

定量的冠動脈造影法 (Quantitative Coronary Angiography: QCA) における施設間差の実態調査

千葉県循環器病センター

景山 貴洋/今関 雅晴/佐藤 次男

昭和大学病院

佐藤 久弥/中澤 靖夫

石心会狭山病院

植木 茂樹

N T T 東日本関東病院

若松 修

目 的

QCAは主にPTCA時のデバイスサイズの決定および治療効果の判定、さらにNew Deviceを用いた冠動脈治療の予後評価等のツールとして重要な役割を果たしている。このため、QCAの解析には十分な精度が要求される。一方、シネ画像はアナログからデジタルへと変り、その記録メディアはシネフィルムからDICOMフォーマットによるCD-Rへと着実に進化してきている。すでに我々はデジタルシネ撮影装置2機種におけるファントム実験から、DICOM画像是狭窄径が1mm以上でQCA解析に適用可能であることを報告した¹⁾。

今回の研究目的は調査対象機種を増やし、血管狭窄ファントムを用いてon line QCAおよびoff line QCAを行い、DICOM画像によるQCAの解析精度を調べたので報告する。

方 法

対象はデジタルシネ撮影装置6機種とした (Table 1)。血管狭窄ファントムはアクリルに脈管径5mmの円柱をくりぬき、5mmの円柱管に0.2、0.6、1.0、1.4、2.0、2.5、3.0mmの狭窄を作成したものを用い、イオパミロン370

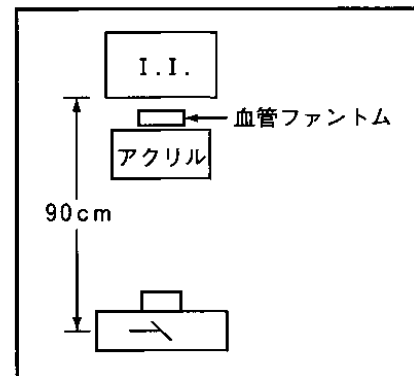


Fig. 1 実験の幾何学的配置図

Table 1 対象機種

デジタルシネ撮影装置	on line QCA	off line QCA
A: INTEGRIS H3000 (PHILIPS)	○	CINE、DICOM
B: HICOR/BICOR (SIEMENS)	○	CINE、DICOM
C: ADVANTEX (GE)	○	Digital tape
D: DFP 60A (TOSHIBA)	○	Digital tape
E: C-VISION (SHIMAZU)	○	—
F: INTEGRIS H3000 (PHILIPS)	○	CINE、DICOM

(SCHERING)を注入した。実験の幾何学的配置はX線焦点からI.I.グリッド前面間距離を90cmとし、血管狭窄ファントムを20cmの亚克力板上に置き、I.I.グリッド前面から5cmの距離に配置した (Fig.1)。I.I.サイズは6ないしは7インチとし、血管狭窄ファントムを12.5～15コマ/secでデジタルシネ撮影し、シネフィルム、CD-Rおよびデジタルテープに記録した (Table 1)。その後狭窄径を on line QCAおよび off line QCAで最小血管径 (MLD)を計測し、実狭窄径との差および計測値のバラツキを求めて精度を調べた。シネフィルム画像およびDICOMフォーマット画像の off line QCAにはQCA-CMSを使用し、on line QCAは装置の心血管解析装置を用いた。計測時のキャリブレーションは1cm格子のグリッド像を使用した。

また、造影剤はイオパミロン 370 (SCHERING)を使用した。

評価法

評価法はBlandとAltmanにより推奨された統計処理法を応用した²⁾。第一にMLDからファントムの実狭窄径 (TLD)の差を求め、1式に示した計算式でAccuracyを算出した。このAccuracyは実狭窄径からどれほどMLDが離れているかを知ることができ、実狭窄径とMLDの差が小さいほど精度の高いQCAが行われたことを示す。第二にMLDからTLDの差を求め、その標準偏差 (s.d)を算出しこれをPrecisionとする (2式)。Precisionはすなわち再現性の評価であり、この値が小さいほど再現性の高いQCAが行われたことを示す。

