

## 유방재건술에 사용된 식염수 보형물의 임상적 내구성과 누출

김일국<sup>1</sup> · 이준호<sup>1</sup> · 김용하<sup>1</sup> · 김태곤<sup>1</sup> · 이수정<sup>2</sup> · 강수환<sup>2</sup>

영남대학교 의과대학 성형외과학교실<sup>1</sup>, 외과학교실<sup>2</sup>

### Clinical Durability and Deflation of Saline-Filled Breast Implant in Breast Reconstruction

Il Kug Kim, M.D.<sup>1</sup>, Jun Ho Lee, M.D.<sup>1</sup>,  
Yong Ha Kim, M.D., Ph.D.<sup>1</sup>, Tae Gon Kim, M.D.<sup>1</sup>,  
Soo Jung Lee, M.D., Ph.D.<sup>2</sup>, Soo Hwan Kang, M.D.<sup>2</sup>

Departments of <sup>1</sup>Plastic and Reconstructive Surgery, <sup>2</sup>General Surgery, College of Medicine, Yeungnam University, Daegu, Korea

**Purpose:** Despite wide clinical use of breast implants, there is continued concern about the lifespan of these devices. The causes of explantation were infection, deflation of implant and patient's want. The deflation of saline-filled breast implant was related to strength and durability of implant shell. The purpose of this study is to evaluate the clinical durability of saline-filled breast implant through the analysis of duration until deflation occurred, causes, incidence and influencing factors.

**Methods:** Retrospective analyses were conducted on clinical records for 19 cases of deflation of saline-filled breast implant from 201 cases of breast reconstruction with saline-filled implant between May 1995 and June 2011. The authors had been analyzed the causes of deflation, survival duration, symptom, sign, nipple excision, volume of implant, saline filling, method of reoperation, breast cancer stage and combined capsular contracture.

**Results:** The causes of deflation were attributed to the cases that cannot be evaluated the causes in 15 cases, fall down in 1 case, mammography in 2 cases, accidental needle injury in 1 case. Mean survival duration was 4 years and 5 months. The duration of survival was less than 1 year for 5 cases, 1 year to 10 years for 10 cases, more than 10 years for 4 cases. The volume between 201 and 250 cc of

deflated breast implant was rated as high by 14.0 percent. The deflation rate of underfilled implants was 11.4 percent, adequate filled implants was 9.3 percent. None of overfilled implant was deflated. The deflation of smooth surface implant was 5 of 152 cases. Textured implant was 14 of 49 cases. The capsular contracture of non-deflated breast implant was 28 of 182 cases and that of deflated breast implant was 6 of 19 cases.

**Conclusion:** The patients who underwent saline-filled breast implant implantation should be informed that their implant could deflate. The analysis of clinical durability and causes of deflation in breast implant was important for the prediction and prevention of reoperation. The authors could suppose the causes of deflation of saline-filled breast implant through history, duration of survival, inspection of the shell of implant.

**Key Words:** Saline-filled breast implant, Breast reconstruction, Durability, Deflation

## I. 서론

식염수 유방 보형물은 프랑스의 제조사 Arion에 의해 1964년 처음으로 소개되었다.<sup>1</sup> 초기에는 실리콘 유방 보형물에 비해 많이 사용되지 않았으나 1992년 미국 식품 의약청(FDA)에 의해 실리콘 보형물의 사용이 금지되면서 1994년 미국 내 유방 보형물 사용의 90%를 차지하게 된다.<sup>2</sup> 국내에서도 1992년부터 2006년 실리콘 보형물이 다시 FDA의 승인을 얻을 때까지 미용 및 재건분야에서 대부분 식염수 유방 보형물을 사용하였다.

식염수 유방 보형물이 과연 어느 정도의 수명을 가질 것인가 하는 것은 환자뿐만 아니라 임상 의사도 궁금해 하는 점이다. 삽입된 보형물이 체내에서 제거되는 순간 보형물의 수명은 끝나는 것으로 생각할 수 있으며, 그 원인으로는 보형물의 감염, 누출(deflation), 환자가 보형물의 제거를 원하는 경우 등이 있다. 이 중 보형물의 누출은 보형물을 둘러싼 실리콘 껍질의 내구성과 연관되며 이에 대한 다양한 실험들과 임상적인 자료들이 보고되었다.<sup>3-6</sup> 보형물의 누출에 대한 여러 해외 연구들이 발표되었지만 유방확대술과 유방재건술을 구분하여 조사하지 않았고,<sup>2,7-11</sup> 국내 연구는

