

Laser imager의 성능관리에 대한 연구

이형진 · 인경환 · 이원홍 · 김건중
아산재단 서울중앙병원 진단방사선과

Abstract

..... Purpose : To apply to Program of Auto processor quality control after comparision of Film density variations with amendments to Auto density by using Check density program and Adjust density program of calibration mode into the Laser imager.

Methods : Observe Check and Adjust density variations on the Control chart with standard step and value during seven months from December, 1995 to June, 1996 extending twice a week. (1) Measure density value on the steps after printing out 17-step sensitometric pattern of the Check density program. (2) In the same way, measure density values after amending density by using Adjust density program If they are exceeding allowable error limit

Results : In case of Check density program, the exceeding limit rates of Density difference(DD) and Middle density(MD) are: FL-IM3543 DD=75%, MD=72.5%, FL-IMD DD=0%, MD=30.8%(14.8%) After amending density by using Adjust density

program, the exceeding limit rates of all both Laser imager were zero percent. The standard deviations are show lower FL-IM D than FL-IM3543 on the Check density control chart, but higher on the Adjust density control chart.

Conclulsion : (1) Check density variations by printingout sensitometric pattern extending once a week at least for quality control of the Laser imager. (2) In case of a dusty place, check the Laser beam transmission after cleaning Laser optical unit extending once a month. (3) Be sure to measure and check density values by using adjust density program if they are exceeding allowable error limit. (4) Maintain much better film density by performing the adjust density program even if check density values are existed within normal limit.

Index Words : Laser imager, Check density and Adjust density

1. 서 론

최근 진단영상분야의 Digital영상처리 적용이 증가하는 추세와 동반하여 Laser imager를 이용한 Hard copy가 보편화 되고 있으나, Laser imager의 성능관리에 대한 지식은 장비에 내장되어 있는 Calibration mode에서 자동 조절되는 것으로 대부분의 사용자가 인식하고 있는 현실이다.

이에 저자는 임상에서 운용중인 Laser imager관리에 대한 새로운 관리방법의 일환으로 Laser printer에 내장된 Calibration mode에서 Check density program과 Adjust density program을 이용 필름농도의 변동과 자동농도 조절상황을 비교 검토하여 자동현상기 관리 Program에 적용한 결과 Laser imager의 성능관리에 유

용하다고 사료되어 성능관리방법을 제안하고자 한다.

2. 실험장비 및 방법

1. 실험장비

- * Laser imager FL-IM 3543/ Laser film :LI-FM Blue base(Fuji, Japan)
- * Laser imager FL-IM D/ Laser film :LI-LM Blue base & CR 780(Fuji, Japan)

2. 측정장비

- * Digital densitometer(Victoreen, USA)

3. 실험방법

현재 사용중인 Laser imager중 Fuji computed radiography(이하 FCR)와 연결 사용중인 일반촬영계의 Laser imager FL-IM D와 Digital radiography(이하 DR)장비에 연결된 투시조영계의 Laser imager FL-IM 3543을 1995년 12월~1996년 6월까지 주 1~2회 7개월간(40회 측정) Check density program에서 17-Step Sensitometric pattern을 출력한 후 각 Step농도를 Digital densitometer로 측정하여 기준값 및 기준 Step을 설정 Control chart에 기입한 후 농도변화를 관찰한다.

또한 Adjust density program을 이용 농도보정을 시행한 후 농도조정 결과를 확인하기 위해 다시 Check density program을 이용 Sensitometric pattern을 출력한 후 각 Step의 농도를 Digital densitometer로 측정하여 기준값 및 기준 Step을 설정한 후 Control chart에 기입하여 필름기록농도의 허용오차 범위 여부를 확인한다.

3.1. 측정 방법)

- 1) 우선 Laser imager를 구성하고 있는 Scanning부분과 Processing부분을 깨끗하게 청소를 시행한 후 신선한 현상처리액 Cartridge(현상, 정착)를 장착한다.
- 2) Laser imager의 Power를 ON하여 Warm-up한다.
- 3) Laser imager control panel의 Calibration mode에서 Check density program button을 이용하여 17-Step sensitometric pattern을 출력한다.
- 4) Digital densitometer를 이용하여 각Step density를 측정하여 Middle density와 Density difference 그리고 Base plus fog 기준값 및 기준 Step을 구한다.

