光州保健專門大學 論文集 第20輯(1995)
The Journal of Kwangju Health College. Vol. XX.

DSA영상에 나타난 Window width 효과와 검출능에 관한 연구

방사선과
전임강사 김 영 근
전임강사 지 연 상

Ⅰ. 서 론

Digital subtraction angiography(DSA)장치가 1980년을 전후해서 방사선 의료분야에 본격적으로 사용되어왔다.[1,2]

이 DSA장치가 개발됨으로 우리 인체에서 생성되는 질환 중에서 혈관에 발생하는 질환을 정확히 진단하는데 많은 도움을 주게 되었으며, DSA장치의 보급이 다양화됨에 따라 검사방법도[3-5] 처음에는 정맥으로만 제한 되었던 것이 동맥까지도 선택적으로 진행되어지고 있다. 또한 사용목적도 다양하여 경피적 혈관형성술이나 혈관색전술, 혈관치환환자의 follow up 등에 위력을 발휘하며,[6,7] 또 사지나 말초혈관조영으로 환자의 고통을 줄이고 좋은 품질의 화질을 제공하려고 노력하고 있다.

최근에는 DSA의 새로운 응용으로서 PTCR(percutaneous transluminal coronary recanalization:관상동맥내 혈전용해요법)나 PTCA(percutaneous transluminal coronary angioplasty:관상동맥혈관 형성술)의 효과판정을 functional image를 써서 해석하고 있다. 특히 digital radiography(DR)의 응용으로 화상진단법에[8-10] 변화를 가지고 왔으며 DFR(Digital Fluoro Radiography) system을 이용한 DSA system의 방법이 개발되어 혈관조영촬영등에 임상적으로 많이 이용되고 있다.[11,12] 그러나 DFR system에 순간적으로 기억된 영상이 장치의 여러 가지 매개변수와 정맥으로의 조영제 주입으로 인한 화질의 불충분함과 조영제 농도에 따르는 영상의 Contrast 개선에 관한 문제점이 제기되었다.[13,14] 본 논문에서는 이러한 문제점을 해결할 수 있는 방법의 하나로 DSA의 digital영상을 CRT

상에 기억시켜 window width를 조정하여 image을 Laser printer로 film에 촬영하므로 DSA영상의 contrast detail에 관한 영향에 대해서 연구했다.

Ⅱ. 사용기기 및 실험방법

1. 사용기기

1) DFR장치 ; SIEMENS SIREGRAPH D340 Fluorospot-H
2) Image intensifier(I.I);SIEMENS 84-42-006-V5047
3) 선량계 ; Ion Chamber(EXPOSURE RATE METER MODEL 192)
4) 농도계 ; X-RITE COMPANY MODEL 301
5) Camera ; SIEMENS 17-42-352-G5297
6) Film ; KODAK 2HN-10(35×43)
7) Laser PRINTER ; KODAK EKTASCAN 2180

2. 실험방법

DFR장치의 화상 matrix(pixel) 수는 1024×1024로 고성능화된 영상처리를 가지고 있는 장치로 window level을 256으로 고정시켰으며, 또한 edge enhancement는 10%로 고정된 상태에서 window width만 변화시키면서 세 가지 방법으로 실험을 했다.

1) 첫번째방법은 Image intensifier 직경 16인치로 영상을 증폭하여 camera에 image을 얻었고 조영제는 urografin을 증류수에 희석시켜 사용했으며, DSA 영상의 window width의 조정으로 contrast 검출능에 반영됨으로 contrast detail 조건에 적합한 15cm 두께의 acryl phantom위에 인조혈관직경 3mm, 4mm, 5.5mm를 올려놓고 입사선량 0.03mR, 0.06mR, 0.12mR의 선량을 변화시키면서 조사하여 그 얻어진 영상을 window width 700, 600, 500, 400, 300으로 변화시켰다.
2) 두번째방법으로 입사선량 0.03mR, 0.06mR 0.12mR에 따른 조영제 농도를 15%, 30%, 60%로 변화를 주고, window width 700, 600, 500, 400, 300으로 변화시켜 얻어진 영상으로 농도를 측정하였다.
3) 세번째방법으로는, 조영제 농도는 15%, 30%, 60%, 입사선량 0.03mR, 0.06mR, 0.12mR, image intensifier(I.I)직경을 12인치와 9인치, window width 700, 600, 500, 400, 300으로 변화를 주어서 농도 변화를 실험하였다.

