

視神経乳頭の突出性病変の立体計測

田川 博¹⁾, 小野 弘美²⁾, 古川 英樹³⁾

¹⁾旭川医科大学眼科学教室, ²⁾小野眼科医院, ³⁾古川眼科クリニック

要 約

視神経乳頭の突出性変化を客観的に評価するために、三次元コンピュータデジタル画像解析器を用いて、正常眼、視神経炎、うっ血乳頭の視神経乳頭の体積の測定を行った。測定結果の再現性と精度を確認するために、記録した同一画像を繰り返し解析した結果の誤差を検討し、また、同一患者の異なった画像間の誤差を検討した。視神経炎とうっ血乳頭の突出体積の測定値の変動係数は小さく、同一画像間では平均4.5% (1.0~8.3%), 異なっ

た画像間では平均6.5% (0.8~11.5%) であり、良好な再現性を示した。また、人眼での測定誤差は0.05 mm以下であり、臨床に用いるには十分な精度を示した。(日眼会誌 99: 834-842, 1995)

キーワード: 視神経乳頭, コンピュータデジタル画像解析, 突出性変化, 視神経炎, うっ血乳頭

Morphometry of Protuberant Changes of the Optic Nerve Head

Hiroshi Tagawa¹⁾, Hiromi Ono²⁾ and Hideki Furukawa³⁾

¹⁾Department of Ophthalmology, Asahikawa Medical College

²⁾Ono Ophthalmic Clinic

³⁾Furukawa Ophthalmic Clinic

Abstract

For objective evaluation of elevated changes in the optic nerve head, volumetric measurement of optic nerve heads in normal eyes, and in eyes with optic neuritis and papilledema was performed using a three-dimensional computerized digital image analyzer. To determine the reliability of the data, both intraphotographic and interphotographic error variance was studied. The reproducibility of the data was good, because the coefficient variation of elevated volume was small, 1.0 to 8.3% (mean;

4.5%) on intraphotographic study and 0.8 to 11.5% (mean; 6.5%) on interphotographic study in the optic neuritis and papilledema. The accuracy of the data was good enough for clinical use, presuming a change of less than 0.05 mm as measuring error. (J Jpn Ophthalmol Soc 99: 834-842, 1995)

Key words: Optic nerve head, Computerized digital image analysis, Protuberant changes, Optic neuritis, Papilledema

I 緒 言

視神経乳頭の形態学的変化の立体計測に関して、乳頭陥凹については多くの報告^{1)~3)}がある。一方、突出性の変化については直像鏡での観察によるジオプター (D) の表示が主体であり、臨床経過を記載するうえで客観性に欠ける面があった。そこで我々は、視神経乳頭の突出性病変について、デジタル画像処理システムと立体計測用の新しいソフトウェアを用いて立体写真から突出病変の計測を試み、本法を臨床に用いることが可能と考えられることを先に予報的に報告⁴⁾した。今回、本法の精度

を確認するために、これまで報告⁵⁾⁶⁾されている緑内障性陥凹の測定用ソフトウェアとの比較検討を行った。さらに、視神経炎とうっ血乳頭の臨床例での測定結果を報告した。

II 対象および方法

1. 正常眼における視神経乳頭の立体計測

対象は正視眼、軽度の近視眼 (-0.75 D, 文献4の症例)、中等度の近視眼 (-3.75 D) の3眼で、十分な散瞳後に同時立体眼底カメラ (TRCSS®, Topcon) を用いて各3枚のスライドを撮影した。そのスライドから画像を、

別刷請求先: 060 北海道札幌市中央区南1条西16丁目 札幌医科大学眼科学教室 田川 博

(平成6年10月24日受付, 平成7年3月8日改訂受理)

Reprint requests to: Hiroshi Tagawa, M.D. Department of Ophthalmology, Sapporo Medical University, S-1, W-16, Chuo-ku, Sapporo-shi, Hokkaido 060, Japan

(Received October 24, 1994 and accepted in revised form March 8, 1995)

カラービデオカメラからデコーダーを通して青、赤、緑の信号別にデジタル信号としてデジタル画像処理システム (IMAGNet[®], Topcon) に入力し、その画像を呼び出して、眼底の任意の部位の立体計測ができるソフトウェアの surface⁷⁾ を用いて計測を行った。各スライドについて5回の計測を施行し、その誤差について検討する intraphotographic study と、同一眼の3枚のスライド間の誤差について検討する interphotographic study とを行った。この surface は眼底の立体計測のために開発され、眼底の4象限の平らな部位を各1点選び、その点から眼底に基準面を設定して、それに対する突出体積と陥凹体積を計測表示できる。今回の解析では、突出した視神経乳頭を含む最小の四角形の範囲の面積と、その範囲内の突出および陥凹体積を計測した (図1, 2)。なお、測定面積は可能な限り一定になるように設定した。すなわち、測定範囲には視神経乳頭周囲の網膜が一部含まれることになる。これは、現在のプログラムでは測定範囲を四角形に設定しないと、測定範囲を同一に保てないためである。なお、Littman の補正式を用いて、屈折度、角膜曲率半径、眼軸長から撮影イメージの補正を行っている。また、本解析法の精度を示す指標として、突出と陥凹の測定誤差を以下の式で求めた。

$$\text{突出の測定誤差 (mm)} = \frac{\text{突出体積の標準誤差 (mm}^3\text{)}}{\text{測定面積 (mm}^2\text{)}}$$

$$\text{陥凹の測定誤差 (mm)} = \frac{\text{陥凹体積の標準偏差 (mm}^3\text{)}}{\text{測定面積 (mm}^2\text{)}}$$

