

◆ 원 저 ◆

단층촬영영상을 이용한 T.O.D Calibration의 정확성과 유용성에 관한 비교연구

서정범 · 김동현 · 이정범

건국대학교병원

Comparative Study on Accuracy and Usefulness of Calibration Using CT T.O.D

Jeong Beom Seo · Dong Hyeon Kim · Jeong Beom Lee

Department of Radiology, Konkuk University Medical Center

Abstract

Uses a Tomographic scan image and Table Object Distance(TOD) price after measuring, uses accuracy and usability of blood vessel diameter(Vessel Diameter) measurement under comparison evaluating blood vessel TOD Calibration. The patient who enforces Prosecuting Attorney abdomen Tomographic scan in the object the superior mesentery artery uses PACS View from abdomen fault image and from blood vessel diameter and the table measures the height until of the blood vessel. Uses Angio Catheter from Angiography(5 Fr.) and enforces is measured from PACS View the height until of the table which and the blood vessel at TOD Calibration price and the size of the superior mesentery artery inputs measures an superior mesentery artery building skill. Catheter Calibration input Agnico Catheter where uses in Angiography the size of the superior mesentery artery at Catheter Calibration price and they measure. Produced an accuracy from monitoring data and comparison evaluated. The statistical program used SPSS. TOD Calibration accuracy was 96.53%, standard deviation is 0.03829. Catheter Calibration accuracy of 92.91%, standard deviation is 0.05085. Represents a statistically significant difference($p = 0$). According to age and gender was not statistically significant($p > 0.05$). TOD Calibration correlation coefficient R-squared of 88.8%, Catheter Calibration of the R-squared is 75.5%. High accuracy of both methods. Through this study, CT images using the measured distance between the table and the Object, TOD Calibration accuracy higher than two Catheter Calibration was measured. TOD and Catheter Calibration represents a statistically significant difference($p = 0$).

Key Words : Tomographic scan, TOD, PACS, Vessel Diameter

Received January 26, 2011, 1st Revised February 10, 2011/ 2nd

Revised February 23, 2011/ Accepted for Publication March 07, 2011

Corresponding Author: 이정범

(143-729) 서울시 광진구 화양동 4-12번지

건국대학교병원 영상의학과

Tel: 02) 2030-5525 Fax: 02) 2030-5549

E-mail: 20040111@kuh.ac.kr

I. 서 론

1895년 11월 8일 독일의 물리학자 뤼트겐(Wilhelm Conrad Roentgen, 1845~1923)은 어떠한 물리적인 에너지에 의해 인체를 투영해서 볼 수 있는 X-선의 발견으로 의료 방사선은 인류의 질병을 진단 및 치료 및 연구에 활용되어 질병으로부터 인류의 건강을 보호하고 의학을 발전시키는데 중요한 역할을 하고 있어 그 이용이 크게 증가하고 이용분야도 확대되고 있다. 최근 IT의 발전과 방사선 검출기의 발전으로 의료 환경도 급속하게 디지털환경으로 변화되고 있다.¹ 혈관조영장비도 소프트웨어의 발전과 디지털 평판형 검출기(Flat Panel Detector)의 출현으로 아날로그장비보다 높은 양전자검출효율, 넓은 관용도, 기하학적 왜곡현상 제거에 따른 화질의 개선으로 진단 및 중재적 시술에 많은 도움을 제공하고 있다.^{2~5}

