5±0.368	0.038±0.421	0.695
ニューラルネット異常	20	0.542±0.42	0.506±0.367	-0.036±0.42	0.706
ニューラルネット異常迷路障害	20	0.189±0.222	0.235±0.221	0.046±0.246	0.418
ニューラルネット異常脳障害	20	0.353±0.364	0.272±0.364	-0.081±0.264	0.184
速度(ラバーあり) (cm/秒) (速度ロンベルグ率・ラバー)	20	1.813±0.463	1.6±0.363	-0.213±0.361	0.016
速度ラバー比 (閉眼ラバー比・速度)	20	1.823±0.556	1.726±0.443	-0.097±0.46	0.343
②ゴムプレート なしーあり群	n	1回目	2回目	Δ(2回目-1回目)	群内比較 P-value (1回目 vs. 2回目)
単位面積軌跡長(1/cm) (密集度)	31	25.361±8.8	28.029±10.099	2.668±8.126	0.078
外周面積 (cm ²) (面積ロンベルグ率)	31	1.431±0.661	1.504±0.71	0.073±0.637	0.529
左右動揺平均中心変位 (cm) (左右中心)	31	-0.115±0.669	-0.031±0.61	0.088±0.661	0.485
前後動揺平均中心変位 (cm) (前後中心)	31	-2.672±1.675	-2.281±1.774	0.391±0.969	0.032
ニューラルネット健全	31	0.6±0.352	0.6±0.365	0±0.369	0.992
ニューラルネット異常	31	0.405±0.351	0.405±0.365	0.001±0.368	0.992
ニューラルネット異常迷路障害	31	0.233±0.241	0.208±0.22	-0.026±0.344	0.679
ニューラルネット異常脳障害	31	0.172±0.225	0.199±0.266	0.026±0.195	0.457
速度(ラバーあり) (cm/秒) (速度ロンベルグ率・ラバー)	31	1.518±0.325	1.444±0.254	-0.074±0.213	0.063
速度ラバー比 (閉眼ラバー比・速度)	31	2.035±0.561	1.747±0.397	-0.288±0.434	0.001
③ゴムプレート ありーなし群	n	1回目	2回目	Δ(2回目-1回目)	群内比較 P-value (1回目 vs. 2回目)
単位面積軌跡長(1/cm) (密集度)	33	24.541±9.58	28.792±11.864	4.251±8.612	0.008
外周面積 (cm ²) (面積ロンベルグ率)	33	1.433±0.68	1.504±0.524	0.071±0.603	0.504
左右動揺平均中心変位 (cm) (左右中心)	33	0.166±0.67	0.148±0.584	-0.018±0.665	0.874
前後動揺平均中心変位 (cm) (前後中心)	33	-2.608±1.848	-2.09±1.515	0.518±0.924	0.003
ニューラルネット健全	33	0.521±0.356	0.551±0.347	0.03±0.405	0.670
ニューラルネット異常	33	0.485±0.353	0.457±0.347	-0.263±0.401	0.702
ニューラルネット異常迷路障害	33	0.269±0.224	0.264±0.242	-0.005±0.302	0.932
ニューラルネット異常脳障害	33	0.215±0.281	0.192±0.234	-0.022±0.255	0.617
速度(ラバーあり) (cm/秒) (速度ロンベルグ率・ラバー)	33	1.768±0.339	1.783±0.385	0.015±0.324	0.794
速度ラバー比 (閉眼ラバー比・速度)	33	2.093±0.565	1.917±0.498	-0.176±0.453	0.033
④ゴムプレート ありーあり群	n	1回目	2回目	Δ(2回目-1回目)	群内比較 P-value (1回目 vs. 2回目)
単位面積軌跡長(1/cm) (密集度)	21	24.856±12.279	23.319±8.573	-1.538±7.75	0.374
外周面積 (cm ²) (面積ロンベルグ率)	21	1.472±0.467	1.157±0.21	-0.315±0.455	0.005
左右動揺平均中心変位 (cm) (左右中心)	21	-0.001±0.796	-0.24±0.512	-0.239±0.723	0.145
前後動揺平均中心変位 (cm) (前後中心)	21	-2.338±1.777	-1.824±1.678	0.514±1.131	0.051
ニューラルネット健全	21	0.445±0.354	0.55±0.348	0.106±0.26	0.078
ニューラルネット異常	21	0.56±0.352	0.455±0.346	-0.105±0.261	0.080
ニューラルネット異常迷路障害	21	0.28±0.254	0.197±0.12	-0.083±0.222	0.101
ニューラルネット異常脳障害	21	0.28±0.308	0.258±0.322	-0.022±0.287	0.730
速度(ラバーあり) (cm/秒) (速度ロンベルグ率・ラバー)	21	1.89±0.548	1.74±0.46	-0.15±0.517	0.199
速度ラバー比 (閉眼ラバー比・速度)	21	1.92±0.667	1.817±0.645	-0.104±0.702	0.506