Received September 1, 2011

Revised September 27, 2011

Accepted September 29, 2011

**Address Correspondence:** Jun Ho Lee, M.D., Department of Plastic and Reconstructive Surgery, College of Medicine, Yeungnam University Hospital, 317-1 Daemyung 5-dong, Nam-gu, Daegu 705-717, Korea. Tel: 053) 620-3480/Fax: 053) 626-0705/E-mail: 2junho@gmail.com

\* This work was supported by a grant from the Chunma medical research foundation, Korea, 2010.

유방확대술에 국한하여 발표된바 있다.<sup>12</sup>

저자들은 유방확대술에 비해 상대적으로 합병증의 발생률이 높은 유방재건술에 있어,<sup>13</sup> 보형물 누출의 발생률, 누출의 원인, 누출되기까지의 기간 및 유방재건술과 관련된 여러 가지 요인에 대한 다양한 분석을 통해 식염수 보형물의 임상적인 내구성에 대해 살펴보고자 한다.

## II. 재료 및 방법

1995년 5월부터 2011년 6월까지 유방절제술 이후 식염수 보형물을 이용한 유방재건술을 시행받은 201명의 환자 중 보형물의 누출이 발생한 19명의 환자를 대상으로 하였다. 모든 환자에서 대흉근 근막하 공간에 보형물을 삽입하는 방법으로 시행하였으며 192례에서 부분 근육 하 공간, 9례에서 전거근(serratus anterior muscle), 복직근(rectus abdominis muscle), 배바깥빗근(external oblique abdominis muscle)의 근막을 이용한 전체 근육 하 공간에 보형물을 삽입하였다. 후향적 고찰로 의무기록을 통해 보형물 누출의 원인, 보형물 생존 기간, 증상 및 징후, 유방절제술 시 유두 절제 여부, 보형물 용적, 식염수 채움 정도, 보형물의 표면 유형, 보형물 누출 후 치료방법, 피막구축 병발 여부, 유방암의 병기 등에 대해 조사하였다. 이때 피막구축은 Becker 분류 Grade III 및 IV인 경우를 계수하였다.

자료의 통계처리는 SPSS 12.0 (SPSS, Inc., Chicago, Ill) 통계 프로그램을 이용하였으며 Fisher의 정확 검정, Pearson 카이 제곱 검정을 실시하였다. 유의 수준이  $p < 0.05$ 인 경우를 유의한 것으로 평가하였다.

## III. 결과

식염수 보형물을 이용한 유방재건술을 받은 환자 201명의 평균 나이는 40.5세(26~64세)였으며 추적관찰기간은 2개월에서 11년 1개월로 평균 1년 3개월이었다. 환자는 모두 일측성 유방재건술을 받았다. 유방절제술 후 즉시 재건술을 시행한 증례는 194례이었으며 지연 재건술을 시행한 증례는 7례였다. 보형물의 평균 용적은 224 cc (최소 125 cc에서 최대 390 cc)였다. 보형물의 종류는 MENTOR® smooth implant 152례, MENTOR® siltex implant 31례, MENTOR® Becker double lumen implant 18례였다. 그리고 조직확장기를 삽입한 상태에서 피막구축, 감염, 누출 등의 합병증으로 조직확장기를 제거한 경우가 7례였다. 이 중 smooth type은 152례, textured type은 49례였다.

식염수 유방 보형물을 삽입한 201례 중 누출 이외에 감염, 피막구축, 보형물 노출 등으로 보형물을 제거한 경우가 각각 20례(10.0%), 7례(3.5%), 2례(1.0%)였다. 전체 보형물의

제거율은 23.9%였다. 식염수 보형물을 삽입한 후 10년 이상 유지한 증례는 총 57례였으며 이들의 중 4례(7.0%)에서 누출이 발생하였고, 누출을 포함하여 감염, 피막구축 등으로 보형물을 제거한 경우가 9례(15.8%)였다.

