

図2 検診プログラムと緑内障による失明者数の関係

検診開始年齢が遅いほど、検診間隔が長いほど、検診終了年齢が早いほど失明者は増加する。失明者の減少効果を得るには、40歳で開始して、70歳までは検診を行う必要があることがわかる。

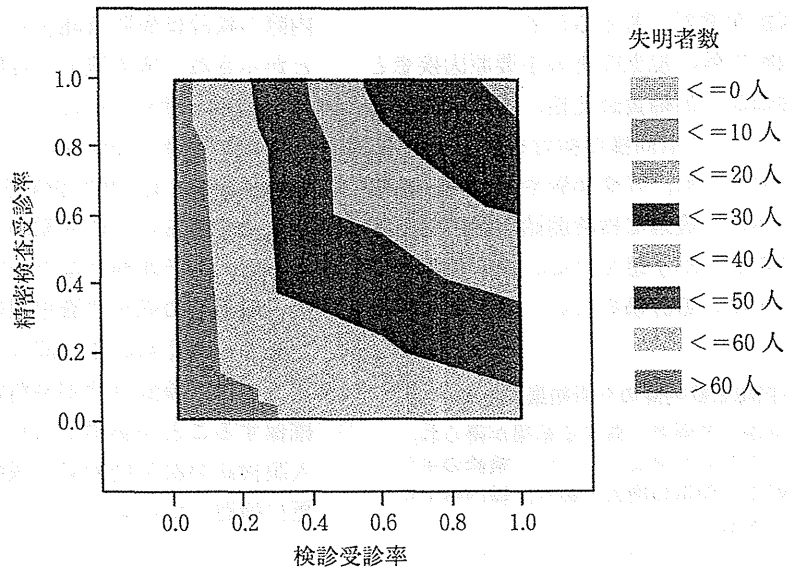


図3 検診受診率と精密検査受診率を変化させた場合の緑内障による失明者数の変化

失明者の減少効果を実に得るには、検診受診率と精密検査受診率が重要であり、実際に眼検診を行う上でのポイントになると考えられる。

る、検診開始年齢と検診終了年齢は早い方が費用対効果に優れるが、失明者数は開始年齢が遅い場合や終了年齢が早い場合に増加することが示された (図2)。緑内障に関しては、失明者数を減らすという医学的効果と ICER という費用対効果はトレードオフ(用語解説11)の関係にあり、両者のバランスをとることが重要と考えられた。緑内障による失明者を1万人あたり20人以下とし、ICERが600万円/QALY

以内のプログラムは12あった。これらの中で失明者数が最小(14人;78%の減少)のプログラムは40歳で検診を開始し、4年に1度検診を行い、70歳で終了するというプログラムで、ICERは3,795,957円/QALYとなった。ただし、失明者の減少効果を得るためには、検診受診率と精密検査受診率が重要であり、実際に眼検診を行う上でのポイントとなることも示唆された(図3)。

#### IV. 今後の展望と課題

白内障と緑内障について行った成人眼検診の効用分析について概説した。検診の医学的効果の指標として失明者数と増分効用、費用対効果の指標として ICER を用いたが、白内障と緑内障では疾患の性質を反映して異なる結果が得られた (表 3)。白内障の検診は失明者を減らす効果はないが、現行より早期に手術勧奨を行う効果があり、増分効用は大きく、ICER は非常に良好な値を示した。一方、緑内障の検診による増分効用は小さく、ICER も許容範囲内程度の値であるが、緑内障による失明者が半数以下になる大きな医学的効果が示唆された。検診プログラムに関しても、白内障では 50 歳開始・7 年毎・80 歳終了、緑内障では 40 歳開始・4 年毎・70 歳終了という異なる検診時期、検診間隔が選択された。医学的効果と費用対効果は時に相反する結果を示すことも示唆され、両者のバランスを考慮した検診、プログラムの選択が重要と考えられる。

白内障、緑内障以外の視覚障害の主要原因疾患として、糖尿病網膜症、加齢黄斑変性、変性近視があり、3つの疾患についても同様の検討を進めている。これらの疾患においても、好発年齢や進行度、治療予後が異なるために、最適な検診開始年齢、終了年齢、間隔が異なることが予想される。まずは疾患別にマルコフモデルによる評価を行い、最終的にこれ

表 3 白内障と緑内障の分析結果の比較

疾患の性質を反映して両者で異なる結果が得られ、最適な検診プログラムも異なっていた。検診の主な効果は、白内障では効用の増大であり、緑内障では失明者の減少である。

成人眼検診	白内障	緑内障
医学的効果		
失明者の減少効果	なし	半数以下に
効用の増加効果	大きい	小さい
費用対効果		—
ICER (円/QALY)	極めて良好	許容範囲内
最適な検診プログラム		
開始年齢	50 歳	40 歳
間 隔	7 年	4 年
終了年齢	80 歳	70 歳

らを統合して成人眼検診を総体として評価する予定である。

眼検診の検査内容としてここでは、白内障では視力・屈折検査と細隙灯顕微鏡検査、緑内障では眼底検査 (眼底写真撮影) を想定した。眼検診の特質の 1 つとして、視力・屈折検査、細隙灯顕微鏡検査、眼底検査を行うと、視覚障害の主要な原因疾患を包括的にスクリーニングできる点が挙げられる。スクリーニング検査の内容が同一であっても複数の眼疾患に対応した検診になり得る点が眼検診の有利な点と思われる。また、例えば視野スクリーニング検査を追加するかなどオプション検査の有用性も含め、今後検討していきたいと考えている。

#### おわりに

マルコフモデルを用いた白内障と緑内障に関する成人眼検診の効用分析について述べた。白内障の検診は増分効用が大きく、費用対効果が高いこと、緑内障の検診は失明者減少という医学的効果が高いことが示され、成人眼検診は医学的にも医療経済学的にも有用と考えられた。

ただし著者らの研究は、基になるデータは現実のものであっても、現実世界をモデル化したシミュレーションであることに注意が必要である。今後の課題として、モデル地区などを設定して実際のデータで成人眼検診の効果や費用対効果を実証していくことが必要と考えられる。成人眼検診の実効性を確保する上では、検診受診率や精密検査受診率をある程度確保することが必須であり、これらの点を含めて成人眼検診の医学的効果、医療経済学的効果について更に検討していきたい。

本研究は、厚生労働科学研究費補助金・障害者対策総合研究事業「成人を対象とした眼検診プログラムの臨床疫学、医療経済学的評価」の補助を受けた。

#### 【用語解説】

- 1 マルコフモデル：医療経済学では、モデルを使って一定の時間範囲における健康イベントの発生や生命予後、関連する費用 (医療費や介護費用など) を推計する。マルコフモデルは、健康状態をいくつかのステージに分類し、患者が一定の期間にステージ間をどのように進んでいくかをシミュレーションして慢性疾患の予後を評価する方法である。
- 2 決断樹：ディシジョンツリー。医療経済学で用いられ

- るモデルの1つ。疾患や治療の流れを左側から右側に向かって組み立てて、起こりうるシナリオと確率によってツリーを構築する方法。ある治療を行った場合に、予想される費用や生存年数を確率的に推計することができる。
- 3 QALY: Quality Adjusted Life Years (質調整生存年)。生存年数を効用値で重み付けしたものの。同じ10年の生存期間でも、良い健康状態で生きる10年と疾病負担を抱えて生きる10年は異なるという考え方に基づく。眼科手術など主にQOLを向上する治療とがん手術など主に生存年数を延長する治療を比較できるので、医療介入の効用を示す指標として頻用される。
  - 4 効用値: 健康状態 (QOL) を0から1までの数字で表現したもの。完全な健康で1, 死亡が0であり, 両眼失明は0.5程度の効用値とされている。
  - 5 割引: 医療経済学で効用や費用を評価する際, 直近の1年と将来の1年の重みは異なるという考え方に基づく。将来の1年の効用や費用を直近の1年のものより少なく見積もるために一定の割引率が適用され, 率として3%/年が用いられることが多い。
  - 6 増分効用: 医療介入を行わなかった場合と比較して医療介入を行った場合に得られる効用をQALYで表わしたもの。本稿の白内障に関する眼検診の増分効用は0.084 QALY/人であり, 少ないように見えるが白内障に罹患しない人や手術に至らない人すべてを含めて増分効用を算出しているためである。白内障手術自体(両眼)の増分効用は3.38 QALYと非常に大きい。
  - 7 増分費用: 医療介入を行わなかった場合と比較して医療介入を行った場合に要する費用。本稿の白内障に関する眼検診の増分費用は25,054円/人で, 白内障に罹患しない人や手術に至らない人すべてを含めて算出したものである。白内障手術自体(両眼)の増分費用は560,862円である。
  - 8 ベースケース分析: パラメータの値を基本となる数値に設定してマルコフモデルでシミュレーションしたものの。
  - 9 One-way Sensitivity Analysis: 結果に及ぼす影響の大きなパラメータを評価するために, 1つのパラメータをある一定の範囲で動かして分析する方法。モデルの頑健性を評価するために行われる。
  - 10 Probabilistic Sensitivity Analysis: モデルで用いる臨床パラメータには不確実性が伴う(例: 白内障術後の視力予後や白内障術後の眼内炎の発生率など)。すべてのパラメータを一定の範囲でランダムに取って, 結果に及ぼす影響を分析する方法で, モデルの不確実性, 頑健性を評価するために行われる。
  - 11 トレードオフ: 1つを優先すると1つが犠牲になる二律背反の関係のこと。

## [文 献]

- 1) Roberts CB, Hiratsuka Y, Yamada M, et al: Economic cost of visual impairment in Japan. Arch Ophthalmol 128:766-771, 2010.
- 2) Yamada M, Hiratsuka Y, Roberts CB, et al: Prevalence of visual impairment in the adult Japanese population by cause and severity and future projections. Ophthalmic Epidemiol 17:50-57, 2010.
- 3) 山田昌和: 眼科領域の Value-Based Medicine と効用分析. 眼科 52:1683-1688, 2010.
- 4) Eye Care Comparative Effectiveness Research Team (ECCERT): Cost-effectiveness of cataract surgery in Japan. Jpn J Ophthalmol 55:333-342, 2011.
- 5) 平塚義宗, 山田昌和, 村上 晶, 他: 医療における費用効果分析と白内障手術. 日眼会誌 115:730-734, 2011.



