

第2回杏林医学会研究助成金 部門B 研究報告

色覚特性を考慮した消化管内視鏡検査評価画像のカラーユニバーサルデザイン化の検討

大 野 亜希子

杏林大学医学部消化器内科学教室

【研究の趣旨】

ヒトの色覚には個人差がある。日本人男性の約5%，女性の約0.2%にみられる先天性色覚異常（Color Vision Deficiency：CVD）は遺伝的要因により特定の色の弁別が困難となる色覚特性であり，医療従事者にも一定数のCVDが存在すると考えられる。消化管内視鏡診断では，病変の発見や質的診断において色調の識別が極めて重要であるが，色覚特性の違いが内視鏡画像の視認性に及ぼす影響についての検討は極めて少ない。我々は過去の色覚シミュレーション画像を用いた検討で画像強調内視鏡（Image Enhanced Endoscopy：IEE）が内視鏡画像の視認性を均てん化させる可能性を示した¹⁾。本研究では，すでに色覚特性が判明しているヒトによる内視鏡画像の視認性評価と検討を行い，色覚特性によらず全ての検査医が等しく病変を視認できる「カラーユニバーサルデザイン（CUD）」の理念に基づき，内視鏡検査の均てん化とバリアフリー化を目指したものである。

【目的と方法】

本研究の目的は，①色覚特性が内視鏡画像の視認性に及ぼす影響を明らかにすること，②IEEが白色光（White Light Imaging：WLI）観察に対して色覚特性によらず視認性の向上に寄与するかを検証することである。画像評価は，表在型食道癌は白色光観察（WLI）とIEEとして狭帯域光観察（Narrow Band Imaging：NBI），早期胃癌はWLIとインジゴカルミン散布像，大腸ESD時の血管視認性はWLIと赤色狭帯域光観察（Red Dichromatic Imaging：RDI）画像を用い，一般色覚者（C型），P型，D型の評価者が視認性を4段階で評価した。

【結果】

色覚特性別に視認性スコアを比較したところ，表在型食道

癌において全ての色覚特性でNBIがWLIより高い視認性を示し，早期胃癌においてもインジゴカルミン散布によって有意な視認性向上が得られた（いずれも $p < 0.0001$ ）。RDIではP型およびD型でWLIより有意に血管視認性が向上した（ $p < 0.0001$ ）一方，一般色覚者では有意差を認めなかった。これらの結果から，IEEは色覚特性の違いを超えて病変や血管の視認性を高める可能性が示唆された。

【考察】

CVDでは赤系統の色弁別が困難となりやすい。表在型食道癌において，WLI下では病変の赤みが暗く見えるなど検出が難しい一方，NBIでは狭帯域光により構造的コントラストが強調され，すべての色覚群で視認性を改善したと考えられた。また早期胃癌において，インジゴカルミン散布では粘膜表面構造の強調により，色覚に依らず病変の不整形態を把握しやすくなることが示唆された。大腸ESD中の血管については，RDIが血管を橙色に描出するため，背景の青色との補色効果によりCVDの影響を受けにくい高いコントラストを実現したと考えられた。本研究は，実際のヒトを対象とした本邦初の内視鏡画像評価研究であり，医療従事者の色覚多様性を尊重し，誰もが等しく安全・精度の高い診療を行うための科学的基盤を示した点で意義深い。なお，本研究がもとになり，内視鏡医学進行財団の研究助成Bに採択された。

今後は，大腸ポリープの拾い上げ分野についても，アイトラッカーを用いたさらなる客観的視認性評価を進め，色覚特性によらない各分野の標準観察法の確立を目指す方針である。また，教育・研修段階からCUDの概念を取り入れ，内視鏡教育用アトラスや動画教材の整備を推進することが望まれる。

【文献】

- 1) Ohno A, Miyamoto N, Kaji R, Shirakawa T, Watanabe M, Sumi R, Jinbo Y, Kusuhashi M, Miyoshi J, Hisamatsu T. The influence of color vision deficiency on vessel visibility during colorectal endoscopic submucosal dissection and the potential advantage of red dichromatic imaging to achieve color vision barrier-free. DEN Open. 2024 Jul 19;5(1):e410. doi: 10.1002/deo2.410.