データ表示: mean±sd. 群内比較: paired t test

10項目の評価指標について群内比較の結果を示す。密集度、面積ロンベルグ率、前後中心は数値の減少や増加により有意差を認める群も存在したが、一定の傾向は明らかではなかった。速度ロンベルグ率・ラバー、閉眼ラバー比・速度に関しては2回目測定値が減少し、改善傾向を示した。

中心は数値の減少や増加により有意差を認める群も存在したが、一定の傾向は明らかではなかった。速度ロンベルグ率・ラバー、閉眼ラバー比・速度に関しては2回目測定値が減少し、改善傾向を示した。

各検査項目の1回目測定値と2回目測定値、1回目測定値と2回目測定値の差の Δ 値について、4つの群間において比較を行うと速度ロンベルグ率・ラバーの項目において、2回目測定値は1回目測定値より減少する傾向があり、有意差を認めた(表3)。 Δ 値(2回目測定値-1回目測定値)に関しては有意差を認めなかった。各群間において多重比較(Bonferroni補正)を行うと、1回目は② vs ④において、2回目は② vs ③と② vs ④において有意差を認めた。1回目の① vs ②と② vs ③においても有意に近い値を示した。ゴムプレートの装着の有無との関連性は明らかではなかったが、速度ロンベルグ率・ラバーの項目の変動が大きく、速度ロンベルグ率・ラバーは平衡機能の変化を

評価できる指標となる可能性が示された。

全105症例で線形混合モデルを用いて評価を行った結果、ゴムプレートなし時とゴムプレートあり時の比較では評価項目の群間差の値に有意差を認めなかった(表4)。つまり、ゴムプレートの装着の有無は2回目測定による重心動揺計検査結果に統計学的に有意な影響を与えなかった。しかし、ゴムプレート装着によって、速度ロンベルグ率・ラバーと閉眼ラバー比・速度の測定値はいずれも減少して改善傾向を示すことがわかった。

速度ロンベルグ率・ラバーは平衡機能の変化を評価できる指標となる可能性が示されたが、速度ロンベルグ率・ラバーの経時的変化には測定順番、年齢、性別など様々な要因が影響を及ぼしている可能性が考えられる。そこでどの要因が主効果である速度ロンベルグ率・ラバーの経時的変化に影響を及ぼしているのか検討を行った。速度ロンベルグ率・ラバーの2回目測定値は1回目測定値よりも有意に減少(改善)

表3

群間比較		one-way ANOVA P-value		
		1回目	2回目	Δ (2回目-1回目)
単位面積軌跡長(1/cm)	(密集度)	0.957	0.277	0.114
外周面積(cm ²)	(面積ロンベルグ率)	0.996	0.147	0.084
左右動揺平均中心変位(cm)	(左右中心)	0.134	0.415	0.360
前後動揺平均中心変位(cm)	(前後中心)	0.148	0.417	0.364
ニューラルネット健常		0.418	0.800	0.796
ニューラルネット異常		0.418	0.803	0.789
ニューラルネット異常迷路障害		0.569	0.667	0.556
ニューラルネット異常脳障害		0.153	0.693	0.510
速度(ラバーあり)(cm/秒)	(速度ロンベルグ率・ラバー)	0.008	0.002	0.117
速度ラバー比	(閉眼ラバー比・速度)	0.384	0.451	0.504

one-way ANOVA : one-way analysis of variance

多重比較 P-value (Bonferroni 補正)	All Group	1 vs 2	1 vs 3	1 vs 4	2 vs 3	2 vs 4	
速度(ラバーあり)(cm/秒)	1回目	0.008	0.081	1.000	1.000	0.097	0.011
	2回目	0.002	0.834	0.473	1.000	0.002	0.030

10項目の1回目測定値と2回目測定値、1回目測定値と2回目測定値の差の Δ 値について、4つの群間において比較を行った。速度ロンベルグ率・ラバーの項目において有意差を認め、2回目測定値は1回目測定値より減少した。