## 総説

## 企業の健康診断，人間ドックにおける 緑内障スクリーニング

中野 匡・野呂 隆彦・立道 昌幸・和田 高士

### 〔要 約〕

わが国の健診に法律で定められた健診と，企業健診や人間ドックなどの任意健診があるが，いずれも生活習慣病の早期発見が主眼で，生活の質に直結する視機能評価はあまり重要視されていない。眼科疾患の早期発見を目指すには，任意健診の充実が重要である。検診項目の必須条件として検出

精度とともに簡便性が不可欠であるが，視覚障害の第一位である緑内障の検出に，既存の検診項目である眼圧は限界があり，眼底写真も課題を残す。本稿では新たな検査候補としてFDTスクリーナーの導入経験を紹介し，今後の検診項目について問題提議した。

### はじめに

現在，わが国で実施されている健康診断（健診）は，法的に義務づけられている健診と各個人が自由意志で受診する健診に大別される。

法的健診はさらに二つに分かれ，その一つは労働安全衛生法で定められた定期健診である。この法令によれば，全事業者は労働安全衛生法第66条に基づき，現在約5900万人とされる全労働者に対し，医師による健診を年1回実施することが義務づけられている。この定期健診は平成20年4月1日より作業関連疾患とされる脳・心臓疾患の予防に重点が置かれ，肥満のリスク指標として腹囲検査の追加，動脈硬化の危険因子として血清総コレステロールからLDLコレステロールへの変更，糖尿病の管理として尿糖検査の必須化など，検査項目の一部変更が行われた。眼科項目に追加変更はなく視力検査のみとなったが，以前より検査条件が矯正なのか裸眼なのかも明記されておらず，さらに労働基準監督署へ

の報告義務もないことから，どこまで適切に実施されているのか不透明なままである。

もう一つの法的健診として，平成19年まで老人保健法により実施されていた基本健康診査があったが，同じく平成20年4月から特定健診（正式には「特定健康診査・特定保健指導」，俗に言うメタボ健診）と後期高齢者健診に移行した。特定健診の対象となるのは40歳～74歳までの公的医療保険加入者全員で，約5600万人に受検が義務づけられている。これにともない基本健康診査として実施されていた視力検査は特定健診で廃止され，ついに基本検査項目に眼科検査はなくなってしまった。唯一，前年度の腹囲，血糖，中性脂肪，血圧のすべてが基準値を超えた場合，医師が必要と認めるものについてのみ翌年度に眼底写真を撮ることになった。また75歳以上が対象で眼関連疾患の頻度が高いことが予想される後期高齢者健診にも残念ながら眼科項目は含まれていない。

確かに，予防医学的にメタボリックシンドローム

中野 匡（なかの・ただし）・野呂 隆彦（のろ・たかひこ）：東京慈恵会医科大学眼科学教室

立道 昌幸（たてみち・まさゆき）：昭和大学医学部衛生学教室

和田 高士（わだ・たかし）：東京慈恵会医科大学総合健診・予防医学センター

を意識した健診に異存はないが、その一方で超高齢化社会へ確実に移行する今日、国策としてQOL (Quality of life) に大きく影響する視機能評価をあまりに重要視しない方針は、一眼科医として残念でならない。

## I. 任意健診における眼科検診の重要性

このような公的健診における眼科領域の深刻な現状を考えると、現行のシステムで眼科疾患のスクリーニングを目指すには、各事業主の判断で独自に実施する企業健診や、個人が自主的に行う人間ドックなどの任意の健診に頼らざるを得ないと思われる。2010年度に日本人間ドック学会が実施したアンケート調査によれば、人間ドック学会機能評価認定施設に受診し、集計が可能であった人間ドック受診者は約308万人で、眼科検査項目で要経過観察となった人は29万人弱、要精査は約20万人、要治療は約10万人であったと報告されている<sup>1)</sup>。この調査では詳細は不明であったが、少なくとも眼科疾患のスクリーニングに関し、任意健診が法的健診よりもはるかに貢献していることは容易に想像がつく。

## II. 緑内障スクリーニングの課題

多治見スタディにより、緑内障の有病率の高さが判明し<sup>2)</sup>、さらに視覚障害者の数でも緑内障が最も多いことが再確認されている<sup>3),4)</sup>。緑内障は眼圧下降が治療の中心であるが、現行の治療戦略で進行した視野障害を改善することは難しく、さらに病気の性質上、視野障害が進行するまで自覚症状に乏しいため、潜在する未治療患者の多さが大きな課題となっている。そのため早期発見が最も重要な眼疾患の一つであり、検診の意義が極めて高いといえる。しかし前述したように、視力検査や、ごく一部の対象者に限定して眼底写真撮影しか実施しない現行の法的健診には限界があり、任意健診に依存せざるを得ない。現在人間ドック学会で実施が義務づけられている眼科検診項目は視力・眼圧・眼底写真である。緑内障以外に視覚障害を引き起こす代表的な眼疾患として糖尿病網膜症、変性近視、加齢黄斑変性、白内障などがあり<sup>4)</sup>、それぞれ視力もしくは眼底写真によるスクリーニングが有効と思われる。しかし緑内障のスクリーニングとしては、視力は末期まで温存され、正常眼圧緑内障が大半を占める日本では<sup>2)</sup>、

眼圧検査の有効性は一部の症例に限定されるため、眼底写真による検出が大変重要となる。しかし近視眼や高齢者の眼底に多く見られる豹紋状眼底は、時に緑内障に特徴的な網膜神経線維層欠損の検出を難しくし、また傾斜乳頭やSSOH (superior segmental optic disc hypoplasia) などの視神経低形成や乳頭低形成では視神経乳頭の大きさや形状が多彩なため、判定が困難な症例も少なくない。さらに眼底カメラの性能や縮瞳などによる撮影時の影響に加え、立体的な視神経乳頭の形状を平面写真で評価する検出限界や、読影する判定医の経験なども検出力に影響すると思われる。また多くの施設で眼科医が判定に関与せず、他科の医師や産業医の読影に依存せざるをえない検診現場の事情もある。これらのバイアスが眼底写真の読影精度に大きく影響し、緑内障をスクリーニングする際の留意点となっている。

## III. 健診におけるFDT視野計の有効性

緑内障診療ガイドライン(第3版)では緑内障の定義として視神経と視野に特徴的变化を有することが記載されている<sup>5)</sup>。そのためスクリーニングツールとしても、眼底写真のみでなく視野検査を導入し、その整合性を確認することが理想といえる。しかし現行の健診システムは短時間に多くの検診項目をスムーズに終了することが重要で、この条件にマッチした視野計はこれまで見当たらなかった。そんな中で1998年に市場に登場したFDT (frequency-doubling technology) スクリーナー(以下、FDT)は、はじめて検診項目の条件に対応可能な視野計として注目された(表1)。そこで我々は企業健診に付加する形でFDTを導入し、その検出精度を検証した。その結果、過去の健診で発見されなかった多くの緑内障(81.5%)を新たに発掘し(図1)、さらに緑内障以外の眼疾患も数多く検出することができた<sup>6)</sup>(図2)。次に東京慈恵会医科大学総合健診・予防医学センターの人間ドックにおいて、これまでの眼科検査項目にFDTを追加導入し、眼底写真との検出力を比較検討した。その結果、FDTは眼科医が判定する眼底写真の読影とほぼ同等の検出精度であることが確認できた(図3)。FDTの検出力に関しては、これまでも多くの報告がされている。対象集団や検査プログラム、判定基準などの違いから一概に単純比較はできないが、緑内障を検出する感度

表 1

検診で求められる検査条件	FDT スクリーナーの特徴
(妥当性 validity) 検査の敏感度と特異度が高い	中期以降の感度はほぼ 100% 特異度は全病期で 90%前後で安定
(信頼性 reliability) 検査方法や測定者による変動が少ない 再現性がある	プッシュボタンによる簡単な設定で測定開始が可能 初回異常判定時は再現性の確認が必要 (2 回目以降は安定)
(簡便性 convenience) 時間や費用がかからず受診者に苦痛や危害を加えない 簡単に効率的な方法である	正常者の片眼測定は約 30 秒程度 非接触型眼圧計と同等の価格帯 検査前の簡単な説明で検査可能 明室, 小スペースで検査可能 ポータブルで携帯性が良い (9 kg)

(引用) NEW 予防医学・公衆衛生学 (岸礼子ほか) (南山堂)  
疫学入門 医学・医療・生物学のために (土屋健三郎) (医学書院)

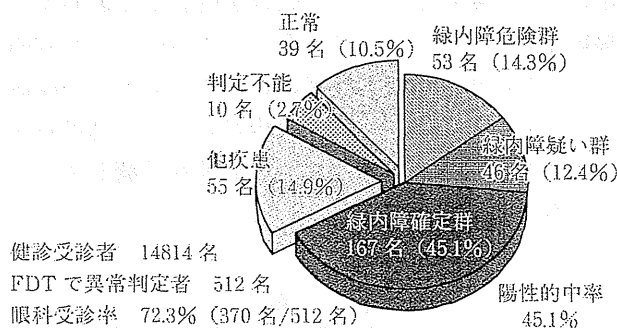


図 1 企業健診における FDT 異常判定者の眼科確定診断の内訳

この調査に参加した健診受診者 14814 名中, FDT で異常判定になった方は 512 名で, そのうち眼科受診して最終的な確定診断が判明した方は 370 名であった (受診率 72.3%)。

その結果, 新規に発掘された緑内障は 167 名であった。毎年健診を受診していたにもかかわらず, 既に緑内障が判明していた方は 38 名のみで, 実に 81.5% (167 名/167 名+38 名) の方が未治療の緑内障だったことが判明した。

は多治見スタディによる早期緑内障の 55%<sup>7)</sup> から 100%近い報告までとかなりばらつきがあったが, 特異度に関しては概ね 90%前後の安定した評価であった。今回の調査でも, 初回に異常判定された約半数が再検査後に正常扱いとなり, 再現性の確認が重要と思われた<sup>6),8)</sup>。偽陽性は FDT の課題であるが, その場で再検査しても検診の時間内に検査終了は可能であり, 異常判定には必ず再現性を確認すべきであると思われた。

白内障	10 (18.2%)
網膜中心動・静脈閉塞症	8 (14.5%)
網膜色素変性	6 (10.9%)
黄斑変性症	5 (9.1%)
糖尿病網膜症	4 (7.3%)
網脈絡膜萎縮	4 (7.3%)
強度近視	3 (5.5%)
網膜剝離	3 (5.5%)
傾斜乳頭	3 (5.5%)
視神経症	3 (5.5%)
外傷	3 (5.5%)
頭蓋内腫瘍	3 (5.5%)

図 2 FDT が検出した緑内障以外の主な眼疾患<sup>9)</sup> (他疾患 55 名の内訳)

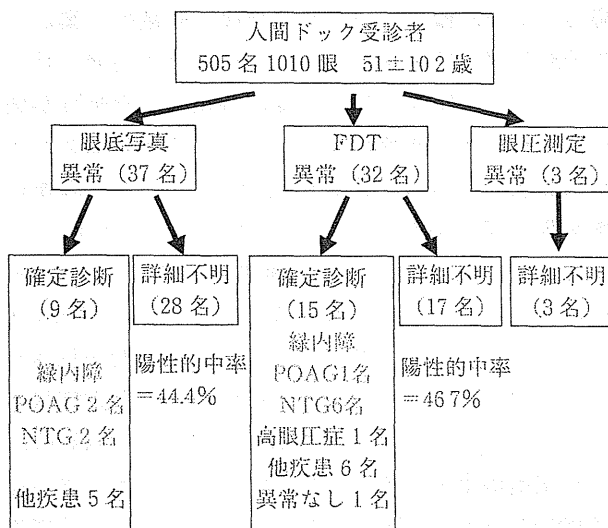


図 3 人間ドック受診者における眼底写真, FDT, 眼圧測定の検出精度

緑内障は高い有病率であるが通常は進行が極めて穏徐な慢性疾患であるため, がん疾患と異なり一度の見落としが致命的になるリスクは少なく, むしろ偽陽性によって不必要な眼科受診をさせないことが課題と思われる。感度と特異度がともに優れた検査が理想的であるが, 現状では正常者を正常と判別し, ある程度以上の進行した緑内障 (中期以降) を確実に検出できる FDT は, これまでの健康診断や人間ドックで発見できなかった緑内障を検出する有力な検診項目になると思われた。