식염수 보형물이 누출된 환자들의 평균 나이는 41.8세(26~62세)였다. 평균 BMI ( $\text{kg}/\text{m}^2$ )는 22.7 (최소 17.7에서 최대 28.7)이었으며 누출된 보형물의 용적은 평균 219 cc (최소 150 cc에서 최대 275 cc)였다. 보형물이 누출된 환자들은 모두 일측성 유방재건술을 받은 환자들이었다. 유방절제술 후 즉시 재건술을 시행한 증례는 18례이었으며 지연 재건술을 시행한 증례는 1례였다. 보형물이 누출된 환자들 중 조직확장기 이후에 식염수 보형물로서 재건술을 시행한 환자는 없었다 (Table I). 보형물의 종류는 MENTOR® smooth implant 5례, MENTOR® siltex implant 12례, MENTOR® Becker double lumen implant 2례였다. 이 중 Smooth type은 5례, Textured type은 14례였다. 보형물이 누출된 환자들 중 수술방사선요법을 시행받은 환자는 1명이었다.

### 가. 보형물 누출의 원인

식염수 보형물이 누출된 원인은 병력 청취 상 특별한 원인을 밝힐 수 없었던 경우가 15례였으며 외상에 의한 경우가 4례였다. 외상은 낙마가 1례, 유방촬영술이 2례, 주사침 사고가 1례였다(Table II).

### 나. 보형물 생존 기간

보형물을 삽입한 이후 누출되기까지의 기간은 1개월에서 11년 1개월이었으며 평균 4년 5개월이었다. 1년 미만인 경우가 5례, 1년에서 2년 사이가 1례, 2년에서 3년 사이가 2례, 3년에서 4년 사이가 3례였다. 4년에서 8년 사이 각 1년마다 1례씩이었으며, 10년 이후가 4례였다(Table I, Fig. 1).

### 다. 증상 및 징후

식염수 보형물이 누출된 19례 모두 통증 등의 특이한 증상은 없었으며, 18례에서 보형물의 부피가 줄어드는 징후가 관찰되었다(Fig. 2). 징후가 없었던 1례는 유방 초음파 검사 중 우연히 발견된 경우였다.

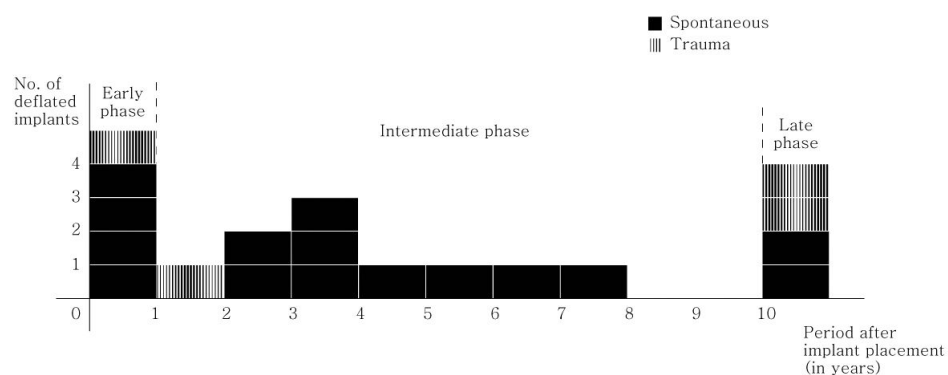
### 라. 보형물의 용적과 누출

식염수 보형물을 이용한 유방재건술을 시행받은 전체 환자 중 150 cc 이하의 보형물을 이용한 경우가 57례였으며, 이 중에 누출은 2례(3.5%)에서 발생하였다. 151 cc에서 200 cc 이하의 경우는 46례였으며 누출은 6례(13.0%)였다. 201cc에서 250 cc 이하의 경우는 57례였으며 누출은 8례(14.0%)였다. 251 cc에서 300 cc 이하의 경우는 28례였으며