예전 혈관조영술은 단순진단분야로 발전해 왔지만, 최근에는 의료기구의 발전으로 진단분야만 아닌 중재적 시술(Intervention)이라는 치료분야까지 발전 시행되고, 그 시술 건수도 급격하게 증가추세이다.¹ 중재적 시술은 기존수술에 비하여 전신마취가 필요 없고, 비침습적이며, 통증이나 고통이 적고, 입원기간의 단축으로 생산적 일상복귀가 빠르게 되어 의료비용 효과 면에서도 많은 이득이 있다. 오늘날은 평균수명의 증가와 식습관, 흡연으로 인하여 혈관질환이 증가되고 있으며,⁶ 혈관질환으로는 혈관 협착(Stenosis)과 폐쇄(Occlusion)가 증가되고 있으며, 과거에는 주로 수술을 원칙으로 치료하였으나, 중재적 시술의 발전으로 비침습적인 경피적 혈관성형술(PTA, Percutaneous Transluminal Angioplasty)이나 스텐트 삽입술(Stent insertion)로 치료하고 있다. 경피적 혈관성형술(PTA) 또는 스텐트삽입술(Stent insertion)에서 풍선카테터(Balloon Catheter)나 스텐트(Stent)의 정확한 직경 및 길이 결정은 성공여부에 결정적 요인으로 작용 될 수 있다. 혈관보다 큰 사이즈의 풍선카테터나 스텐트를 사용하면 혈관박리(Dissection)를 발생시킬 수 있고, 작은 사이즈의 풍선카테터나 스텐트를 사용하면 재협착률(Restenosis)을 증가 시킨다.^{7~8} 현재 혈관조영검사실에서 사용하고 있는 정량적 분석(Quantitative method)으로는 Catheter, Manual Distance, Manual Shpere Calibration을 이용하고 있다. 정량적 분석 중 Catheter Calibration은 사용법이 간단하여 많이 이용하고 있다.⁹ Catheter

Calibration은 혈관조영술에 사용되는 Catheter을 이용하여 Catheter 두께를 측정 입력하여 정량적 분석을 시행한다. 하지만 조영제의 주입방법, 농도, Catheter의 위치이나 재질, 구조, 화면 내 위치에 따라 오차가 발생하고 있다. 최근에는 진단 목적으로 시행하는 혈관조영검사(Angiography)는 전산화단층 촬영과 자기공명영상에서 삼차원(3D) 영상처리로 대체 시행되고 있으며, 진단 적 소견이 발견 시 혈관조영검사실에서 혈관조영술을 시행하고 확인하고 중재 적 시술로 치료되고 있다.¹⁰ TOD Calibration을 이용하기 위해서는 Table부터 Object까지의 거리가 필요하다.

본 연구는 단층촬영영상을 이용하여 TOD(Table Object Distance)값을 측정 후 Catheter Calibration과 TOD(Table Object Distance) Calibration을 이용한 혈관직경(Vessel Diameter)측정의 정확성 및 유용성을 비교 평가하고자 하였다.

II. 실험장치 및 실험방법

1. 실험장치

실험장비로 독일 Siemens사의 AXIUM Artis 디지털 혈관조영장비, 미국 GE 64 ch LightSpeed VCT, 독일 Siemens SOMATOM Definition Dual Source CT를 사용하였다(Fig. 1).

실제 상장간막동맥(SMA)크기와 TOD Calibration 측정을 위하여 GE PACS CENTRICITY(Ver. 3052, 미국) PACS View를 이용 하였다.



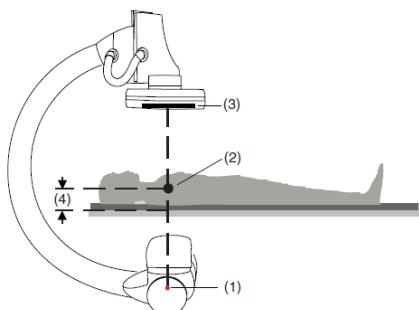
Fig. 1. Siemens AXIUM Artis



Fig. 2. Abdominal CT images of superior mesenteric artery diameter measurement



Fig. 3. Table and measuring the height between the superior mesenteric artery



(1) Focal spot of X-ray tube
 (2) Isocenter
 (3) Image receptor plane
 (4) TOD (Table-Object Distance)

Fig. 4. TOD Calibration

Catheter Calibration은 Angio Catheter Cook사의 5 Fr. RH Catheter를 이용하였다. 네덜란드 Pie Medical사의 정량적 분석 프로그램을 이용하여 Calibration과 혈관 크기 측정을 시행하였다. 측정값은 SPSS통계프로그램(Ver. 12)을 이용하여 통계적 유의성을 비교분석 하였다.

2. 실험방법

2010년 3월부터 8월까지 서울에 소재한 일개종합병원에 재원 중 상장간막동맥(SMA) 조영술을 시행한 환자를 대상으로 상장간막동맥(SMA) 혈관 크기를 측정하였다.

