

原著

自動計測ソフトを用いた頸動脈内膜中膜複合体厚 (IMT) の評価

濱口 浩敏^{1,3} 安部川 卓² 中山 貴博¹ 菊田 典生³ 今福 一郎¹

¹ 横浜労災病院神経内科

² 横浜労災病院検査部

³ 神戸大学大学院応用分子医学講座 (内分泌代謝・神経・血液腫瘍内科学)

Evaluation of Carotid Intima-media Thickness (IMT) Using IMT Measurement Software

Hirotochi HAMAGUCHI^{1,3}, Takashi ABEKAWA², Takahiro NAKAYAMA¹, Fumio KANDA³, Ichiro IMAFUKU¹

¹ Department of Neurology, Yokohama Rosai Hospital

² Department of Clinical Laboratory, Yokohama Rosai Hospital

³ Division of Endocrinology/Metabolism, Neurology, and Hematology/Oncology, Department of Clinical Molecular Medicine, Kobe University Graduate School of Medicine

Purpose : Intima-media thickness (IMT) is widely measured for the evaluation of early atherosclerosis of the carotid artery. However, the accuracy of IMT measurement depends on technical skill and the mechanical resolution of each ultrasonographic device. Thus, development of automatic-measurement software might permit objective assessments and aid comparative evaluations among various examiners or institutes. In this study, we measured IMT using automatic-measurement software and compared the results with those obtained by manual measurement.

Methods : The selected subjects were 153 consecutive patients with varying degrees of IMT on the far wall of the common carotid arteries. IMT was determined using the following three measurement procedures : manually, using automatic-measurement software, and manual correction after using the software.

Results : A statistically significant correlation was observed between manual and automatic measurements in clear horizontal artery images and plaque images. Manual correction after automatic measurements improved the accuracy for measurements in images of indistinct, diagonal, or serpentine arteries.

Conclusion : As long as clear visualization can be achieved, automatic-measurement software can provide accurate IMT values.

Key Words : carotid intima-media thickness, automatic-measurement software, manual measurement

はじめに

頸動脈における max IMT (内膜中膜複合体厚 ; intima-media thickness) は脳梗塞や冠動脈疾患と関連することが知られており^{3,9}, その測定は早期動脈硬化の診断^{11,11}や薬物の効果²⁴の判定に有用である。特に, 超音波検査を用いた max IMT の評価は非侵襲的かつ簡便な検査として汎用されている^{5,14}。しかしその測定値については, 0.1mm 単位の評価であり, 検者間, 超音波装置間によって数値が変動する可能性がある¹³。また, IMT を測定する際, 頸動脈の評価部位の決定も, 実際の頸動脈超音波検査中に, ただちに判断するのは困難なことがある。

IMT を測定する方法としては, 超音波装置内のディスプ

レイモニター上で手動計測する方法が一般的であるが, 目視での評価であり, 0.01mm 単位までの評価ができないため, 深度の設定条件によってはずれが大きくなり, 誤差を生じやすい。あるいは, 画像をノグスで測定する方法もあるが, 測定が煩雑で時間がかかるのが難点である。

IMT を簡便かつ客観的に測定する方法の一つとして, 現在自動計測ソフトが開発されている。このソフトは比較的簡単な操作で客観的な評価を可能にするものであり, 特に, max IMT の評価や mean IMT など数カ所の IMT 測定を行う際には時間が短縮できるので, 非常に有用である¹²。最近では健診症例に対して自動計測ソフトを用いた検討も報告されており⁷, 自動計測ソフトが組み込まれた超音波装置 (SDU-2200XPlus/SDU-1200XPlus ; 島津製作所) も販売され,

Reprint request

濱口 浩敏 : 〒650-0017 神戸市中央区楠町 7-5-2 神戸大学大学院応用分子医学講座 (内分泌代謝・神経・血液腫瘍内科学)

Hirotochi HAMAGUCHI : Division of Endocrinology/Metabolism, Neurology, and Hematology/Oncology, Department of Clinical Molecular Medicine, Kobe University Graduate School of Medicine, 7-5-2, Kusunoki-cho, Chuo-ku, Kobe 650-0017, Japan [Received November 15, 2006 ; Accepted January 30, 2007]

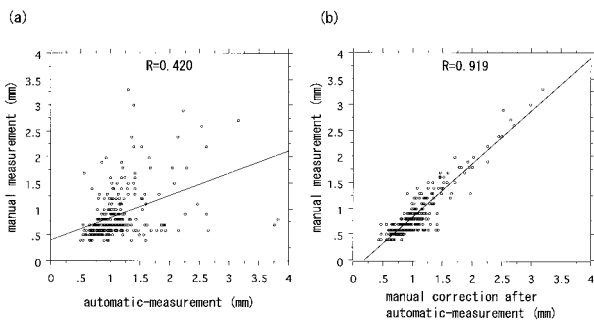


Fig. 1 Variability between values of IMT measured manually and those obtained using automatic-measurement software (a), or those obtained by additional manual correction (b).

