

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 12 日現在

機関番号：32620

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2011～2014

課題番号：23500785

研究課題名(和文) 動体視力の定量化と科学的根拠に基づくビジョントレーニング法の確立

研究課題名(英文) Quantitative analysis of dynamic visual acuity and establishment of sports vision training based on scientific evidence.

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) 2,800,000円

研究成果の概要(和文)：ビジョントレーニングの効果を定量的に評価するため、バイオマーカーの導入を検討した。指標としてBDNF(Brain-derived neurotrophic factor;脳由来神経栄養因子)を用いた。自作装置で動体視力を測定、トレーニング前後の被験者の血清、血漿BDNF濃度を測定し、動体視力との相関を調べた。結果、トレーニング前後での血清および血漿BDNF濃度は、血清では増加したが血漿では減少し、統計的に有意であった。動体視力との有意な相関は認めなかった。(第119回日本眼科学会総会発表;2015年4月)トレーニング前後で変化することから、BDNFはバイオマーカーとして利用出来る可能性がある。

研究成果の概要(英文)：In this study, we examined with the use of a statistical method the usefulness of the BDNF(Brain-derived neurotrophic factor) as an evaluation method of the visual function and sports vision after training. The eye movements were measured by using an original device, which was made of HI-10 (Kowa, Japan), a device to measure the lateral DVA(Dynamic visual acuity) to see the mark moving across in front of the eye, with Eye Link 1000 (SR research, Canada), a device to measure the precise eye movements being attached to it. We checked plasma and serum BDNF level of each subjects before and after training. As a result, serum BDNF level tends to increase but plasma BDNF level tends to decrease after training, but there is no obvious correlation between plasma and serum BDNF level and DVA. There is a possibility to use BDNF as a biomarker of training effect because plasma and serum BDNF level changes before and after training.

研究分野：スポーツビジョン

キーワード：スポーツビジョン ビジョントレーニング 動体視力 バイオマーカー BDNF

1. 研究開始当初の背景

米国でスポーツビジョン研究が萌芽しておよそ1世紀、日本にその概念が紹介されて約40年が経過した。研究代表者がこの分野の研究を開始して10余年が経過するが、依然としてこの分野を取り巻く研究環境はあまり変化していない。つまり、この分野の中心的研究者は、殆どが米国のオプトメトリストであり、その大半がビジョンコンサルタントとして開業している。したがって、米国におけるスポーツビジョンは、ビジョンコンサルタントがクライアントを獲得するための重要な手段であり、いかに魅力的なトレーニングを開発するか、ということに主眼がおかれており、スポーツビジョンとは何か、視機能とのかかわりの中で、普遍的に真理と考えられるものは何か、というような科学的根拠の解明を目指す性質のものではない。日本においてもその傾向は変わらない。このような背景から、現在までのこの分野における研究成果は、科学的根拠や客観性に乏しい、自覚的検査データの蓄積、評価のみに終始してきた。ゆえに、世間的な関心の高まりと相反し、未だスポーツビジョンは科学的学問分野として確立されていない。そして現在、その弊害として、根拠のないビジョントレーニング等の情報が氾濫し、一般の人々に混乱を招き、社会問題にもなっている。

非日常の状況下である、スポーツ時の視機能を科学的に測定、解析することは、人類の視覚、視機能における全く新しい知見に繋がる可能性を孕む。スポーツビジョン研究の持つこのような素晴らしい可能性を発展させるためには、この分野を自覚的検査の集積である経験的学問という体系から、他覚的検査による客観性を持った科学の一分野として転換させる必要がある。

このような観点から我々は、研究指針として既存のスポーツビジョン測定の有用性の評価 測定に他覚的検査を導入し、解

析結果に客観性と再現性を持たせること、の2点を掲げた。そして、その応用として、科学的根拠及び再現性を有するビジョントレーニングの開発、を一連の研究の目標とした。まず、として、百数十名からの被験者の測定結果に多変量解析の概念を導入し、既存のスポーツビジョン検査が有用であること、特にDVA(Dynamic visual acuity;横方向の動体視力)の有用性が高いことを明らかにした。(第109回日本眼科学会総会発表;2005年3月)