GE PACS View를 이용하여 상장간막동맥(SMA)조영술을 시행할 환자의 복부단층촬영영상을 검색하고, 상



Fig. 5. 5 Fr. RH Catheter Angiography of superior mesenteric artery Using

장간막동맥(SMA)영상을 찾는다. 복부단층 촬영영상에서 상장간막동맥(SMA)크기를 PACS View의 거리측정 도구를 이용하여 혈관직경을 측정한다. 혈관직경 측정 시 혈관의 중간을 통과 하게 하고 5회 측정하여 평균값을 선택하였다(Fig. 2).

PACS View를 이용하여 Tabel과 상장간막동맥(SMA)까지를 거리를 측정하여 TOD Calibration값으로 정한다(Fig. 3).

총대퇴동맥을 천자하고 5 Fr. RH Angio Catheter를 이용하여 상장 간막동맥(SMA) 혈관조영술을 실시한다. 복부단층촬영영상에서 측정된 테이블과 상장간막동맥(SMA)까지 거리를 TOD Calibration값으로 입력하고 상장간막동맥(SMA)크기를 측정한다(Fig. 4, 5, 6, 7, 8).



Fig. 6. Table and measuring the height between the superior mesenteric artery

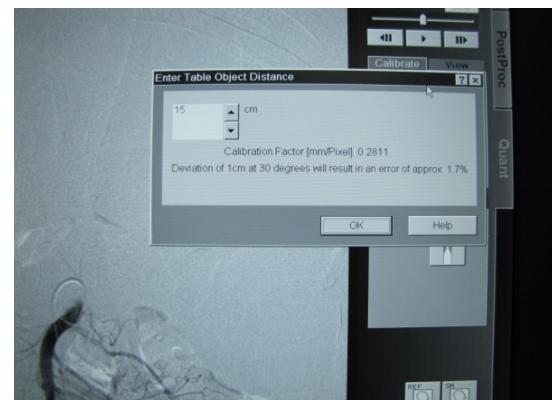


Fig. 7. TOD Calibration value input

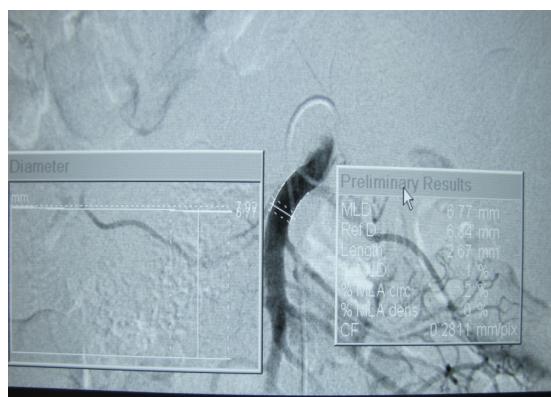


Fig. 8. TOD Calibration of superior mesenteric artery diameter measurement using

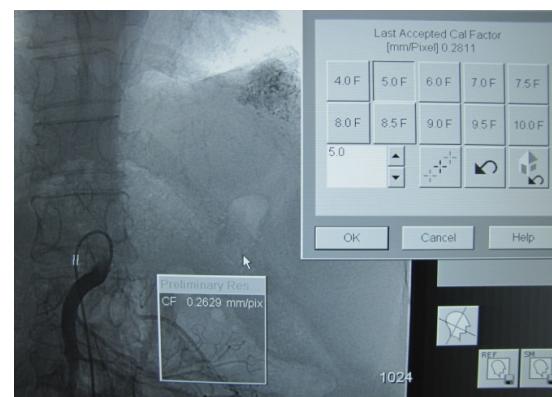


Fig. 9. 5 Fr. Anigo Catheter Calibration Using

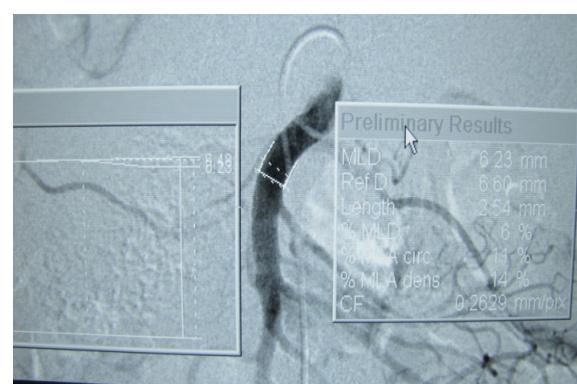


Fig. 10. Catheter Calibration measurements with the superior mesenteric artery

상장간막동맥(SMA) 혈관조영술에 사용된 5 Fr. RH Angio Catheter를 이용하여 Catheter Calibration을 실시하고 상장간막동맥(SMA)크기를 측정 한다(Fig. 9, 10).

전산화단층촬영영상과 TOD, Catheter Calibration으

로 측정된 상장간막동맥(SMA)의 크기, TOD, 정확률, 성별, 나이를 SPSS통계프로그램으로 정확성과 유용성을 통계적으로 알아본다.

Table 1. CT of TOD, Catheter Calibration measured

순번	CT diameter	TOD	TOD diameter	TOD 정확률	Catheter diameter	Catheter 정확률	성별	나이
1	8.6 mm	143 mm	8.36 mm	0.97	7.57 mm	0.88	F	43
2	5.9 mm	158 mm	5.8 mm	0.98	5.80 mm	0.98	F	68
3	6.2 mm	130 mm	6.19 mm	1.00	5.81 mm	0.94	F	69
