The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	デジタルカラー眼底画像解析による網膜血管のヘモグロビン酸素飽和度測定法
Author(s)	本倉, 雅信
Citation	大阪大学, 1991, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/37414
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

https://ir.library.osaka-u.ac.jp/

The University of Osaka

【148】

氏名・（本籍）	本倉雅信（もとくら まさのぶ）
学位の種類	医学博士
学位記番号	第 9502 号
学位授与の日付	平成3年2月4日
学位授与の要件	学位規則第5条第2項該当
学位論文題目	**デジタルカラー眼底画像解析による網膜血管のヘモグロビン酸素飽和度測定法**
論文審査委員	（主査）教授 真鍋 禮三 （副査）教授 鎌田 武信　教授 志賀 健

論文内容の要旨

【目　的】

網膜血管の血流の酸素飽和度を無侵襲で計測することは，網膜組織の酸素状態を把握することにつながり，眼底疾患の新たな病態解析に役立つと考えられる。従来から，眼底からの反射光をスペクトル解析することにより，網膜血管のヘモグロビン酸素飽和度を求めようとする試みがなされてきたが，これにはいくつかの未解決な問題点があり，臨床応用には至っていない。今回の研究の目的は，眼底スライド写真を用いずに，眼底像を直接3-CCDビデオカメラで入力してデジタルカラー眼底画像を得る装置を作成し，赤（R），緑（G），青（B）の輝度から色調を解析することにより，網膜血管のヘモグロビン酸素飽和度の変動を無侵襲かつ簡単に計測できる方法を開発することである。この方法を用いて，正常ヒト網膜の静脈のヘモグロビン酸素飽和度を求め，この方法の精度および再現性を検討した。

【方法ならびに成績】

1）装　置

眼底像を，眼底カメラに直結させた3-CCDビデオカメラより，汎用画像解析機に直接入力して，デジタルカラー眼底画像を得られる装置を作成した。その画像は，赤（R），緑（G），青（B）の3色の輝度データから構成され，画像解析機で，処理すべき画像の位置・範囲を指定することができ，また，プログラム化した処理コマンドに従って画像処理を行うことができる。

2）ヘモグロビン酸素飽和度測定

ヘモグロビンの酸素飽和度を知るために，対象物のR，G，Bの輝度で表現される色調特性を用いた。本実験系において，in vitroでヘモグロビン溶液の濃度を変化させた実験，および酸素飽和度を変化

させた実験で，Lambert と Beer の光吸収に関する基本法則が成立することを既に証明した。今回はこの画像入力処理システムにより表されるR，G，B輝度をI(R)，I(B)とし，X=log I(G)−log I(B)，y=log I(R)−log I(G)によって定義されるxy平面に表示し，このxy平面で，オキシヘモグロビン溶液および，デオキシヘモグロビン溶液の濃度を変えたときのxy値を求めた。それぞれはxy平面で決まった傾きの直線上にプロットされ，また，その交点（濃度0に対応する点）は，背景色とほぼ一致した点となることが判明した。さらに，中間の酸素飽和度をもつヘモグロビン溶液のxy平面での位置は，同濃度のオキシおよびデオキシヘモグロビン溶液の両者が表される2点を結ぶ線分上に存在し，その酸素飽和度に比例して内分される点に表示されることが判明した。

そこで，網膜における動脈，およびその背景のxy値から，対象物の濃度0に対応する点を決定し，さらに，動脈の酸素飽和度が100％であると仮定したときの，静脈の酸素飽和度を求めるアルゴリズムを導いた。

3）人網膜静脈への応用

前眼部・中間透光体に混濁を認めない，正常眼底の20眼の網膜上耳側静脈のヘモグロビン酸素飽和度を測定した。いずれの症例も，指尖での非観血的動脈血酸素飽和度で，98％以上であった。動脈，静脈およびそれぞれに隣接する背景を一組として測定し，それぞれのxy値より，その測定部位の静脈のヘモグロビン酸素飽和度を，前述のアルゴリズムより算出した。一眼（一画像）につき，10部位測定してその平均値を求める静脈のヘモグロビン酸素飽和度とした。20眼の平均値は，56.4±6.0％であった。この結果は，Hickamらにより報告された59±11％と近似した値であった。また，測定精度の一指標として，同一画像内の10部位測定の変動係数を求めたところ，20眼の平均値は12.6％であった。当システムの再現性の指標として，同一眼につき連続5画像の変動係数を求めたところ，平均8.0％であり，十分臨床応用可能な方法と考えられた。

【総　括】

今回，新しく開発した，非侵襲的網膜血管酸素飽和度測定法は，汎用機器を組合せた方法であり，撮影も簡単で，臨床応用できると考えられる。網膜静脈の酸素飽和度測定結果も，再現性の高い値で，今後の網膜疾患の病態生理研究に役立つと考えられる。

論文審査の結果の要旨

網膜組織の酸素状態を把握する目的で，網膜血管のヘモグロビン酸素飽和度を非侵襲的に測定することは，従来から，眼底の反射光をスペクトル分析する方法により試みられてきた。しかし，眼底は光受容体という性格上，測定部位の固定及び照射光に制限があり，臨床応用にまでは至っていない。

本研究では，眼底像を直接ビデオカメラで入力してデジタルカラー画像を得る装置を作成し，赤，緑，青の輝度から色調を解析することにより，人網膜静脈のヘモグロビン酸素飽和度を測定する新しい方法を開発している。

動脈血酸素飽和度が100％であると仮定したときの，人網膜静脈のヘモグロビン酸素飽和度を求めるアルゴリズムを理論的，実験的に導入し，正常眼底20眼の網膜上耳側静脈のヘモグロビン酸素飽和度を測定した結果，20眼の平均値は56.4±6.0％であった。これは，猫の網膜組織酸素分圧を直接電極で測定した報告値，及び人眼の硝子体側網膜の酸素分圧の報告値に矛盾しない値である。また，同一眼につき連続5画像の変動係数は平均8.0％であり，本システムの再現性が良いことを示すものである。さらに臨床応用として，糖尿病性黄斑症に対する高濃度酸素療法時に，網膜静脈ヘモグロビン酸素飽和度の上昇を明らかにしている。

以上の研究は，網膜静脈のヘモグロビン酸素飽和度を非侵襲的に，簡便に測定できる新しい方法であり，今後，網膜疾患の病態生理研究に重要な情報を提供するもので，学位授与に値するものである。