さらに、これまで有用性が報告されている緑内障性陥凹の測定用ソフトウェアである stereo cup/disc⁵⁾⁶⁾ を用いて、surface で測定したと同じスライドの測定を行い、surface での測定結果と比較検討を行った (図3)。この stereo cup/disc では、視神経乳頭の辺縁の4点を選

び、その4点によって描かれた楕円形を測定範囲として測定面積を算出した。さらに、その4点を基準面として、その基準面から150 mm 以上陥凹している部位の体積を陥凹体積とした。また、陥凹の測定誤差についても surface と同様に求め、比較検討した。また、同一眼の検討では、基準面や測定部位を一致させるために、時間を置かず続けて解析を行った。1回の解析には20~30分を要した。

2. 視神経炎の突出性病変の立体計測

症例1 (文献4の症例) は25歳女性で、右眼の急性視神経炎のために乳頭は発赤と軽度の腫脹を示し、霧視感を自覚したが視力は1.0であった。同時立体眼底カメラを用いて右眼の視神経乳頭の撮影を施行した (図4)。症例2は47歳男性で、左眼に再発性の急性視神経炎を生じ、視力が0.8に低下したため、視神経乳頭の撮影を施行した (図5)。その3日後、ステロイド内服療法にもかかわらず乳頭の発赤が増強し、視力が0.5に低下していたため、視神経乳頭の撮影を再度施行した (図6)。症例3は47歳女性で、多発性硬化症による両眼の急性視神経炎を生じており、乳頭の発赤と乳頭とその周囲の網膜の著しい浮腫を生じていた。視力は右手動弁、左眼0.5。左眼の視神経乳頭の撮影を施行した (図7)。これらの撮影されたスライドについて、surface を用いて視神経乳頭の立体計測を行った。なお、同一眼で各3枚のスライドを撮影し、正常眼と同様に intraphotographic study では5回の計測を行い、interphotographic study は3枚のスライドについて行った。

