

Wii Fit を用いた斜視シミュレーションの 身体バランスの検討

難波哲子*^{1,2} 林泰子*^{1,2}

要 約

Wii Fit (任天堂) を用いて、斜視シミュレーションによる複視時の身体バランスおよび Wii Fit の有用性を検討した。対象は屈折異常以外に眼疾患を認めない若年健常者20名 (男性3名, 女性17名), 平均年齢は20.9歳である。斜視シミュレーションはフレネル膜プリズム (膜プリズム) を優位眼に25°基底上方に装用した。方法は Wii Fit を用いて、膜プリズムなしと膜プリズムありで静的および動的バランスの測定を各3回行い、最も安定した値を代表値とした。静的バランスの重心安定度では膜プリズムの有無による有意差はなかったが、動的バランスでは膜プリズムなしで有意に重心安定度が高くなった ($P < 0.05$)。また、測定回数による重心安定度には有意差がみられなかった。動的バランス測定時に有意差がみられたのは、上下複視出現時の視覚入力下では姿勢維持において順応がしにくく、重心が不安定になったためと考えられた。Wii Fit は身体バランス測定に有用であり、斜視シミュレーションによる静的・動的バランスで異なる重心安定度の結果が得られることがわかった。

1. 緒言

近年、家庭用ゲーム機として任天堂 Wii Fit が開発され、家庭においてもバランス測定や訓練が行われるようになった。本機器は身体に全く侵襲を加えることなく、被検者の重心動揺を測定することが可能である。また、Wii Fit は従来のテレビゲームとは異なり、Wii ボードと呼ばれる台の上に乗る、バランス能力を視覚的にフィードバックすることができる^{1,2)}。Wii Fit は家庭用ゲーム機として製品化され、医療用の身体平衡機能測定器に比較して安価であり、開瞼・閉瞼、静的・動的身体バランスが測定できる利点がある。Wii Fit はリハビリテーション学、老年学などにおいて、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³⁻⁶⁾がある。

視覚情報の量や性質に依存して身体バランスが変化し、視覚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⁷⁻¹⁰⁾。しかし、後天性眼球運動障害患者の身体動揺については報告がなされていない。後天性眼球運動障害患者の多くは複視、めまい、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。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。後天性眼球運動障害患者の自覚症状は視能矯正の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、視能矯正の効果判定にも困難を要することが多い。このことから、客観的な治療効果方法の開発が望まれている。我々は Balance Master を用いて、健常者の静的身体平衡機能を測定して、健常者の標準値を求めた¹⁾。今回、Wii Fit を用いて健常被検者を対象に斜視シミュレーションによる身体バランスの検討を行い、Wii Fit の有用性を検討したので報告する。

2. 対象および方法

2.1 対象

被検者は検査に同意の得られた健常者20名 (男性3名, 女性17名), 年齢は20~22歳 (平均20.9歳) である。被検者は視力が1.0以上、立体視検査で60秒未満の正常両眼視機能を有し、屈折異常以外に眼疾患および全身疾患を認めないもの、自覚的にめまい

*1 川崎医療福祉大学 医療技術学部 感覚矯正学科 *2 川崎医科大学 眼科学1教室
(連絡先) 難波哲子 〒701-0193 倉敷市松島288 川崎医療福祉大学
E-mail : namba@mw.kawasaki-m.ac.jp

等の既往がないものとした。測定は完全屈折矯正下にて行った。

2.2 使用機器と測定環境

使用機器はWii U本体、Wii Fit U、Wiiボード(株式会社任天堂)、滑り止めシート(株式会社Msfort)、46インチディスプレイAQUOS LC-46W9(株式会社シャープ)を用いた。ディスプレイ内径の視角は縦 21.7° ×横 37.7° であった。測定場所の照度は 700 ± 50 luxに統一した。室温は $22 \sim 24^\circ\text{C}$ 、ディスプレイは直立位で被検者の視線の眼前1.5 mに設定した。

