

分担研究課題： 49チャンネル臨床研究における視機能評価と
音声フィードバックによる視覚リハビリテーション

研究分担者 不二門 尚 大阪大学大学院医学系研究科感覚機能形成学教授
研究協力者 遠藤 高生 大阪大学大学院医学系研究科眼科学 大学院生

研究要旨：49チャンネル電極の人工網膜電極埋植患者3名においてPC baseの視機能評価を行った。BRVT PC TEST、Movement test、Localization testの3種類の検査を行ったところ、BRVT PC TEST、Movement testでは人工網膜を使用することによる成績の向上はほとんど見られなかったが、Localization testにおいてはPatient3において明らかな成績の向上が見られた。また、音声フィードバックによるトレーニングにてLocalization testにおける定位の誤認が改善出来る可能性が示された。

A．研究目的

人工網膜術後患者においては、現状では治療後も0.01以下の低視力となるため、通常の視力検査ではその視機能の評価することは難しい。今回、PC baseの新しい視機能検査法を用いて人工網膜埋植患者における視機能評価を行った。

B．研究方法

人工網膜埋植患者（Patient1 63歳女性 網膜色素変性、Patient2 60歳男性 網膜色素変性、Patient3 中心型網膜色素変性）に対して3種類の視機能検査を行った。1つ目はBRVT PC TESTで、これは超低視力の視力検査であるBerkeley Rudimentary Vision TestをPCモニタ上で再現したものである。2つ目はMovement testで、これではPCモニタ上を長方形の白色視標（視角 短辺10°、長辺40°）が通過し、被験者にはこの視標を指でなぞってもらい角度のずれの平均を計算することにより動的視力を評価する。3つ目はLocalization testで、これではPCモニタ上に正方形の白色視標（視角：10°）をランダムな位置に表示被験者にはこの視標の中心を人差し指で触れてもらう。タッチした点を自動解析し、視標呈示位置からの関係性を評価する。



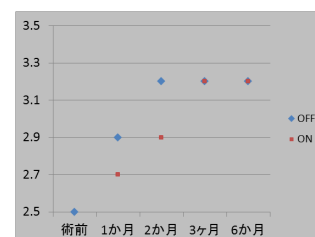
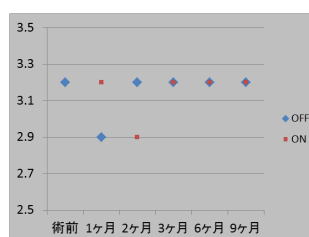
写真はLocalization testの検査風景。

また、Localization testに関しては音声フィードバックによる成績改善が可能かを調べるために正常者10名(男性:5名、女性:5名、年齢22~36歳)に対して、完全矯正下で弱視治療用眼鏡箔 (<0.1 Ryser®)を3枚貼付して擬似的な超低視力を作り音声フィードバックのありとなしでの成績の比較を行った。

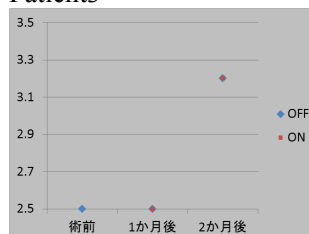
C．研究結果

現状では、視機能検査は術前から、Patient1では術後11か月まで、Pt2では7か月まで、Pt3では2か月までの検査を行っている。BRVT PC TESTでは、Patient1、Patient3では術前/術後、また人工網膜のON/OFFで大きな変化は検出されていない。Patient2では術後白内障進行により成績の低下が見られ、また人工網膜ON/OFFで有意な差を認めなかった。

Patient1（縦軸はlogMAR）Patient2

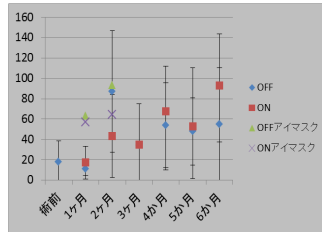
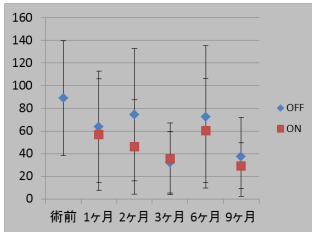


Patient3

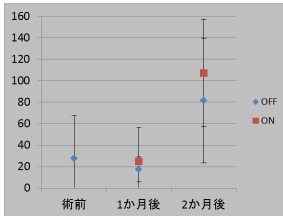


同様に Movement test でも Patient1、Patient3 では術前/術後、また人工網膜の ON/OFF で大きな変化は検出されず Patient2 では術後白内障進行により成績の低下が見られた。