4	5.4 mm	159 mm	5.63 mm	0.96	5.14 mm	0.95	F	67
5	5.6 mm	130 mm	5.7 mm	0.98	5.96 mm	0.94	F	55
6	6.5 mm	153 mm	6.79 mm	0.96	7.20 mm	0.89	F	62
7	5.6 mm	156 mm	5.86 mm	0.95	5.30 mm	0.95	F	75
8	5.8 mm	158 mm	5.86 mm	0.99	5.69 mm	0.98	F	68
84	5.6 mm	150 mm	6.67 mm	0.81	5.54 mm	0.99	F	58
85	6.1 mm	152 mm	6.34 mm	0.96	6.59 mm	0.92	F	39
86	6.3 mm	136 mm	6.39 mm	0.99	6.54 mm	0.96	F	62
87	5.4 mm	138 mm	5.61 mm	0.96	5.74 mm	0.94	M	49
88	6.3 mm	159 mm	6.18 mm	0.98	6.47 mm	0.97	M	86
89	8.3 mm	159 mm	8.46 mm	0.98	7.45 mm	0.90	M	57

Table 2. Paired sample statistics

	Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
TOD Calibration	.9653	89	.03829	.00406
Catheter Calibration	.9291	89	.05085	.00539

III. 결 과

1. 측정 결과

서울지역에 소재한 일개 종합병원에 입원환자 중 상장간막동맥(SMA) 혈관조영술을 시행 한 89명의 환자를 대상으로 상장간막동맥(SMA) 혈관직경을 측정하였다. 남자는 64명, 여자는 25명, 평균나이 60세이다(Table 1).

Table 1의 데이터는 전산화단층촬영영상에서 측정한 상장간막동맥(SMA)와 테이블과 상장간막동맥의 높이, TOD Calibration을 이용한 측정값, TOD의 정확성, Catheter Calibration을 이용한 측정값, Catheter의 정확성, 성별, 나이로 표시하였다.

2. Paired Sample Test

위 통계에서 TOD Calibration을 통한 상장간막동맥(SMA) 정확성은 평균 96.53%, 표준편차 0.3829이고, Catheter Calibration을 상장간막동맥(SMA) 정확성은 평균 92.91%, 표준편차 0.5085으로 측정되었으며, 유의수준이 $p < 0.05$ 이므로 두 집단이 차이가 없다는 귀무가설은 기각된다. 따라서 TOD Calibration과 Catheter Calibration은 유의한 차이가 있는 것으로 해석할 수 있다. 전산화단층촬영영상을 이용한 TOD Calibration이 Catheter Calibration보다 정확도가 높다고 할 수 있다(Table 2, 3, 4).

Table 3. Paired sample correlation coefficient

	N	Correlation	Sig.
TOD Calibration & Catheter Calibration	89	.489	Sig.