2.3 静的バランス測定方法

静的バランスは姿勢保持に関わるバランス能力である。静的バランス測定方法では、被検者は両眼開眼状態でWiiボードの上に両足で立ち、固視目標が提示されていないディスプレイ中央を注視した。被検者は立位姿勢にて可能な限り体を動かさず、両手は体の外側に自然に降ろして立った。1回の測定時間は30秒間であった。まずフレネル膜プリズム(膜プリズム)(3MCo.)の膜プリズムなしで3回測定し、次に膜プリズムありで3回測定を行い、最も安定した値を代表値として求めた。測定結果は重心安定度としてディスプレイ上にパーセント表示された。重心安定度は重心の動揺が全くない場合を100%とし、重心中央からの重心動揺が少ないほど重心は安定しており、表示された数値が大きくなった。

2.4 動的バランス測定方法

動的バランスは身体の移動に伴う歩行時の動的なバランス能力である。動的バランス測定方法では、被検者は両眼開眼状態でWiiボードの中央に利き足で片足立ちした。利き足はボールを蹴る方の足とした。1回の測定時間は30秒間で、まず膜プリズムなしで3回、次に膜プリズムありで3回測定を行い、一番安定した値を代表値として求めた。被検者はディスプレイ上に提示された中央線に自分のバランスの軌跡を表す線を重ねるようにして立った。測定時間が残り5秒を切ると画面上の青い部分が中心に向かって広がり、その内側の白い部分が狭くなり、測定時間が残り3秒を切ると、さらに白い部分が狭くなった。バランスが不安定になった場合は、青の部分が橙色と白色で交互に点滅し、バランスが不安定であることが表示された。したがって、残りの測定時間が5秒を切るとより白い部分でバランスを安定させる必要があり、残り3秒を切るとさらにその必要が高まった。測定結果は左右バランスの安定度としてパーセント表示された。

2.5 斜視シミュレーション

斜視シミュレーションは 25° 基底上方の膜プリ

ズムを優位眼に装用して上斜視を作った。この理由として、後天性眼球運動障害が発症すると片眼上斜視が発生して被検者は複視を訴えることが多く、膜プリズムが与える身体バランスへの影響は優位眼に装用時の方が大きいためであった。複視による身体バランスへの影響の検討は、斜視シミュレーションなし(膜プリズムなし)と斜視シミュレーションあり(膜プリズムあり)の2条件で行った。膜プリズム装用時には両眼を開眼し、複視出現時には被検者の見やすい方を見るよう指示した。優位眼の検出にはhole in the card testを用い、被検者が眼前に両手で作った円孔を通して、両眼で遠方の固視目標を覗く方法にて行った。本法を用いて片眼を交互に遮閉し、左右それぞれの眼で見たとき固視目標が見えた方の眼を優位眼とした。

2.6 アンケート調査の内容

アンケート調査はバランス測定前に実施した。アンケート内容は氏名、年齢とともに、眼・身体に関することについては、屈折矯正の有無、優位眼、利き足、利き手、自覚的な眩暈の有無であり、該当する事項の回答を求めた(図1)。

2.7 検定方法

静的バランス、動的バランスともに膜プリズムなしと膜プリズムありの時の重心安定度の結果はt検定を用いて比較検討を行った。有意水準5%未満をもって有意とした。

2.8 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書類(研究参加・協力の自由意思、研究参加・協力の拒否権、プライバシー保護、個人情報保護の方法)、同意書、同意撤回書を渡して、協力を求めた。測定の際には、周辺には他の機材は置かず、十分なスペースを確保した。また、バランスを崩した際は足を着き測定を中止し、転倒防止に努めた。

なお、本研究は川崎医療福祉大学倫理委員会の承認(承認番号14-027)を得た。

3. 結果

3.1 静的バランス測定

重心安定度の平均値 \pm 標準偏差は膜プリズムなしでは $73.9 \pm 7.0\%$ 、膜プリズムありでは $70.1 \pm 9.0\%$ であった。膜プリズムなしと膜プリズムありの間には重心安定度の結果に有意差はなかった(表1)。

3.2 動的バランス測定

重心安定度の平均値 \pm 標準偏差は、膜プリズムなしでは $76.7 \pm 5.7\%$ 、膜プリズムありでは $70.8 \pm 7.6\%$ で、膜プリズムなしの方が有意に安定してい

記入日 平成 年 月 日

学籍番号 () 氏名 ()

生年月日 平成 年 月 日 年齢 (歳)

性別 男・女

Wii Fit のバランスボードを使い、バランスと視覚の関係について研究を行います。これに伴い被検者の眼や体に関することが検査結果とどのような関係があるか調査します。以下のアンケートにご協力をお願い致します。