Middle density(이하MD) Aim density 산출

Base plus fog + 1.0D에 가까운 Step density

Density difference(이하DD) Aim density 산출

High step density : 농도 2.20보다 크지않고 가까운 농도를 갖는 Step

Low step density : 농도 0.45보다 작지않고 가까운 농도를 갖는 Step

DD = High step density - Low step density

Base plus fog(이하B+F) Aim density 산출

Step #1의 농도 또는 Cleaning film을 출력하여 이를 기준으로 한다.

- 5) Control chart에 Check density 기준값과 기준 Step을 기입한다.

(주 1~2회 측정하여 필름농도 변동을 Chart에 기입한다)

- 6) Laser imager control panel의 Calibration mode에서 Adjust density program button을 이용하여 농도보정 후 Check density program button을 이용하여 17-Step sensitometric pattern을 출력한다.

- 7) Digital densitometer를 이용하여 각 Step density를 측정하여 MD와 DD, B+F값을 산출한다.
- 8) 5)Control chart에 Adjust density 기준값과 기준 Step을 기입하여 농도보정 여부를 확인한다.
- 9) 허용오차 범위를 설정하여 평가한다.

3.2. 허용오차 범위설정

Table 1.에서와 같이 Fuji에서 Reference한 각Step density 설정값²⁾을 기준으로 하여 특성곡선을 작성한 후 특성곡선의 직선부에 해당하는 각 Step(Step #4~#14)의 농도허용 편차를 기준으로 하여 설정한다.

- 1) Mid density 허용오차 범위 : ± 0.05
- 2) Density difference 허용오차 범위 : ± 0.05
- 3) Base plus fog 허용오차 범위 : ± 0.03

Table 1. Reference density values

Step #	Step density	Step #	Step density
1	below 0.2 *	10	1.38 (± 0.05)
2	0.2~0.3 *	11	1.56 (± 0.05)
3	below 0.3 *	12	1.74 (± 0.05)
4	0.30 (± 0.05)	13	1.92 (± 0.05)
5	0.48 (± 0.05)	14	2.10 (± 0.07)
6	0.66 (± 0.05)	15	2.40 (ref) **
7	0.84 (± 0.05)	16	2.70 (± 0.10)
8	1.02 (± 0.05)	17	3.00 (± 0.10)
9	1.20 (± 0.05)		

Note)

* Data for the 1st through 3rd step depend on the type of film and its fog level(ex. clear or blue base,etc). Example value for clear base should be 0.10, 0.13, and 0.20 for 1st, 2nd, 3rdstep, respectively.

** This is a reference value and depends on the model of the printer. Make sure at the installation of laser printing device.

3. 결과 및 고찰

일반적으로 X-선필름 자동현상기 성능관리에 이용되는 관리프로그램은 Light beam sensitometry가 이용되나, Laser imager의 경우에는 Laser beam과장과 필름의 감색성이 단일과장인 관계로 Light beam sensitometry를 시행할 수 없다. 이러한 이유 때문에 Laser imager에는 Sensitometric pattern을 만들기 위해 각 Step간의 Density 차이는 Laser beam의 강도를 Main scanning unit에서 조절함으로써 가능하다. Sensitometric pattern의 Step간 농도는 Laser imager 제조회사에서 Reference한 각 Step density 설정값이 기준이 되기 때문에 임의로 조절이 불가능하다(Table 1).

따라서 Laser imager의 필름농도 보정은 자동농도보정Mode에 내장된 Adjust density program을 이용하면 농도 측정용 "Test pattern"을 필름에 기록 현상하여 농도 측정Unit를 통과하면서 광학적 농도가 측정되어 Laser imager 전체의 기록농도가 보정된다^{3),4)}. 이러한 자동농도보정 Mode기능은 종래의 자동현상기 기능과는 다른 점이라 하겠다.

Film기록 농도변화는 각 기종의 Film처리매수(1개월 평균 FL-IM3543: 약800매 FL-IM D: 약 8000매를 사용)와 관계없이 가동초기의 Laser beam의 불안정성에 따른 농도 불안정성을 유의하여 당일 필름 현상전 충분한 장비가동 준비를 시행한 후⁵⁾ Check density 에서 기준값 및 기준 Step을 설정(Table 2)하여 6개월간 40

Table 2. Check density program의 기준값 및 기준 Step

		FL-IM D	FL-IM 3543
Density difference	Aim density	1.40D (1.44D)*	1.54D
	High density step #	# 14	# 14
	Low density step #	# 6	# 6
Middle density	Aim density	1.13D (1.19D)*	1.17D
	Step #	# 9	# 9
B + F	Step # =(Density)	# 1 = 0.13D	# 1 = 0.18D