Table 4. Paired sample test

	Paired Differences							Sig. (2-tailed)	
	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference		t	df		
				Lower	Upper				
TOD - Catheter	.03618	.07409	.00785	.02057	.05179	4.607	88	.000	

Table 5. Analysis of variance according to age

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
TOD Calibration	Between Groups	.001	1	.001	.392	.533
	Within Groups	.128	87	.001		
	Total	.129	88			
Catheter Calibration	Between Groups	.000	1	.000	.083	.774
	Within Groups	.227	87	.003		
	Total	.228	88			

Table 6. Groups according to gender statistics

	Sex	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
TOD Calibration	M	64	.9669	.03558	.00445
	F	25	.9612	.04503	.00901
Catheter Calibration	M	64	.9281	.05372	.00671
	F	25	.9316	.04356	.00871

3. ANOVA 분석

TOD Calibration에서 나이에 따른 ANOVA분석 유의 확률은 $p > 0.962$ 이고, Catheter Calibration에서 나이에 따른 ANOVA분석 유의 확률은 $p > 0.979$ 이므로 나이에 따른 두 집단의 차이는 없다고 해석할 수 있다 (Table 5).

4. 성별에 따른 T-test

TOD Calibration에서 t-test 결과, 두 집단 모분산의 동질성을 나타내는 F-value 값이 0.014이고 유의 확률이 $p > 0.905$ 이므로 “Equal variances assumed”을 가정한 상태에서 검증결과를 해석, t값은 -1.832 이고 유의확률(Sig. 2-tailed)이 $p > 0.70$ 으로 성별 간 차

Table 7. Independent sample test

		Levene's Test for Equality of Variances			t-test for Equality of Means					
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
TOD	Equal variances assumed	.558	.457	.626	87	.553	.00567	.00906	-.01234	.02369
	Equal variances not assumed			.565	36.314	.576	.00567	.01004	-.01469	.02604
Catheter Calibration	Equal variances assumed	.418	.520	-.288	87	.774	-.00348	.01206	-.02744	.02049
	Equal variances not assumed			-.316	53.756	.753	-.00348	.01100	-.02553	.01858

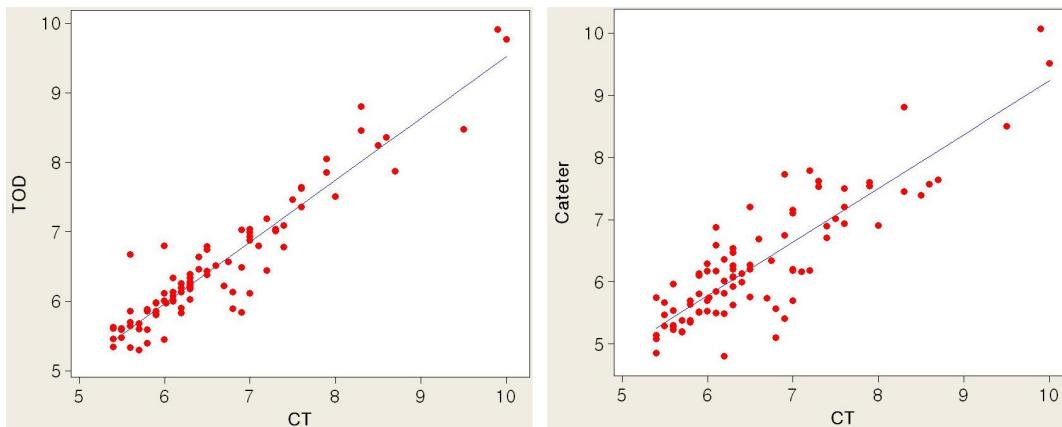


Fig. 11. TOD Calibration and Catheter Calibration regression coefficient

이가 없다. Catheter Calibration에서 t-test 결과, 두 집단 모분산의 동질성을 나타내는 F-value 값이 1.323이고 유의확율이 $p > 0.253$ 이므로 “Equal variances assumed”을 가정한 상태에서 검증결과를 해석, t값은 -1.772이고 유의확율(Sig. 2-tailed)이 $p > 0.80$ 이므로 성별 간 차이가 없다(Table 6, 7). 그러므로 두 방법 모두 성별에 따른 차이는 없다고 해석할 수 있다.