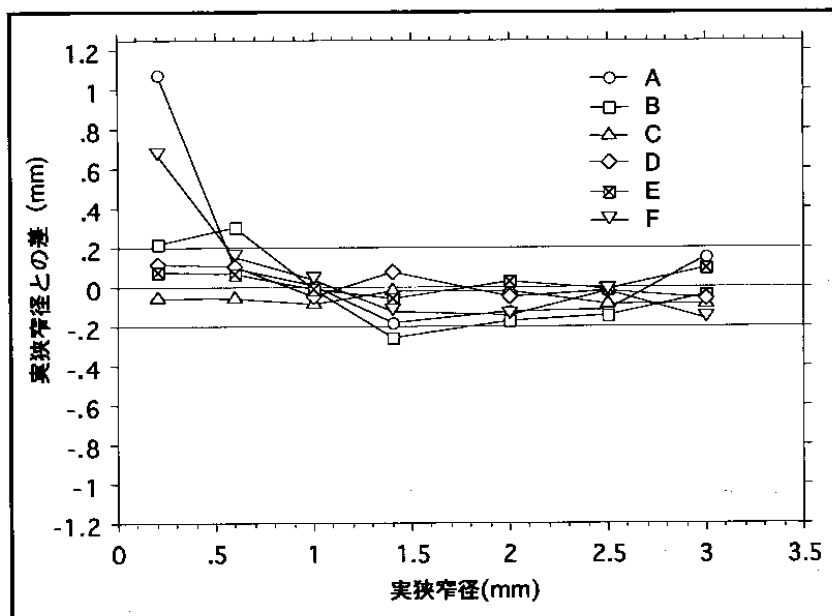


Fig.2 on line QCAにおけるMLDとTLDとの差

Table 2 on line QCAにおけるAccuracy、PrecisionおよびTLDとMLDとの相関係数

kV	マトリクス	相関係数	Accuracy	Precision
A: 72	1024 × 1024	0.988	0.133	0.436
B: 76	512 × 512 *	0.956	-0.013	0.208
C: 70	512 × 512	0.922	-0.057	0.029
D: 70	1024 × 1024	0.997	0.060	0.074
E: 70	1024 × 1024	0.990	0.021	0.059
F: 64	512 × 512	0.954	0.060	0.293

*NTSCでQCA-CMSへ入力

Accuracy

$$= \sum_i [\text{計測値 (mm)} - \text{実狭窄径 (mm)}] / N \quad \dots (1)$$

Precision

$$= s.d [\text{計測値 (mm)} - \text{実狭窄径 (mm)}] \quad \dots (2)$$

また、TLDとMLDとの相関係数を求めた。

結 果

画像記録の種別は、シネフィルムが3機種、CD-RへのDICOM記録(512×512、8bit、LPEG)が3機種、デジタルテープへの記録

(無圧縮)が2機種であった(Table 1)。また、血管狭窄ファントムの撮影管電圧の範囲は64～76kVであった(Table 2)。

6機種のon line QCAはTLDが0.5mm～3.0mmの範囲において5機種が±0.2mm以下であり、そのうちの3機種はTLDが0.2mmまで誤差が小さかった(誤差±0.2mm)。また、TLDが0.5mm以下では6機種間のバラツキが大きくなる傾向にあった(Fig. 2)。Accuracyの範囲は-0.013～0.133mm(A機種-B機種)であり(Table 2)、Precisionは0.029～0.436mm(C機種-A機種)であった(Table