A statistically significant correlation was observed between manual and automatic measurements in the common carotid artery. Manual correction after automatic measurements improved the measurement accuracy.

本装置を用いた報告もされている⁶⁾。

今回、我々はこの自動計測ソフトを用いて IMT を測定することにより、手動での評価と比較検討を行い、その有用性について検討した。

対象・方法

当院において平成 17 年 6 月から 7 月にかけて頸動脈超音波検査を施行した連続 153 例 306 血管 (年齢 63.2 ± 13.6 歳, 男性 94 例, 女性 59 例) を対象とした。超音波装置は HDI 5000 (PHILIPS), SSA390A, SSA700A (TOSHIBA) を用い、検査は 7.5MHz のリニアプローブを用いた、深度は 3cm に固定した。全仰臥位で検査を施行し、B-mode 上で短軸および長軸像を確認後、両側総頸動脈 (common carotid artery; CCA) far wall での IMT を測定、最大厚を max IMT と規定した^{8), 10)}。

まず各々の超音波装置ディスプレイモニター上で CCA far wall のうち最も厚い部位を max IMT 値として手動計測した。次に、同部位を保存した画像ファイルに対して、Windows 上で自動計測ソフト (IntimaScope, MEDIACROSS 社) を使用した。画像ファイルを開き、深度をソフト上で補正設定した後、CCA far wall のうち最も厚い部位をノギスフィルターの中央に設定し、IMT 値を自動計測した。さらにその後、自動計測で得られた画像から、IMT のライン (近位部、遠位部とも) に沿って手動で補正を行い、IMT 値を再計測した。各々の計測法で得られた max IMT 値を比較検討した。

また、max IMT 値を測定する際に、CCA の走行形態 (水平、蛇行、斜行) および IMT の明瞭さ、plaque の有無によって IMT 値のばらつきが変化するかどうかについても検討した。plaque が側壁にあり、far wall での max IMT の評価が困難な例や、near wall に max IMT が存在する例、B-mode、カラードプラ、パルスドプラ法を用いて 50% 以上の狭窄を認めた部位については今回の検討から除外した。統計学的処理としては StatView 5.0 を用い各々の相関係数を算出。p

Table 1 Subclassification of artery images and correlations between values of IMT measured manually, those determined using automatic-measurement software, and those determined by additional manual correction.

		automatic-measurement		manual correction after automatic-measurement	
		correlation	p value	correlation	p value
manual measurement	horizontal artery images (n=152)	0.316	<0.0001	0.771	<0.0001
	diagonal artery images (n=45)	0.030	0.8483	0.715	<0.0001
	serpentine artery images (n=21)	0.385	0.0852	0.887	<0.0001
	plaque images (n=41)	0.493	0.0009	0.937	<0.0001

<0.05 を有意と判断した。

結 果

手動計測での max IMT 値は右 0.84 ± 0.40 mm, 左 0.90 ± 0.51 mm, 自動計測での max IMT 値は右 1.07 ± 0.46 mm, 左 1.12 ± 0.44 mm であった。また、自動計測補正後の max IMT 値は右 1.00 ± 0.38 mm, 左 1.07 ± 0.45 mm であった。3 法での比較では手動計測よりも自動計測の方が max IMT 値が高く算出される傾向があった。各々の相関を Fig. 1 に示す。手動計測と自動計測、補正值のいずれも正の相関を示したが、手動計測と自動計測では相関が弱く、補正後の計測の方が手動計測と強い相関を示した。次に Table 1 に CCA の走行形態、plaque 例での手動計測と自動計測、補正後の計測値の相関を示す。手動計測と自動計測では CCA 水平例、plaque 例で有意な相関を示したが、斜行例、蛇行例は相関を認めなかった。また、水平例、plaque 例も弱い相関であった。一方、手動計測と自動計測補正後の値では、いずれも強い相関を示した。また、IMT の描出が明瞭で、コントラストがはっきりしている例ほど強い相関を示し、不明瞭な症例は相関しない傾向があった。水平例、斜行例の代表例をそれぞれ Fig. 2, 3 に示した。