5. 회귀분석 상관계수

회귀분석에서 상관계수는 TOD Calibration은 R-제곱값이 88.8%이고, Catheter Calibration은 R-제곱값이 75.5%이다(Fig. 11).

IV. 고찰

오늘날 의료장비의 발전으로 신속한 검사와 진단이 이루어지고 있다. 예전 혈관조영검사실에서만 혈관조영술을 시행하였지만, 최근에는 전산화단층촬영과 자기공명영상을 이용한 삼차원(3D) 영상처리를 이용하여 진단 목적의 혈관 조영검사를 시행하고 있다.¹¹ 또한 의료기구의 발전으로 수술적 방법을 이용하지 않고 비침습적인 중재적 시술(Intervention)이 가능해졌다. 중재적 시술은 환자치료에 수술에 비하여 많은 장점을 가지고 있고 의료비용과 효과면에서 많은 이득이 있다. 그리하여 중재적 시술은 계속적인 증가추세를 보이고 있다.¹²

오늘날은 평균수명의 증가와 식습관, 흡연으로 인하여 혈관질환이 증가되고 있으며, 혈관질환으로 협착(Stenosis)과 폐쇄(Occlusion)가 있다. 과거에는 주로 수술이 원칙으로 되어 있었으나, 경피적혈관성형술(PTA) 또는 스텐트 삽입술(Stent insertion)이 좋은 결과 얻고 있다. 하지만 경피적 혈관성형술 또는 스텐트

삽입술에 풍선카테터(Balloon catheter)나 스텐트의 직경 및 길이 결정은 재협착, 혈관박리, 시술성공여부 판정에 영향을 준다.

실제 우리의 몸은 3차원으로 구성되어 있으나, 일반적인 혈관조영영상은 2차원으로 표현되고 있다. 최근 진단에서는 3차원 영상처리로 발전하고는 있다. 하지만 중재적 시술은 진단과 동시에 치료를 시행하므로 빠르고 정확한 분석이 필요하다. 그래서 정량적 분석(Quantitative method)으로 Catheter, Manual Distance, Manual Shpere Calibration을 이용하고 있다. 이중 Catheter Calibration은 사용법이 간단하여 정확성이 높아 많이 이용하고 있다.¹⁰ 하지만 조영제 주입방법과 농도, Catheter의 위치, 재질, 구조, 화면 내 위치에 따라 오차가 발생하고 있다.^{13~14} 오차의 원인별로는 디지털화 분석에 약 50%, 환자나 장비 및 시술에 따라 30%, 화면의 선택에 따라 13% 정도 발생하며, 이 외에도 동맥의 긴장도 조영제와 혈액의 혼합정도 등이 영향을 미칠 수 있다(Table 8).

Table 8. Comparison of Calibration Factor and Image Contrast of Each of the Current-Generation, with Different Concentrations of Contrast Agent and Different Intensifier Modes.