表 4

線形混合モデルを用いた、装着なし群と装着あり群の比較

	装着なし群			装着あり群			群間差 (装着なし-装着あり)			
	LS mean	95%CI		LS mean	95%CI		LS mean	95%CI		P-value
		下限値	上限値		下限値	上限値		下限値	上限値	
単位面積軌跡長(1/cm)	26.02	23.71	28.33	24.80	22.49	27.11	1.22	-1.25	3.70	0.327
外周面積 (cm ²)	1.43	1.29	1.56	1.37	1.24	1.51	0.06	-0.13	0.24	0.538
左右動揺平均中心変位 (cm)	-0.08	-0.24	0.07	-0.04	-0.19	0.12	-0.05	-0.23	0.14	0.614
前後動揺平均中心変位 (cm)	-1.98	-2.38	-1.59	-2.09	-2.48	-1.70	0.11	-0.23	0.45	0.533
ニューラルネット健全	0.57	0.48	0.65	0.51	0.42	0.59	0.06	-0.05	0.17	0.258
ニューラルネット異常	0.44	0.35	0.52	0.50	0.41	0.58	-0.06	-0.17	0.05	0.261
ニューラルネット異常迷路障害	0.22	0.17	0.28	0.24	0.19	0.30	-0.02	-0.10	0.06	0.619
ニューラルネット異常脳障害	0.21	0.15	0.28	0.26	0.19	0.32	-0.04	-0.11	0.03	0.267
速度(ラバーあり) (cm/秒)	1.71	1.62	1.81	1.67	1.57	1.76	0.05	-0.07	0.16	0.412
速度ラバー比	1.91	1.78	2.04	1.83	1.71	1.96	0.08	-0.08	0.23	0.318

症例数：n=105、データ数：n=210

LS mean: Least square mean, 95%CI: 95% confidence interval.

全 105症例を線形混合モデルを用いて検討した。ゴムプレートなし時とゴムプレートあり時の比較では評価項目の群間差の値に有意差を認めなかった。

する傾向 ($p < 0.01$) が認められたが、被験者内要因である、ゴムプレートあり群となし群と時間経過に関しては $F(1,103) = 3.097$ 、 $p = 0.081$ と交互作用は明らかではなかった。年齢と時間経過に関しては $F(1,102) = 4.605$ 、 $p = 0.012$ と交互作用が認められた。被験者間要因である性別と時間経過に関しては $F(1,103) = 4.129$ 、 $p = 0.045$ と交互作用が認められた。特に40歳以下の若年者群と男性においては2回目測定値の減少が大きくなる傾向が認められた。4つの群間

においては $F(1,101) = 2.010$ 、 $p = 0.117$ と交互作用を認めなかった。

検査結果には2回測定による経時的变化や慣れ、年齢、性別などの様々な要因が影響を与えていると考えられるので、2回測定による経時的变化や慣れを取り除く目的で、①群と②群の1回目測定値 (n=51) vs ③群と④群の1回目測定値 (n=54) の2群について群間比較を行った (表5)。すなわちゴムプレートなし群 vs ゴムプレートあり群の検定を1回目測定値のみ

表 5

プレートなし群 vs プレートあり群 群間比較

		プレートなし群	プレートあり群	P-value
単位面積軌跡長(1/cm)	(密集度)	24.747±8.998	24.664±10.599	0.966
外周面積 (cm ²)	(面積ロンベルグ率)	1.433±0.653	1.448±0.601	0.901
左右動揺平均中心変位 (cm)	(左右中心)	0.546±0.647	0.101±0.719	0.157
前後動揺平均中心変位 (cm)	(前後中心)	-2.239±1.823	-2.503±1.809	0.460
ニューラルネット健全		0.542±0.383	0.491±0.354	0.445
ニューラルネット異常		0.459±0.381	0.513±0.351	0.446
ニューラルネット異常迷路障害		0.215±0.232	0.273±0.234	0.208
ニューラルネット異常脳障害		0.243±0.298	0.240±0.291	0.959
速度(ラバーあり) (cm/秒)	(速度ロンベルグ率・ラバー)	1.634±0.407	1.816±0.432	0.029
速度ラバー比	(閉眼ラバー比・速度)	1.953±0.563	2.026±0.607	0.524

unpaired t test

2回測定による経時的变化や慣れを取り除く目的で、ゴムプレートなし群として①群と②群の1回目測定値 (n=51) vs ゴムプレートあり群として③群と④群の1回目測定値 (n=54) の2群について群間比較を行った。ゴムプレートあり群は速度ロンベルグ率・ラバー測定値の有意な増加を認めた。