考 察

早期動脈硬化を判断する方法としては max IMT の測定が汎用されている。しかし、機器自体の精度や術者の技量により、必ずしも信頼性の高い検査であるとは言えない。現在の超音波装置は主流が 0.1mm 単位の計測値の装置であり、0.01mm 単位までを正確に実測できるプローブや装置は限られており、また高価であるため、普及していない。さらに、その結果は検者の熟練度によっても左右されるため、治療効果などを精密に評価する際に問題が生じる可能性がある。

この問題を解消する一つの方法として、IMT の自動計測ソフトの実用化が期待される。これまでに自動計測ソフトを用いた報告としては、特に mean IMT 値の計測時間の短縮が報告されている¹⁵⁾。今回我々が用いたソフト (IntimaScope, MEDIACROSS 社) は、超音波装置で保存された画像ファイ

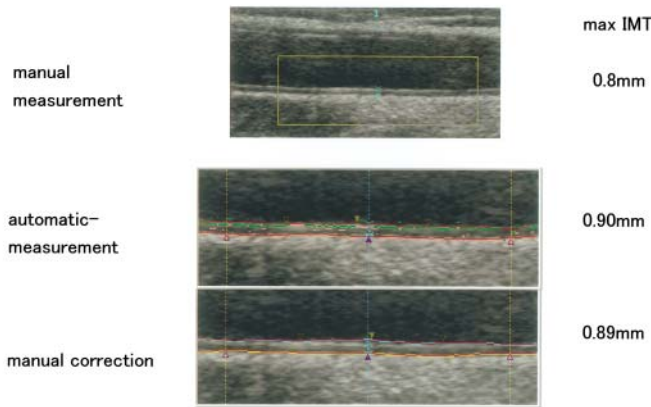


Fig. 2 IMT measurements in a horizontal artery image.

CCA max IMT measured 0.8 mm in manual measurement, 0.90 mm in automatic-measurement, and 0.89 mm in manual correction after automatic-measurement. Red lines represent the reading edges determined automatically using the software. Blue line and yellow line were drawn manually.

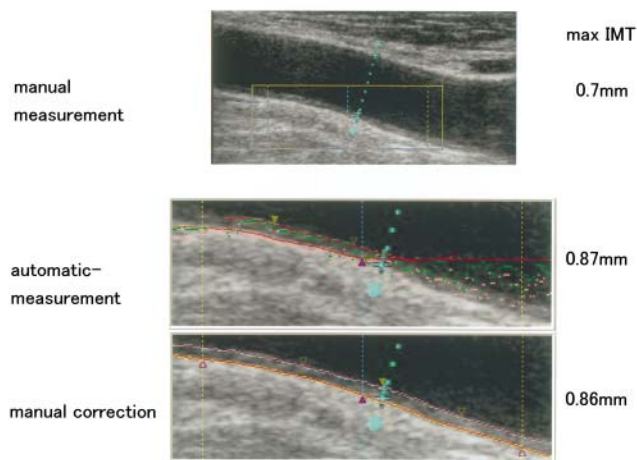


Fig. 3 IMT measurements in a diagonal artery image.

CCA max IMT measured manually was 0.7mm, whereas that measured manually was 0.87mm, and that corrected after automatic measurement was 0.86mm. In automatic measurement, the reading edge (red line) was miscalculated. Blue line and yellow line were drawn manually.

ルから、IMTを構成する高輝度－低輝度の境界部位を表示ドット（0.1mm）以下の subpixel 下（0.01mm）で推定するものである。CCAの内膜・外膜エッジポイント、ピーク輝度位置、エッジ位置をそれぞれ三次多項式で回帰し、得られたラインを自動的に形成し、max IMTやmean IMTを0.01 mm単位の精度で算出できる。簡単な操作で評価可能であり、客観性にも優れている。日本脳神経超音波学会頸動脈エコー検査ガイドライン作成委員会のガイドライン(案)⁸⁾によると、IMT測定の計測精度は目測での変動係数はCCA far wallで10.2%，near wallで10.8%とされているが、このソフトを使用した場合、設定区間のIMTを2cm区間で約250点のIMT値として算出し、max IMTやmean IMTを算出しているため、検者間での誤差を3－5%に押さえることが可能とされている。