#### IV. 緑内障スクリーニングにおける今後の展望と留意点

健診に求められる検査条件は外来臨床以上に簡便

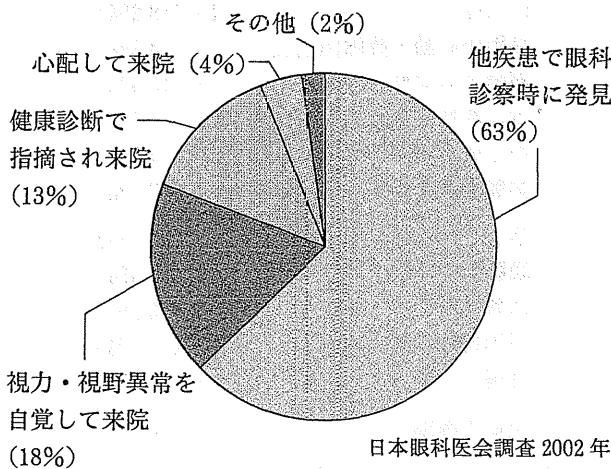
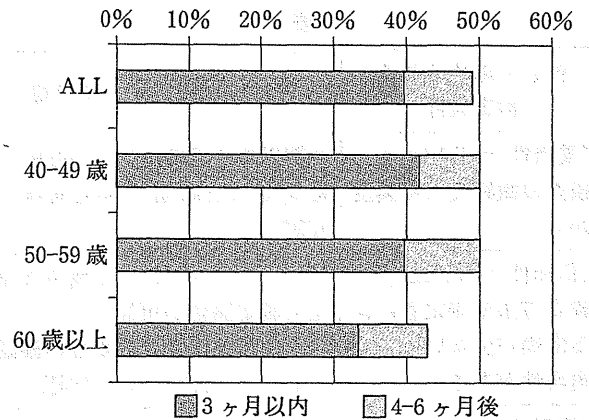


図4 正常眼圧緑内障の診断経緯<sup>9)</sup>

性が重要視される傾向がある。その意味でFDTは魅力的な検診機器といえる。今後は複数の企業がこの分野の重要性を認知し、さらなる研究開発を行うことで、より精度が高く検診に特化した視野計が開発されることを期待したい。さらに費用対効果が大幅に改善されれば、検診専用のOCTなど、画像診断装置の導入も将来は有力な候補かもしれない。2002年に実施された日本眼科医会のアンケート調査によれば、正常眼圧緑内障と診断された患者の6割以上は、別の理由で眼科を受診して偶然発見された運の良い方で、2割の方が残念ながら自覚症状がでてしまった進行した緑内障と思われた(図4)。今後未治療患者を新たに発見するためには、さらなる健診の充実が不可欠であるが、これまでの経緯を考えると、国が現行の眼検診を見直して視機能に重きを置いた法的健診を再検討する可能性は低いと思われる。それよりは眼科医会や学会が主体となって自治体と連携した新たな公的健診の構築を目指すか、または今回情報提供した企業の健診や人間ドックにFDTを追加導入するといった検査項目の充実を目指すことが、より実現可能な戦略と思われる。そのため、医療経済学的にも健診が有効であるという裏付けや検証も併せて行う必要があると思われる。

おわりに

今回は広義の原発開放隅角緑内障を主な検診対象として解説したが、緑内障発作を生じ重篤な視機能障害を起こす原発閉塞隅角緑内障に関しても、別途に検討する必要がある。さらに有効な検診システムを構築し、自覚症状がない早期の緑内障を検出で



2010年4月~2011年3月の健診受診者20万人を対象としたレセプト情報(日本医療データセンターの許可を得て掲載)

図5 医療機関受診率と受診時期(緑内障)

きたとしても、速やかに眼科を受診しなければ意味が半減する。図5は健診で異常判定されてから、眼科を受診するまでの期間を、レセプト情報をもとに算出した結果である。眼科受診を勧められても、半年以内に半数以下の人が眼科を受診しておらず、眼科受診までの道のりは想像以上に長いことが判明した。この事実を真摯に受け止めて、より良い検診システムの構築とともに、緑内障の認知、理解をより深めてもらう、さらなる啓発活動を展開していくことも、併せて重要と思われた。

【文献】

- 1) 笹森典雄: 2010年人間ドック全国集計成績. 人間ドック 26: 638-683, 2011.
- 2) Iwase A, Suzuki Y, Araie M, et al: The prevalence of primary open-angle glaucoma in Japanese: the Tajimi Study. Ophthalmology 111: 1641-1648, 2004.
- 3) 厚生労働科学研究費科学研究費補助金 難治性疾患克服研究事業網脈絡膜・視神経萎縮症に関する研究 平成17年度総括・分担研究報告書: 263-267, 2006.
- 4) Yamada M, Hiratsuka Y, Roberts CB, et al: Prevalence of visual impairment in the adult Japanese population by cause and severity and future projections. Ophthalmic Epidemiology 17: 50-57, 2010.
- 5) 日本緑内障学会: 緑内障診療ガイドライン第3版. 10, 2012.
- 6) Tatemichi M, Nakano T, Tanaka K, et al: Performance of glaucoma mass screening with only a visual field test using frequency-doubling technology perimetry. Am J Ophthalmol 134: 529-537, 2002.
- 7) Iwase A, Tomidokoro A, Araie M, et al: Perform-

- ance of frequency-doubling technology perimetry in a population-based prevalence survey of glaucoma: the Tajimi study. *Ophthalmology* 114:27-32, 2007.
- 8) Tatemichi M, Nakano T, Tanaka K, et al: Laterality of the performance of glaucoma mass screening using frequency-doubling technology. *J Glaucoma* 12:221-225, 2003.
- 9) 入江純二:平成14年度日本眼科医会記者発表会報告および報道用資料. *日本の眼科* 73:1151-1159, 2002.
-



# Colenbrander, Esterman グリッド と日本の身障者視野判定法の比較

Comparison of visual field assessment for visual impairment classification between Colenbrander, Esterman and Japanese method

加茂純子<sup>1\*</sup>・原田 亮<sup>1</sup>・杉浦寅男<sup>2</sup>・仲泊 聡<sup>3</sup>・平塚義宗<sup>4</sup>・  
松本長太<sup>5</sup>・宇田川さち子<sup>6</sup>・松本行弘<sup>6</sup>

Junko KAMO<sup>1\*</sup>・Ryo HARADA<sup>1</sup>・Torao SUGIURA<sup>2</sup>・Satoshi NAKADOMARI<sup>3</sup>・Yoshimune HIRATSUKA<sup>4</sup>・  
Chota MATSUMOTO<sup>5</sup>・Sachiko UDAGAWA<sup>6</sup>・Yukihiro MATSUMOTO<sup>6</sup>

【要約】 目的：Colenbrander グリッド (CG) と Esterman グリッド (EG) による American Medical Association (AMA) 視野判定と日本の身障者視野判定法を比較した。

対象および方法：100人(男64, 女36), 平均66.5±16.1歳, 疾患内訳は開放隅角緑内障(POAG) 25, 糖尿病網膜症21, 同名半盲17, 網膜色素変性(RP)13, 加齢黄斑変性11例, 変性近視7, 視神経萎縮3, その他3. Goldman III/4eで測定したものをCG, EGでカウントし, functional field score (FFS) と functional vision score (FVS) を計算, クラス分けして, 日本の級と比較した。

結果：EGは半径7度以内に刺激点がないために, CGでカウントできても, EGでは最大で42点カウントされない可能性がある。CGとEGはFFSに関して( $R=0.877$ )もFVSに関して( $R=0.867$ )と高い相関があったが, 求心性狭窄のRPでは, EGの方が1クラス悪い例が46%と最も多かった。POAGとRPでは, 日本の最重度の2級が最も多かったが, 輪状暗点で周辺視野が残る例の中にはAMAではClass 3a(重度視覚喪失), Class 3b(極度視覚喪失), Class 4((ほとんど)全視覚喪失)と比較的広く分布した。一方, 5級としか判定されない同名半盲や光凝固後の糖尿病網膜症の中にClass 3b, 3aと同等の級が存在することがわかった。

結論：AMAの評価がQOLとより相関しているという報告から, 同名半盲や光凝固後の糖尿病網膜症の中にも求心性視野狭窄のRPや緑内障と同等の級に分類される例があることに留意すべきである。AMAと日本の級の最大の相違は日本の視野判定が求心性視野狭窄のみに重点を置いているところと考えられた。

【キーワード】 Esterman グリッド, Colenbrander グリッド, 視野評価, 視覚障害, 身体障害者福祉法

【Abstract】 Purpose : To compare the visual field assessment for visual impairment between Esterman grid (EG), Colenbrander grid (CG) and the Japanese method.

Subjects and method : 100 cases (64 men, 36 women), average 66.5±16.1 years old, were evaluated. Disease categories : Primary open angle glaucoma (POAG) 25, diabetic retinopathy 21, hemianopia 17, retinitis pigmentosa (RP) 13, age related macular degeneration (AMD) 11, degenerative myopia 7, optic atrophies 3, and others 3. Goldmann III/4e measurements were assessed by CG and EG. functional field score (FFS) and functional vision score (FVS) were calculated and compared with the results of the Japanese method.

Results : As Esterman has no grids within 7 degree radius, Colenbrander grids counted 42 points in the same place. There was a high positive correlation between CG and EG both as to FFS ( $R=0.877$ ), and FVS ( $R=0.867$ ). As a result, as many as 46% of RP cases were classified into 1

class worse by EG than by CG. Among the subjects, Japanese 2nd class (most severe class) was the majority among POAG and RP cases. The same subjects were classified into 3a to 4 by AMA. On the contrary, hemianopia and diabetic retinopathy (DR) after pan retinal photocoagulation (PRP) cases in Japanese 5th class (light class) were classified into 3b and 3a.

Conclusion: As FVS is reported to have a good relation to activities of daily living and quality of life, we should be aware that some cases of hemianopia and DR after PRP can be in the same class as the cases of RP and POAG when we reconsider the Japanese system. The most significant difference between AMA and the Japanese method was the way of judging the concentric fields of the Japanese 2nd class.