3. うっ血乳頭の突出性病変の立体計測

症例4 (文献4の症例) は22歳女性で、頸静脈孔の神経鞘腫による頭蓋内圧亢進のために両眼に高度のうっ血乳頭を生じていた。視力は右眼1.5、左眼1.2で、右眼の

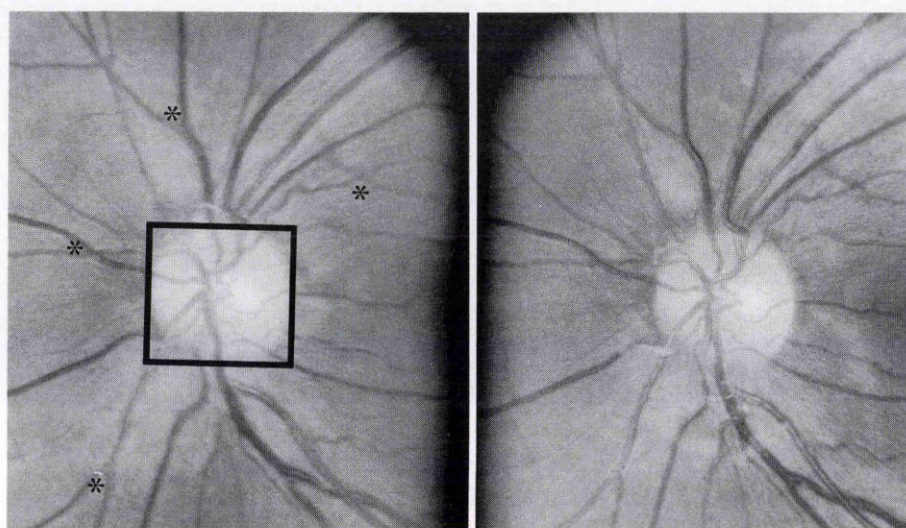
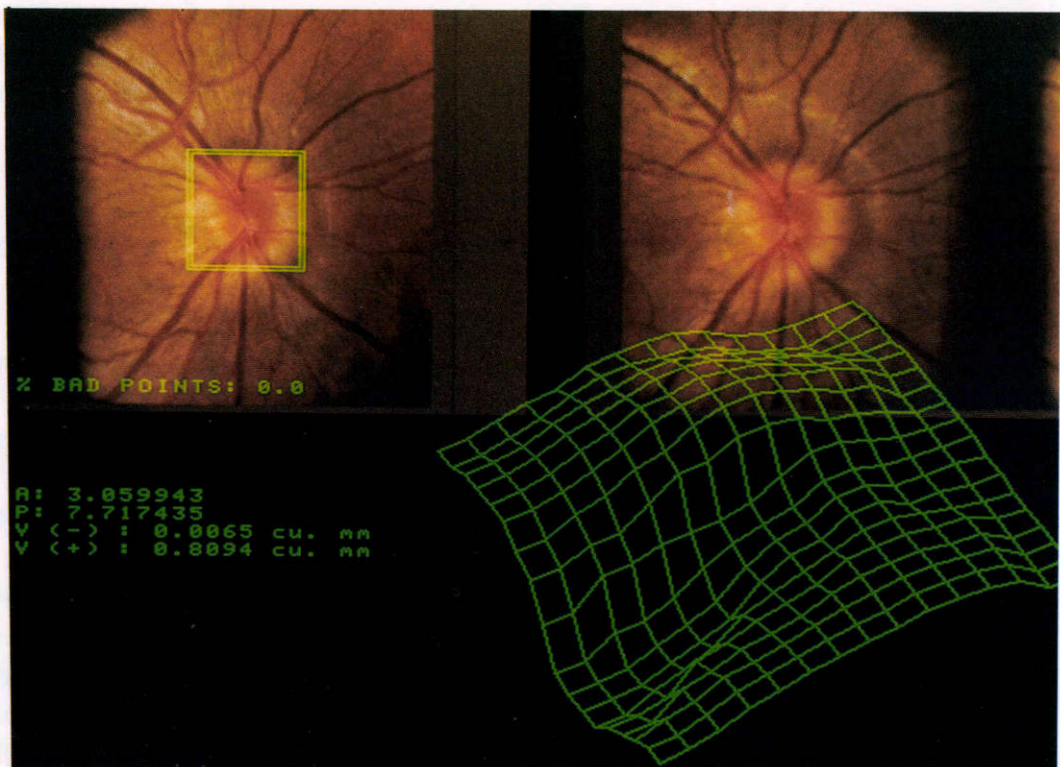
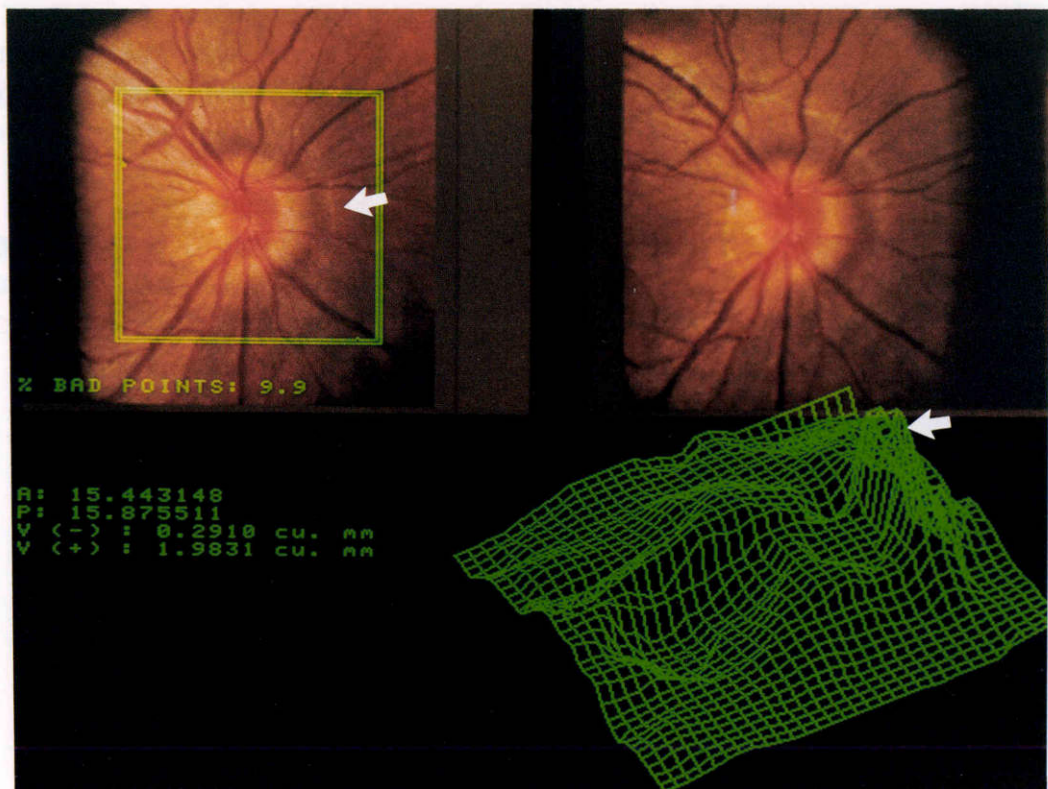


図1 Surfaceを用いた立体計測。

両画像で各々同一部位で4点を選び、画像の重ね合わせを行う。その後、平坦な所で同一部位の4点 (黒*印) を選び基準面を設定する。さらに、黒で示した乳頭を含む最小四角形を測定範囲として設定する。



(A)



(B)

図2 Surfaceを用いた立体計測の測定範囲。

(A) 緑の二重の四角形のうち、内側の四角形が測定範囲である。左下の網目状の表示は、測定範囲の立体形状を示している。% BADPOINTS: 計測できなかった測定点の比率。A: 測定面積 (mm^2)。p: 測定部の外周 (mm)。V (-): 陥凹体積 (mm^3)。V (+): 突出体積 (mm^3)。

(B) 図1と同一のスライドで、表示は図1と同じである。測定範囲を大きく設定すると反射 (矢印) などが入り、計測できない測定点の比率が増加し、測定誤差が増大する原因となる。