Ⅲ. 결과 및 고찰

1. 입사선량에 따른 window width의 농도변화

I.I 입사선량을 각각 0.03mR, 0.06mR, 0.12mR, 인조혈관 직경을 3mm, 4mm, 5.5mm, I.I 직경 16인치, 조영제는 60%농도의 urografin을 사용했고 window width를 700, 600, 500, 400, 300으로 변화시켜 Table1, 2, 3의 data를 얻었다.

Table 1. Incident dose(0.03mR) to window width

Diameter of artificial vessel (㎜) / window width	3	4	5.5
700	0.31	0.26	0.22
600	0.35	0.31	0.27
500	0.43	0.38	0.33
400	0.63	0.58	0.49
300	2.26	2.10	1.37

Table 2. Incident dose(0.06mR) to window width

Diameter of artificial vessel (㎜) / window width	3	4	5.5
700	0.32	0.27	0.24
600	0.36	0.34	0.31
500	0.46	0.42	0.36
400	0.68	0.65	0.57
300	2.58	2.40	2.14

Table 3. Incident dose(0.12mR) to window width

Diameter of artificial vessel (㎜) / window width	3	4	5.5
700	0.35	0.30	0.25
600	0.37	0.36	0.32
500	0.48	0.43	0.38
400	0.68	0.65	0.57
300	2.58	2.40	2.14

Table1, 2, 3,에서 얻은 data중에서 Table2를 선택하여, Fig.1을 작성하였다. Fig. 1에서 나타난 것처럼 Image intensifier에 입사선량의 변화에 따라서 C-D(contrast detail) diagram의 density 변화가 이루어지고 있는 것을 확인할 수 있었다. 여기서 구체적으로 인조혈관의 검출능은 window width에 따라서 크게 변화되고, window width가 작아질수록 저 contrast영역까지 검출을 잘할 수가 있다, 또한 인조혈관의 직경이 커지면 정도에 따라서 contrast 검출능의 개선율은 증가한다.

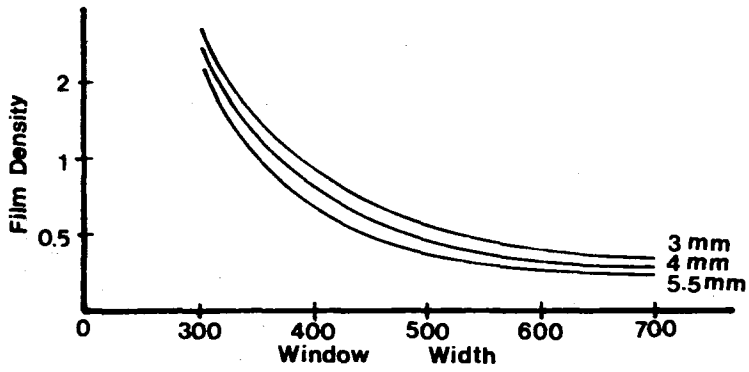

Fig. 1. Incident dose(0.06mR) to I.I

2. 조영제농도에 따른 window width 의 농도변화

입사선량 0.03mR, 0.06mR, 0.12mR으로 변화를 주고 조영제의 농도를 15%, 30%, 60%로 인조혈관의 직경이 3mm, 4mm, 5.5mm를 조사하여서 얻어진 image을 window width 700, 600, 500, 400, 300으로 변화시켜 농도를 측정한 결과를 Table4, 5, 6 에서 볼 수 있다.

Table 4. Incident dose(0.03mR) to window width for concentration of C.M

Diameter of artificial vessel(㎜) / Concentration of C.M(%) / window width	3			4			5.5		
	15	30	60	15	30	60	15	30	60
700	0.37	0.33	0.31	0.34	0.31	0.26	0.28	0.26	0.22
600	0.44	0.41	0.35	0.41	0.36	0.31	0.35	0.31	0.27
500	0.59	0.48	0.43	0.59	0.44	0.38	0.44	0.39	0.33
400	0.83	0.75	0.63	0.81	0.73	0.58	0.65	0.59	0.49
300	3.60	3.36	3.26	3.20	2.24	2.10	2.09	2.10	1.37