自動計測を用いる最大の利点は、その正確性、再現性であり、検者間、施設間、装置間での格差も改善できる。今回の我々の検討では、手動計測と自動計測においておおむね、良好な相関を認めたが、一部の症例、特にCCAの走行が斜行している症例や蛇行例、IMTが明瞭に描出できていない症例では、実測値との間で誤差が見られた。自動計測では輝度の変化を正確にとらえにくく、その結果IMTを測定するライン上でドットをむすぶことができず、不正確な数値を示した。このような場合は、手動補正をかけることにより強い相関を得ることができた。一方でCCAを水平に描出し、IMTを測定するラインを明瞭に描出できていた症例ではほとんど自動計測値と補正值に差を生じていなかった。最初に明瞭な画像を描出できていれば、自動計測と補正でも良好な相関関係を得ることができると考えられた。

自動計測ソフトが客観性に優れていることは論を持たない。しかし、自動計測ソフトを正確に使用するためには、当然のことであるが最初に明瞭な画像を描出することが最も重要である。今後多数例での検討を重ねることにより、客観的な評価法として確立することが期待される。

本論文の要旨は第25回日本脳神経超音波学会総会（2006年4月20日、盛岡）において発表した。

文 献

- 1) Baldassarre D, Amato M, Bondioli A, Sirtori CR, Tremoli E: Carotid artery intima-media thickness measured by ultrasonography in normal clinical practice correlates well with atherosclerosis risk factors. *Stroke* 31: 2426-2430, 2000
- 2) Blankenhorn DH, Selzer RH, Crawford DW, Barth JD, Liu CR, Liu CH, Mack WJ, Alaupovic P: Beneficial effects of colestipol-niacin therapy on the common carotid artery. Two- and four-year reduction of intima-media thickness measured by ultrasound. *Circulation* 88: 20-28, 1993
- 3) Bots ML, Grobbee DE, Hofman A, Witteman JCM: Common carotid intima-media thickness and risk of acute myocardial infarction. The role of lumen diameter. *Stroke* 36: 762-767, 2005
- 4) Groot E, Jukema JW, Swijndregt ADM, Zwinderman AH, Akerstaff RGA, Steen AFW, Bom N, Lie KI, Bruschke AVG: B-mode ultrasound assessment of pravastatin treatment effect on carotid and femoral artery walls and its correlations with coronary arteriographic findings: a report of the regression growth evaluation statin study (REGRESS). *J Am Coll Cardiol* 31: 1561-1567, 1998
- 5) 片上直人：頸動脈肥厚度の意義。山崎義光，松尾汎，矢坂正弘，尾崎俊也（編）：臨床のための頸動脈エコー測定法，東京：日本医事新報社，2005，60-70
- 6) 永江学，杉原浩，高橋洋一，本間宏之，清水裕治：頸動脈IMT計測における検者間の検討。 *Neurosonology* 17:

148-150, 2004

- 7) 那須繁, 東條道徳, 中野幸恵, 船越健彦, 吉本雅彦, 古賀俊逸, 柳瀬敏彦, 井口登與志, 名和田新: 健診における自動計測ソフトによる頸動脈内中膜複合体厚計測の有用性. 健康医学 18 (3): 48-53, 2003
- 8) 日本脳神経超音波学会 頸動脈エコー検査ガイドライン作成委員会: 頸動脈エコーによる動脈硬化性病変評価のガイドライン (案). Neurosonology 15: 20-33, 2002
- 9) O'Leary DH, Polak JF, Kronmal RA, Manolio TA, Burke GL, Wolfson SK: Carotid-artery intima and media thickness as a risk factor for myocardial infarction and stroke in older adults. N Engl J Med 340: 14-22, 1999
- 10) 尾崎俊也: 頸動脈病変の診断. 山崎義光, 松尾汎, 矢坂正弘, 尾崎俊也 (編): 臨床のための頸動脈エコー測定法, 東京: 日本医事新報社, 2005, 32-39
- 11) Pignoli P, Tremoli E, Poli A, Oreste P, Paoletti R: Intimal plus medial thickness of the arterial wall: a direct measurement with ultrasound imaging. Circulation 74 (6): 1399-1406, 1986
- 12) Secil M, Altay C, Gulcu A, Cece H, Goktay AY, Dicle O: Automated measurement of intima-media thickness of carotid arteries in ultrasonography by computer software. Diag Interv Radiol 11: 105-108, 2005
- 13) Sidhu PS, Desai SR: A simple and reproducible method for assessing intimal-medial thickness of the common carotid artery. The British Journal of Radiology 70: 85-89, 1997
- 14) 山崎義光, 片上直人: 頸動脈エコー. 循環器科 56 (3): 240-247, 2004
- 15) Wendelhag I, Liang Q, Gustavsson T, Wikstrand J: A new automated computerized analyzing system simplifies readings and reduces the variability in ultrasound measurement of intima-media thickness. Stroke 28: 2195-2200, 1997