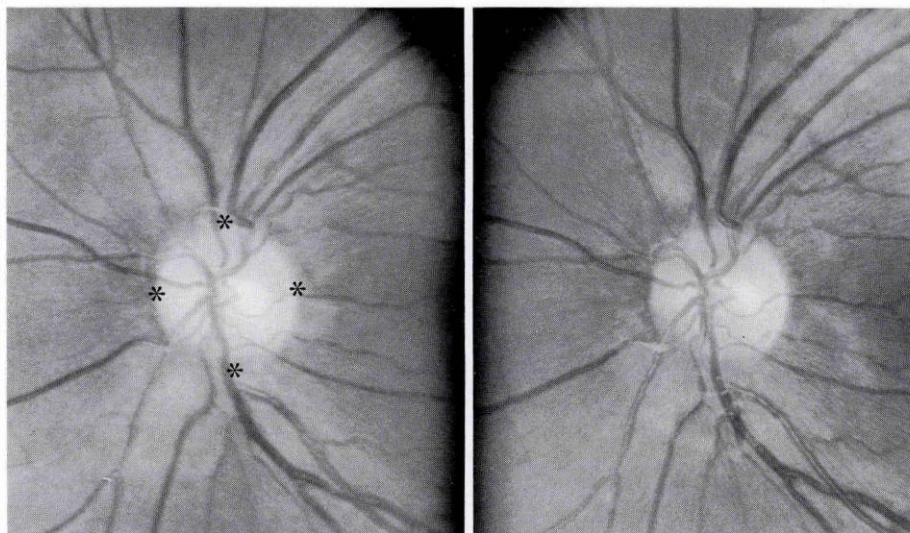


図3 Stereo cup/disc を用いた計測.

左右の画像の同一部位で乳頭辺縁の4点(黒*印)を選ぶと、両画像の重ね合わせが行われる。さらに、それらを通る近似の楕円形が描かれ、基準面と測定範囲が設定される。

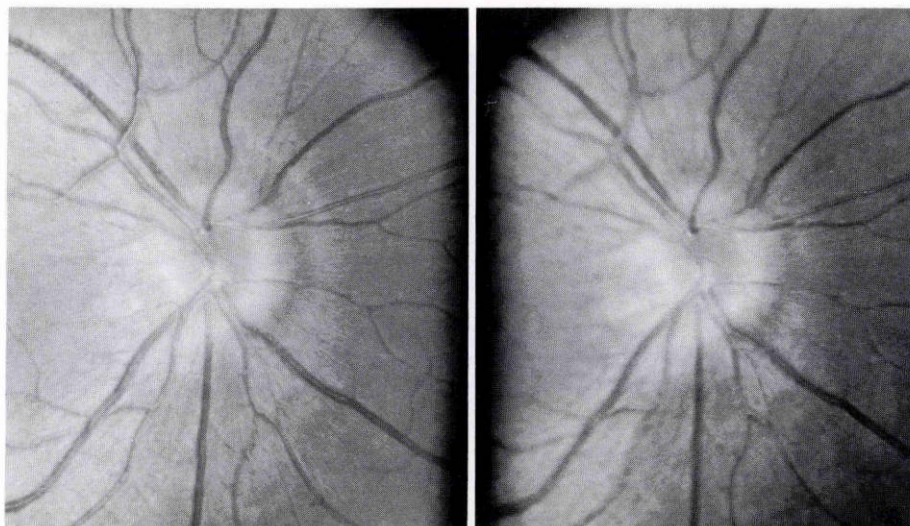


図4 症例1(右眼)のステレオ写真, 軽度の視神経炎.

25歳女性で、1週間前から右眼の霧視感を自覚したが、視力は1.0であった。中心フリッカー値は28 Hzであり、マリ奥特盲点を含む傍中心暗点が認められた。

視神経乳頭の撮影を施行し(図8), surfaceを用いて視神経乳頭の立体計測を行った。なお、同一眼で各3枚のスライドを撮影し、視神経炎の症例と同様に intraphotographic study と interphotographic study を行った。

III 結 果

1. 正常眼における視神経乳頭の立体計測

正視眼での、surfaceによる解析結果を表1に、stereo cup/discによる解析結果を表2に示した。Surfaceでは、突出体積の変動係数が intraphotographic study で10～60%と大きくばらつき、interphotographic study も23%であった。陥凹体積の変動係数は intraphotographic study では11%以内で、interphotographic study

では5%あった。しかしながら、測定誤差は突出と陥凹ともに約0.01 mm以下と良好であった。一方、stereo cup/discでは陥凹体積の変動係数が intraphotographic study と interphotographic study とともに8%以下と良好であり、測定誤差も0.004 mm以下と極めて良好であった。

軽度近視眼と中等度近視眼での surface と stereo cup/discによる解析結果を表1, 2に示した。正視眼の結果と同様の傾向を示し、surfaceでは特に突出体積の変動係数が intraphotographic study で7～76%とばらつき、interphotographic study で131%と19%と大きくばらついたが、測定誤差は約0.05 mm以下と良好であった。一方、stereo cup/discでは陥凹体積の変動係数



図5 症例2(左眼)の初診時のステレオ写真, 軽度の視神経炎。

47歳男性で, 半年前に左眼の視神経炎を発症し, ステロイド内服療法(プレドニゾン 30 mg/日から漸減)で改善している。数日前から前回と同様に, 左眼の中心部の暗点と視力低下を自覚し受診した。左眼の視力は0.8で, マリオット盲点を含む中心暗点が認められ, 視神経乳頭の撮影を施行した。