次に、として、近見反応測定装置を用い、近見反応の測定が、客観的な動体視力の指標として有用であることを明らかにし、この分野に初めて他覚的、定量的な検査を導入することに成功した。(第110回日本眼科学会総会発表;2006年4月)

これら一連の研究により、DVAと実際の眼球運動を測定することの重要性が示唆されたため、平成19~22年度科学技術研究費補助金による研究(若手研究B)として、DVAと精密眼球運動を同時に計測できる装置を自作し、動体視力を定量的に解析することに成功した。(第112回日本眼科学会総会発表;2008年4月:視機能部門・座長賞受賞)

また、測定に伴う練習効果の、結果に対する影響を検討するため、練習効果の定量化を試み、測定結果に共分散分析(ANCOVA)を用いた解析で練習効果の定量化に成功、(第113回日本眼科学会総会発表;2009年4月)さらに、より実際の測定結果にフィットする解析プログラムを自作し、高精度に練習効果を定量化する方法を開発、報告した。(第114回日本眼科学会総会発表;2010年4月)

このような研究過程で、動体視力を定量的に測定する手法を得ることにより、今回我々は当初の目的である科学的根拠及び再現性を有するビジョントレーニングの開発、の研究に着手する段階に至った。

2. 研究の目的

その創成期から現在に至るまで、スポーツビジョン研究の最たる目的はビジョントレーニングによる競技成績の向上である。しかし、現在までに提案されたビジョントレーニングは、全て科学的根拠も再現性もなく、主観的な経験に基づくものであった。今回我々は、この新しい動体視力定量化法に加え、更に客観性を持つバイオマーカーを導入出来れば、トレーニングの効果をより客観的に評価出来るのではないかと考えた。バイオマーカーとして、我々は BDNF (Brain-derived neurotrophic factor;脳由来神経栄養因子) に着目した。

BDNF はさまざまな生理作用を持つタンパク質で、近年、シナプス伝達亢進、学習機能改善などの神経可塑性を有することが明らかにされている。(Cotman et al.2002) この BDNF の血中濃度を上げることで動体視力が向上すれば、それは科学的なビジョントレーニング法の開発に繋がる可能性がある。今回我々は、この BDNF と動体視力のトレーニングの関連について検討することを本研究の目的とした。

3. 研究の方法

被験者の獲得、選定

被験者は健康で、屈折異常以外の眼疾患を持たないボランティアとした。実験、測定前には必ず眼科医が眼科的疾患の有無を確認した。年齢は 18 歳以上で、あらかじめ十分にインフォームド・コンセントを行い、同意文書で承諾を取れた者のみを対象にした。今回の実験では、これらの条件を満たした 19 歳～21 歳(平均 19.0 ± 2.6 歳)の男性 8 名を被験者とした。実験では被験者から採血を行うので、事前に大学倫理委員会に申請し、研究内容の審査、実験の承認を得た。

測定・計測

動体視力の定量化は、精密眼球運動測定装置に DVA(横方向動体視力)測定装置を取り付けた自作の装置を用いて行った。精密眼球運動測定装置には EyeLink1000(SR research 社・カナダ)を用い、DVA 測定装置は HI-10(kowa 社・日本)を用いた。この 2 つを接続し、一つの計測系とした。

被験者が顎台に顎をのせると、目前にある反射板に瞳孔が映り、これを額部に位置する赤外線カメラが捕捉し、眼球運動を計測できる。被験者は前額部を正面のベルトに押し付けて動かさないようにし、頭部を固定した状態で眼の動きだけで指標を追う。(写真 1)



