

令和 5 年 5 月 27 日現在

機関番号：32620

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2017～2022

課題番号：17K01683

研究課題名(和文) 眼球運動成分の精密解析に基づくビジョントレーニング評価法の確立

研究課題名(英文) Establishment of methods to evaluate vision training based on detailed analysis of eye movements.

研究代表者

工藤 大介 (Kudo, Daisuke)

順天堂大学・医学部・助教

研究者番号：50348950

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,600,000円

研究成果の概要(和文)：動体視力に影響する眼球運動の成分を明らかにするため、水平方向動体視力(Dynamic Visual Acuity; DVA)測定の際に眼球運動を同時に測定し、眼球運動を精密解析して調べた。眼球運動の評価は、視標出現からの眼球運動開始時間、眼球と視標位置の差(エラー)、saccade最大速度とした。視標速度は200,300,400,500,600(deg/sec)の5条件とした。結果、視標速度の上昇に伴い、眼球運動の開始時間の短縮、エラーの増加、最大速度の増加が有意に認められた。また、眼球運動の開始時間は300deg/sec近辺で頭打ちとなることが明らかになった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

動体視力はビジョントレーニングによって改善が期待できるが、その効果は非定量的であった。我々はトレーニング効果を評価するための指標として、眼球運動に着目し、その計測法を開発してきた。本研究では、トレーニングによる動体視力と眼球運動の変化を解析するため、両者の同時測定装置を作成して測定データを統計的に解析し、動体視力の向上に寄与する眼球運動成分を同定することができた。本方法により、ビジョントレーニングの定量的評価法を確立し、スポーツ競技者に最適なテーラーメイド訓練の提供を目指すことが可能となる。

研究成果の概要(英文)：In order to clarify the component of eye movement that affects dynamic visual acuity(DVA), eye movement was measured at the same time as DVA, and the eye movement was analyzed by precise analysis. Eye movements were evaluated by eye movement start time from target appearance, difference (error) between eyeball and target position, and saccade maximum velocity. Target speed is 200,300,400,500 and 600 (deg/sec) were used. As a result, as the target velocity increased, the shortening of eye movement start time, the increase of error, and the increase of maximum velocity were significantly observed. In addition, it was clarified that the start time of eye movement reached a peak around 300deg/sec.

研究分野：スポーツ眼科学

キーワード：スポーツ眼科 動体視力 眼球運動 ビジョントレーニング

## 1. 研究開始当初の背景

スポーツには視機能が重要であることは明らかだが、視機能の何が影響するのは明らかではない。したがって、ビジョントレーニングは巷に溢れているが、なぜそのトレーニングが効果を発揮するのかの科学的根拠も乏しい。それらに科学的根拠を持たせるため、我々は眼球運動に着目した。動体視力測定時の眼球運動を同時に測定し、眼球運動を精密解析することで、ビジョントレーニングによる動体視力と眼球運動の変化を調べることを検討した。

## 2. 研究の目的

トレーニングによる動体視力と眼球運動の変化を解析するため、両者の同時測定装置の構築を目的とした。これまで、動体視力測定時に眼球運動の動的成分を高い精度で記録し、それらの関連性を明らかにした先例はなく、測定、解析もオリジナルの装置、ソフトを用いて行った。従来の動体視力測定は、有効な指標の一つではあるが、測定結果の解釈が難しくトレーニング効果の要因が特定できない欠点がある。本研究によって、眼球運動のどの成分が動体視力の能力に影響するのかが具体的に明らかになり、その動的成分を定量的に解析することで、トレーニング効果を客観的に判断する評価方法の開発につながる。

## 3. 研究の方法

健康成人のみを対象として、水平方向動体視力(Dynamic Visual Acuity; DVA)と同時に眼球運動を計測した。DVAの能力は、被験者の眼前を横切るランドルト環の切れ目の方向の回答正解率(%)で評価した。眼球運動の評価は、視標出現からの眼球運動開始時間、眼球と視標位置の差(エラー)、saccade最大速度とした。視標速度は200,300,400,500,600(deg/sec)の5条件とした。視標の出現方向を左から右、右から左の2パターンとし、視標の回転方向による眼球運動の変化についても検討した。測定装置は、水平方向動体視力測定装置(HI-10, Kowa)に、精密眼球運動測定装置(Eye link1000, SR research)を取り付けた自作の装置で行った。(写真1)

## 4. 研究成果

視標速度の上昇に伴いDVAの能力は有意に低下した( $p < 0.001$ ; One-way repeated measures ANOVA)。視標速度の変化における眼球運動の評価においては、視標速度の上昇に伴い、眼球運動の開始時間の短縮( $p < 0.05$ )、エラーの増加( $p < 0.001$ )、最大速度の増加( $p < 0.001$ )が認められた。視標速度の上昇に伴いエラーは急激に増加した。また、眼球運動の開始時間は300deg/sec近辺で頭打ちとなった。視標の回転方向の変化による眼球運動の変化も認められた。視標速度の上昇に伴うDVAの能力の低下、眼球運動の変化を確認することができた。視標の回転方向に伴う眼球運動の変化も確認できた。眼球運動がDVA測定の評価に有用であることが明らかとなった。(図1)