**Table I.** Characteristics of the Patients with Deflated Breast Implant

No.	Age	BMI (kg/m <sup>2</sup> )	Implant volume(cc)	Cause	Implant survival period	Treatment	Capsular contracture
1	33	28.7	225	Spontaneous	1 month	Replacement	No
2	38	22.5	180	Accidental needle injury	2 months	Removal	No
3	38	19.3	250	Spontaneous	3 months	Removal	No
4	42	17.7	250	Spontaneous	8 months	Removal	No
5	34	22.3	300	Spontaneous	10 months	Removal	No
6	49	23.2	150	Mammography	1 year 1 month	Removal	No
7	44	25.6	275	Spontaneous	2 years 2 months	Replacement	Yes
8	40	24.0	250	Spontaneous	2 years 11 months	Removal	No
9	45	22.5	225	Spontaneous	3 years 1 month	Replacement	Yes
10	38	22.2	250	Spontaneous	3 years 7 months	Removal	No
11	33	28.7	250	Spontaneous	3 years 10 months	Replacement	Yes
12	40	24.8	200	Spontaneous	4 years 11 months	Replacement	No
13	53	20.9	175	Spontaneous	5 years 6 months	Replacement	Yes
14	26	23.2	250	Spontaneous	6 years 11 months	Replacement	No
15	42	23.9	250	Spontaneous	7 years 2 months	DIEP	Yes
16	45	23.3	175	Spontaneous	10 years	Removal	No
17	35	20.8	150	Spontaneous	10 years 1 month	Removal	No
18	57	17.9	175	Fall down	10 years 2 months	Replacement	Yes
19	62	20.6	175	Mammography	11 years 1 months	Removal	No

DIEP, Deep inferior epigastric perforator flap.

**Fig. 1.** Deflation counts by years after insertion.

누출은 3례(10.7%)였다. 301 cc 이상의 경우는 13례였으며 이 중에서 누출은 발생하지 않았다. 보형물 용적과 누출은 유의한 상관관계를 보이지 않았다( $p=0.233$ )(Fig. 3).

#### 마. 보형물의 식염수 채움과 누출

식염수 보형물을 적정량보다 적게 채운 경우(underfilling)

는 35례였으며 이 중에서 보형물의 누출은 4례(11.4%)가 발생하였다. 적정량을 채운 경우(adequate filling)는 161례였으며 이 중에서 누출은 15례(9.3%), 적정량 넘게 채운 경우(overfilling)는 5례였으며 이 중에서 누출은 발생하지 않았다. 보형물의 식염수 채움 정도와 누출은 유의한 상관관계를 보이지 않았다( $p=0.7131$ )(Table III).



**Fig. 2.** Case 16. (Above) Shrinkage of left breast due to deflated saline implant. (Below) Deflation and leakage of saline implant.

**바. 보형물의 표면 유형과 누출**

식염수 보형물의 표면 유형 중 Smooth type은 152례였으며 이 중에서 보형물의 누출은 5례(3.3%)가 발생하였다. Textured type은 49례였으며 이 중에서 누출은 14례(28.6%)였다. 보형물의 표면 유형과 누출은 유의한 상관관계를 나타내었다( $p<0.001$ )(Table IV).

**사. 유두 절제 여부와 보형물의 누출**

유두를 보존한 채 유방절제술을 시행한 경우는 127례였으며 이 중에 보형물의 누출은 13례(10.2%)에서 발생하였다. 유방절제술 시 유두를 함께 제거한 경우는 74례였으며 이 중에 보형물의 누출은 6례(8.1%)에서 발생하였다. 유두 절제 여부와 보형물의 누출은 유의한 상관관계를 보이지 않았다( $p=0.619$ )(Table V).

**아. 보형물 누출 후 치료**

식염수 보형물이 누출된 모든 증례에서 이를 제거하였다.

**Table II.** Causes of the Deflation of Breast Implant

Cause	No. of cases (%)
Spontaneous	15 (7.5)
Trauma	
Fall down	1 (0.5)
Mammography	2 (1.0)
Accidental needle injury	1 (0.5)
Total	19 (9.5)

**Table III.** Deflation of Breast Implant according to Implant Filling\*

Implant filling	No. of cases	No. of deflation	Incidence of deflation (%)
Underfilling	35	4	11.4
Adequate filling	161	15	9.3
Overfilling	5	0	0
Total	201	19	9.5

\* $p=0.713$ .

**Table IV.** Deflation of Breast Implant according to Implant Surface Type

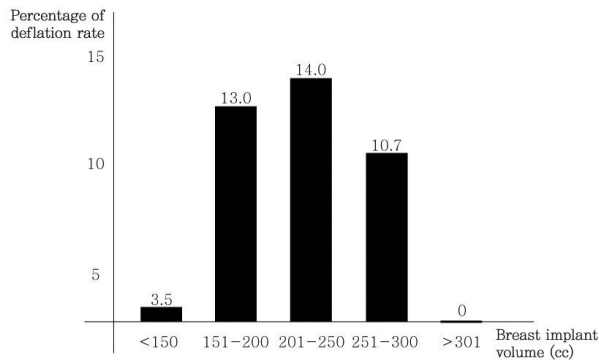
Surface type	No. of cases	No. of deflation	Incidence of deflation (%)
Smooth type	153	6	3.9
Textured type	48	13	27.1
Total	201	19	9.5

\* $p<0.001$ .