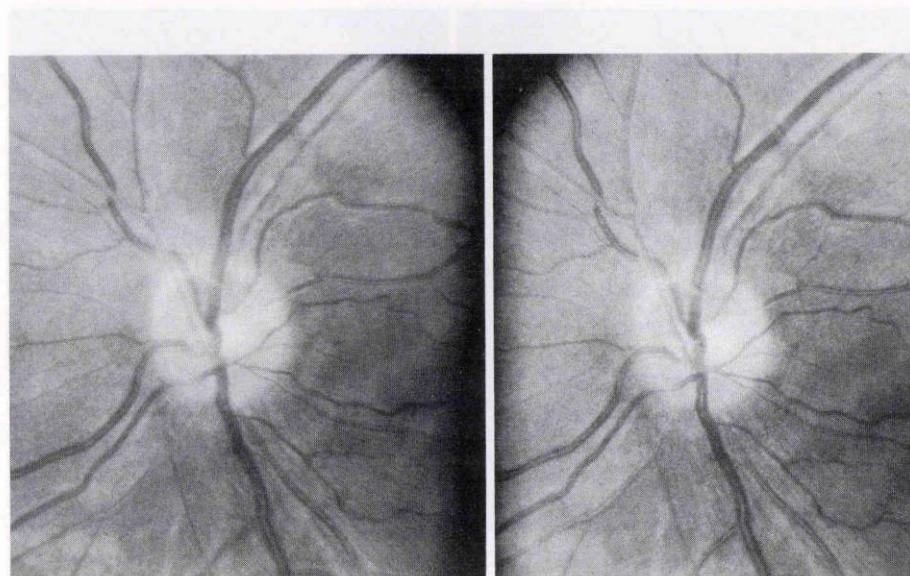


図6 症例2(左眼)の憎悪した再診時のステレオ写真, 中等度の視神経炎。

図5の3日後, ステロイド内服療法(プレドニゾン 30 mg/日から漸減)にもかかわらず乳頭の発赤が増強し, 視力が0.5に低下していたため, 視神経乳頭の撮影を再度施行した。その後, プレドニゾン点滴静注 200 mg/日からの減漸療法を施行し, 乳頭の異常所見と暗点は消失し, 視力も1.5に改善した。

が intraphotographic study で 2~6%, interphotographic study で 15% 以下と良好であり, 測定誤差はともに 0.006 mm 以下と極めて良好であった。

2. 視神経炎の突出性病変の立体計測

症例1の surface での結果を表3に示した。突出体積の変動係数は intraphotographic study と interphotographic study とともに 8% 以下と極めて良好であり, 測定誤差も約 0.02 mm と良好であった。陥凹体積は極めて小さく, 変動係数は intraphotographic study で 12~100%, interphotographic study で 75% と測定値がばらついたが, 測定誤差は 0.005 mm 以下であった。

症例2の surface での結果を表4に示した。突出体積の変動係数は 9% 以下, 測定誤差は 0.03 mm 以下と症例1とほぼ同様の結果であった。また, 初回撮影時に比べ, 2回目の撮影時に突出体積が約2倍になっていた。陥凹体積の変動係数は症例1と同様に intraphotographic study で 22~200%, interphotographic study で 37~133% と測定値がばらついたが, 陥凹体積は極めて小さく, 測定誤差は約 0.02 mm 以下であった。陥凹体積は, 初回撮影時に比べて, 2回目の撮影時に著しく減少していた。

症例3の結果を表5に示したが, 突出体積は著しく大



図7 症例3 (左眼) のステレオ写真, 高度の視神経炎.

47歳女性で, 2週間前から右眼, 3日前から左眼の視力低下を自覚. 視力は左眼0.5. 中心フリッカーは左眼30 Hzで, マリオット盲点を含む中心暗点が認められた. 左眼の視神経乳頭の撮影を施行した. その後, 多発性硬化症と診断され, ステロイドパルス療法 (プレドニゾン 500 mg/日を3日間点滴静注後, 内服に変更し, プレドニゾン 30 mg/日から漸減) を施行し, 乳頭の異常所見が消失し視力は1.0に改善した. 中心フリッカー値も左眼32 Hzに改善し, 中心暗点は消失したが, マリオット盲点の拡大を残している.

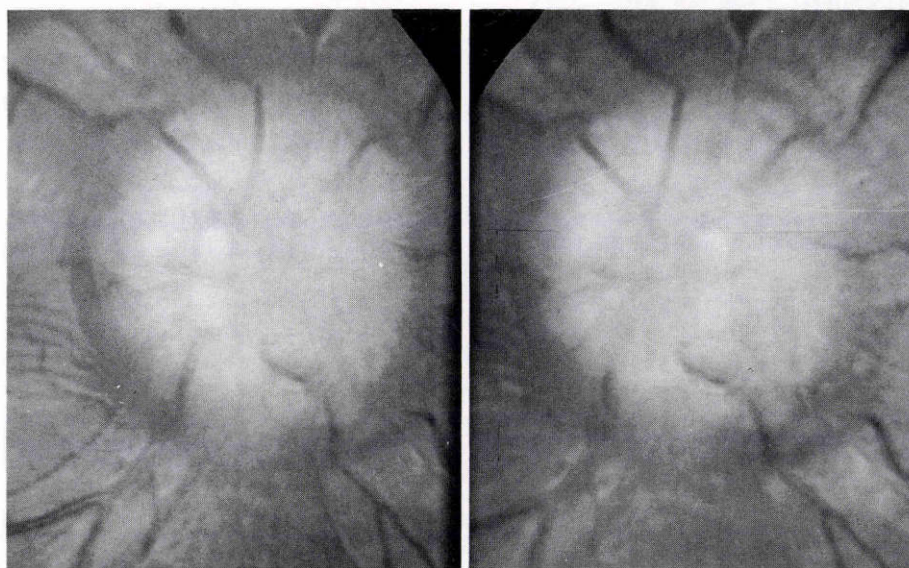


図8 症例4 (右眼) のステレオ写真, うっ血乳頭.