写真1 自作の装置による測定

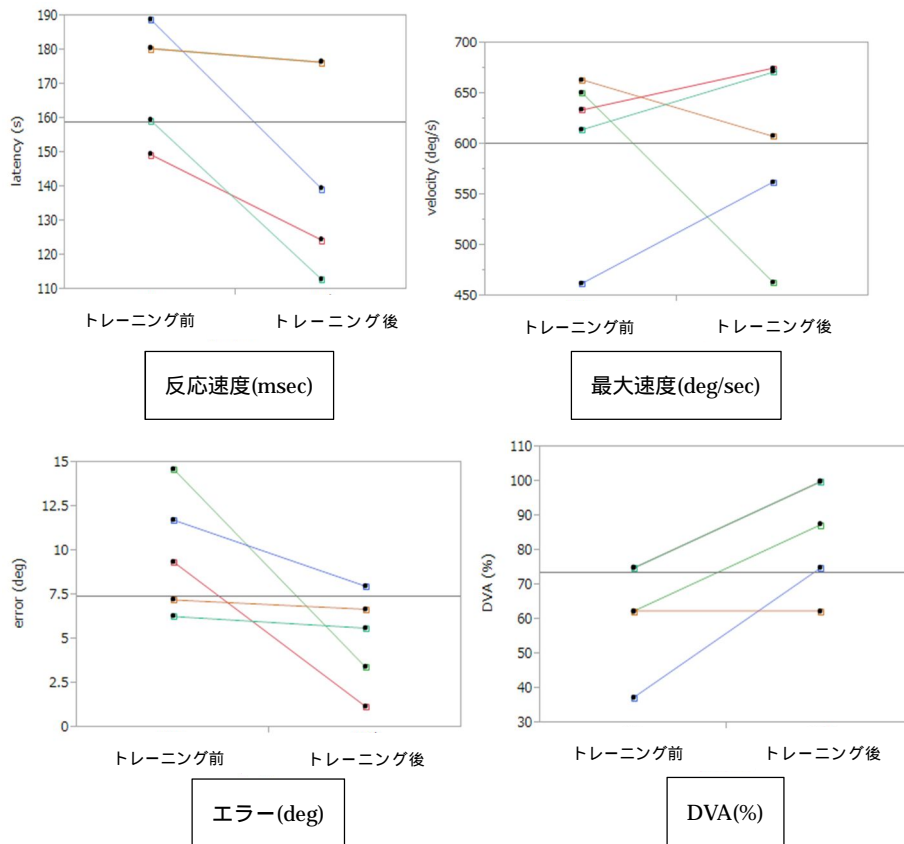


図1 トレーニング前後のDVAと眼球運動の変化

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計2件（うち査読付論文 2件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 Daisuke Kudo, Yoshimune Hiratsuka, Mitsuru Nakamura, Yusuke Uchida, Seiji Ono, Akira Murakami,	4. 巻 11
2. 論文標題 Optimal methods for estimating sports vision in kendo athletes	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1038/s41598-020-79534-1	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

1. 著者名 工藤大介	4. 巻 121
2. 論文標題 水平方向動体視力のトレーニング効果と眼球運動の方向の関連についての検討	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 日本眼科学会雑誌	6. 最初と最後の頁 253
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計3件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 1件）

1. 発表者名 工藤 大介
2. 発表標題 The effects of visual target speeds on dynamic visual acuity and concomitant eye movements
3. 学会等名 第122回日本眼科学会総会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 工藤大介
2. 発表標題 水平方向動体視力のトレーニング効果と眼球運動の方向の関連についての検討
3. 学会等名 第121回日本眼科学会総会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 DAISUKE KUDO
2. 発表標題 The effects of visual target directions on training of dynamic visual acuity and concomitant eye movements
3. 学会等名 The 3rd Congress International Academy of Sportology (国際学会)
4. 発表年 2017年

〔図書〕 計1件

1. 著者名 工藤 大介	4. 発行年 2018年
2. 出版社 東京都眼科医会	5. 総ページ数 100
3. 書名 東京都眼科医会報	

〔産業財産権〕

〔その他〕

<p>スポーツビジョン研究でアスリートをサポート！ 順天堂医院 眼科スポーツドクターの挑戦  <a href="https://www.juntendo.ac.jp/sports/news/20201020-02.html">https://www.juntendo.ac.jp/sports/news/20201020-02.html</a></p> <p>競技種目にあわせた視機能評価法と視覚トレーニング法の確立へ  <a href="https://www.juntendo.ac.jp/news/20210209-01.html">https://www.juntendo.ac.jp/news/20210209-01.html</a></p>
--

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究 分 担 者	内田 雄介  (Uchida Yusuke)  (00508252)	名城大学・理工学部・准教授   (33919)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8 . 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------