**Table V.** Deflation of Breast Implant according to Implant Surface Type

Mastectomy type	No. of cases	No. of deflation	Incidence of deflation (%)
Nipple areolar skin-sparing mastectomy	127	13	10.2
Skin-sparing mastectomy	74	6	8.1
Total	201	19	9.5

\* $p=0.619$ .



**Fig. 3.** Deflation rate according to saline breast implant volume ( $p=0.233$ ).

8례에서 새로운 보형물을 재삽입하였으며 1례에서 심하복벽 천공지 유리피판(deep inferior epigastric perforator flap)으로 유방재건술을 시행하였다(Table I).

**자. 환자의 유방암 병기와 보형물의 누출**

전체 층례 중 유방암 0기는 51례였고 이 중 3례(5.9%)에서 누출이 발생하였다. 1기는 73례였으며 누출은 6례(8.2%)에서 발생하였다. 2기는 74례였으며 10례(13.5%)에서 누출이 발생하였다. 3기는 3례였으며 이중에서 누출은 발생하지 않았다. 환자의 유방암 병기와 보형물의 누출은 유의한 상관관계를 나타내지 않았다( $p=0.539$ ).

**차. 피막구축의 발생과 보형물의 누출**

보형물의 누출이 발생하지 않은 182례 중 Becker 분류 Grade III 및 IV인 피막구축이 발생한 경우는 28례(15.4%)였다. 보형물의 누출이 발생한 19례 중 마찬가지로 Grade III 및 IV의 피막구축이 동반된 경우는 6례(31.6%)였다. 보형물의 누출과 피막구축의 발생은 유의한 상관관계를 나타내지 않았다( $p=0.091$ )(Table I).

**IV. 고 찰**

통상적으로 알려진 식염수 유방 보형물의 누출을 유발하

는 원인은 밸브의 기능이상(valve malfunction), 구겨짐에 의해 발생한 흠(fold-flaw cracking), 보형물 껍질에 존재하는 탄성중합체의 피로(elastomer fatigue), 외상(trauma) 등이다.<sup>5,14</sup> 본 연구에서 보형물이 누출된 19례 중 외상에 의한 경우가 4례, 특별한 원인을 밝힐 수 없는 경우가 15례였다. 술후 제조사에서 누출로 제거된 모든 보형물을 회수하였기 때문에 저자들은 누출된 보형물의 물리적 손상에 대한 조사 결과를 제조사에 요청하였다. 그러나 제조사는 이에 대한 자료를 가지고 있지 않아 자세한 소견을 얻을 수 없었다.

이번 연구에서 유방촬영술 후 식염수 보형물의 누출이 발생한 경우는 2례였다. 유방 보형물을 삽입한 경우 유방촬영술 시 삽입하지 않은 경우에 비해 절반 정도의 압력을 가하여야 한다.<sup>15</sup> 검사 시행 전 검사자와 환자 모두 유방촬영술에 의해 보형물의 누출 혹은 파열이 발생할 수 있음을 알아야 하며 이에 대해 주의하여야 한다.

식염수 보형물을 삽입한 이후 누출되기까지의 기간은 3개의 기간으로 나누어 볼 수 있다(Fig. 1). 초기(early phase)는 삽입한 시점으로부터 1년까지의 기간으로 특별한 외상 없이 발생한 보형물 누출 15례 중 4례가 여기에 속한다. 이 기간에 발생한 외상의 병력이 없는 보형물의 누출은 술 중 수술기구에 의한 손상 혹은 밸브의 기능이상인 원인일 가능성이 높다. 정확한 발생률은 알려져 있지 않으나 보형물을 삽입할 때 혹은 삽입 후 발생한 피막구축을 제거할 때 수술기구들에 의해 손상을 입어 보형물의 누출이 발생할 수 있다.<sup>3,6</sup> 이러한 경우 외부 손상의 흔적이 없는지 누출된 보형물의 면밀한 관찰이 필요하다.