<写真 1 自作の測定装置>

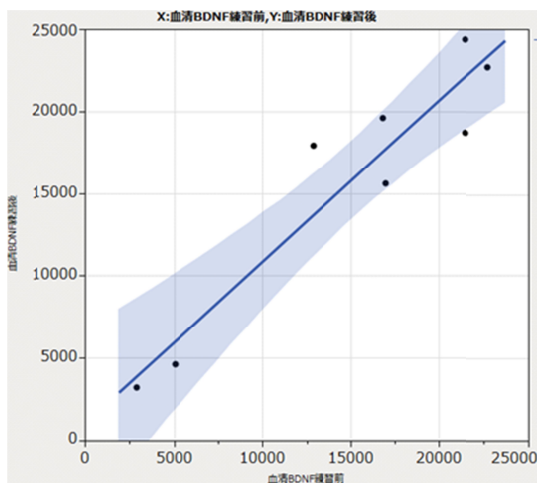
測定は、被験者の眼前 57cm に設置されたスクリーン上に、上下左右いずれかに切れ目のあるランドルト環を投影し、被験者の左から右方向に、あるいは右から左方向に一定の速度で平行に移動させ、1 回だけ呈示する。指標の移動速度は 200deg/sec, 300deg/sec, 400deg/sec, 500deg/sec, 600deg/sec の 5 種類とし、被験者の左から右へ指標が動くパターンと右から左へ動くパターンを各 4 回ずつ、計 40 回の測定で 1 施行とした。被験者には、ランドルト環の切れ目の開いている方向を答えさせ、全試行数に対する正解した試行数の割合を正解率 (%) として算出し、本実験における動体視力の評価指標とした。Eye Link1000 のサンプリングレートは 1000Hz

であり、精密且つ正確に眼球運動を計測できる。1人の測定に要する時間は、約30分であった。この40回の測定を1回のトレーニングとし、被験者1名につき、トレーニング前及び週三回のトレーニング終了直後に静脈血採血を行った。

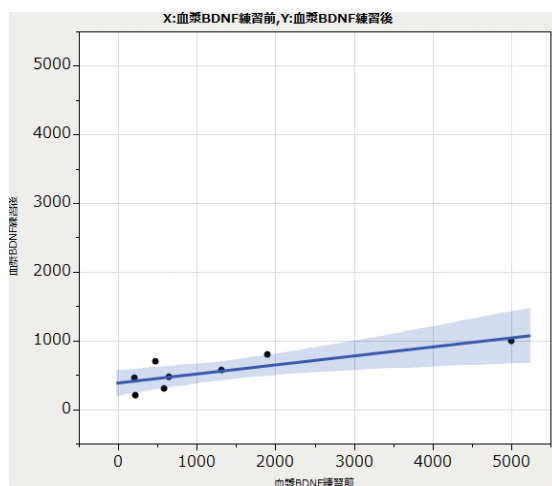
得られた血液検体は直ちに遠心分離し血漿、血清に分け、それぞれのBDNF濃度を市販のキット（R&Dsystems, DBD00）を用い、sandwich ELISA法にて測定、評価した。

4. 研究成果

結果、血清BDNF値はトレーニング後に有意に上昇($P=0.0003$)した(図1)が、血漿BDNFは有意に減少($P=0.015$)した(図2)。



< 図1 トレーニング前後の血清BDNF >



< 図2 トレーニング前後の血漿BDNF >

動体視力の結果と血漿、血清BDNFの間には統計的に有意な相関は認めなかった。同一の被験者で血漿、血清BDNFを同時に測定した先行研究はなく、血漿と血清でトレーニング後のBDNFの反応が乖離したことは興味深い。その理由は現時点で明らかではないが、被験者数を増やし、実験条件のバリエーションを増やすなどして多方面から検討し、今後の研究の課題としたい。

一般に運動でBDNFは上昇すると考えられていたが、本実験で血漿BDNFは低下した。血漿BDNFの局在は不明な点が多く、今後、眼球運動との関連から血漿BDNFの局在に関する新たな知見に繋がる可能性がある。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計1件)

内田雄介、田中誠二、宮原祐徹、加藤幸久、ソフトボールにおける用具の違いがゲーム性に与える影響、名城大学人文紀要、査読無、50巻、2014、19-31

〔学会発表〕(計2件)

工藤大介 BDNFとスポーツビジョン、第10回JAXA宇宙環境利用科学委員会、岡山県倉敷市、2015年3月

工藤大介 横方向動体視力とBDNFの関連の検討、第119回日本眼科学会総会、北海道札幌市、2015年4月

〔図書〕(計0件)

〔産業財産権〕
出願状況(計0件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
出願年月日：
国内外の別：

取得状況（計 件）

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
取得年月日：
国内外の別：

〔その他〕
ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究代表者

工藤 大介 (KUDO DAISUKE)
順天堂大学医学部眼科・助教
研究者番号：50348950

(2) 研究分担者

内田 雄介 (UCHIDA YUSUKE)
名城大学理工学部・助教
研究者番号：00508252

(3) 連携研究者

()

研究者番号：