1. 身長 () cm
2. 日常装用しているもの
コンタクトレンズ・眼鏡・裸眼
3. 利き眼 右眼・左眼
4. 利き足 右足・左足
5. 利き手 右手・左手
6. めまいを自覚したことはありますか。あてはまるものに○をつけてください。
ある・ない
7. 質問 6 で「ある」に○をつけた方はあてはまる頻度に○をつけてください。
いつも・時々・ほとんどない・全くない
8. 既往歴はありますか。 ある・ない
9. 質問 8 であると答えた方は差し支えなければ病名を記入してください。
()

ご協力ありがとうございました。

図1 アンケート調査票

表1 静的バランスの重心安定度の比較

膜プリズム	安定度 (%)	有意差
なし	73.9 ± 7.0	N.S.
あり	70.1 ± 9.0	

表2 動的バランスの重心安定度の比較

膜プリズム	安定度 (%)	有意差
なし	76.7 ± 5.7	P < 0.05
あり	70.8 ± 7.6	

N.S. : 有意差なし

た ($P < 0.05$) (表2).

3.3 測定回数によるバランス安定度

静的および動的バランス安定度の測定回数によるバランス安定度の比較を行ったところ、膜プリズム有無の測定1回目～3回目のいずれにも重心安定度に有意差はなかった(表3).

3.4 アンケート調査

アンケート項目に優位眼, 利き眼, 利き足を入れて検討したが, いずれもバランス安定度との関連はみられなかった.

4. 考按

Wii Fitを用いて, 膜プリズムの有無による静的・動的バランスの測定を行い, 重心安定度の測定およびWii Fitの有用性について検討を行った. 膜プリズムの有無による静的バランス測定の結果に有意差はなかった. 視覚情報が中心視野に与えられるか周辺視野に与えられるかによって, 姿勢情報に異なる影響を及ぼすことが, 主に運動情報を用いた研究や視野制限による研究によって報告されている¹²⁾. また, 中心視より周辺視情報の方が動揺コントロールに関与していることが指摘されている^{13,14)}. 静的バランスではある一点を注視しているわけではないため, 中心視野より周辺視野を用いて情報を得ている. したがって, 膜プリズム有無による重心安定度に差がみられなかったと考えられた. 少数例において膜プリズムにより視方向がずれたために生じたプリズム装用眼の抑制によって単眼視状態になっていたことが考えられた. これは, 片眼が見えていないような気がする等の被検者の訴えと一致する. その状態に対しては, 検者は被検者に常に複視の認知を促した.

一方, 動的バランスが膜プリズムの有無により結果に差がみられたのは, 膜プリズム装用時には複視が生じたため, ディスプレイ上の視標が二重に見えて, 複視など異常な視覚入力下⁸⁾にて, 重心が不安定になったと考えられた. また, 水平方向よりも上下方向の融像域は狭いため, 順応しにくい方向への

プリズム効果が生じて¹⁵⁾, 姿勢維持が困難になったと考えられた.

Wii Fitを用いた身体バランスの測定は可能であり, 客観的に身体バランスを評価することができることがわかった. しかし, 静的バランスでは左右方向のバランスの測定は可能であったが, 前後方向へのバランス測定ができないという機器上の欠点があった. 基底方向によらずプリズム効果が生じた場合, 前後方向への動揺が増加するという報告¹⁵⁾があることから, 今後検討を要すると考えられた.

今後の課題は, さらに例数を増やすこと, 同一被検者にて開眼・閉眼時の身体バランスの測定および膜プリズム度数を変化させて検討を行うことである. また, 視力障害, 視野障害などの視覚障害シミュレーションの検討および視覚障害患者においてバランス測定を行い, 検討する必要があると考えられた.

5. 結論

若年健常者の斜視シミュレーションによる複視出現時において, 左右の静的バランスの重心安定度に有意差はなかったが, 動的バランスの重心安定度が有意に低下して, 立位保持機能が低下することが明らかになった. 動的バランスでは片足立ちによるバランス測定のため, 複視出現時には重心がさらに不安定となり, 膜プリズム装用時の複視出現時には重心安定度は有意に低下した. Wii Fitはバランス測定に有用性があることが示唆された. 眼位異常シミュレーションによる複視出現時の身体バランス機能への影響は静的バランスと動的バランスでは結果が異なることが明らかになった.