* C.M : Contrast media

Table 5. Incident dose(0.06mR) to window width for concentration of C.M

Diameter of artificial vessel(㎜)	3			4			5.5		
Concentration of C.M(%) / window width	15	30	60	15	30	60	15	30	60
700	0.41	0.37	0.32	0.39	0.34	0.27	0.32	0.29	0.24
600	0.48	0.43	0.36	0.47	0.42	0.34	0.42	0.37	0.31
500	0.63	0.54	0.46	0.58	0.49	0.42	0.51	0.45	0.36
400	0.92	0.81	0.65	0.90	0.81	0.61	0.77	0.67	0.53
300	4.40	3.46	3.36	3.30	2.60	2.11	2.41	2.30	1.65

Table 6. Incident dose(0.12mR) to window width for concentration of C.M

Diameter of artificial vessel(㎜)	3			4			5.5		
Concentration of C.M(%) / window width	15	30	60	15	30	60	15	30	60
700	0.44	0.40	0.35	0.42	0.37	0.30	0.33	0.30	0.25
600	0.49	0.44	0.37	0.49	0.44	0.36	0.43	0.38	0.32
500	0.65	0.56	0.48	0.59	0.50	0.43	0.53	0.47	0.38
400	0.95	0.84	0.68	0.93	0.84	0.65	0.81	0.71	0.57
300	4.50	3.64	3.58	3.40	2.89	2.80	2.64	2.35	2.14

Table4, 5, 6에서 나타난 결과 중에서 Table5를 선택해서 Fig.2, 3, 4에 하나의 diagram으로 완성시켰다. 인조혈관의 직경, 입사선량, 조영제의 농도변화에 따른 window width 효과가 있었고, 검출을 하면 조영제 농도는 window width에 따라 변화하며, 저선량 level에서 window width는 보다 더 contrast 검출능의 차이가 없으며 입사선량이 증가할수록 window width의 영향에 Image intensifier의 contrast 검출능은 개선할 수 있었다.

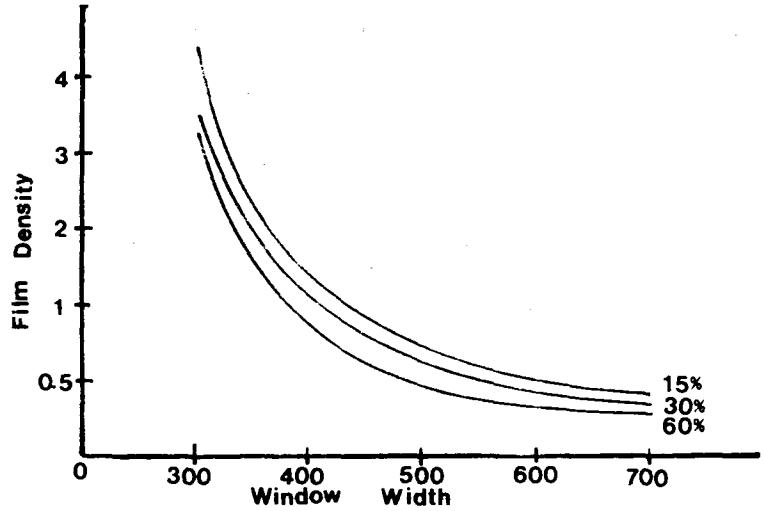

Fig. 2. Inside diameter of artificial vessel(3㎜)

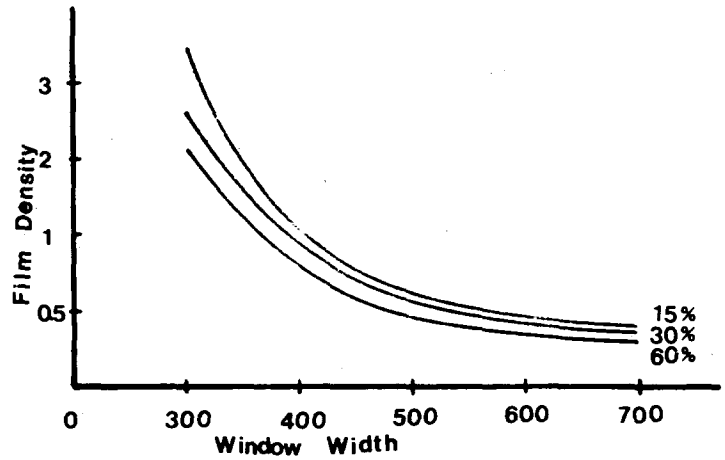

Fig. 3. Inside diameter of artificial vessel(4㎜)