22歳女性で, 頸静脈孔の神経鞘腫のため水頭症を生じ, 脳神経外科から紹介される. 視力は右眼1.5で, 中心フリッカー値は17 Hzであった. 右眼の視神経乳頭の撮影を施行した. その後, 脳神経外科で腫瘍の全摘出術を施行され, 頭蓋内圧は正常化し, うっ血乳頭は消失した.

きく, 変動係数は6%以下と良好であった. 測定誤差は正常眼や軽度の視神経炎の症例と比べると大きいものの, 0.05 mm以下と良好であった. 陥凹体積は症例1, 2ともほぼ同様の結果であった.

3. うっ血乳頭の突出性病変の立体計測

症例4のsurfaceでの解析結果を表6に示した. 突出体積は極めて大きく, 軽度の視神経炎の10倍以上, 高度の視神経炎の約2.5倍であった. 突出体積の変動係数は

intraphotographic studyで4%以下, interphotographic studyで1.5%と比較的良好で, 測定誤差も interphotographic studyでやや大きいものの, 0.12 mmであった. 陥凹体積の変動係数は intraphotographic studyで13~60%, interphotographic studyで157%と測定値がばらついたが, 陥凹体積は小さく, 測定誤差は0.012 mmと良好であった.

表 1 正常眼 (surface で解析)

	測定面積	突出体積	陥凹体積	測定誤差	
	平均値 (変動係数) (mm ²)	平均値 (変動係数) (mm ³)	平均値 (変動係数) (mm ³)	突出 (mm)	陥凹 (mm)
Intraphotographic study (各 5 回の計測)					
正視眼					
スライド 1	3.826(0.0%)	0.060(60.0%)	0.395(10.9%)	0.009	0.011
スライド 2	3.826(0.0%)	0.067(10.4%)	0.416(1.2%)	0.002	0.001
スライド 3	3.826(0.0%)	0.092(12.0%)	0.435(2.5%)	0.003	0.003
軽度近視眼					
スライド 1	3.356(0.0%)	0.044(20.5%)	0.537(10.1%)	0.003	0.016
スライド 2	3.356(0.0%)	0.337(32.0%)	0.270(19.3%)	0.032	0.015
スライド 3	3.222(1.6%)	0.021(76.1%)	0.598(11.2%)	0.005	0.021
中等度近視眼					
スライド 1	3.766(0.0%)	0.113(7.1%)	0.517(4.6%)	0.002	0.006
スライド 2	3.766(0.0%)	0.086(10.5%)	0.486(6.4%)	0.002	0.008
スライド 3	3.766(0.0%)	0.079(7.6%)	0.629(2.5%)	0.002	0.004
Interphotographic study (各 3 枚のスライド)					
正視眼	3.826(0.0%)	0.073(23.3%)	0.415(4.8%)	0.004	0.005
軽度近視眼	3.311(2.3%)	0.134(131.3%)	0.468(37.2%)	0.053	0.053
中等度近視眼	3.766(0.0%)	0.093(19.4%)	0.543(14.2%)	0.005	0.020

表 2 正常眼 (stereo cup/disc で解析)

	測定面積	陥凹体積	測定誤差 突出 (mm)
	平均値(変動係数) (mm ²)	平均値(変動係数) (mm ³)	
Intraphotographic study(各 5 回の計測)			
正視眼			
スライド 1	2.885(0.7%)	0.156(5.3%)	0.003
スライド 2	2.876(0.8%)	0.136(2.2%)	0.001
スライド 3	2.903(1.3%)	0.155(5.8%)	0.003
軽度近視眼			
スライド 1	2.676(1.3%)	0.076(5.3%)	0.001
スライド 2	2.946(1.3%)	0.084(3.6%)	0.001
スライド 3	2.851(1.4%)	0.063(4.8%)	0.001
中等度近視眼			
スライド 1	2.725(2.5%)	0.192(3.1%)	0.002
スライド 2	2.708(2.3%)	0.187(3.2%)	0.002
スライド 3	2.616(1.6%)	0.163(1.8%)	0.001
Interphotographic study(各 3 枚のスライド)			
正視眼	2.885(0.6%)	0.149(7.4%)	0.004
軽度近視眼	2.824(4.9%)	0.074(14.9%)	0.004
中等度近視眼	2.683(2.2%)	0.181(8.3%)	0.006

IV 考 按

視神経乳頭の立体計測に関して、緑内障の視神経乳頭陥凹の計測に用いるソフトウェアでの報告は多数あるが、今回視神経乳頭の突出体積の測定に用いた surface に関する報告⁴⁾⁷⁾は限られていた。これは、surface の特性を良く理解して用いないと、解析結果の再現性に問題があったためと考えられる。