で行った。2つの母集団の平均に有意差があるかどうかF検定を行い、分散に有意差はないことを確認して、ゴムプレートなし群とゴムプレートあり群の測定値の検定を行うと、ゴムプレートあり群は速度ロンベルグ率・ラバー測定値の有意な増加を認めた。これは視覚情報への依存度の上昇を反映しているものと考えられた。

1回目測定値によるゴムプレートなし、ありの2群比較について、年齢(連続変数)を共変数として調整を行い、群別変数を性別とする共分散分析(analys of covariance: ANCOVA)を行った。性別と年齢の交互作用のp値は0.412であり交互作用は認められなかったが、性別は速度ロンベルグ率・ラバーに対しては $F(1,102)=9.032$ 、 $p=0.0033$ と有意に影響を及ぼしていることが分かった。ゴムプレートの有無と年齢の交互作用のp値は0.614であり、交互作用は認められなかったが、ゴムプレートの有無は速度ロンベルグ率・ラバーに対して $F(1,102)=5.600$ 、 $p=0.020$ と有意に影響を及ぼしていることが分かった。閉眼ラバー比・速度に対しては交互作用もなく、性別 $F(1,102)=0.230$ 、 $p=0.632$ 、ゴムプレートの有無 $F(1,102)=0.403$ 、 $p=0.527$ は有意な影響を及ぼしていないことが分かった。ゴムプレートの影響で速度ロンベルグ率・ラバーの測定値は増加している。すなわちゴムプレートに測定値の上昇効果が認められることが分かった。また女性に比べて男性の方に測定値の上昇が認められた。すなわち男性においては速度ロンベルグ率・ラバーの測定値の上昇が認められた。他の測定項目に関しては有意な影響は認められなかった。

これまでの解析結果をまとめると、4つの群分けによるクロスオーバー形式の2回測定値による群間比較では、ゴムプレートのあり、なしにおいては有意差を認めなかったが、1回目測定値よりも2回目測定値は低下する傾向が認められた。重心動揺計検査の各評価指標が全体と

して一定の変化傾向を示すことはなかったが、速度ロンベルグ率・ラバーは低下することが明らかとなった。速度ロンベルグ率・ラバーは平衡機能の変化指標として用いることが可能ではないかと推察された。また2回測定では速度ロンベルグ率・ラバーの変化には年齢と性別が影響を及ぼしている可能性が示唆された。連続して検査を行うと若年者の男性に対しては速度ロンベルグ率・ラバーの減少、つまり視覚情報への依存を低下させることが明らかとなった。

1回測定による2群間比較ではゴムプレートが高齢者男性の速度ロンベルグ率・ラバーに影響を及ぼしている、すなわち視覚情報への依存性を上昇させていることが明らかとなった。

速度ロンベルグ率・ラバーの値は年齢、性別、ゴムプレートの有無により影響を受けることが分かったので、1回測定によるゴムプレートなし、ありの2群比較において、速度ロンベルグ率・ラバーを目的変数とし、説明変数を年齢(40歳未満群と40歳以上60歳未満群、60歳以上群の3水準)と性別(男性群と女性群の2水準)、ゴムプレート(あり群となし群の2水準)の3要因による重回帰分析を行った(表6)。予測変数3個に対するステップ・ワイズ方式の重回帰分析を行ったが、年齢は3水準に群別するよりは、連続変数として回帰式を求めた方が調整済み R^2 係数を0.2986と最大化することができた。

表6

重回帰分析の結果

予測変数	回帰係数	t値	p値
ゴムプレートあり	0.170	2.432	0.017
男性	0.259	3.053	0.003
加齢	-0.0096	-5.785	<0.001

1回測定によるゴムプレートなし、ありの2群比較において、速度ロンベルグ率・ラバーを目的変数とし、説明変数を年齢と性別、ゴムプレートの3要因による重回帰分析を行った。ゴムプレートあり、高齢者、男性は速度ロンベルグ率・ラバーを増加させ、視覚情報による代償を増加させている。若年者男性は速度ロンベルグ率・ラバーを減少させ、視覚情報への依存を減少させている。