중기(intermediate phase)는 삽입한 시점으로부터 1년 이후 10년 이내의 기간이다. 중기와 후기를 나누는 시기를 보형물 삽입 후 10년으로 한 이유는 이전의 여러 연구결과 이 시기 이후 보형물의 생존률이 상당히 낮아지기 때문이다.<sup>7,12</sup> 미국에서 이루어진 두 차례 다기관 연구를 살펴보면 1997년 발표된 연구에서는 보형물을 삽입한 후 5년째 생존율은 95.7%에서 98.0%, 10년째 생존율은 90.2%에서 95.2%라고 하였다.<sup>2</sup> 2000년 발표된 연구에서 보형물의 생존율은 삽입 후 99% 이상 유지되던 것이 10년째를 기점으로 98% 이하로 감소하게 된다.<sup>7</sup> 이러한 임상적인 근거로 보형물 삽



입 후 10년을 기준으로 중기와 후기를 나누었다. 이 기간은 술 중 손상의 직접적인 영향으로부터 어느 정도 벗어난 시기이며 아직 임상적인 보형물의 피로가 나타나기 이전 시기이다. 그러므로 그 외의 요소들 즉, 피막구축, 생활습관 등의 요소들이 작용하는 기간이다.

외상없이 발생한 보형물 누출 15례 중 9례가 중기에 속한다. 초기와 후기에 비해 중기에 발생한 보형물 누출의 경우 원인을 추측하기가 어렵다. 가능한 원인으로는 피막구축과 식염수의 적정량보다 적게 채움에 따른 보형물의 구겨짐, 과다한 보형물 용적 등이 있다. 본 연구에서 외상없이 중기에 누출이 발생한 9례 중 식염수를 적정량보다 적게 채운 경우는 없었으며, 5례에서 피막구축이 동반되었다. 나머지 4례에서는 모두 항암화학요법을 시행한 것 외에 특이한 병력을 찾지 못하였다.

보형물이 다양한 원인에 의해 접히거나 구겨지게 되면 보형물의 껍질이 서로 맞닿아 마모되며 이로써 누출이 발생하게 된다.<sup>8</sup> 보형물의 구겨짐은 식염수를 적게 채움, 피막구축 등에 의해 나타날 수 있다. 본 연구에서도 적정량보다 식염수를 적게 채운 경우 누출률이 11.4%였으며, 적정량을 채운 경우와 적정량 넘게 채운 경우의 누출률은 8.4%였다. 적정량보다 식염수를 적게 채우는 것은 보형물 누출의 위험인자이며, 보형물의 식염수를 25 cc 이상 적게 채우면 누출률이 3.3배 증가한다.<sup>3</sup> 그러나 미국에서 이루어진 대규모 연구 중에는 식염수를 적게 채우는 자체가 보형물 누출의 위험인자로서 통계적 유의성이 없다는 연구도 있다.<sup>7</sup>

후기(late phase)는 삽입한 시점으로부터 10년 이후의 기간으로서 외상없이 발생한 보형물 누출 15례 중 2례가 여기에 속한다. 이 기간은 다른 원인들 보다 보형물 자체의 피로도가 가장 크게 작용하는 시기이다. 걷기, 달리기 등의 일상적인 활동에 의해 체내의 보형물은 지속적이고 반복적인 자극을 받는다.<sup>3</sup> 이러한 자극에 의해 보형물의 껍질은 피로 손상(fatigue damage)을 입게 되며, 보형물의 강도와 직접적인 관계가 있는 탄성중합체의 피로가 누적된다. 체내 삽입 후 시간이 지날수록 보형물의 강도는 약화된다.<sup>6</sup> 실리콘 껍질의 피로 손상이 누적되면 보형물이 파열되는데, 전자현미경에서 pinhole pattern과 tear nucleation pattern이 나타나게 된다.<sup>3</sup>

보형물의 용적이 450 cc 이상인 것은 보형물 누출의 위험인자이다.<sup>7</sup> 그러나 동양인에서 실제로 450 cc 이상의 보형물로 재건술을 시행하는 경우는 매우 드물고, 본 연구에서 대상으로 한 환자 중에도 보형물 용적이 가장 큰 증례가 390 cc였다. 본 연구에서는 보형물 용적이 큰 경우보다 오히려 201 cc에서 250 cc 사이의 보형물 누출률이 15.8%로 가장 높았다. 대체로 유방의 크기가 서양인 보다 작은 동양인에서 보형물 용적과 누출의 상관관계에 대한 더 많은 연구가

필요하다.