謝 辞

本研究は平成26年度川崎医療福祉大学医療福祉研究費の助成を受けて実施された. 本研究を遂行するにあたり, ご協力いただいた川崎医療福祉大学医療技術学部感覚矯正学科視能矯正専攻22期生ゼミ生に深く感謝致します. また, 本研究の被検者としてご協力頂きました学生の皆様にお礼申し上げます.

表3 測定回数によるバランス安定度の比較

バランス	膜プリズム	重心安定度			有意差
		1回目 (%)	2回目 (%)	3回目 (%)	
静的	なし	67.3	67.9	70.5	N.S.
	あり	64.4	66.7	64.2	
動的	なし	68.1	70.1	73.6	N.S.
	あり	66.8	68.1	63.7	

N.S.: 有意差なし

文 献

- 1) 吉澤誠, 竹田宏: 人間の感覚系と運動系—その工学的表現と応用— 視覚情報と姿勢制御. 電子情報通信学会誌, **76**(11), 1150-1155, 1993.
- 2) 水岡崇: テレビゲームを利用したバランス能力の向上. 神戸学院総合リハビリテーション研究, **4**(1), 46-51, 2008.
- 3) 山田和政, 岸本泰樹, 植松光俊: 健常高齢者のゲームによる身体バランス機能における効果の検証. 専門リハビリテーション, **9**, 50-55, 2010.
- 4) 渡辺充伸: Wii Fit を用いた後期高齢者の転倒予防への取り組み. 骨折, **32**(1), 1-4, 2010.
- 5) Hsu TY: Effects of Wii Fit® balance game training on the balance ability of students with intellectual disabilities. *The Journal of Physical Therapy Science*, **28**(5), 1422-1426, 2016.
- 6) Esculier JF, Vaudrin J, Bériault P, Gagnon K and Tremblay LE: Home-based balance training programme using Wii Fit with balance board for Parkinson's disease: A pilot study. *Journal of Rehabilitation Medicine*, **44**(2), 144-150, 2012.
- 7) 松野豊, 南里文香, 野崎由加, 高橋広: 視力低下が身体動揺に及ぼす影響. 日本眼科紀要, **55**(8), 637-641, 2004.
- 8) Matsuo T, Yamasaki H, Yasuhara H and Hasebe K: Postural stability changes during large vertical diplopia induced by prism wear in normal subjects. *Acta Medicinæ Okayama*, **67**(3), 177-183, 2013.
- 9) Elliott DB, Patla AE, Furniss M and Adkin A: Improvements in clinical and functional vision and quality of life after second eye cataract surgery. *Optometry and Vision Science*, **77**(1), 13-24, 2000.
- 10) Black AA, Wood JM, Lovie-Kitchin JE and Newman BM: Visual impairment and postural sway among older adults with glaucoma. *Optometry and Vision Science*, **85**(6), 489-497, 2008.
- 11) Namba T and Tabuchi A: Study on vision and static physical balance function Report 1: Healthy young and middle-elder people. *Kawasaki Journal of Medical Welfare*, **20**(2), 42-53, 2015.
- 12) 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系に及ぼす影響. *Equilibrium*, **61**(4), 210-215, 2002.
- 13) 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*, **55**(5), 474-478, 1996.
- 14) 石垣尚男, 吉井泉, 長谷川辰男: 高齢者の視機能トレーニングによるバランス力の改善. 愛知工業大学研究報告, **47**, 341-345, 2012.
- 15) 金澤正継, 魚里博, 浅川賢, 川守田拓志: プリズム基底方向が姿勢維持に与える影響. *VISION*, **24**(4), 137-144, 2012.

(平成28年11月7日受理)

Study of the Physical Balance in Strabismus Simulation Using Wii Fit

Tetsuko NAMBA and Yasuko HAYASHI

(Accepted Nov. 7, 2016)

Key words : Wii Fit, physical balance, static, dynamic, strabismus

Correspondence to : Tetsuko NAMBA

Department of Sensory Science

Faculty of Health Science and Technology

Kawasaki University of Medical Welfare

Kurashiki, 701-0193, Japan

E-mail : namba@mw.kawasaki-m.ac.jp

(Kawasaki Medical Welfare Journal Vol.26, No.2, 2017 252 – 257)