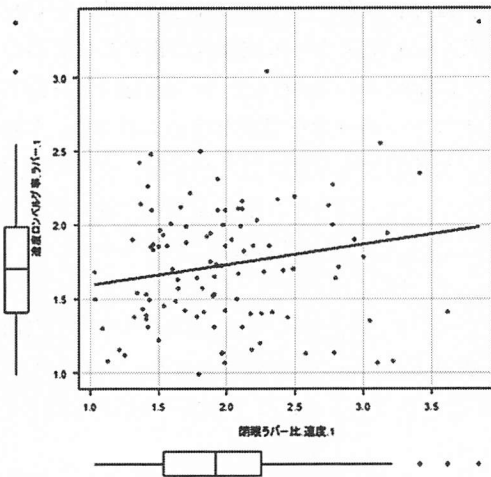


図 2

速度ロンベルグ率・ラバーと閉眼ラバー比・速度のピアソンの積率相関係数 (Pearson product-moment correlation coefficient) は 0.188 であった ($p=0.0547$)。

平衡感覚の維持には視覚情報入力や体性感覚情報入力 が 協調して 関与するが、相補代償的な関係ではなく、それぞれに独立した働きをしていると考えられる。

最終的に偏回帰係数が有意であった変数はゴムプレートあり、男性、年齢であった。したがってゴムプレートあり、高齢者男性は速度ロンベルグ率・ラバーを増加させ、視覚情報による代

償を増加させていると考えられる。若年者ほど速度ロンベルグ率・ラバーを減少させ、視覚情報による代償への依存は少ないと考えられた。

速度ロンベルグ率・ラバー閉眼ラバー比・速度のピアソンの積率相関係数 (Pearson product-moment correlation coefficient) は 0.188 であった ($p=0.0547$) (図 2)。平衡感覚の維持には視覚情報入力や体性感覚情報入力 が 協調して、姿勢制御に関与していることが推測されるが、2つの係数に強い相関関係は認められず、相補代償的な関係ではなく、それぞれに独立した働きを示しているものと推測された。

鼻うがいは上気道の健康を維持・増進する目的で様々な物質を用いて行われている。鼻うがいは粘膜への刺激性などを考慮して、体温に近い温度で生理食塩水 0.9% に近い濃度が望ましいと考えられている。当院では様々な鼻うがい成分について比較検討を行っている。鼻うがい成分は温度、濃度に関しては調整可能であるが、pH、酸化還元電位 (Oxidation-Reduction Potential: ORP) に関しては物質の成分に依存するところが大きい。鼻うがい水溶液の測定結果を表 7 に示す。他の物質と比較してブラックヒマラヤ岩塩は酸化還元電位が低いことが示

表 7

食塩	伯方の塩	ぬちまーす	ブラックヒマラヤ岩塩 20℃	ブラックヒマラヤ岩塩 40℃
8.20	8.50	8.75	8.20	8.15
242	331	82	-200	-260
ピンクヒマラヤ岩塩 20℃	パタゴニアソルト	フランス岩塩	グレイトミネラル	超高濃度 Mg
8.20	7.80	7.71	8.42	8.69
140	112	346	218	241
水道水	電解水	水素水	重曹水	重曹+食塩
7.51	6.40	7.90	7.57	8.00
233	-683	-750	286	311
クエン酸水	1%塩化 Zn	1%塩化 Mg	サーレ S	上段: pH 下段: 酸化還元電位 mV (ORP)
2.30	6.30	7.70	7.45	
385	240	252	129	

鼻うがい溶液の pH、酸化還元電位 (Oxidation-Reduction Potential: ORP) を測定した結果、ブラックヒマラヤ岩塩は酸化還元電位が低いことが示された。

された。ピンクヒマラヤ岩塩の酸化還元電位は他の塩化物とほぼ同等であった。

V 考 察

本研究では末梢前庭障害症例の重心動揺計検査を行い、静的体平衡機能の評価を行った。またバランス調整器具（ヒマラヤ岩塩含有鉱石パウダー入りゴムプレート）を使用した場合の視覚情報や体性感覚情報への依存度の変化について検討を行った。検討の結果、ゴムプレートは単回測定の際には高齢者男性の視覚依存性入力を改善し、平衡機能を維持、代償法する有用な方法となり得ると考えられた。

対象者の独立性の検定から、男女比に関しては有意な男女の分布差が認められた群も存在したが、年齢分布に関しては各群間に有意差は認められなかった。今回検討を行った末梢前庭機能障害症例は男女比が約1対4と女性に多く、平均年齢は約55歳の症例群であった。