Patient1 (縦軸はズレ角度) Patient2

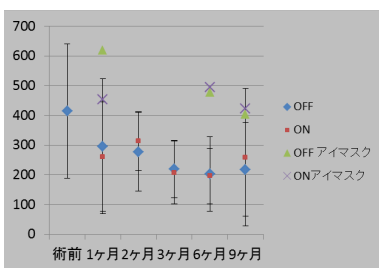


Patient3

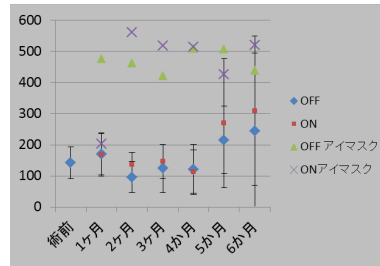


Localization test では、Patient1 では人工網膜 ON/OFF で有意な差は認めなかったが、成績の Base line の向上が見られ、術前と 6 か月後の比較では 6 か月後のほうが有意に視標中心からのずれが小さかった (術前平均 414pixel、6 か月後 平均 202pixel、 $P<0.001$)。Patient2 では術直後はアイマスクをした状態で人工網膜 ON で成績の向上 (ON 平均 290pixel、OFF 平均 464pixel、 $P=0.015$) を認めたが、こちらも白内障の進行後には有意差を認めない結果となった。Patient3 においては、術直後より人工網膜 ON で人工網膜 OFF と比べ、優位に成績が良好 (ON 平均 246pixel、OFF 平均 419pixel、 $P<0.001$) であったが、その結果は変動が大きく有意差が出ない場合も見られた。

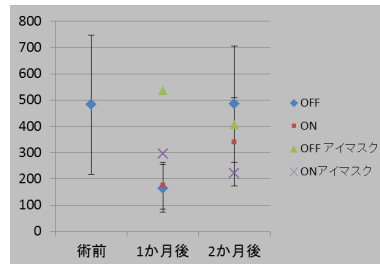
Patient1 (単位は pixel)



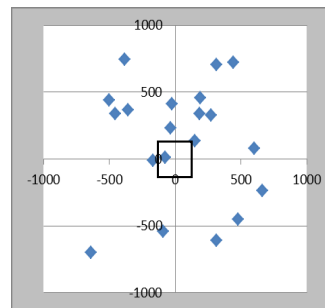
Patient2



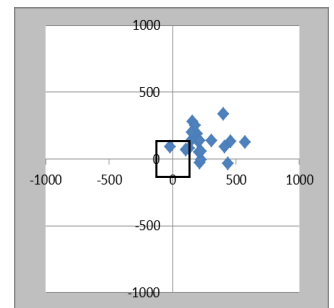
Patient3



しかし、アイマスクをした状態やあるいは検査画面のコントラストを低下させた状態では常に ON 時で有意に成績の向上が見られている。



人工網膜OFF

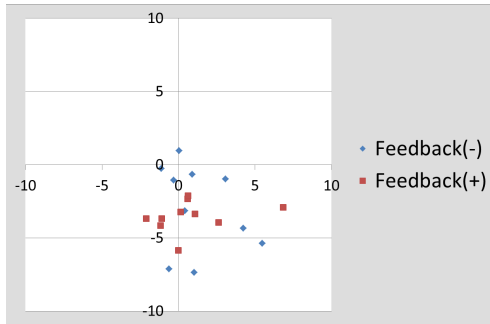


ON

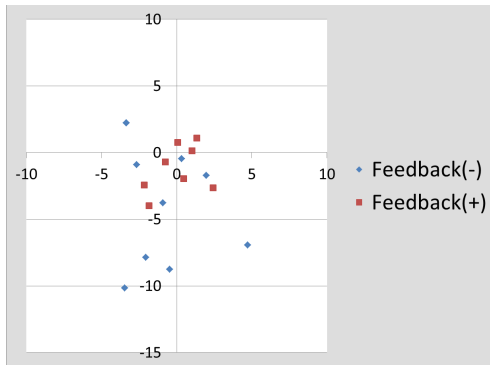
図はPatient3において両眼にアイマスクをした状態で中心の視標からどれだけずれてタッチしているか (単位: pixel) を表した模式図。人工網膜をONにした状態では視標やや右上にタッチした点が収束している。($P<0.001$)