Table 3. Adjust density program의 기준값 및 기준 Step

		FL-IM D	FL-IM 3543
Density difference	Aim density	1.40D (1.45D)*	1.66D
	High density step #	# 14	# 14
	Low density step #	# 6	# 5
Middle density	Aim density	1.13D (1.19D)*	1.22D
	Step #	# 9	# 9
B + F	Step # =(Density)	# 1 = 0.13D	# 1 = 0.18D

()*는 광학계 Lens교체후 재설정된 값

회에 걸쳐 DD 및 MD의 농도변화를 측정된 결과 FL-IM 3543 Laser imager는 DD 30/40회=(75%), MD 29/40회=(72.5%), FL-IMD의 경우는 DD 0회=(0%), MD 4/13회(30.8%)[4/27회=14.8%]에 걸쳐 허용오차 범위를 초과한 것으로 나타났다(Table 4, Fig 1.2).

한편 Adjust density program으로 농도보정을 실시한 후 기준값 및 기준Step을(Table 3)설정하여 관리도(Control chart)에 기록한 결과 DD 및 MD값의 변화는 FL-IM3543의 경우 허용오차 범위내에 위치하는 안정성을 보이고 있으나 FL-IM D는 필름농도 측정 초기의 광학부의 Laser beam투과율이 낮은 Optical Lens의 영향으로 DD=1/13회(7.7%)[0/27=0%], MD=8/13회(61.5%)[0/27=0%]오차를 보였으나, Lens교체후의 농도변화는 Check, Adjust program에서 모두 허용오차 내에 위치하여 FL-IM 3543보다 필름기록농도의 안정성을 보이고 있다(Table 4, Fig 1.2).

또한 측정된 필름농도를 비교한 표준편차는 Check density에서 FL-IM D가 FL-IM 3543보다 DD, MD의 농도변동이 적으나 Adjust density의 경우는 농도변동이 FL-IM 3543보다 높은 이유는 현상시간(FL-IM D=40sec, FL-IM3543=67sec)과 사용되는 필름감도(LI-LM >LI-FM)에 따른 농도 불안정으로 사료된다(Table 5).

4. 결론

Laser Imager의 필름농도변화를 Check density program과 Adjust density program을 이용하여 측정된 결과 Laser imager의 성능관리는 다음과 같은 일상점검이 필요하다.

- 1) 필름기록농도의 균일성을 유지하기 위해서는 Sensitometric pattern을 주 1회 이상 출력하여 필

Table 4. FL-IM D와 FL-IM 3543의 농도변동을

		FL-IM D	FL-IM 3543
Density difference 허용오차범위 초과율	Check density	0 %	75 %
	Adjust density	7.7 % (0 %)*	0 %
Middle density 허용오차범위 초과율	Check density	30.8 % (14.8 %)*	72.5 %
	Adjust density	61.5 % (0 %)*	0 %

()*는 광학계 Lens교체후 재설정된 값

Table 5. FL-IM D와 FL-IM 3543의 표준편차

		FL-IM D	FL-IM 3543
Density difference	Check density	0.0215 (0.019)*	0.0961
	Adjust density	0.0206 (0.0222)*	0.0169
Middle density	Check density	0.0374 (0.0467)*	0.1046
	Adjust density	0.0433 (0.0174)*	0.0120

()*는 광학계 Lens교체후 재설정된 값

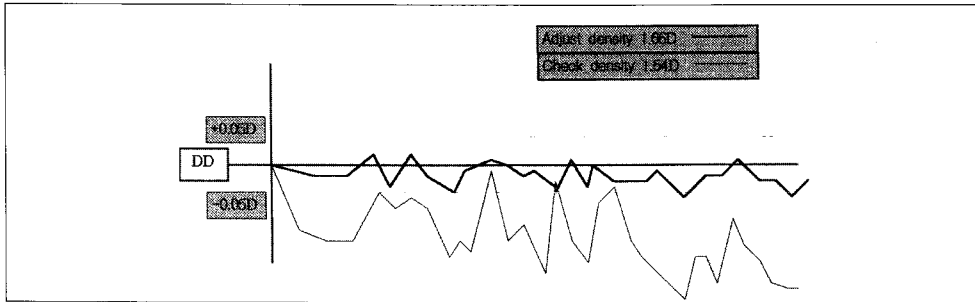


Fig 1. FL-IM 3543의 Control chart (Density difference)