群内比較において各測定項目に関しては一定の有意な変化傾向は明らかではなかった。全体的には、1回目測定結果よりも2回目測定結果が減少し改善する傾向が認められた。重心動揺検査の再現性に関しては、連続測定により学習効果が認められるとの報告がある⁴⁾。2回目測定値の減少は検査の慣れなどによる測定値の安定化（改善）や疲労による測定値のばらつき（悪化）の影響、ゴムプレート装着効果の持ち越し効果など、種々の要因が影響を及ぼしている可能性が考えられた。

ラバー負荷重心動揺検査は末梢前庭障害の診断に有用である。速度ロンベルグ率・ラバーと閉眼ラバー比・速度は加齢による影響を受けにくい優れた評価項目であることが藤本らにより報告されている⁵⁾。速度ロンベルグ率・ラバーは視覚への依存度を示し、閉眼ラバー比・速度ラバーは体性感覚への依存度を反映する¹²⁾。末

梢前庭障害症例は体平衡の維持のため、視覚や下肢体性感覚入力への依存度が相対的に高いので、速度ロンベルグ率・ラバーと閉眼ラバー比・速度ラバーの有意な増大が認められる¹¹⁾。今回行った検討でも速度ロンベルグ率・ラバーと閉眼ラバー比・速度の2項目は群内比較で有意差を示すことが多く、特に速度ロンベルグ率・ラバーは群間比較でも有意差が認められた。これらの結果から速度ロンベルグ率・ラバーは末梢前庭障害の検出や病状程度の変化、治療効果をとらえるのに有用な評価項目ではないかと考えられた。

全105症例で線形混合モデルを用いて評価を行った結果、ゴムプレートなし時とゴムプレートあり時の2回装着による比較では評価項目の群間差の値に有意差を認めなかった。ゴムプレート装着によって、速度ロンベルグ率・ラバーと閉眼ラバー比・速度の測定値は低下して改善傾向を示したが、有意差を認めなかった。すなわちゴムプレートの装着の有無は重心動揺計検査の結果に統計学的に有意な影響を与えなかった。

反復測定分散分析による速度ロンベルグ率・ラバーの1回目測定値と2回目測定値の時間的経過による変化に対してはゴムプレートの有無よりも、年齢、性別の違いによる交互作用があると考えられた。40歳以下の若年者男性群においては2回目測定値の減少割合が大きい。これは若年者男性は検査などに対する慣れなどによる適応力があるため、測定値の減少が大きくなるのではないかと考えられた。速度ロンベルグ率・ラバーの測定値の上昇は視覚情報への依存度の高まりと考えられるが、これを視覚依存度が高まり姿勢制御能力が向上したと捉えるか、姿勢制御能力が低下したために視覚依存度が高まり代償的に作用したと捉えるかは判断が難しい。有意差は認められなかったが、閉眼ラバー比・速度などの測定値も同様に変化していることから、ゴムプレート装着によって、下肢体性

感覚入力も変化していると考えられる。総合的に判断して、ゴムプレートの装着により感覚情報入力が全体的に増加して測定値が上昇し、姿勢制御能力が改善しているものと考えられた。

今回の解析結果として、4つの群分けによる2回測定による群間比較では、ゴムプレートのあり、なしにおいては有意差を認めなかったが、1回測定によるゴムプレートのあり、なしの2群間比較ではゴムプレートにより測定値が上昇し、有意差が認められたことになる。速度ロンベルグ率・ラバーの測定値の変化から、高齢男性にゴムプレートを装着することは数値の増加をもたらす、若年男性に連続して検査を行うことは検査に対する慣れ(回数効果)などの要因によって数値の低下をもたらすという結果であった。

重回帰分析の結果からも高齢者男性にはゴムプレート装着により速度ロンベルグ率・ラバーの上昇効果が認められることが明らかとなった。すなわちバランス調整器具の使用は高齢男性において視覚による代償的機序の働きを改善する効果があるのではないかと考えられた。若年男性においてはバランス調整器具の使用効果は明らかではなかった。女性においてはバランス調整器具の使用効果は明らかではなかった。

速度ロンベルグ率・ラバーと閉眼ラバー比・速度の相関係数から、平衡感覚の維持には視覚情報入力や体性感覚情報入力はお互いに相補代償的な関係にはないので、それぞれに独立して機能を補強、訓練、調整していると考えられた。平衡感覚の維持には視覚情報入力や体性感覚情報入力それぞれを改善、強化することが必要なのではないかと考えられた。