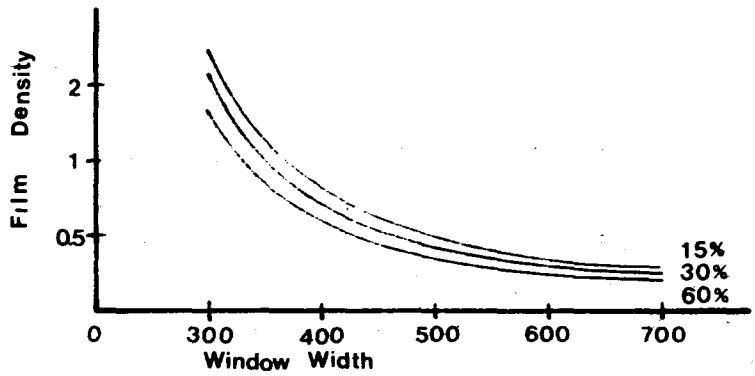

Fig. 4. Inside diameter of artificial vessel(5.5㎜)

3. Image intensifier size에 따른 window width 의 검출능

1) I.I의 직경이 12인치일 때의 window width검출능

입사선량에 따른 조영제 농도를 변화시키면서 window width의 검출능을 살펴보면 Table7, 8, 9로 나타낼 수 있다.

Table 7. Incident dose(0.03mR) to window width for concentration of C.M(I.I size 12")

Diameter of artificial vessel(㎜)	3			4			5.5		
Concentration of C.M(%) / window width	15	30	60	15	30	60	15	30	60
700	0.36	0.33	0.30	0.35	0.32	0.27	0.32	0.30	0.26
600	0.43	0.40	0.34	0.42	0.37	0.32	0.38	0.34	0.30
500	0.57	0.50	0.45	0.53	0.47	0.41	0.48	0.43	0.37
400	0.81	0.73	0.61	0.79	0.71	0.57	0.71	0.65	0.55
300	2.60	2.52	2.08	2.47	2.14	2.03	2.37	2.24	1.95

Table 8. Incident dose(0.06mR) to window width for concentration of C.M(I.I size 12")

Diameter of artificial vessel(㎜)	3			4			5.5		
Concentration of C.M(%) / window width	15	30	60	15	30	60	15	30	60
700	0.39	0.35	0.30	0.38	0.34	0.27	0.34	0.31	0.26
600	0.46	0.41	0.34	0.45	0.40	0.32	0.41	0.36	0.30
500	0.62	0.53	0.45	0.57	0.48	0.41	0.52	0.46	0.37
400	0.88	0.78	0.61	0.86	0.77	0.57	0.79	0.69	0.55
300	2.70	2.56	2.08	2.60	2.52	2.03	2.56	2.50	1.95

Table 9. Incident dose(0.12R) to window width for concentration of C.M(I.Isize12")

Diameter of artificial vessel(㎜)	3			4			5.5		
Concentration of C.M(%) / window width	15	30	60	15	30	60	15	30	60
700	0.43	0.37	0.33	0.41	0.36	0.32	0.37	0.33	0.30
600	0.49	0.43	0.41	0.48	0.44	0.40	0.43	0.38	0.37
500	0.66	0.55	0.53	0.61	0.50	0.52	0.54	0.50	0.48
400	1.03	0.86	0.79	0.95	0.84	0.77	0.83	0.75	0.71
300	2.83	2.66	2.64	2.72	2.61	2.60	2.70	2.59	2.38

2) I.I의 직경이 9인치일 때의 window width검출능

입사선량에 따른 조영제 농도를 변화시키면서 window width의 검출능을 살펴보면 Table10, 11, 12로 나타낼 수 있다.