そこで、今回の検討に先立って、再現性を良好に保つための要点を検討したところ、最も重要な点は同一の基準面を設定することであった。そのために、解析前にステレオのスライドビューアーで視神経乳頭周囲の 1 乳頭径前後の部位で平坦な部位を確認した後、その部位から 4 点を選び基準面を設定した。また、同一眼では全く同じ部位を選んで基準面を設定した。なお、血管のある部位は盛り上がっているため、また、乳頭の耳側はやや陥凹している症例が多いため、これらの部位を避けて基準面を設定した。また、乳頭周囲の網膜浮腫を生じている症例では、その外側で基準面を設定した。さらに、照明光の反射が乳頭周囲に入る症例などがあり、解析範囲を

表 3 症例 1—軽度の視神経炎 (surface で解析)

	測定面積	突出体積	陥凹体積	測定誤差	
	平均値 (変動係数) (mm ²)	平均値 (変動係数) (mm ³)	平均値 (変動係数) (mm ³)	突出 (mm)	陥凹 (mm)
Intraphotographic study (各 5 回の計測)					
スライド 1	3.086(2.8%)	0.857(6.4%)	0.003(100.0%)	0.018	0.001
スライド 2	3.174(2.9%)	0.730(3.4%)	0.033(12.1%)	0.008	0.001
スライド 3	3.098(2.5%)	0.810(4.2%)	0.023(52.2%)	0.011	0.004
Interphotographic study (各 3 枚のスライド)					
	3.119(1.5%)	0.799(8.0%)	0.020(75.0%)	0.021	0.005

表 4 症例 2—軽度の視神経炎 (surface で解析)

	測定面積	突出体積	陥凹体積	測定誤差	
	平均値 (変動係数) (mm ²)	平均値 (変動係数) (mm ³)	平均値 (変動係数) (mm ³)	突出 (mm)	陥凹 (mm)
Intraphotographic study (各 5 回の計測)					
初診時					
スライド 1	4.472(0.0%)	0.780(5.8%)	0.150(38.7%)	0.010	0.013
スライド 2	4.472(0.0%)	0.771(4.0%)	0.276(37.7%)	0.007	0.023
スライド 3	4.472(0.0%)	0.749(4.7%)	0.155(22.6%)	0.008	0.008
再診時					
スライド 1	4.472(0.0%)	1.676(4.9%)	0.000(—)	0.018	0.000
スライド 2	4.472(0.0%)	1.485(4.5%)	0.001(200.0%)	0.015	0.000
スライド 3	4.472(0.0%)	1.439(8.3%)	0.007(57.1%)	0.027	0.001
Interphotographic study (各 3 枚のスライド)					
初診時	4.472(0.0%)	0.767(0.8%)	0.194(36.6%)	0.004	0.016
再診時	4.472(0.0%)	1.533(8.2%)	0.003(133.3%)	0.028	0.001

表 5 症例 3—高度の視神経炎 (surface で解析)

	測定面積	突出体積	陥凹体積	測定誤差	
	平均値 (変動係数) (mm ²)	平均値 (変動係数) (mm ³)	平均値 (変動係数) (mm ³)	突出 (mm)	陥凹 (mm)
Intraphotographic study (各 5 回の計測)					
スライド 1	7.365(0.0%)	6.004(6.0%)	0.000(—)	0.049	0.000
スライド 2	7.365(0.0%)	5.795(5.0%)	0.000(—)	0.040	0.000
スライド 3	7.365(0.0%)	5.526(4.2%)	0.021(223.8%)	0.032	0.006
Interphotographic study (各 3 枚のスライド)					
	7.365(0.0%)	5.775(4.2%)	0.007(173.1%)	0.033	0.002

表 6 症例 4—うっ血乳頭 (surface で解析)

	測定面積	突出体積	陥凹体積	測定誤差	
	平均値 (変動係数) (mm ²)	平均値 (変動係数) (mm ³)	平均値 (変動係数) (mm ³)	突出 (mm)	陥凹 (mm)
Intraphotographic study (各 5 回の計測)					
スライド 1	15.419(0.0%)	16.210(1.0%)	0.014(35.7%)	0.011	0.000
スライド 2	15.168(1.4%)	16.760(2.2%)	0.005(60.0%)	0.024	0.000
スライド 3	15.252(2.0%)	13.432(3.2%)	0.328(12.8%)	0.028	0.003
Interphotographic study (各 3 枚のスライド)					
	15.280(0.8%)	15.467(11.5%)	0.116(158.6%)	0.117	0.012

大きく設定すると再現性が不良となる傾向があったため (図 2), 測定範囲を乳頭周囲の最小四角形とした。

以上に述べた点に留意して解析を施行したところ, 正視や近視に関わらず正常眼では, 陥凹体積は 0.4~0.6 mm³で, intraphotographic study での変動係数は軽度近視眼のスライド 2 の結果を除くと 1.2~11.2%と極めて良好であった。また, interphotographic study での陥凹体積の変動係数も同様で, 約 15% 以下と良好であった。軽度近視眼のスライド 2 は, 明らかにピントが他のスライドに比べ不良であり, 同一部位を選んでも, ステレオ画像の重ね合わせや基準面の設定などの度に誤差を生じたためと考えられる。また, 同一症例で行った stereo cup/disc での陥凹体積の解析では, surface より小さな体積を測定しているにもかかわらず, intraphotographic

study での陥凹体積の変動係数は 2.2~5.8% と極めて良好であり, interphotographic study での変動係数も 15% 以下と良好であった。これは, stereo cup/disc では, ステレオ画像の重ね合わせ, 基準面の設定, 測定範囲の設定が 1 回の操作で行えるために, 解析時の手動操作による誤差が最小となるためと考えられた。一方, 正常眼での surface による突出体積の測定値はほとんどが 0.1 mm³以下と極めて小さく, 変動係数は 7~131% とかなり大きくばらつき, 再現性は不良であった。