ゴムプレートの作用に関しては、上馬場が行った歩行時の動的体平衡機能に対するダブルブラインドランダム化比較試験による先行試験が行われている⁸⁾。衣服のポケットに装着した状態で歩行試験を行い、足底圧変化、脳 mean level の変化 (mean level 組織の炎症の程度) に有

意差を認めた。このことからゴムプレートには転倒防止効果が期待できるのではないかと報告している。さらに細胞ナノスキャンによる検討の結果、筋肉、脳、神経の臓器特異性周波数に対するパワースペクトルのパターンが、実プレートと偽プレート群とでは有意に異なることから、作用機序に関してはゴムプレートの波動が「気」の作用となって現れているのではないかと推察している⁸⁾。上馬場の報告と本研究による静的体平衡機能に対する効果の検討結果から、ゴムプレートは感覚情報入力全般を改善させている可能性が考えられる。

ゴムプレートにはヒマラヤ岩塩が混入されて作られている。シリコンゴムは特別な素材を用いている訳ではないので、今回確認された効果はヒマラヤ岩塩に由来すると考えられる。ヒマラヤ岩塩は無色透明からピンク、ブラックなど含有する成分による違いがあり、産地も異なる。ヒマラヤ岩塩にはデトックス作用、基礎代謝促進作用、消化機能の改善、睡眠の質を高める作用、疲労回復・ストレス解消など様々な健康増進効果が知られており、特にブラックソルトは秘薬として扱われていた歴史もある。しかしこれらの効果は内服したり、皮膚に接触浸透させた場合の効果として知られている。

一般的に水温の上昇にともない ORP 値は上昇するといわれるが、嫌氣的条件下 (-100mV 以下) においては ORP 値は低下することが報告されている¹⁰⁾。一般的に ORP 値が低いほど還元力が強く、活性水素量が豊富で健康に良いとされ、ORP 値が高いほど酸化力が強く、健康にはよくないといわれる。酸化還元電位は、水中の酸化還元状態を表す数値であるが、自然水に存在する酸化性物質としては溶存酸素、3価の鉄イオンなどが知られており、還元性物質には2価の鉄イオン、硫化物、有機物などが知られている。実際にブラックヒマラヤ岩塩は、赤色の酸化鉄の含有量が多く、硫黄が含まれて

いるのが特徴である。

当院で行った、他の物質との比較研究からブラックヒマラヤ岩塩は酸化還元電位が低いことが示された。ヒマラヤ岩塩には酸化還元電位を生み出す性質があり、そのことが活性酸素を還元する作用につながり、身体機能改善に働くのではないかと推察された。本研究はゴムプレートを皮膚に直接接触させた訳ではなく、着衣の上から装着した状態での効果である。内服しなくても、身に着けるだけで、効果を及ぼすことを考えるとヒマラヤ岩塩は何らかの機序で電界を発生させ、電磁波を発生させているのではないかと考えられる。体外からの電磁波が体内の電界に影響を及ぼし、体内の微小電流の流れに様々な効果を発現し、細胞機能、臓器機能、神経機能など全身の情報ネットワークシステムを活性化している¹⁵⁾のが作用の本体なのではないかと著者は推察している。本研究でヒマラヤ岩塩ゴムプレート装着により視覚依存性入力が改善される傾向が認められたのは、人間が感覚情報入力の中でも特に視覚に依存する割合が大きいため、ヒマラヤ岩塩ゴムプレートによる効果・影響が視覚機能の変化に表れやすいのではないかと推察される。

平衡感覚の維持には前庭感覚情報、視覚情報、体性感覚情報(深部知覚)の3つの情報が重要であるが、加齢によるめまい・平衡障害の予防法として単独で十分な効果が期待できるものはまだ確立されていない。前庭動眼反射(vestibulo ocular reflex: VOR)などを鍛えるめまいリハビリテーション(前庭訓練)、体性感覚を鍛える足底刺激、下肢筋力を鍛える訓練(加圧)などが行われている。これらの方法は前庭感覚情報入力を改善させたり、視覚情報入力や体性感覚入力を増強させる方法で、動的な前庭代償を促進したり適応、慣れを誘導したり、感覚代行を誘導するものである¹⁴⁾。ゴムプレートの使用は従来の様々な治療法を妨げず、安全かつ簡便