**[Keywords]** Esterman grid, Colenbrander grid, Visual field assessment, Visual impairment, Japanese law for visual impairment

## 背景

現行の日本の身体障害者視野判定 (平成7年改訂)<sup>1)</sup>は American Medical Association (AMA) の Guides 第4版<sup>2)</sup>を参考に、動的視野の8経線上で残存視野の角度の和から算出する方法が採用されている。8経線の比重が均等のため、部位による困難さが考慮されない。米国では標準の合計が Goldmann III/4e で500°に対し、日本では I/4e で560°と規定され、日本では健康人でも面積で6割としかならないために、静的視野で判定したときにより、一層の乖離が生じる<sup>3)</sup>。また、求心性視野狭窄がある場合、輪状暗点は特に等級が高くなる。すなわち周辺視野が残っている場合と全くない場合が同等になることが守本らによって指摘されている<sup>4)</sup>ほか、我々は5級の同名半盲と2級と判定される輪状暗点の症例に対し、AMA Guides 第5版以降<sup>5)</sup>で採用されている functional vision score (FVS) 中の視野判定 functional field score (FFS) で比べるとほぼ同等になることも指摘した (第12回ロービジョン学会で発表)。

山縣ら<sup>6)</sup>は、現行の I/4e を用いた規定主経線を加えて視能率を知る方法では移動の不自由さと密接な関係がなく、むしろ Esterman のほうにより相関があることな

どを指摘しており、日本の身障者の視野評価法として Esterman グリッド (EG) もしくは Colenbrander グリッド (CG) を採用するのがよからうと提言している。日本の制度から移行するには AMA の FFS よりも Esterman テストのような緑内障に出やすい暗点部に多くの測定点が配置されたほうが、差が少なくなるのではないかと考察されている。

ここで、視機能としての視野をスコア化するための EG と CG についてレビューする。Esterman は最初のグリッドを1967年<sup>7)</sup>にタンジェントスクリーン測定に用い始めた。彼は Goldmann グリッドを1968年<sup>8)</sup>、そして両眼法を1982年に発表した<sup>9-11)</sup>。両眼 EG は上方の象限に19点、下方に41点と下方に100%の重みをつけ、全体で120点が配置される。緑内障初期の変化をとらえるために、水平部に多くの点が配置され、中心は視力で判定できるとして5度以内には全くグリッドがないことが特徴である (図1b)。

Esterman の方法では近年増加している加齢黄斑変性の中心暗点や傍中心暗点が評価できないとして、Colenbrander は visual acuity score (VAS) と visual field score (VFS) に基づく FVS を計算する方法を考え、最初1993年の Vision-93 で公式に提言した<sup>12)</sup>。International Society for Low Vision Research and Rehabilitation (ISLRR) に1999年に、International Congress of Ophthalmology (ICO) には2002<sup>13)</sup>に支持された。

このシステムは AMA によって Guides to the Evaluation of Permanent Impairment (身体障害判定基準) に採用された。詳細な記載は AMA Guides 第5版と第6版ほかに詳しい<sup>5, 12-14)</sup>。また、日本の眼科で FVS の連載においても、概説された<sup>15-18)</sup>。クラスは WHO の分類と一致する (表1)。

Colenbrander によれば視野の有用性は刺激の対数に比例するという Weber Fechner の法則を模し、一般的な日

- 1 甲府共立病院眼科 Department of Ophthalmology, Kofu Kyoritsu Hospital
- 2 杉浦眼科 Sugiura Eye Clinic
- 3 国立リハビリテーション病院眼科 Department of Ophthalmology, National Rehabilitation Center for the Persons with Disabilities
- 4 国立保健医療科学院 医療・福祉サービス研究部 Department of Health and Welfare Services, National Institute of Public Health
- 5 近畿大学医学部眼科学教室 Department of Ophthalmology, Kinki University, Faculty of Medicine
- 6 獨協医科大学越谷病院眼科 Department of Ophthalmology, Dokkyo Medical University, Koshigaya Hospital

\* 別刷請求先 400-0034 山梨県甲府市宝1-9-1  
甲府共立病院眼科 加茂純子  
(2011年10月19日受理)

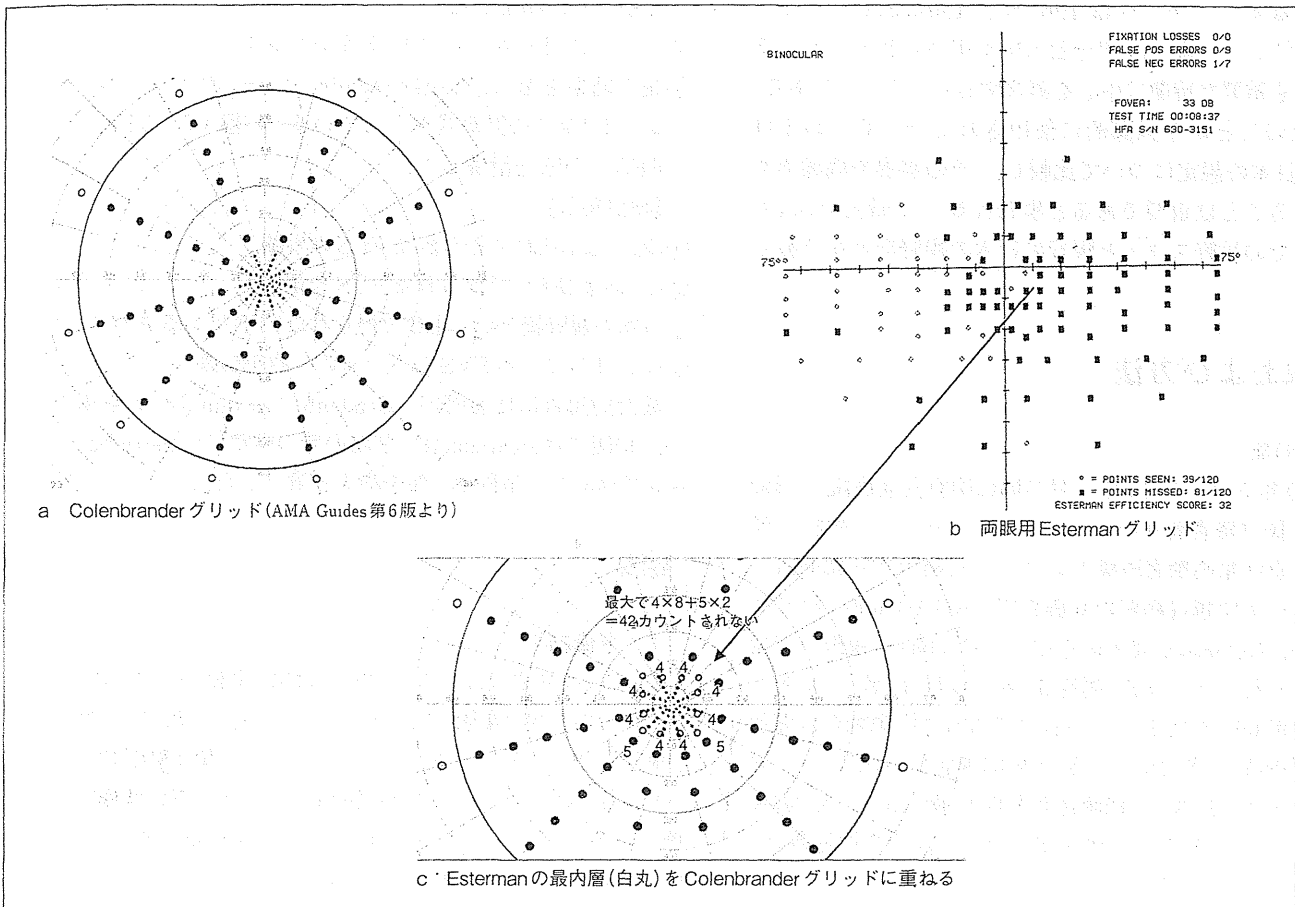


図1 a Colenbranderグリッド(CG), b 両眼用 Estermanグリッド(EG), c EGの最内層をCG上に重ねた図 EGの最内層の座標(白丸)をCGの上に配置すると、CGは半径10度以内に50点配置されているのに対し、EGでは最大で中心42点がカウントされないことがわかる。

表1 FVSと米国のクラス分けと国際分類(AMA Guides第6版<sup>5)</sup>より)

FVS計算結果	100-93	92-73	72-53	53-33	32-13	12-0
AMA class	Class 0	Class 1	Class 2	Class 3a	Class 3b	Class 4
視覚喪失の国際分類	正常視覚	軽度視覚喪失 Mild vision loss	中等度視覚喪失 Moderate vision loss	重度視覚喪失 Severe vision loss	極度視覚喪失 Profound vision loss	(ほとんど)全視覚喪失 (Near-) Total Blindness
WHOの国際統計範囲			ロービジョンLow vision		盲Blindness	

日常生活活動を遂行するための見積もられる能力(統計的見積もりで、個人では異なる)

FVS : functional vision score.

常生活能力は log (視野半径) に比例するという。AMA Guides 第5版以降<sup>5)</sup>で採用されている視野スコア VFS をカウントするための CG は中心10度に50点が配置されている(図1a)。中心10度に50点を配置するのは不均等に思われるかもしれない。しかしこのグリッド配置の正しさは幾つかの方法で説明できる。

①解剖学的観点：視野中心半径10度＝視覚皮質の50%を占める。

- ②機能的観点：10度以内は読書のために、10度より外は移動のために用いられる。
- ③実用的観点：AMA Guides 第4版以前のルールを維持する。すなわち視野10度以内への制限は視力20/200(0.1)以下への制限と等しい。
- ④数学的観点：AMA Guides 第4版以前に用いられていた視能率スケールは視野の全ての部位に同じ重さを配置している。最周辺の5度も固視の隣の5度も同じ重

さになる。一方EGは1968年にEstermanがデザイン<sup>8-10)</sup>し、評価され<sup>11)</sup>今日も広く用いられている。その最も重要な特徴は中心を無視するという点である。

以上のことから国際的に使用されているCGおよびEGと日本の規定について比較し、その差異や問題点を検討することは重要であると思われる。本研究ではCGとEGでの視野スコアと現行の日本の視野級とを比較した。

## 対象および方法

### 1. 対象

2009年5月～2011年1月の間に甲府共立病院、杉浦眼科、国立障害者リハビリテーションセンター病院、順天堂東京江東高齢者医療センター、近畿大学附属病院、獨協医科大学越谷病院の6施設で、AMA Guides第6版に従い、Goldmann III/4eを用いてGoldmann視野計で視野測定を行った100名(男性64名、女性36名)である。平均年齢66.5±16.1(12～92)歳である。疾患割合は開放隅角緑内障25例(25%)、糖尿病網膜症21例(21%)、同名半盲17例(17%)、網膜色素変性13例(13%)、加齢黄斑変性11例(11%)、変性近視7例(7%)、視神経萎縮3例(3%)、その他3例(3%)である。

### 2. 方法

【準備】 CGとEGをクリアシート転写して両者の差異を具体的に検討する。

- ・CG：図1aのように下半分に50%の重みをつけるために、下半分に6本、半分には4本の経線がある(具体的には25, 65, 115, 155, 195, 225, 285, 315, 345度)。中心の半径10度までには5点、10度以降55度までに10度ごとに5点が配置されている(1, 3, 5, 7, 9度と15, 25, 35, 45, 55度とオプションとして65度)(AMA Guides第6版より)。
- ・両眼用EG：図1bのように下方に100%の重みをつけるように配置される(Carl Zeiss提供)。上方の象限には19点、下方の象限には41点ある。緑内障の専門家がつくったために、水平部に多くの点が集中し、中心部は視力で判定できるとして全くグリッドがない。上は(23, 36)まで、耳側は(75, 3)、下方は(8, -57)までを測るようになっている。全部で120点あり、両眼でスコア化するときは100/120を乗じる。