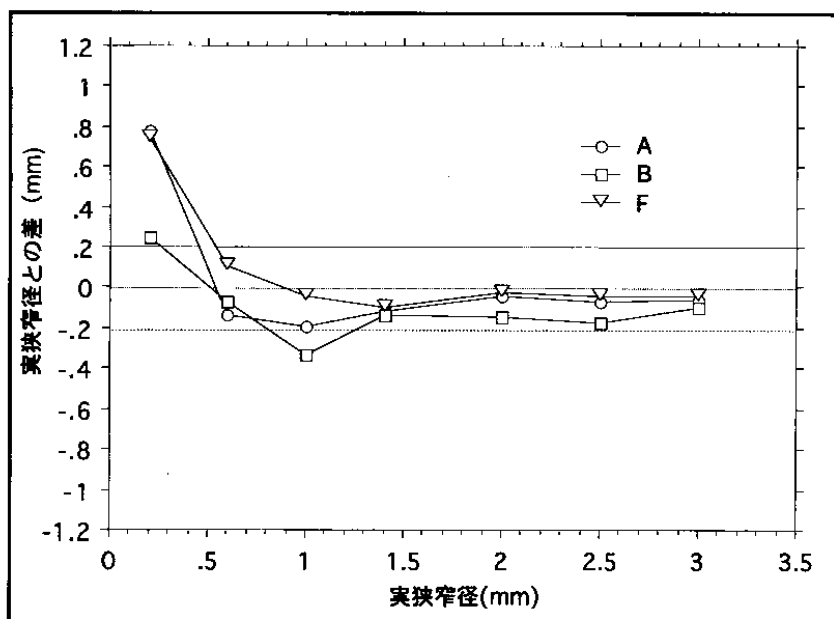


Fig. 3 シネフィルム画像のoff line QCAにおけるMLDとTLDとの差

Table 3 off line QCAにおけるAccuracy、PrecisionおよびTLDとMLDとの相関係数

記録媒体	マトリクス	相関係数	Accuracy	Precision
A:CINE	768×494	0.943	0.023	0.337
DICOM	512×512*	0.904	-0.095	0.173
DICOM	512×512	0.952	0.043	0.255
B:CINE	768×494	0.984	-0.101	0.177
DICOM	512×512*	0.956	0.193	0.224
DICOM	512×512	0.964	0.060	0.401
C:Digital tape	512×512	0.984	-0.010	0.138
D:Digital tape	1024×1024	0.996	0.023	0.083
F:CINE	768×494	0.957	0.087	0.294
DICOM	512×512	0.977	0.071	0.201

*NTSCでQCA-CMSへ入力

2)。また、TLDとMLDとの相関係数は0.922～0.997 (C機種-D機種)と高い相関を示した (Table 2)。

シネフィルムのoff line QCAはAとF施設でTLDが0.5mm～3.0mmの範囲で誤差は±0.2mm以下であり、TLDが0.2mmでは誤差が0.2mm以上と大きくなった (Fig. 3)。Accuracyの範囲は-0.101～0.087mm (B機種-F機種) であり、Precisionは0.177

～0.337mm (B機種-A機種)であった (Table 3)。TLDとMLDとの相関係数は0.943、0.957、0.984 (A、F、B機種)と高い相関を示した (Table 3)。

DICOMフォーマット画像を用いたoff line QCAは、TLDが1.0mm～3.0mmの範囲で誤差は±0.2mm以下であり、TLDが1.5mm以下になると誤差が大きくなる傾向が認められ、TLDが0.2mmは誤差が0.2mm以上と大きく