French size	Concentration of contrast agent in the catheter					
	100%		50%		Saline	
	Calibration factor	Image contrast†	Calibration factor	Image contrast†	Calibration factor	Image contrast†
Catheter						
Intensifier mode = 13 cm§						
Bard Mainstay	6F	0.197 ± 0.005	0.25 ± 0.02	0.183 ± 0.003	0.16 ± 0.01	0.169 ± 0.004
Schneider Guider	6F	0.201 ± 0.004	0.23 ± 0.03	0.189 ± 0.004	0.15 ± 0.02	0.175 ± 0.004
Cordis Britetip	6F	0.188 ± 0.011	0.25 ± 0.02	0.187 ± 0.012	0.18 ± 0.01	0.174 ± 0.009
Medtronic Vector	6F	0.194 ± 0.005	0.25 ± 0.01	0.184 ± 0.001	0.18 ± 0.01	0.166 ± 0.005
Bard Mainstay	7F	0.194 ± 0.007	0.30 ± 0.01	0.190 ± 0.003	0.20 ± 0.01	0.175 ± 0.003
Mallinckrodt Trax	7F	0.190 ± 0.007	0.28 ± 0.02	0.186 ± 0.006	0.21 ± 0.00	0.179 ± 0.009
Japan-lifeline Pro-guide	7F	0.192 ± 0.006	0.28 ± 0.02	0.182 ± 0.004	0.19 ± 0.02	0.174 ± 0.003
Japan-lifeline Prime 7	7F	0.193 ± 0.002	0.31 ± 0.02	0.186 ± 0.004	0.22 ± 0.01	0.179 ± 0.003
Bard Mainstay	8F	0.196 ± 0.002	0.32 ± 0.10	0.188 ± 0.001	0.22 ± 0.01	0.180 ± 0.003
Average		0.194 ± 0.005	0.28 ± 0.03	0.186 ± 0.004	0.20 ± 0.02	0.174 ± 0.006
Average difference‡		+1.0%		-3.2%		-9.9%
Intensifier mode = 17 cm§						
Bard Mainstay	6F	0.253 ± 0.007	0.25 ± 0.02	0.238 ± 0.001	0.18 ± 0.01	0.219 ± 0.006
Schneider Guider	6F	0.258 ± 0.003	0.25 ± 0.03	0.249 ± 0.010	0.18 ± 0.00	0.220 ± 0.008
Cordis Britetip	6F	0.246 ± 0.010	0.26 ± 0.01	0.232 ± 0.013	0.19 ± 0.01	0.213 ± 0.006
Medtronic Vector	6F	0.247 ± 0.009	0.24 ± 0.02	0.233 ± 0.007	0.18 ± 0.02	0.210 ± 0.004
Bard Mainstay	7F	0.252 ± 0.007	0.30 ± 0.01	0.245 ± 0.002	0.21 ± 0.01	0.217 ± 0.010
Mallinckrodt Trax	7F	0.247 ± 0.008	0.30 ± 0.02	0.237 ± 0.014	0.22 ± 0.02	0.222 ± 0.014
Japan-lifeline Pro-guide	7F	0.253 ± 0.005	0.27 ± 0.02	0.240 ± 0.006	0.20 ± 0.01	0.220 ± 0.005
Japan-lifeline Prime 7	7F	0.246 ± 0.010	0.34 ± 0.02	0.238 ± 0.005	0.24 ± 0.02	0.217 ± 0.006
Bard Mainstay	8F	0.256 ± 0.005	0.33 ± 0.02	0.244 ± 0.002	0.22 ± 0.01	0.228 ± 0.003
Average		0.251 ± 0.008	0.28 ± 0.04	0.240 ± 0.008	0.20 ± 0.02	0.219 ± 0.008
Average difference‡		+0.4%		-4.0%		-12.4%

* The gold standard of the calibration factor determined by using a measure scale was 0.192 mm/pixel.

† The image contrast of a catheter is the difference between peak and base values of the profile curve divided by their sum.

‡ The average difference is the average increase in the measured calibration factor from the gold standard determined by using a measure scale.

§ The gold standard of the calibration factor determined by using a measure scale was 0.250 mm/pixel.

Catheter Calibration의 정확성은 평균 92.91%, 표준편차 0.05085 TOD Calibration의 정확성은 평균 96.53%, 표준편차 0.03829로 TOD Calibration이 정확성이 높은 것으로 측정되었다. 하지만 Catheter Calibration도 92.91%로 상관계수 R-제곱값도 75.5%로 정확성이 높은 것으로 판단 할 수 있다.

이 실험의 한계로는 전산화단층촬영영상에서 측정한 혈관크기가 개인적인 관점에 의한 오차가 생길 수 있다.

혈관에 삽입한 스텐트에 문제가 생긴 경우 수술이외에 방법으로 제거가 불가능할 수 있다. 그러므로 여러 장비를 통한 검사를 통하여 정확한 진단과 측정을 통해 비교하여 보다 정확한 측정값을 얻을 수 있다.

또한 TOD나 Catheter Calibration이 모두 쉽게 이용이 가능하므로 상호보완적으로 이용하면 보다 정확하고 신속한 시술이 가능해 진다.