Smooth type과 Textured type의 누출률이 통계적으로 유의한 차이를 나타내었다. 비정상적인 구겨짐과 주름이 Smooth type 보다 Textured type에서 더 많고, 그 결과 식염수 보형물의 누출 또한 Textured type에서 더 많다는 기존의 연구가 소개된 바 있다.<sup>13</sup> 본 연구의 결과 또한 동일한 원인에 의한 것으로 생각된다.

## V. 결론

환자들은 유방 보형물이 영구적인 장치가 아니고 일정한 수명을 가진다는 사실을 알 필요가 있다. 여러 가지 원인에 의해 유방 보형물의 누출이 발생할 수 있으며, 새로운 보형물을 삽입에 따른 추가적인 비용과 수술의 위험성이 발생하므로 이에 대한 예측 및 예방이 중요하다. 본 연구에서는 병력, 보형물 삽입 후 누출되기까지의 기간, 식염수 채움의 정도, 보형물의 종류, 피막구축의 병발 여부 등을 통해 보형물 누출의 원인을 추측하였다. 이러한 원인에 대한 분석과 보형물의 임상적 내구성에 대한 보고가 보형물을 이용한 유방재건술에서 반드시 필요할 것으로 사료된다.

## REFERENCES

1. Lee JH, Kwon KH, Kim YB: Deflation of saline filled breast implant by scar tissue contracture. *J Korean Soc Aesth Plast Surg* 8: 16, 2002
2. Gutowski KA, Mesna GT, Cunningham BL: Saline-filled breast implants: a Plastic Surgery Educational Foundation multicenter outcomes study. *Plast Reconstr Surg* 100: 1019, 1997
3. Brandon HJ, Jerina KL, Savoy TL, Wolf CJ: Scanning electron microscope fractography of induced fatigue-damaged saline breast implants. *J Long Term Eff Med Implants* 16: 71, 2006
4. Brandon HJ, Young VL, Jerina KL, Wolf CJ: Scanning electron microscopy characterization of surgical instrument damage to breast implants. *Plast Reconstr Surg* 108: 52, 2001
5. Rapaport DP, Stadelmann WK, Greenwald DP: Incidence and natural history of saline-filled breast implant deflations: comparison of blunt-tipped versus cutting and tapered needles. *Plast Reconstr Surg* 100: 1028, 1997
6. Phillips JW, de Camara DL, Lockwood MD, Grebner WC: Strength of silicone breast implants. *Plast Reconstr Surg* 97: 1215, 1996
7. Cunningham BL, Lokeh A, Gutowski KA: Saline-filled breast implant safety and efficacy: a multicenter retrospective review. *Plast Reconstr Surg* 105: 2143, 2000
8. Worsg A, Kuzbari R, Tairych G, Korak K, Holle J: Long term results of inflatable mammary implants. *Br J Plast Surg* 48: 183, 1995
9. Rheingold LM, Yoo RP, Courtiss EH: Experience with 326 inflatable breast implants. *Plast Reconstr Surg* 93: 118, 1994

10. Lavine DM: Saline inflatable prostheses: 14 years' experience. *Aesthetic Plast Surg* 17: 325, 1993
11. Gylbert L, Asplund O, Jurell G: Plast Reconstr Surg. 1990 Mar;85 (3):373-7. Capsular contracture after breast reconstruction with silicone-gel and saline-filled implants: a 6-year follow-up. *Plast Reconstr Surg* 85: 373, 1990
12. Yoon DJ, Kang CU, Bae YC, Nam SB, Choi SJ, Lee MW, Chung SH, Song IS, Kim HO: Experience and analysis of managing deflated mammary bags. *J Korean Soc Aesth Plast Surg* 14: 49, 2008
13. Handel N, Cordray T, Gutierrez J, Jensen JA: A long-term study of outcomes, complications, and patient satisfaction with breast implants. *Plast Reconstr Surg* 117: 757, 2006
14. McGrath MH, Burkhardt BR: The safety and efficacy of breast implants for augmentation mammoplasty. *Plast Reconstr Surg* 74: 550, 1984
15. Destouet JM, Monsees BS, Oser RF, Nemecek JR, Young VL, Pilgram TK: Screening mammography in 350 women with breast implants: prevalence and findings of implant complications. *AJR Am J Roentgenol* 159: 973, 1992