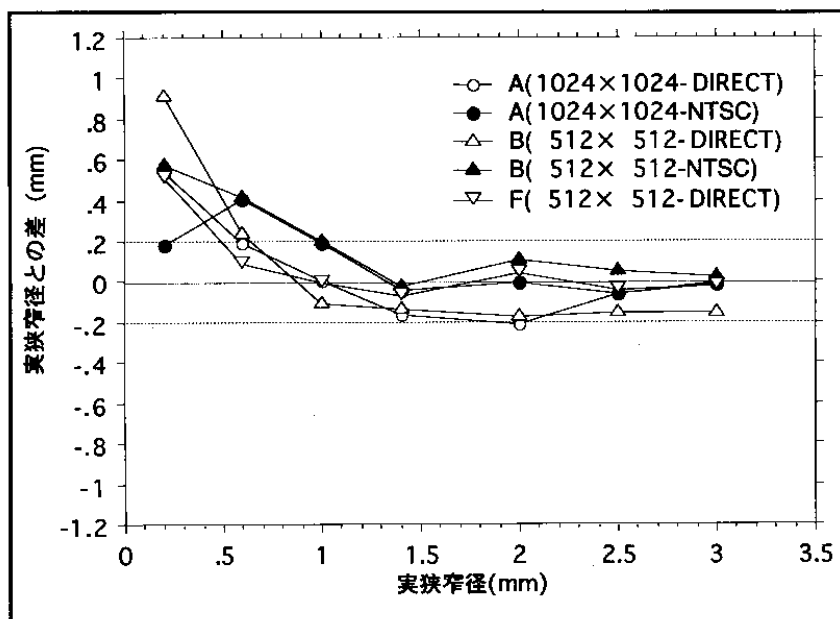


Fig. 4 DICOM画像 (CD-R) のoff line QCAにおけるMLDとTLDとの差

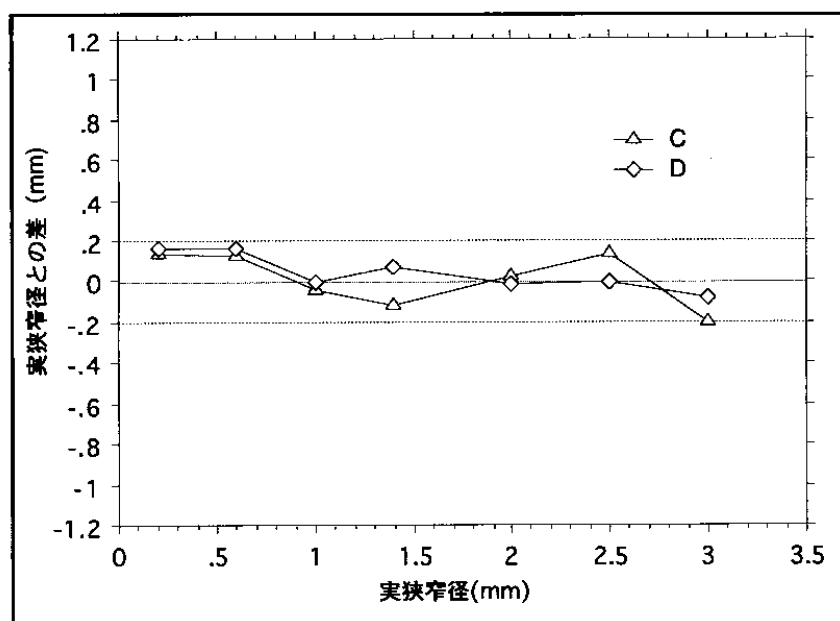


Fig. 5 デジタルテープ画像のoff line QCAにおけるMLDとTLDとの差

なった(Fig.4)。Accuracyの範囲は-0.095～0.193mm(A機種-B機種)であり、Precisionは0.173～0.401mm(A機種-B機種)であった(Table 3)。TLDとMLDとの相関係数は0.904～0.977(A機種、NTSCでQCA-CMSに画像入力-F機種)と高い相関を示した(Table 3)。

デジタルテープへ記録された画像を用いたoff line QCAはTLDが0.2mm～3.0mmの範囲で誤差が±0.2mm以下であった(Fig.5)。Accuracyの範囲は-0.010、0.023mm(C、D機種)であり、Precisionは0.138、0.083mm(C、D機種)であった(Table 3)。また、TLDとMLDとの相関係数は0.984、0.996(C、D機種)と高い相関を示した(Table 2)。

考 察

今回のデジタルシネ撮影装置6機種を対象としたQCAの実態調査から、CD-Rに記録されたDICOM画像によるoff line QCAはTLDが1.0mm～3.0mmの範囲でAccuracyが±0.2mm以下であった。また、Precisionは0.173～0.401mmであった。この結果は、on line QCA、シネフィルムのoff line QCAおよびデジタルテープへ記録された画像を用いたoff line QCAと比較しても同等のQCA解析が行われたことを意味するものと考えられた。TLDが0.6mmでは6機種中5機種のon line QCA、シネフィルムのoff line QCAおよびデジタルテープに記録された画像を用いたoff line QCA

のAccuracyが±0.2mm以下であるのに対して、DICOM画像によるoff line QCAはAccuracyが低下した。これは、DICOM画像が512×512、8bitで記録されること、記録時のデジタル画像処理、デジタル-アナログ-デジタル変換時の画像劣化などが原因と考えられた。

結 論

デジタルシネ撮影装置6機種を対象にon line QCAおよびoff line QCAの解析精度について調べた。DICOM画像によるoff line QCAは、TLDが1.0mm～3.0mmの範囲ではAccuracy、PrecisionおよびTLDとMLDとの相関係数はon line QCA、シネフィルムのoff line QCA、デジタルテープのoff line QCAと同様な結果が得られた。以上から、TLDが1.0mm～3.0mmの範囲ではQCA解析に使用していただけるものと考えられる。

文 献

- 1) 景山貴洋、今関雅晴、佐藤久弥、植木茂樹
他：DICOM画像による定量的冠動脈造影法の有用性について、全国循環器撮影研究会誌2000:12:34～37
- 2) Bland JM, Altman DG. Statistical method for assessing agreement between two methods of clinical measurement. *Lancet* 1986;2:307～310