

주름 평가 소프트웨어 개발과 Cog형 봉합사의 피부 주름 개선 검증에 관한 연구

정진형*, 이상식*

A Study on Development of Wrinkle Evaluation Software and Verification of Skin Wrinkle Improvement of Cog Suture

Jin-Hyoung Jeong*, Sang-Sik Lee*

요약 고령화 사회의 진입과 더불어 인가의 평균수명이 연장됨에 따라 현대사회의 남성 및 여성의 외모에 대한 관심이 증가하여 가장 외면적으로 판단할 수 있는 것이 바로 얼굴의 주름이다. 이에 남녀를 불문하고 깨끗하고 주름이 없으면서 탄력성이 있는 건강한 피부를 갖기 위하여 사람들은 각종 시술을 받고 있는 추세이다. 시술 중 하나의 방법으로 리프팅 시술 방법이 많이 시행되고 있는데, 녹는실을 이용한 봉합사는 피하지방층에 주입하여 피부 속에 실을 고정할 수 있는 부위를 중심으로 비절개 형식으로서 피부 속으로 걸어 당겨주어서 리프팅을 시키는 방법이다. 이에 피부 주름 개선을 위한 Cog형 봉합사의 리프팅 효능을 검증하기 위하여 전임상 실험을 진행하였으며, Labview를 이용하여 주름 평가 프로그램 개발하였다. 전임상 실험의 데이터는 봉합사 시술 후 8주째 측정 데이터를 사용하였으며, 대조군의 시술 전 개체들이 평균 주름의 깊이는 4.15mm이었고, 8주가 지난 시점 대조군의 노화 진행으로 인하여 8.88mm로 주름의 깊이가 깊어졌다. 반면 봉합사 시술을 시행한 실험군은 시술 전 주름의 깊이는 6.4mm이었고, 봉합사 시술 후 8주차에는 주름의 깊이가 5.66mm로 감소한 것을 확인할 수 있었다.

Abstract With the entry of an aging society, the average life span of accreditation has been extended. Therefore, interest in the appearance of men and women in modern society has increased. It is the wrinkles of the face that can judge the most outwardly. People tend to have various kinds of treatments to have a clean, wrinkle-free and resilient healthy skin regardless of sex. There is a lot of practice of lifting procedures in one of the procedures. A suture using a melting thread is a method of lifting by squeezing it into the skin as a non-incision type centering on a region where the thread can be fixed in the skin by injecting it into the subcutaneous fat layer. To evaluate the lifting efficacy of Cog - type suture for the improvement of skin wrinkles, preclinical experiments were conducted. We developed a wrinkle evaluation program using Labview. Data from preclinical experiments were used at 8 weeks after suturing. The average wrinkle depth was 415.6 mm in the control group. At 8 weeks, the depth of wrinkles was deepened to 888.3mm due to the aging process of the control group. On the other hand, the depth of the wrinkles before surgery was 640.3 mm in the suture group. It was confirmed that the depth of wrinkles decreased to 566.5mm at 8th week after the suture operation.

Key Words : wrinkle improvement, Cog Suture, Wrinkle Evaluation Software, Skin treatment, In vivo

This research is based on the support of the following generation of science and engineering studies supported by the Korea Research Foundation and the support of postdoctoral domestic training project(NRF-2018RIA6A3A01013255).

*Corresponding Author : Department of Bio-medical Engineering, Catholic Kwandong University (lsskyj@cku.ac.kr)

Received June 18, 2019

Revised July 19, 2019

Accepted July 26, 2019

1. 서론

통계청 자료에 따르면 현재 2018년 우리나라의 65세 이상의 인구는 전체 인구의 약 14.3%를 차지하여 고령사회로 진입하였다[1]. 평균수명의 연장됨에 따라 남성이든 여성이든 외모에 대한 관심이 증가하고 있는 추세이다[2].

중·노년 여성의 자가 피부 미용 관리를 통하여 삶의 만족도를 조사한 연구를 보면 관리를 하지 않은 사람보다 만족도 뿐 만 아니라 자아 존중감이 높아 졌다는 결과를 토대로 외모는 단순히 겉모습을 나타내는 것이 아닌 개인적, 사회적 정서적 측면에서도 중요하는 것을 보여준다[3-5].

피부가 노화됨에 따라 가장 눈에 띄는 대표 증상은 주름이다. 주름은 원인에 따라 내인성 노화와 외인성 노화로 나눌 수 있다. 내인성 노화는 외부의 영향과 관계없이 나이가 들면서 자연적으로 일어나는 노화현상이다. 외인성 노화는 자외선의 노출이나 환경오염 등의 외부 환경이나 생활 습관에 따라 발생하는 노화현상이다[6-9]. 특히 자외선에 오래 노출되면 피부암을 비롯하여 주근깨, 기미 등과 같은 색소 질환 등을 일으키고 콜라겐과 엘라스틴 섬유를 손상 또는 파괴 시켜 피부를 처지게 하여 주름을 생기게 한다[7].

피부 노화에 따른 깊은 주름과 처진 피부로 인하여 피부 탄력이 감소한 것에 대한 사람들의 관심이 높아지면서 막을 수 없는 피부 노화를 대신하여 노화를 늦추기 위한 다양한 방법들이 행하여지고 있다[10-12]. 다양한 방법 중 실을 이용한 리프팅 기술 방법이 많이 시행되고 있는 추세이다[13]. 리프팅 기술로 사용되는 실은 Cog형 봉합사를 이용하여 시행된다. Cog형 봉합사를 이용하여 피부 속에 실을 고정할 수 있는 부위를 중심으로 비절개 형식으로 피부 속으로 걸어 당겨주어 피부를 리프팅 시키는 방법이다[13]. 이전에는 녹지 않는 실인 polypropylene 봉합사에 미늘을 만든 실로 많이 시행되었으나, 최근에는 녹는 실을 이용한 봉합사 polydioxanone를 사용하여 리프팅하는 기술이 도입되어 시행되고 있다[14-15].