Table 10. Incident dose(0.03mR) to window width for concentration of C.M(I.I size 9")

Diameter of artificial vessel(㎜)	3			4			5.5		
Concentration of C.M(%) / window width	15	30	60	15	30	60	15	30	60
700	0.37	0.33	0.27	0.35	0.32	0.26	0.31	0.29	0.25
600	0.42	0.39	0.32	0.40	0.38	0.31	0.35	0.34	0.30
500	0.54	0.49	0.42	0.51	0.48	0.41	0.45	0.43	0.39
400	0.78	0.75	0.60	0.77	0.72	0.59	0.68	0.63	0.56
300	2.61	2.38	2.13	2.41	2.25	2.09	2.32	2.10	2.01

Table 11. Incident dose(0.06mR) to window width for concentration of C.M(I.I size 9″)

Diameter of artificial vessel(㎜)	3			4			5.5		
Concentration of C.M(%) / window width	15	30	60	15	30	60	15	30	60
700	0.38	0.36	0.30	0.36	0.34	0.29	0.32	0.30	0.28
600	0.44	0.43	0.36	0.43	0.41	0.35	0.39	0.37	0.34
500	0.59	0.53	0.46	0.55	0.52	0.45	0.48	0.45	0.44
400	0.83	0.81	0.65	0.82	0.77	0.64	0.72	0.69	0.63
300	2.62	2.45	2.14	2.55	2.27	2.12	2.43	2.23	2.11

Table 12. Incident dose(0.12mR) to window width for concentration of C.M(I.I size 9″)

Diameter of artificial vessel(㎜)	3			4			5.5		
Concentration of C.M(%) / window width	15	30	60	15	30	60	15	30	60
700	0.39	0.37	0.32	0.37	0.36	0.31	0.32	0.31	0.29
600	0.45	0.44	0.40	0.44	0.42	0.38	0.40	0.39	0.35
500	0.60	0.56	0.50	0.56	0.54	0.48	0.52	0.47	0.45
400	0.94	0.82	0.69	0.87	0.80	0.68	0.83	0.74	0.67
300	2.65	2.56	2.44	2.63	2.51	2.27	2.49	2.22	2.26

Table7, 8, 9와 Table10, 11, 12에서 얻어진 data를 Fig.5와 Fig.6에 C-D diagram을 통해서 그 결과를 설명했다.

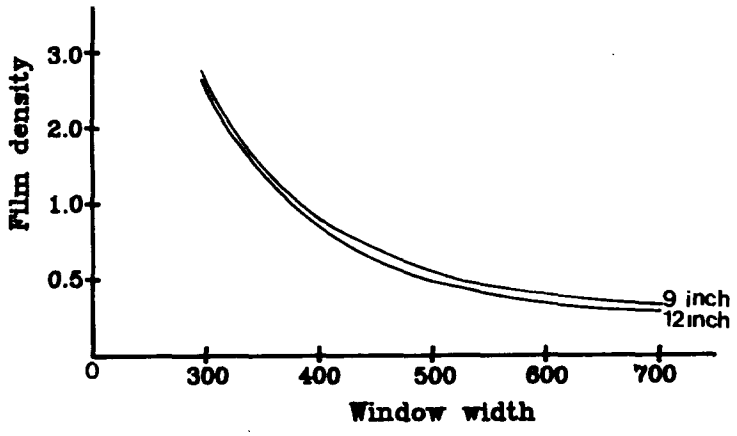

Fig. 5. Incident dose(0.03mR) to I.I size

① 입사선량 0.03mR, 조영제농도 30%, 인조혈관 직경 4mm일 때 I.I size 12인치와 9인치를 비교한 것이 Fig.5의 C-D diagram이다. 여기에서 나타나듯이 window width가 작을수록 (12인치보다 9인치에서) 저 contrast 영역까지 검출할 수 있으며, 또한 I.I size가 작을수록 저 contrast 영역까지 검출이 가능하다는 것을 알 수 있다.