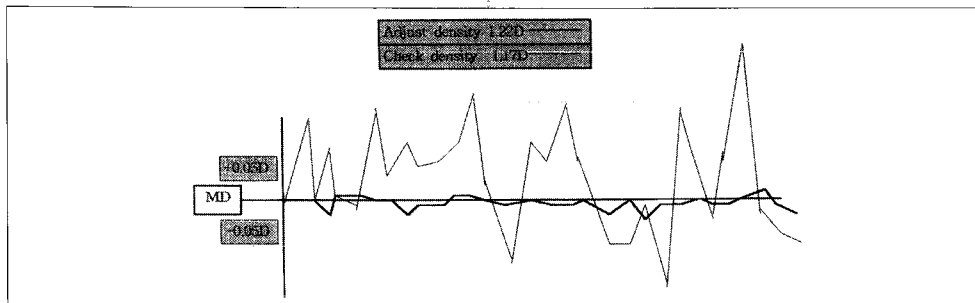


Fig 1. FL-IM 3543의 Control chart (Middle density)

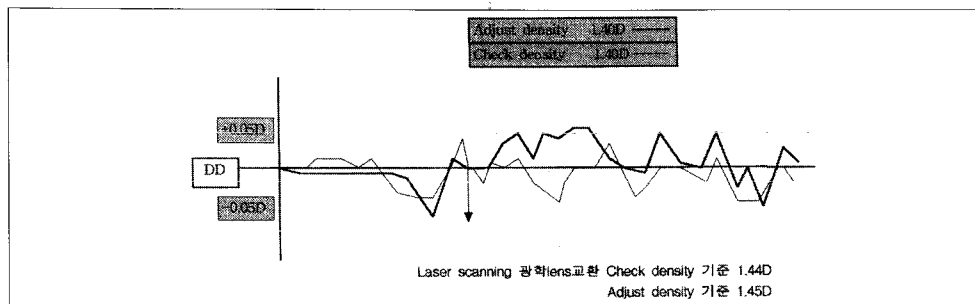


Fig 2. FL-IM D의 Control chart (Density difference)

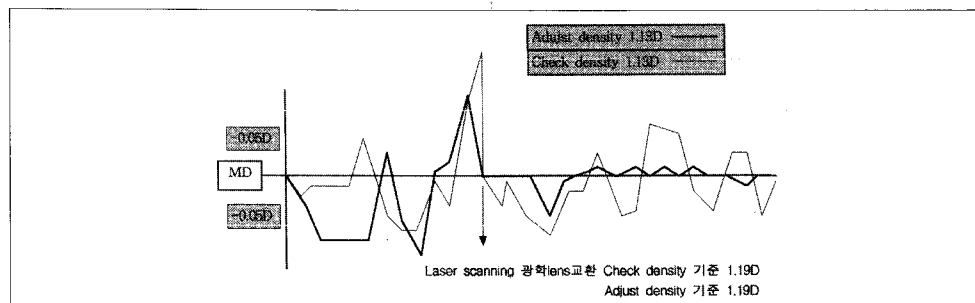


Fig 2. FL-IM D의 Control chart(Middle density)

름기록농도를 관리도에 기입한 후 허용오차 범위 초과 여부를 확인한다.

- 2) 분진이 많이 발생하는 장소에 설치된 Laser imager는 월 1회 광학부의 청소 및 Laser beam 투과율을 점검하여야 한다.
- 3) Laser imager점검시 check density를 측정한 후 농도변화폭이 허용오차 범위를초과할 경우 Adjust density(농도보정)를 시행한 후 Film density를 check하며, check density 가 허용오차 범위일 경우에도 Adjust density를 시행하면 안정된 필름기록농도를 유지할 수 있다.

참고문헌

1. The Ultimate image of Confidence D2-1, D3-1, D4-1
2. Fuji CR-LP D/FL-IMD Service Manual Chapter D-2
3. Fuji Medical Laser imager FL-IMD Operation Manual p 13.
4. Akihiko Ishibashi, Hiroshi Horiguchi, Toshiro Kajitani등: Laser imager: FL-IMD의 화상평가, 日本放射線技術學會雜誌 1995, 제 51권 제 3호 p 316
5. Atsushi Iwasawa, Keiichi Machida, Mitsuo Kakegawa등: Laser imager에서의 필름기록농도의 변화에 대해서, 日本放射線技術學會雜誌 1995, 제 48권 제 2호 p 294