【方法】 EGでカウントできないCG上の座標について検討した。

①AMA Guides第6版に従い、Goldmann III/4eを用いて

片眼ごとに測定した。

②CGおよびEGを用いてVFSをカウント。

③測定結果を基に、Colenbrander-Kamoのエクセル<sup>®</sup>シート(全ての計算式が入っている)を用いて、VFS, FFS, FVSを計算した。

### 【検討項目】

- ①CGおよびEGで得られたFFSの相関。
- ②CGおよびEGで得られたFVSの相関。
- ③日本の視野級とCG, EGで得られたFFSによるクラス。
- ④CG, EGによるFVSのクラスの一一致率の表。

統計的解析にはSPSS, Students Version 13.0Jを用い、相関にはPearson R, 平均の差の検定にはpaired t-testで検討し、危険率5%未満を有意とした。

## 結果

### 1. 準備結果

EGのx-y座標(Carl Zeiss提供)は第1象限(8, 3), (8, 8), (3, 8), 第2象限(-3, 8), (-8, 8), (-8, 3), 第3象限(-8, -3), (-8, -8), (-3, -8), 第4象限(3, -8), (8, -8), (8, -3)が最内層であった。EGは極座標であるので、タンジェント表を用いると20, 45, 70度に経線が引ける。第1象限に限っていえば、半径はそれぞれ、8.5, 11.31, 8.5である。

CG(図1a)は中心から1, 3, 5, 7, 9, 15, 25, 35, 45, 55, (65)度に座標があるので、8.5度未満に座標がないということは7度以下、2本ある象限では7度以下、3本あるところの45度の位置は9度以下の刺激点がないということになる。

以上のことから上半分象限には4本、下半分象限には6本経線があるので上方象限では4×4=16、下方象限では4×4+5×2=26、合計で最大42点がカウントされない可能性がある。

### 2. 検討項目結果

- ①FFS：CGによるFFSとEGによるFFSは有意な正の相関を示した。 $y=0.761x-7.147$ ( $R^2=0.6011$ ), Pearson  $R=0.877$ ( $p<0.001$ )。全症例を平均したCGによるFFSは53.9, EGによるFFSは43.4とCGが有意に高値を示した( $p=9.01 \times 10^{-10}$ ,  $p<0.00001$ )。
- ②FVS：CGによるFVSはEGによるFVSと有意な正の相関を示した。 $y=0.9554x-5.21$ ( $R^2=0.8392$ ), Pearson  $R=0.867$ ( $p<0.0001$ )。全症例を平均したCGによるFVSは40.5±28.5とEGによるFVS 33.6±29.6よりも有意に高値となった( $p=6.7 \times 10^{-5}$ ,  $p<0.00001$ )。

図2 FFS クラス分けを Colenbrander グリッド (CG) と Esterman グリッド (EG) で比較したグラフ  
EG によるクラス分けのほうが悪いクラスに分布していることがわかる。全症例を平均した CG による FFS は 53.9, EG による FFS は 43.4 と CG が有意に高値を示した ( $p=9.01 \times 10^{-10}$ ,  $p < 0.00001$ )。

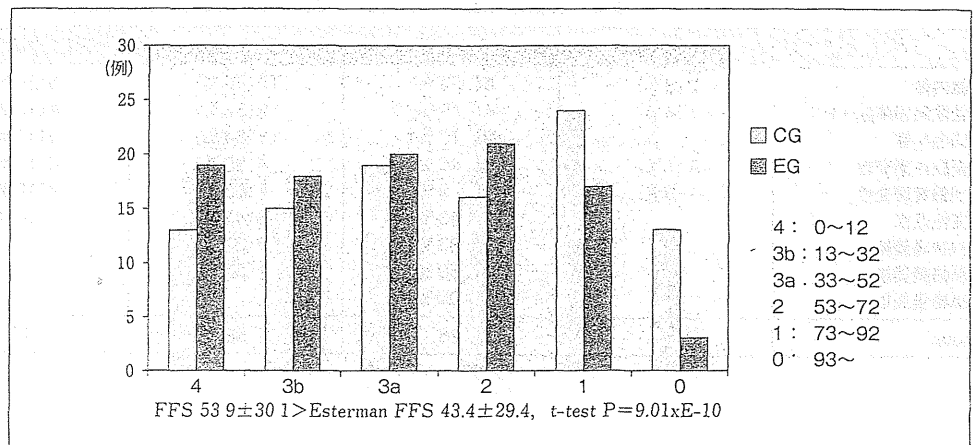


表2 Colenbrander グリッド (CG) と Esterman グリッド (EG) の FFS の AMA class と日本の視野級

AMA class	日本の視野級	Colenbrander グリッドでの FFS による分類						Esterman グリッドでの FFS による分類					
		4	3b	3a	2	1	0	4	3b	3a	2	1	0
開放隅角緑内障 (25)	2	2	5	4	2			5	5	3			
	5			1	3					2	2		
	NA					5	3				3	4	1
糖尿病網膜症 + 汎光凝固 (21)	2	2	2	3	1			2	1	3	2		
	5		1	2	2	4	1		1	2	6	1	
	NA				1		2				3		
両側半盲 (17)	2	1	1	1					1	1	1		
	5		1	4	3	2				5	4	1	
	NA				2	2					1	3	
網膜色素変性 (13)	2	4	8	1				9	3	1			
	5												
	NA												
加齢黄斑変性 (11)	2		1		2				1		2		
	5												
	NA				5	1	2				5	1	2
強度近視 (7)	2	1						1					
	5		3	1	1				3	1	1		
	NA		1							1			
視神経萎縮 (3)	2	1						1					
	5		1						2				
	NA				1								

- ③ 図2にみるように CG による FFS のクラス分けより EG によるクラス分けのほうが悪いクラスに分布していることがわかる。同様に、FVS でも EG のほうが悪いクラスに分布していた。
- ④ 表2に日本の2, 5級がCG, EGでAMAのどのクラスに分類されるかを示した。緑内障25例と網膜色素変性13例では、今回の対象例の日本の等級は2級が最も多かった。しかし、日本では2級と評価されていても、AMAではCG, EGともにClass 3a~4に広範に分布した。
- ⑤ CGで算出したFVSはEGでカウントしたFVSに比し

てどのようにクラス分けされるかをみたのが表3である。同じクラスは全体の52%であった。EGのほうが1クラス悪いものが24%あり、2クラス悪いものは6%とEGで悪くクラス分けされる症例が30%を占める、網膜色素変性や緑内障、変性近視で顕著であった。逆にEGのほうが1クラスよくなる症例は15%、2クラスよくなるものが1%存在した。緑内障の初期糖尿病の初期など、下方に視野が多く存在するものが該当する。

表3 Colenbrander-FVSに比したEsterman-FVSのクラスの分布

	2クラス悪い	1クラス悪い	同クラス	1クラス良い	total
緑内障	2(8%)	6(24%)	12(48%)	5(20%)	25
糖尿病網膜症+PC	1(4%)	4(19%)	12(57%)	4(19%)	21
同名半盲		3(17%)	11(64%)	3(17%)	17
網膜色素変性	1(7%)	6(46%)	4(30%)	2(15%)	13
加齢黄斑変性	1(9%)	1(9%)	7(63%)	2(18%)	11
変性近視		3(43%)	3(43%)	1(14%)	7
視神経萎縮		1(33%)	2(37%)		3
脈絡膜萎縮		1(50%)	1(50%)		
脈絡膜炎		1(100%)			
total	5	26	52	17	100

## 考按

今回の研究でEGとCGではFFS, FVSともよい相関があることがわかった。いずれも Goldmann III/4e と同じ輝度を用いているからと考えられる。EGは既に多くの自動視野計に標準搭載され、検査に便利であるが、7度以内に視野が残り、中心視力は0.7以上あっても後期の緑内障や網膜色素変性ではFVS Class 4, 3bという盲のクラスに簡単に判定される。表3をみると、この傾向は網膜色素変性でことに顕著である。

このように、EGによる判定とCGによる判定の相違が最も顕著なのは日本の2級であると思われた。特にEGでは後期の緑内障や、網膜色素変性では簡単にスコアが0となり、Class 4が顕著に多かった。表3をみると、網膜色素変性ではClass 4と判定されるものがCGでは4例に対し、EGでは9例と多い。緑内障でもEGはClass 4, 3bを加えたものが11例であるのに対してCGでは9例である。もし、FFS Class 4, 3bを日本の視野2級にすれば、スムーズに移行できる可能性はある。

視野を測ることの少ない糖尿病網膜症であっても、汎光凝固や硝子体手術をしたもので、視野がClass 4となっているものもある。同名半盲も日本で5級のものがClass 3aという級に入り、緑内障の輪状暗点などで求心性狭窄はあっても周辺視野が残るような症例で日本では2級を与えられているようなケースと同等のスコアであることがわかった。また日本では視野の級に適應されなかった症例の幾つかがAMA Class 1, 2に分類されているのもわかった。特にClass 2はmoderate vision loss(中等度視覚喪失)でロービジョンに分類される。

AMAの現行の視野規定はCGに基づく。これは現行の日本の視野規定とは全く異なるが、日常生活の不便さを

表すのに便利なようにつくられ、ICOで決定され<sup>13)</sup>、しかもロービジョン者の quality of life (QOL) とよく相関することがFuhrらにより示されている<sup>19)</sup>。また柳澤らも2010年第64回臨床眼科学会で現行の日本の法律よりもFVSのほうがVFQ25とよい相関があることを示している。またEGのように、中心半径7度以内に刺激点がないのでは近年増加している加齢黄斑変性の中心暗点や傍中心暗点を評価することができない。

さらに、我々の研究でCGを用いた静的視野測定と、動的視野測定で大変よい相関が得られている<sup>20)</sup>。静的視野計しかもたない施設でも、GPで測定しカウントした場合、それほど大きな乖離がなく判定できる可能性がある。

FVSの計算はVASをlogMAR視力表から読めた文字数のカウントあるいは、 $VAS=100+50 \times \log MAR$  (小數視力) で得たものを、右左、両眼を統合するために functional acuity score (FAS) にする ( $FAS=60\% VAS$  両眼 +  $20\% VAS$  右眼 +  $20\% VAS$  左眼)。

そして今回得られたVFSも片眼の視野で見た点をカウントし視力スコアと同様に左右統合する ( $FAS=60\% VFS$  両眼 +  $20\% VFS$  右眼 +  $20\% VFS$  左眼)。

結果として求める視機能スコア  $FVS=FAS \times FFS / 100$  というステップがあるので、やや複雑であるが、判定医内・判定医間での差が少ない<sup>21)</sup>。

煩雑なところが難点ではあるが、あらかじめ視力値を入れるだけで、視野を右、左測り終えたときには、求めるFVSが出るようなプログラムを搭載した自動視野計ができれば、容易に判定ができる可能性がある。

国際基準であるCGを用いた、視機能評価法としてのFFSを、多施設で検討されることを望む。

本論文の内容は第12回ロービジョン学会のセミナー「身体障害者手帳の等級と視野の問題」(守本典子座長)に

において「EstermanグリッドおよびColenbranderグリッドを用いた視野スコア Visual Field Score (VFS) と Functional Vision Score (FVS)」として講演した。