測定精度の指標としては, 測定体積の標準誤差を測定面積で除したものを測定誤差として用いたが, 陥凹の測定誤差は, 軽度の近視眼のスライド 2 を除けば intraphotographic study と interphotographic study とともに 0.02 mm 以下であり, stereo cup/disc と比べやや劣る

ものの、極めて良好であった。また、突出の測定誤差も再現性は不良であったが、測定精度は0.01 mm以下であり良好であった。本法を用いた装置自体の理論的な分解能は17 μ m程度とされているが、実際の測定精度もそれと同等であった。

以上の結果から、鮮明に撮影されたスライドを用いれば、surfaceでの視神経乳頭の体積測定の精度は極めて良好であり、陥凹、突出体積が約0.5 mm³以上あれば測定の再現性も良好であった。また、高度近視では後部ぶどう腫などのため基準面の設定に問題が生じるが、今回検討した程度の中等度近視まででは十分な再現性と精度が得られた。

さて、視神経炎のsurfaceを用いた突出体積の測定では、intraphtographic studyとinterphotographic studyともに変動係数が10%以下と極めて良好であった。これは、測定された体積が0.7~6.0 mm³と正常眼での測定値よりかなり大きかったためと考えられる。一方、測定誤差については、軽度の視神経炎では約0.02 mm以下であるが、中等度から高度の視神経炎になると誤差が大きくなり、0.05 mm程度であった。これは、視神経炎が増悪すると乳頭周囲の網膜浮腫を生じ、基準面の設定が安定しないためと考えられた。さらに、うっ血乳頭例では突出体積が16 mm³と著しく大きく、測定の再現性は良いものの、測定誤差は0.12 mmとさらに増大していた。図8からも明らかなように、乳頭周囲の網膜浮腫が広範に広がっており、基準面の設定が極めて難しかったためと考えられる。

今回の症例2では視力の低下が進行し、視神経乳頭の発赤も増強し、臨床的に視神経炎が悪化していることが疑われたが、検眼鏡的には乳頭の形態的变化は明瞭でなかった。立体撮影された2枚のスライド(図5, 6)をステレオビューアーで比較検討すると、乳頭の腫脹が増強しており、立体計測では突出体積が約2倍になっていた。以上のように、検眼鏡的に乳頭浮腫の程度の変化が明瞭でなくても、立体撮影でその変化を確認することができ、立体計測によりその変化を定量的に表示することが可能である。本症例のように視神経乳頭の浮腫を伴った視神経炎、すなわち乳頭炎では、ステロイド治療が有効であるかを定量的に判断する指標の一つとして、視神経乳頭の立体計測が臨床的に極めて有効な検査法と考えられ

る。

なお、今回のような視神経の突出を伴った症例では、乳頭周囲の浮腫を生じているため、陥凹体積の測定はstereo cup/discでは不可能であり、今回検討したsurfaceでも陥凹体積が小さいために測定値の再現性が極めて不良であった。また、正常眼のように乳頭浮腫を伴わない例での陥凹体積の測定は、surfaceでも可能であるが、stereo cup/discの方がより正確であった。

本法は臨床的に期待のできる検査法と考えられるが、現時点では、慎重に位置合わせを行うと1回の解析に20~30分を要することが問題となる。再現性の点からも、同一患者のスライド間で基準面や測定範囲が同一になるようにコンピュータが自動設定できるようにし、手動操作による誤差が極力少なくなるようなソフトウェアの改良が望まれる。

稿を終えるにあたり、ご校閲頂きました吉田晃敏教授に深謝いたします。なお、本論文の要旨は第65回ARVOで発表した。

文 献

- 1) Mikelberg FS, Douglas GR, Schulzer M, Cornsweet TN, Wijsman K: Reliability of optic disk topographic measurements recorded with a videophthalmograph. *Am J Ophthalmol* 98: 98-102, 1984.
- 2) Caprioli J, Klingbeil U, Sears M, Pope B: Reproducibility of optic disc measurements with computerized analysis of stereoscopic video images. *Arch Ophthalmol* 104: 1035-1039, 1986.
- 3) 富田剛司, 後藤靖彦, 山田 俊, 北澤克明: 立体ビデオ画像解析装置による視神経乳頭の定量的解析とその信頼性について. *日眼会誌* 90: 1317-1321, 1986.
- 4) 田川 博, 福井勝彦, 古川英樹: デジタル画像処理システム(IMAGEnet)による視神経乳頭突出性病変の立体計測. *臨眼* 47: 1094-1095, 1993.
- 5) 難波克彦, 白柏基宏, 福地健郎, 岩田和雄: コンピュータ画像解析(IMAGEnet)による視神経乳頭陥凹の立体計測. *臨眼* 43: 535-538, 1989.
- 6) 富田剛司, 松原恵子, 井戸忠美, 北澤克明: コンピュータ画像解析装置 IMAGEnet による視神経乳頭解析. —Optic nerve head analyzer (ONHA)との比較—. *日眼会誌* 93: 741-746, 1989.
- 7) 小林真理子: 結節性硬化症の立体画像. *眼臨* 85: 2278-2284, 1991.