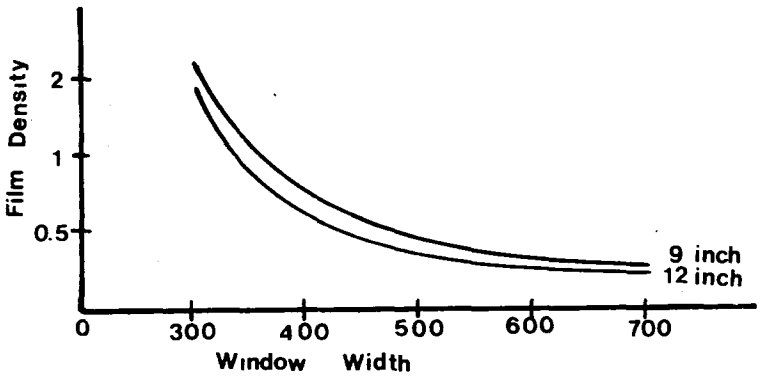

Fig. 6. Incident dose(0.06mR) to I·I size

② 입사선량 0.06mR, 조영제농도 60%, 인조혈관 직경 5.5mm일때 I.I size 12인치와 9인치를 비교한 것이 Fig.6의 C-D diagram이다. 여기에서 나타나듯이 Fig. 5 와 비교하면 I.I size 9인치보다 12인치에서 window width 검출능이 저하했고, 또한 직경이 같은 인조혈관에 대해서도 I.I size 12인치보다 9인치에서 contrast 검출능의 개선율은 증가했다.

Ⅳ. 결 론

Image intensifier(I.I)에 입사되는 선량의 변화, 인공혈관의 직경변화, 그리고 인조혈관에 주입한 조영제의 농도변화, I.I size의 변화로 얻은 결과를 보면 다음과 같다.

1. I.I 입사선량 변화에 따른 window width효과는 인조혈관의 직경이 커지면 contrast 검출능의 개선율은 증가한다.

2. 조영제 농도변화에 따른 window width효과는 저 선량 level에서 contrast검출능의 차가 없으며, 입사선량의 증가에 따라 contrast검출능이 개선되었다.

3. I.I size가 12인치와 9인치일때의 window width의 효과는 저농도영역의 contrast검출능과 contrast검출능의 개선율은 12인치보다 9인치가 좋다는 것을 알 수 있다.

참고문헌

1. Robert A. Kruger, Stephen J. Riedever: *Basic concepts of digital subtraction angiography, G. K. Hall Medical publishers*
2. Ishida M, Frank P, Doi K, Lehr JL: *High quality digital radiographic images improved detection of low-contrast objects and preliminary clincal studies. radiographics,* **3**, 325~332 (1983)
3. 송준식, 김건상, 이종범, 김영구: *디지탈 영상과 필름-스크린 영상의 화질비교,* **23**, 154~160 (1987)
4. 허준. *방사선상정보학 신광출판사,* 472~518 (1991)
5. 日本リモートセンシング研究會編 : *畵像處理と解釋, 共立出版* (1981)
6. 허준 : *디지탈 화상시스템의 현황과 미래, 대한방사선기술학회지,* **12(1)**, 31~41 (1989)
7. Kruger RA, Nelson JA, Miller FJ: *Dynamic tomographic digital subtraction angiography using temporal filtration, Radiology,* **147**, 863~867 (1983)
8. Crummy AB, Stieghorts MF, Turski PA : *Digital subtraction angiography, Current status and use of intraarterial injection, radiology,*

145, 303~307 (1982)

9. 加藤京一, 中澤靖夫, 他 : *DSAにおける Time Density Curve の有用性, 日本技學 第42會 總會像稿集*, 145~146 (1986)
10. Normal D, Ulloa N, Brant-Zawadzki M: *intraarterial digital subtraction imaging cost considerations, Radiology*, **156**, 33~35 (1985)
11. 허준 : *디지탈 X-선 영상법, 대한방사선기술학회지*, **14(1)**, 73~93 (1991)
12. Michael A. Thomson: *Principles of image science and protection, W. B. Saunders Co* (1994)
13. William R. Hendee; *Digital imaging, published for the AAPM by Medical physics publishing Co* (1993)
14. 瀧澤正臣, 他 : *TV方式 DF/DSAの實驗的評價, 映像情報(M)* (1984)

A study of detection and effects of the window width for DSA

Kim, Young-geun
Ji, Yeon-sang
Dept. of Radiological technology
Kwangju Health College

> Abstract <

DSA has been evaluated in various of exposure dose, diameter of the artificial vessel and concentration of the C.M in artificial vessel, variable of I.I size.

The results obtained are as follows ;

1. So variation of incident dose in I.I for the effects of window width for increased contrast detection then the large of artificial vessel.

2. So variation of concentration of the C.M in the effects of window width were nothing the contrast detection of lowest incident dose level, and developed at the contrast detection for increased in incident dose.

3. When the I.I size is 12″ & 9″, the effect of window width showed the contrast detection of lowest density region and developing the rather 9″ then 12″.