上図のように人工網膜ONにて中心からのずれが小さくても低視力患者では一定方向への定位の誤認が発生しやすい。正常者10名に対して、擬似的な超低視力状態を作り音声フィードバックのありとなしでの成績の比較をしたところ、通常の20回では有意差を認めなかった (feedback(-) 視角 $5.8 \pm 2.3^\circ$, feedback(+) $6.0 \pm 1.8^\circ$, paired t test, $P=0.85$) もの、施行回数を100回としたところ、フィードバックあり群で有意にずれが小さかった (feedback(-) 7.5 ± 2.6 , feedback(+) 視角 $5.1 \pm 1.4^\circ$, paired t test, $P=0.027$)

20回の施行

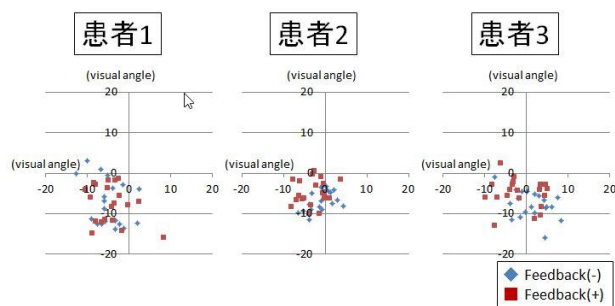


100回の施行

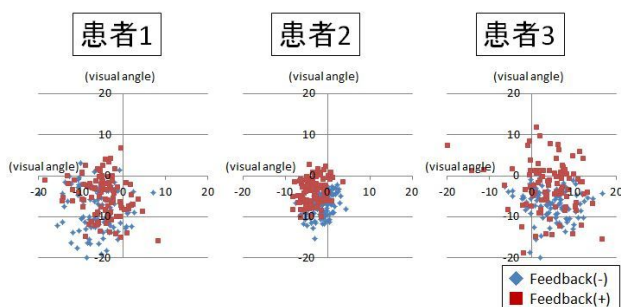


同様の施行を人工網膜埋植患者3名に施行したところ、20回の施行では3名ともに有意差を認めなかった (Patient1 : $P=0.78$ 、 Patient2 : $P=0.56$ 、 Patient3 : $P=0.32$) が、100回の施行ではPatient1,2において音声フィードバックありで有意にずれが小さい結果となった (Patient1,2 : $P<0.001$ 、 Patient3 : $P=0.71$)。

20回の施行



100回の施行



D . 考察

BRVT PC TEST、 Movement testにおいては、画面の局所をピンポイントで見る能力、視標の移動前と移動後の位置を認識する能力が必要であり、現在の1枚電極を用いた人工網膜では視野が狭いためなかなか良好な結果を出すことが難しい。今後、2枚電極を用いた次世代人工網膜においてこれらの検査の成績が向上することが期待される。

E . 結論

現状としては、 Localization testにおいては、人工網膜により得られた光覚を適切に評価することが出来、また比較条件を変更することにより、更に顕著に視機能の差異を検出することが出来ると考えられる。また、低視力状態では定位の誤認が発生しやすいが、音声フィードバックはこの誤認の修正のトレーニングとして有用と考えられる。

F . 健康危険情報

該当する危険なし

G . 研究発表

1. 論文発表

- ・遠藤 高生、不二門 尚、神田 寛行、森本 壮、西田 幸二
- ・超低視力の定量化 コンピュータディスプレイを用いた検討：視覚の科学(0916-8273)33 巻4号 Page147-151(2012.12)

2. 学会発表

- ・遠藤 高生、不二門 尚、神田 寛行、森本 壮、北澤 茂、西田 幸二
- 超低視力者における到達運動の Localization test による評価：第 117 回日本眼科学会 (東京 4月4日)
- ・Endo Takao, Fujikado Takashi, Kanda Hiroyuki, Morimoto Takeshi, Kitazawa Shigeru, Nishida Koji
- Evaluation of localization test under simulated very low vision conditions. Association for Research in Vision and Ophthalmology2013(Seattle, USA,May 5-9 2013)

H . 知的財産権の出願・登録状況

特許出願

不二門尚、神田寛行、杉浦基弘、伊藤邦彦、視機能評価プログラム及び視機能評価装置 (特願 2012-260735)