V. 결 론

이 실험에서 TOD Calibration은 전산화단층촬영에서 측정된 혈관직경의 일치률이 평균 96.53%, 표준편차 0.03829으로 측정되었으며, Catheter Calibration은 평균 92.91%, 표준편차 0.05085으로 측정되었다. Paired Sample Test에서 유의수준은 $p < 0.05$ 이므로 두 가지 측정방법은 통계적으로 유의한 차이를 보인다. TOD Calibration과 Catheter Calibration 방법 중 Table Object Distance를 이용한 TOD Calibration의 정확도가 높으며 이는 통계적으로 유의한 차이가 있는 것으로 해석이 가능하다. 회귀분석 상관계수에서는 TOD Calibration의 R-제곱값은 88.8%이고, Catheter Calibration의 R-제곱값은 75.5%로 측정되었다. 본 연구에서 테이블과 Object의 거리를 통한 TOD Calibration이 Catheter Calibration보다 정확성이 우수한 것으로 나타내었다. 성별과 나이에는 영향을 받지 않다. TOD Calibration은 TOD값을 측정만 가능하면 정확성이 높은 값을 얻을 수 있다. 중재적 시술 전 정확한 진단을 위하여 전산화단층촬영 또는 자기공명 영상을 시행하고 있다. 두 검사를 이용하여 목적하는 혈관의 위치를 측정하여 Table Object Distance 측정이 가능하다면, TOD Calibration으로 정확성이 높은 혈관직경 측정이 가능하다.

참고문헌

- Rosch J, Keller FS, Kaufman JA. The birth, early years, and future of interventional radiology. *J Vasc Interv Radiology* 2003; 14: 841-53.
- 김태일, 윤진호, 백금문, 김정이, 오제선, 이형진. 디지털 디텍터 방식(Flat Panel Detector) 혈관조영 장비의 선량비교. 대한인터넷영상기술학회 2007; 10: 84-91.
- 권영백, 오제선, 김태형, 김찬민, 김경아, 박지홍. 혈관조영검사 및 인터넷 시술의 변화 분석. 대한인터넷영상기술학회지 2010; 13: 78-82.
- Lee JS. Decrease of Smoking-Related Disease Incidences and Cost Savings as a Result of the Recent Anti-Smoking Policies, A thesis submitted in partial fulfillment of the requirement for the degree of Doctor of Philosophy in Medicine in Seoul National University; 2005.
- Park JS. Smoking and Atherosclerotic Cardiovascular Disease. *Korean Circulation J* 1998; 28: 653-7.
- Zwaag RV, Lemp GF, Hughes JP, Ramanathan KB, Sullivan JM, Schick EC, et al. The effect of cigarette smoking on the pattern of coronary atherosclerosis, a casecontrol study. *Chest* 1988; 94: 290-5.
- Mehta JL. Endothelium, coronary vasodilation and nitrates. *Am Heart J* 1995; 129: 382-91.
- Kim KY, Hur SH, Cho YW. Optimal Stent Expansion by Nominal Pressure Balloon Inflation : an Intravascular Ultrasound Study. *Korean Circulation J* 2002; 32: 666-73.
- Fortin DF, Spero LA, Cusma JT, Santoro L, Burgess R, Bashore TM. Pitfalls in the determination of absolute dimensions using angiographic catheters as calibration devices in quantitative angiography. *Am J Cardiol* 1991; 11: 1176-82.
- Tadehara F, Imazu M, Kono S, Sano K. Calibration with Currently Available Low-

- Radiopacity Catheters for Scaling in Digital Quantitative Coronary Angiography. Invest Radiol 2001; 36: 705–12.
11. Adams MR, Jessup W, Celermajer DS. Cigarette smoking is associated with increased human monocyte adhesion to endothelial cells: reversibility with oral L-arginine but not vitamin C. J Am Coll Cardiol 1997; 29: 491–7.
12. 이정범, 서정범, 김동현. 혈관조영장비와 3D Reconstruction 장비를 이용한 Vessel Length 측정 비교. 대한인터넷영상기술학회지 2008; 11: 160–5.
13. 마상철. 진단방사선과 혈관진료의 추이 변화에 대한 연구. 대한심·맥관증재기술학회지 1998; 1: 89 –97.