謝辞：日本眼科医会 2009-2010 年身体障害者基準認定委員会の先生方(筆者は除く、敬称略)(伊藤信一、白井正一郎、野中隆久、高野 繁、福下公子、福田敏雅、山岸直矢)にこのような研究の機会を与えていただいたことに感謝します。Estermanプログラムの座標につき情報提供いただきました Carl Zeiss の東江美津子にお礼申し上げます。FVS, AMA の制度について詳細なご指導をいただいた Dr. August Colenbrander に深謝申し上げます。

#### 文献

- 1) 障害者福祉研究会：視覚障害。身体障害認定基準および認定要綱 解釈と運用。中央法規，東京，91-135，2003。
- 2) No author listed：Guides to the evaluation of permanent impairment visual system. JAMA 168：475-488，1958。
- 3) 加茂純子：Deeper insight 身体障害者手帳と視野。根木 昭(編)：眼科プラクティス15。視野。文光堂，東京，319-322，2007。
- 4) 守本典子：身体障害認定基準の問題点。樋田哲夫(編)：眼科プラクティス14。ロービジョンケアガイド。文光堂，東京，185-188，2007。
- 5) Colenbrander A：The visual system. in Rondinelli RD (ed)：Guides to the Evaluation of Permanent Impairment, 6th ed. American Medical Association (AMA) Publications, Chicago, 281-319, 2008 (5th ed：Cochiarrelli L, Anderson G, eds. 277-304, 2001)
- 6) 山縣祥隆，寺田木綿子，他：視野障害患者の移動困難度評価における Esterman disability score の有用性に関する臨床統計学的研究。日眼会誌 114：14-22，2010。
- 7) Esterman B：Grid for scoring visual fields. I. Tangent screen. Arch Ophthalmol 77：780-786，1967。
- 8) Esterman B：Grid for scoring visual field. II. Perimeter. Arch Ophthalmol 79：400-406，1968。
- 9) Esterman B：Grids for functional scoring of visual field. Doc Ophthalmol Proc Ser 26：373-380，1981。
- 10) Esterman B：Functional scoring of the binocular field. Ophthalmology 89：1226-1234，1982。
- 11) Mills RP, Stephan M, et al：Esterman disability rating in severe glaucoma. Ophthalmology 93：371-378，1986。
- 12) Colenbrander A：The functional vision score：A coordinated scoring system for visual impairments, disabilities, and handicaps. in Kooiman AC, Looijestijn PL, et al(eds)：Low Vision：Research and New Developments in Rehabilitation. Studies in Health Technology and Informatics. IOS Press, Amsterdam, 552-561，1994。
- 13) Colenbrander A：Visual standards - aspects and ranges of vision loss. <http://www.icoph.org/standards/visionres.html>
- 14) Colenbrander A：Assessment of functional vision and its rehabilitation. Acta Ophthalmol 88：163-173，2010。
- 15) 加茂純子(日本眼科医会身体障害認定基準に関する委員会)：身体障害認定における視覚障害評価 第1回 米国 American Medical Association (AMA) が推奨する評価法と英国等のシステムについて。日本の眼科 82：165-167，2011。
- 16) 加茂純子(日本眼科医会身体障害認定基準に関する委員会)：身体障害認定における視覚障害評価 第2回 国際基準であり Quality of Life (QOL) との相関がある Functional Vision Score (FVS)。日本の眼科 82：463-467，2011。
- 17) 加茂純子(日本眼科医会身体障害認定基準に関する委員会)：身体障害認定における視覚障害評価 第3回 Visual Acuity Score (VAS) と Visual Field Score (VFS) の測定の実際。日本の眼科 82：755-758，2011。
- 18) 加茂純子(日本眼科医会身体障害認定基準に関する委員会)：身体障害認定における視覚障害評価 第4回 WHO の障害定義の変遷，Functional Vision Score (FVS) と Whole Person Impairment (WPI：一個人に対するインパクト)。日本の眼科 82：1069-1072，2011。
- 19) Fuhr PSW, Holmes LD, et al：The AMA Guides functional vision score is a better predictor of vision-targeted quality of life than traditional measures of visual acuity or visual field extent. Vision Impairment Research 5：137-146，2003。
- 20) 加茂純子，原田 亮，他：AMA の VFS (Visual Field Score) の Humphrey のカスタムプログラムによる静的視野と Goldmann 視野の結果の比較の試行。臨眼 65：1243-1249，2011。
- 21) Langelaan M, Wouters B, et al：Intra- and interrater agreement and reliability of the functional field score. Ophthalmic Physiol Opt 25：136-142，2005。



# Prevalence of pterygium in a population in Northern Japan: the Locomotive Syndrome and Health Outcome in Aizu Cohort Study

Takatoshi Tano,<sup>1</sup> Koichi Ono,<sup>2</sup> Yoshimune Hiratsuka,<sup>3</sup> Koji Otani,<sup>4</sup> Miho Sekiguchi,<sup>4</sup> Shinichi Konno,<sup>4</sup> Shinichi Kikuchi,<sup>4</sup> Yoshihiro Onishi,<sup>6</sup> Misa Takegami,<sup>5</sup> Masakazu Yamada,<sup>7</sup> Shunichi Fukuhara<sup>5</sup> and Akira Murakami<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department of Ophthalmology, Juntendo University School of Medicine, Tokyo, Japan

<sup>2</sup>Department of Ophthalmology, Juntendo Tokyo Koto Geriatric Medical Center, Tokyo, Japan

<sup>3</sup>National Institute of Public Health, Tokyo, Japan

<sup>4</sup>Department of Orthopaedic Surgery, Fukushima Medical University School of Medicine, Fukushima, Japan

<sup>5</sup>Department of Epidemiology and Healthcare Research, Graduate School of Medicine and Public Health, Kyoto University, Kyoto, Japan

<sup>6</sup>Institute for Health Outcomes & Process Evaluation Research, Kyoto, Japan

<sup>7</sup>Division for Vision Research, National Institute of Sensory Organs, National Tokyo Medical Center, Tokyo, Japan

## ABSTRACT.

**Purpose:** The aim of the study was to determine the prevalence and risk factors for pterygium in a population aged 40–74 years in Fukushima Prefecture, Japan.

**Methods:** Of 4185 citizens of the towns of Minamiaizu-machi and Tadami-machi, 2312 (55.2%) gave consent to an ocular examination during a health examination. Pterygium was diagnosed when a radially oriented fibrovascular lesion growing over the limbus into the cornea was observed. Eyes with a history of pterygium excision were also diagnosed with pterygium. Prevalence and factors associated with pterygium were investigated.

**Results:** Of the 2312 subjects, 101 (4.4%; 95% confidence interval, 3.6–5.3%) had pterygium in at least 1 eye. The average age ( $\pm$ SD) of the subjects was  $64.3 \pm 8.0$  years. Gender, age, outdoor job history and smoking history were examined as possible associated factors, but only age was found to be significantly associated with pterygium in logistic regression analysis.

**Conclusion:** The prevalence of pterygium was 4.4% in the study population. This low rate may be due to the northern latitude of these towns. Age was associated with a risk of pterygium, but gender and outdoor job history were not associated with onset of pterygium in this study.

**Key words:** Japanese – population-based study – prevalence – pterygium – risk factors

Acta Ophthalmol

© 2013 The Authors

Acta Ophthalmologica © 2013 Acta Ophthalmologica Scandinavica Foundation

doi: 10.1111/aos.12044

## Introduction

Pterygium is a triangular fibrovascular tissue that develops from the bulbar conjunctiva and grows towards and over the corneal limbus (Jaros & Deluise 1988). The tissue may require surgical excision if it affects vision by encroaching on the visual axis or causing irregular cornea astigmatism (Jaros & Deluise 1988). Many theories have been advanced to explain the cause of pterygium, but the definitive causative mechanism is unknown. The prevalence of pterygium varies according to age and sex (Moran & Hollows 1984), geographical location (Detels & Dhir 1967), ultraviolet (UV) sunlight exposure (Taylor et al. 1989) and occupation (Karai & Horiguchi 1984). Environmental factors play an important role in the development of many diseases, and a higher prevalence of pterygium has been reported at lower latitudes and in countries with high UV exposure (Taylor et al. 1989; McCarty et al. 2000; Shiroma et al. 2009). However, the rate of pterygium



does not always correlate with latitude (Shiroma et al. 2009), as in the same area, the effect of UV may vary due to individual protection and lifestyle (McCarty et al. 2000). Occupations and activities with high UV exposure, such as welding (Kara & Horiguchi 1984) and outdoor work (Cajucom-Uy et al. 2010), have also been associated with a higher rate of pterygium. There is also a generally higher prevalence in rural regions than in urban regions (Panchapakesan et al. 1998; Wong et al. 2001; Gazzard et al. 2002; Wu et al. 2002; Ma et al. 2007). The pathogenesis may involve heat, micro-trauma, a pterygium angiogenesis factor, chronic inflammation, genetic predisposition and local eye stimulation by UV, as reviewed by Coroneo (1993). Previous studies (Shiroma et al. 2009; West & Munoz 2009; Cajucom-Uy et al. 2010) have also shown that onset of pterygium is only weakly associated with body height, body weight, hypertension, hyperlipidaemia and diabetes mellitus.

The Kumejima Study was the first Japanese population-based study of the prevalence of pterygium (Shiroma et al. 2009). This study was performed in the southernmost region of Japan, and to our knowledge, a similar study has not been conducted in the adult population in a northern rural region of Japan. Therefore, the aims of this study were to examine the prevalence of and risk factors for pterygium in a northern rural region of Japan and to compare the results with those found in the Kumejima Study and in other populations.

## Subjects and Methods

### Study population

The Locomotive Syndrome and Health Outcome in Aizu Cohort Study (Otani et al. 2012) is an ongoing prospective study of locomotive disorders, health outcomes and common eye diseases in Japanese subjects aged 40–74 years. The subjects were residents of Minamiaizu-machi or Tadami-machi who completed a specified health examination. This examination is provided by insurance organizations such as the National Health Insurance Society to people aged 40–74 years who have the appropriate medical insurance. The objectives of the exami-

nation are to protect against and improve metabolic syndrome, which is strongly associated with lifestyle-related diseases, and to provide health guidance to people found to have metabolic syndrome or premetabolic syndrome. The subjects of this study all underwent this examination.

The overall design, survey methods and procedures of the study have been described elsewhere (Otani et al. 2012). Briefly, locomotory and funduscopic examinations were carried out only for residents who received an explanation of this study, gave their agreement and submitted written informed consent when taking the specified medical examination. The study was conducted between 13 April and 17 June 2009. The prevalence of pterygium was examined as part of a population-based epidemiologic survey on ocular diseases. A total of 2851 residents of Minamiaizu and 1334 residents of Tadami aged 40–74 years were invited to participate. The baseline participants ( $n = 2312$ ) represented 55.2% of the eligible residents in the two areas. The study was conducted according to the recommendations of the Declaration of Helsinki and was approved by the institutional review board at Juntendo University School of Medicine, Japan.