に併用することが可能な視覚情報入力を増強させる可能性が考えられる。ゴムプレートは高齢者の転倒予防、バランス改善に有用であると考えられる。

本研究は無作為二重盲検法で対象を群別して行ったが、各症例群の末梢前庭機能障害の病状程度は一様ではなく、群毎に病状程度に偏りがあり、その結果として効果に影響を及ぼしていた可能性は否定できない。また速度ロンベルグ率・ラバーは視覚への依存度を示すといわれるが、重心動揺計検査の結果だけから前庭感覚情報、視覚情報、体性感覚情報として厳密に区別して評価することには限界があると考えられる。無作為二重盲検法で行った上馬場らによる歩行時の動的体平衡機能検査結果と今回行った静止時の静的体平衡機能検査結果には違いが認められたが、これは運動時と静止時では働く細胞、臓器、神経などが異なることによると考えられる。前庭訓練としてゴムプレートを使用する際には前庭訓練の原理と適応、効果¹⁴⁾を理解した上で、運動時と静止時の違いを考慮し実践することが肝要と考えられる。

VI 結 語

加齢によるめまい・平衡障害の予防法には単独で十分な効果が期待できるものはないのが現状である。今回の検討から若年男性と高齢男性では静的体平衡機能に違いがあることが明らかとなった。ヒマラヤ岩塩含有鉱石パウダー入りシリコンゴムプレート(Infinity balance[®])には高齢男性の視覚依存性情報入力を増強する可能性が考えられた。衣服のポケットに入れたり、腕輪として装着できるゴムプレートは従来の様々な治療法を妨げず、安全かつ簡便に併用することが可能な方法である。高齢者の転倒予防、バランス改善に有用であると考えられる。

謝 辞

ご多忙のなかご指導を賜りました、ハリウッド大学院大学教授、帝京平成大学東洋医学研究所客員教授、上馬場和夫先生に心より感謝申し上げます。

付 記

論文内容に関連する企業の役員、顧問等には就任しておらず、研究費や原稿料、寄付金などの報酬は一切受けておりません。本研究において使用された検査機器の提供およびデータ解析その他の役務提供は一切受けておりません。本研究に使用するためにシリコンゴムプレートおよびヒマラヤ岩塩試薬は無償で提供を受けました。

千葉県保険医協会倫理委員会の審議にて承認を得た。(承認番号 20220921010)

- 10) 藤本千里, 岩崎真一, 山岨達也: ラバー負荷重心動揺検査による末梢前庭障害の予備的診断. *Equilibrium Res.*, 71(6):472-477, 2012
- 11) 藤本千里: ラバー負荷検査の有用性と今後の展望. *Equilibrium Res.*, 75(3):142-146, 2016
- 12) 岩崎真一: 重心動揺検査によるめまい・平衡障害の診断: ラバー負荷検査と周波数解析を用いて. *Equilibrium Res.*, 77(4):271-279, 2018
- 13) 武藤暢夫, 金甲守: 酸化還元電位値に影響を及ぼす要因に関する実験的検討—水温, 溶存酸素量, 硫化水素量, pH 値. *水質汚濁研究.*, 9(10):661-667, 1986
- 14) 伏木宏彰: 前庭リハビリテーションの原理と実践. *日耳鼻.*, 125(8):1303-1308, 2022
- 15) Daniel Keown.: 閃く経絡. 医道の日本社, 横須賀, 2018

引用文献

- 1) 肥塚泉: アンチエイジングへの挑戦 平衡覚. *日耳鼻.*, 121:753-760, 2018
- 2) 工田昌也: めまいの診療 up to date. *日耳鼻.*, 120:1224-1230, 2017
- 3) 山中敏彰: 平衡のニューロリハビリテーション—慢性平衡障害への対応— *Equilibrium Res.*, 71(2):120-135, 2012
- 4) 三浦文夫編: 図説高齢者白書2006年度版. 全国社会福祉協議会出版部, 2007
- 5) 肥塚泉: 感覚器の老化と抗加齢医学—平衡感覚— *日耳鼻.*, 119:87-93, 2016
- 6) 小澤静司, 福田康一郎: 標準生理学. 第八版. 医学書院, 東京, 2017
- 7) 上馬場和夫, 許鳳浩: 細胞ナノスキャンを使った二重盲検試験による波動医学的作用物質の作用機序の解明の試み. 第35回日本東方医学会学術総会発表. 御茶ノ水ソラシティ, 2018.2.25.
- 8) 日本平衡神経科学会: 重心動揺検査の規準. *Equilibrium Res.*, 42:367-369, 1983
- 9) 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