Minamiaizu-machi and Tadami-machi are located in north-eastern Japan, at longitude 139°46'N, latitude 37°12'E; and longitude 139°18'N, latitude 37°21'E, respectively. The towns are adjoining and have areas of approximately 745 and 886 km<sup>2</sup>, respectively. Most residents have remained in the two towns for many years, making this community appropriate for a cohort study. The weather in the region is cool, with average daily temperatures of 9.7°C in Minamiaizu-machi and 10.6°C in Tadami-machi, and the yearly total rainfall is 1020 and 1193 mm, respectively. Both towns have heavy snowfall, especially in Tadami-machi, where about 55% of the yearly total rainfall is snow.

### Examinations

The specified medical examination included six components: (i) a questionnaire on medication history, smoking history, occupation and history of outdoor work; (ii) measurement of height, body weight, abdominal cir-

cumference and BMI; (iii) physical examinations; (iv) blood pressure; (v) haematological tests for triglyceride, HDL cholesterol, LDL cholesterol, blood glucose, and fasting blood glucose or HbA1c, and tests for hepatic function; and (vi) urinalysis.

The first and current occupations of the subjects were investigated through classification into 10 groups: (i) clerical work; (ii) managerial work; (iii) professional and technological work; (iv) sales; (v) service; (vi) security service; (vii) agriculture, forestry and fisheries; (viii) transportation and telecommunications; (ix) manufacturing and labouring and 10 others. Subjects with a work history in agriculture, forestry and fisheries were determined to be those with a history of outdoor work.

Locomotory and ocular examinations were then conducted in subjects who submitted written informed consent to this study. A detailed ophthalmic screening examination was performed, including digital colour fundus photographs (45°) taken using a nonmydriatic ocular fundus camera system (Nonmyd  $\alpha$ -D III; Kowa Inc., Nagoya, Japan). Pterygium was diagnosed when a radially oriented fibrovascular lesion growing over the limbus into the cornea was observed with penlight (Doctor-Light; Neitz Instruments Co., Japan). Eyes with a history of pterygium excision were also diagnosed with pterygium. Eyes with an atypical shape and invading tissue, symblepharon and conjunctival scar tissue, and a history of ocular trauma were diagnosed with pseudopterygium and were not included as cases of pterygium. More than 99% of the diagnoses were made by the same ophthalmologist.

### Data analysis

All data were stored at Juntendo University and analysed using SPSS16.0 J for Windows (SPSS Japan Inc, Tokyo, Japan). An unpaired *t*-test and chi-square test were conducted to compare age, gender, outdoor job history and smoking history in subjects with and without pterygium. Risk factors analysed for an association with onset of pterygium included gender, age, smoking history and outdoor work history, because these factors have previously been linked to pterygium in many

studies (Kurai & Horiguchi 1984; Moran & Hollows 1984, Taylor et al. 1989; McCarty et al. 2000; Shiroma et al. 2009; Cajucom-Uy et al. 2010). Body height, body weight, hypertension, hyperlipidaemia, and diabetes mellitus were excluded, because these factors have previously been shown to have weak associations with pterygium. The prevalence of pterygium was calculated by direct age standardization of the population of Minamiaizu-machi and Tadami-machi. Subjects were stratified into 10-year age groups, and odds ratios for all age groups were calculated in multivariate logistic regression analyses. For analysis based on clinical grades of pterygium, a case with bilateral pterygium was classified according to the higher graded eye (the worse eye). Significant variables ( $p < 0.05$ ) in univariate analysis were used in multivariate logistic regression analyses. The odds ratio (OR) and 95% confidence interval (CI) for an association with pterygium were calculated from the logistic regression model.

## Results

Of the 4185 eligible residents, 2312 (55.2%) underwent the eye examination. The participation rate was higher in the older age groups (Fig. 1). The 2312 subjects had an average age of  $64.3 \pm 8.0$  years. Women were more common among the subjects compared with the 1734 nonparticipants (male-to-female ratio 1009:1442 versus 993:741,  $p < 0.001$ , chi-square test). Two of the 2312 participants had artificial left eyes, and therefore, 2310 right eyes and 2310 left eyes were included in the analysis.

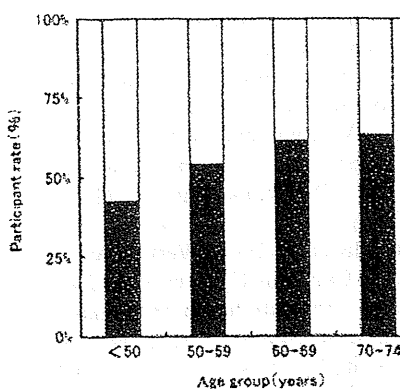


Fig. 1. Participation rate by age group. The participation rate was higher in older age groups. □ Nonparticipant, ■ participant.

Distributions of age, gender, outdoor job history and smoking history in subjects with and without pterygium are shown in Table 1. The average age of subjects with pterygium in at least 1 eye was  $66.7 \pm 7.4$  years, and the average age of those with bilateral pterygium was  $68.6 \pm 6.6$  years. These groups had a significantly higher age than subjects without any pterygium and without bilateral pterygium, respectively. Gender, outdoor job history and smoking history showed no significant differences between subjects with and without pterygium in at least 1 eye or between those with and without bilateral pterygium. Five patients were diagnosed with pseudopterygium based on an interview and consultation. The cause was trauma in three patients, and the condition occurred after herpetic keratitis in one case and for an unknown reason (but probably after keratitis) in one case. These patients were excluded from further analysis.

Prevalences of pterygium for men and women classified by age, outdoor job history and smoking history are shown in Table 2. There were 101 subjects (4.4%; 95% CI, 3.6–5.3%) with pterygium in at least one eye, including 36 (1.6%; 95% CI, 1.1–2.1%) with bilateral pterygium. The highest prevalence occurred in the 70–74 age group, and the prevalence did not differ between genders. The prevalence increased with age, but with no significant difference among age groups. Gender, age, outdoor job history and smoking history were examined as potential risk factors in univariate analysis, but showed no significant association with pterygium ( $p > 0.05$ ).

In multiple logistic regression analysis, older age (OR = 1.36 for each 10-year increase) was associated with pterygium. Male gender (OR = 0.83), outdoor job history (OR = 1.22) and smoking history (OR = 1.14) were not associated with pterygium (Table 3). In a similar analysis, older age (OR = 1.90 for each 10-year increase) was associated with bilateral pterygium. Male gender (OR = 0.92), outdoor job history (OR = 1.95) and smoking history (OR = 0.75) were not associated with bilateral pterygium.

## Discussion

The study showed that 4.4% of the Japanese population aged 40–74 years

in a northern rural region had pterygium in at least one eye and 1.6% had bilateral pterygium. The prevalence of pterygium has ranged from 2.8% to 33.0% in previous population-based studies (McCarty et al. 2000; Wu et al. 2002). A prevalence of 33.0% was found in a Chinese population aged  $\geq 50$  years in Doumen County, Southern China (Wu et al. 2002), and a rate of 30.9% was found in a Japanese population aged  $\geq 40$  years in a south-western island of Japan (The Kumejima Study, Shiroma et al. 2009). In contrast, a prevalence of 2.83% was found in a Caucasian population aged  $\geq 40$  years in Victoria, Australia (McCarty et al. 2000), and a rate of 6.9% was found in a Chinese population aged  $\geq 40$  years in Singapore (Wong et al. 2001).

The relatively low prevalence of 4.4% in this study is similar to that in the study in the Australian state of Victoria (McCarty et al. 2000), which is of interest because the latitudes of the regions of the two studies are similar (Minamiaizu-machi and Tadami-machi, 37°N; Victoria, 37°S). Cameron and others have proposed the presence of a 'pterygium belt' located at 37° north and south of the equator within which pterygium prevalence increases with greater proximity to the equator (Cameron 1965; Detels & Dhir 1967). The locations in the two studies are at similar latitudes that are farthest from the equator in the pterygium belt, which may account for the low and similar prevalence of pterygium. However, the prevalence may not necessarily be related only to latitude (Panchapakesan et al. 1998, Wong et al. 2001; Gazzard et al. 2002; Wu et al. 2002, Ma et al. 2007) because each study differs in the number of subjects, race, age distribution, lifestyle and occupation.

One limitation of the current study was that the response rate was low (55.2% of eligible participants), which could have caused significant selection and information bias that could lead to under- or overestimation of relationships. The subjects of the health examination were persons aged 40–74 years who enrolled in the National Health Insurance system. Enrolment is not compulsory, but is voluntary. Consequently, basic data for persons who did not enrol in the National Health Insurance are not available.

**Table 1.** Characteristics of subjects with and without pterygium.

Pterygium	Subjects with any pterygium <sup>†</sup> (n = 101)	Subjects without any pterygium (n = 2211)	p-value	Subjects with bilateral pterygium <sup>‡</sup> (n = 36)	Subjects without bilateral pterygium (n = 2276)	p-value
Age (years)	66.7 ± 7.4	64.2 ± 8.0	0.002	68.6 ± 6.6	64.2 ± 8.0	0.001
Gender (male/female)	37/64	906/1305	0.444	14/22	929/1347	0.950
Outdoor job history*	29.7%	22.3%	0.108	36.1%	22.5%	0.082
Smoking history	12.9%	14.3%	0.795	11.1%	14.3%	0.762

\* Outdoor jobs include full-time and part-time outdoor jobs during the lifetime of the subject

<sup>†</sup> Any pterygium is defined as pterygium in either eye or both eyes.

<sup>‡</sup> Bilateral pterygium is defined as pterygium in both eyes.

p-value for subjects with pterygium versus without pterygium (unpaired t-test or chi-square test).

**Table 2.** Prevalence of pterygium by gender

Pterygium	Men (95% CI)	Women (95% CI)	Total (95% CI)
Any pterygium*	3.9% (2.8–5.4)	4.7% (3.6–5.9)	4.4% (3.6–5.3)
Bilateral pterygium <sup>†</sup>	1.5% (0.8–2.5)	1.6% (1.0–2.4)	1.6% (1.1–2.1)
Age			
< 50	2.6% (0.3–9.2)	3.2% (0.7–9.0)	2.9% (1.0–6.7)
50–59	1.7% (0.3–4.8)	4.5% (2.3–8.0)	3.3% (1.8–5.5)
60–69	4.4% (2.7–6.8)	3.4% (2.1–5.1)	3.8% (2.8–5.1)
70–74	5.1% (2.7–8.7)	7.3% (4.9–10.3)	6.5% (4.6–8.7)
Outdoor job history			
+	5.2% (2.5–9.4)	6.0% (3.7–9.2)	5.7% (3.9–8.1)
–	3.6% (2.4–5.2)	4.2% (3.1–5.7)	4.0% (3.1–5.0)
Smoking history			
+	3.3% (1.5–6.1)	7.4% (2.1–17.9)	4.0% (2.1–6.7)
–	4.2% (2.8–6.0)	4.6% (3.5–5.8)	4.4% (3.6–5.4)

CI = confidence interval.

\* Any pterygium is defined as pterygium in either eye or both eyes.

<sup>†</sup> Bilateral pterygium is defined as pterygium in both eyes.

**Table 3.** Logistic regression analysis of factors with a possible association with pterygium

	Any pterygium*	Odds ratio (95% CI)	Bilateral pterygium <sup>†</sup>	Odds ratio (95% CI)
	Odds ratio	Adjusted odds ratio	Odds ratio	Adjusted odds ratio
Age (years)				
Age per 10	1.41 (1.09,1.8)	1.36 (1.04,1.78)	1.90 (1.20,3.01)	1.78 (1.10,2.89)
Gender				
Male	0.83 (0.55,1.26)	0.83 (0.53,1.3)	0.92 (0.47,1.81)	0.98 (0.48,2.02)
Female	1 (–)	1 (–)	1 (–)	1 (–)
Outdoor job history <sup>‡</sup>				
+	1.47 (0.95,2.28)	1.22 (0.77,1.93)	1.95 (0.98,3.88)	1.43 (0.69,2.94)
–	1 (–)	1 (–)	1 (–)	1 (–)
Smoking history				
+	0.88 (0.49,1.60)	1.14 (0.60,2.18)	0.75 (0.26,2.13)	1.00 (0.33,3.09)
–	1 (–)	1 (–)	1 (–)	1 (–)

CI = confidence interval

\* Any pterygium is defined as pterygium in either eye or both eyes.

<sup>†</sup> Bilateral pterygium is defined as pterygium in both eyes.

<sup>‡</sup> Outdoor jobs included full-time and part-time outdoor jobs during the lifetime of the subject.

The mean percentage of this population who took the health examination specified by the Ministry of Health, Labour and Welfare in Japan was 43.3% in fiscal year 2010 (<http://www.mhlw.go.jp/stf/houdou/2r9852000024j2g-att/2r98520000024j3x.pdf>).

Disease prevention is limited because this percentage is similar every year. Various kinds of bias in data collection from the questionnaire (for example, on job history used for identifying outdoor workers) may also have influenced the results. Also,

patients were diagnosed with pterygium by an ophthalmologist using pen light alone; therefore, it is possible that extremely small pterygium may have been overlooked

In the analysis of age groups, we found that age was a significant risk factor for the development of pterygium, a finding that is consistent with most previous studies (Panchapakesan et al. 1998; McCarty et al. 2000; Luthra et al. 2001; Wong et al. 2001; Ma et al. 2007; Lu et al. 2009; Cajucom-Uy et al. 2010), although one study found that age was not a significant factor (West & Munoz 2009). Age was also significant in a multiple logistic regression model (OR = 1.36 for each 10-year increase). Pterygium rarely remits once it develops. Moreover, eyes with a history of pterygium excision were also diagnosed with pterygium in the current study and in previous studies. Older age cohorts may also have higher levels of sun/UV-B exposure because of less use of sunglasses, which may also account for the significant association of age with pterygium (McCarty et al. 2000). Overall, the results of this and previous studies indicate that it is very likely that the prevalence of pterygium increases with age.

The association of gender with development of pterygium is controversial. Various studies have reported that men are at higher risk than women (Panchapakesan et al. 1998; McCarty et al. 2000; Wong et al. 2001; Ma et al. 2007; West & Munoz 2009; Cajucom-Uy et al. 2010), whereas other studies have found no gender difference (Luthra et al. 2001) and a higher risk for women (Wu et al. 2002). Previous studies have shown that outdoor work is significantly more common in subjects with pterygium than in those without ptery-

gium (McCarty et al. 2000; Luthra et al. 2001), with cumulative exposure to UV radiation playing a significant role, and one study showed that women have significantly lower cumulative exposure to UV radiation than men (West et al. 1998). It has also been suggested that mean ocular sun exposure is significantly higher in subjects with pterygium and that there is a strong relationship between lifetime ocular sun exposure and lifetime ocular UV-B exposure (West et al. 1998).

The relationship between the risk of development of pterygium and gender may also be complicated by lifestyle. In the present study, men had a slightly smaller odds ratio of 0.83 for any pterygium and a slightly smaller odds ratio of 0.92 for bilateral pterygium in multiple logistic regression models, but these data did not show a significant difference. Subjects with a history of outdoor jobs had slightly larger odds ratios of 1.22 for any pterygium and 1.95 for bilateral pterygium, but again the risk for pterygium did not reach a significant level. This may be because the towns of Minamiaizu-machi and Tadami-machi have heavy snowfall between November and March, and thus, outdoor work is difficult for about one-third of the year, which may reduce the risk of exposure to UV radiation.

The Kumejima Study indicated a significant difference in the prevalence of pterygium for subjects with a history of outdoor jobs. The yearly mean hours of sunlight in Kumejima is  $\geq 1600$ , compared with about 1200 in the region in the current study. The residents of Minamiaizu-machi and Tadami-machi also tend to work in the early morning and evening, when UV radiation is weak. The fewer hours of sunlight and greater snowfall may lead outdoor workers in these areas to have lower cumulative exposure to UV radiation. This may also have caused the absence of a significant difference between the genders, although men may have a higher risk for the development of pterygium even after adjustment for exposure to UV radiation (McCarty et al. 2000; West & Munoz 2009). In this study, there may also have been an interaction between gender and outdoor job history. Thus, other factors may affect the relationship between gender and the risk for pterygium. Our data suggest that a more detailed evaluation of the asso-

ciation with UV radiation based on total working hours and protection against UV (McCarty et al. 2000) is needed in future studies.

Some studies have suggested that smokers are less likely to have pterygium (McCarty et al. 2000; Luthra et al. 2001), but smoking has been found to be a risk factor for pterygium among Chinese people (Wong et al. 2001). In the present study, smokers had a slightly higher odds ratio of 1.14 for any pterygium and slightly lower odds ratio of 0.75 for bilateral pterygium in multiple logistic regression models, but these effects were not significant. Induction of hormones or the immune system by smoking has been suggested (West & Munoz 2009), but further studies are needed to resolve this issue.

In conclusion, the prevalence of pterygium was 4.4% among subjects aged 40–74 years in Minamiaizumachi and Tadami-machi, which are towns in north-eastern Japan. This is one of the lowest rates reported in a population-based study and lower than that in the Kumejima Study, which is the only previous Japanese population-based study. Age was associated with a risk of pterygium, but gender and outdoor job history were not associated with onset of pterygium in the current study.

## Acknowledgements

The following departments were involved in performance of the study: Department of Orthopaedic Surgery School of Medicine Fukushima Medical University; Department of Epidemiology and Healthcare Research, School of Medicine, Kyoto University; Institute for Health Outcomes and Process Evaluation Research, iHOPE; Department of Ophthalmology, School of Medicine, Juntendo University. This study was supported in part by a grant from Ministry of Health, Labor, and Welfare of Japan.

## Contributor Statement

Takatoshi Tano collected the data with assistance from Koichi Ono and Yoshimune Hiratsuka. All the authors were involved in the design and conduct of the study; in management, analysis and interpretation of data, and in preparation, review and approval of the manuscript.

## References

- Cajucum-Uy HY, Tong LH, Wong TY, Tay WT & Saw SM (2010): The prevalence of and risk factors for pterygium in an urban Malay population: the Singapore-Malay Eye Study (SiMES). *Br J Ophthalmol* **94**: 977–981.
- Cameron ME (1965): Pterygium throughout the world. Springfield, IL: Charles C Thomas.
- Coroneo MT (1993): Pterygium as an early indicator of ultraviolet isolation: a hypothesis. *Br J Ophthalmol* **77**: 734–739.

- Detels R & Dhir SP (1967): Pterygium: a geographical study. *Arch Ophthalmol* **78**: 485–491.
- Gazzard G, Saw SM, Farook M, Koh D, Widjaja D, Chia SE, Hong CY & Tan DT (2002): Pterygium in Indonesia: prevalence, severity and risk factors. *Br J Ophthalmol* **86**: 1341–1346.
- Jaros PA & Deluise VP (1988): Pingueculae and pterygia. *Surv Ophthalmol* **33**: 41–49.
- Karai I & Horiguchi S (1984): Pterygium in welders. *Br J Ophthalmol* **68**: 347–349.
- Lu J, Wang Z, Lu P et al. (2009): Pterygium in an aged Mongolian population: a population-based study in China. *Eye* **23**: 421–427.
- Luthra R, Nemesure B, Wu SY, Wu SY, Xie SH & Leske MC (2001): Barbados Eye Studies Group. Frequency and risk factors for pterygium in the Barbados Eye Study. *Arch Ophthalmol* **119**: 1827–1832.
- Ma K, Xu L, Jie Y & Jonas J (2007): Prevalence of and factors associated with pterygium in adult Chinese. *The Beijing Eye Study Cornea* **26**: 1184–1186.
- McCarty C, Fu C & Taylor H (2000): Epidemiology of pterygium in Victoria, Australia. *Br J Ophthalmol* **84**: 289–292.
- Moran DJ & Hollows FC (1984): Pterygium and ultraviolet radiation: a positive correlation. *Br J Ophthalmol* **68**: 343–346.
- Otani K, Takegami M, Fukumori N et al. (2012): Locomotor dysfunction and risk of cardiovascular disease, quality of life, medical costs: design of the Locomotive Syndrome and Health outcome in Aizu Cohort Study (LOHAS) and baseline characteristics of the population. *J Orthop Sci* **17**: 261–271.
- Panchapakesan J, Hourihan F & Mitchell P (1998): Prevalence of pterygium and pinguecula. The Blue Mountains Eye Study. *Aust N Z J Ophthalmol* **26**: S2–S5.
- Shiroma H, Higa A, Sawaguchi S, Iwase A, Tomidokoro A, Amano S & Araie M (2009): Prevalence and risk factors of pterygium in a southwestern island of Japan: the Kumejima Study. *Am J Ophthalmol* **148**: 766–771.
- Taylor HR, West SK, Rosenthal FS, Munoz B, Newland HS & Emmett EA (1989): Corneal changes associated with chronic UV irradiation. *Arch Ophthalmol* **107**: 1481–1484.
- West SK & Munoz B (2009): Prevalence of pterygium in Latinos: Proyecto VER. *Br J Ophthalmol* **93**: 1287–1290.
- West SK, Duncan DD, Munoz B, Rubin GS, Fried LP, Bandeen-Roche K & Schein OD (1998): Sunlight exposure and risk of lens opacities in a population-based study: the Salisbury Eye evaluation project. *JAMA* **280**: 714–718.
- Wong TY, Foster PJ, Johnson GJ, Seah SK & Tan DT (2001): The prevalence and risk factors for pterygium in an adult Chinese population in Singapore: the Tanjong Pagar Survey. *Am J Ophthalmol* **131**: 176–183.
- Wu K, He M, Xu J & Li S (2002): Pterygium in aged population in Doumen County, China. *Yan Ke Xue Bao* **18**: 181–184.

Received on July 23rd, 2012.  
Accepted on October 28th, 2012.

### Correspondence

Takatoshi Tano, MD  
Department of Ophthalmology  
School of Medicine  
Juntendo University  
2-1-1 Hongo  
Bunkyo-ku  
113-8421 Tokyo  
Japan  
Tel + 813 6908 1606  
Fax + 813 6908 1606  
Email. tanotakatoshi@canvas.ocn.ne.jp