따라서 본 연구에서는 녹는 실을 이용한 Cog형 봉합사의 피부 주름 개선에 관한 효능 검증을 위함이고, 아

울러 주름의 개선 상태를 수치로 표현할 수 있는 주름 평가 시스템의 개발을 목적으로 한다.

2. 본론

2.1 연구재료 및 방법

1) 봉합사

본 연구에 사용된 Cog형 봉합사의 바늘 굵기는 23Gauge이고, 길이는 3cm이며, 바늘 속에 들어가는 흡수성 봉합사의 길이는 100mm이다.

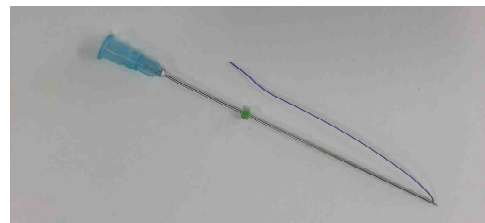


그림 1. 사용된 봉합사
Fig. 1. PDO Cog Suture

2) 실험동물

In vitro 실험을 위하여 Mouse model 군은 주름이 많고 자연 노화 주름을 위하여 Hairless Mouse 군을 선정하였고 이 중 UV가 투사된 Mouse군은 제외하였다.

Hairless mouse는 (주)오리엔트 바이오(한국)로부터 판매되고 강원과학생명이 유통한 6주령의 암컷 Hairless Mouse를 구입하여 2주 동안의 환경 적응 기간을 갖은 후 8주차부터 진행하였다.

실험동물은 습도 50±2%, 온도 22±2℃로 유지되는 동물 실험실에서 사육하였고, 물과 사료는 자유롭게 섭취할 수 있도록 공급하였다.



그림 2. 실험 동물 사육 케이지
Fig. 2. Breeding Cage

3) 주름 평가 프로그램

주름의 깊이를 수치적으로 변환시켜주는 Labview 기반의 주름평가 프로그램을 개발하였다. 아래 그림 3과 같이 이미지를 불러온 후 수치 값으로 변환 시켜줄 부분을 선정하면 실시간으로 주름의 깊이를 수치적인 값으로 변환시켜 주는 프로그램이다.



그림 3. 주름 평가 소프트웨어 화면 구성도
Fig. 3. Wrinkle evaluation software screen concept diagram

Labview2013을 이용하여 개발하였으며, 이미지를 불러온 다음, 원하는 부분의 주름의 깊이를 수치 값으로 환산하여 모니터링 할 수 있는 프로그램을 개발 하였다.

1) Main 설계

메인부는 주름 평가를 측정하기 위한 이미지를 불러오는 부분으로서, 측정부위의 주름의 깊이를 측정하기 위한 연산 및 ROI를 이미지에 그린다. 이미지를 그린

다음 각각의 좌표를 얻어서 실시간으로 동작할 수 있도록 설계 하였다.

2) Edge 검출 알고리즘 및 연산 수치화

이미지를 텍스트화 하는 부분으로서, 주름의 깊이에 대한 최적의 값을 선정한다. ROI영역에 대해서 좌표값을 받아들이고 이미지를 중첩 시켜서 측정하여 산출한다. Cany Edge 검출 방식을 적용하여 측정부위의 상단에서 하단 방향으로 일직선으로 정해진 길이 만큼에서 Edge를 검출한다. 일정구간의 평균값이 옆의 구간보다 크게 변화가 생길 때, Threshold로 설정하여 다양한 이미지를 텍스트하며 최적의 선정하도록 한다. 검출 해상도는 검출간격 10픽셀이며, 직선상 검출된 모든 값 중 가장 큰 값만 검출한다. 이미지의 특정 부위에서 검출된 값을 배열로 저장하였다가, 이격된 거리에 따라 선형성을 판단하고 선으로 판단되면 그 값을 연산 처리한다. 이 때 연산된 값이 Wrinkle Index의 수치가 된다.

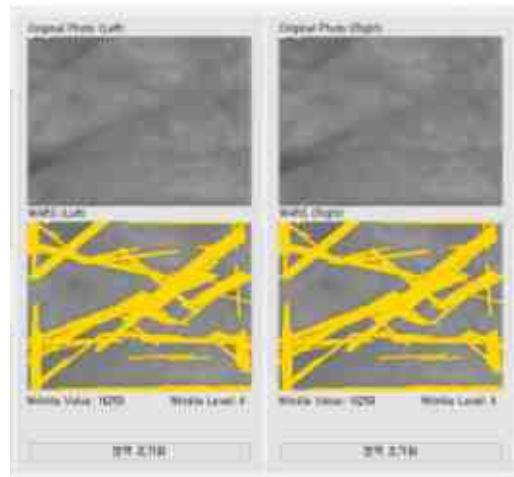


그림 4. 주름 평가 소프트웨어 구동 화면
Fig. 4. Wrinkle evaluation software-driven screen

2.2 실험 방법

2주간 실험실에서 환경 적응을 한 실험동물을 대조군과 실험군으로 각각 나누고, 각 군마다 10마리로 정하였다. 어떠한 시술도하지 않은 대조군과 봉합사만을 주입한 실험군으로 나누어 구성하였다.

봉합사를 주입하기 전 실험동물은 Ether을 이용하여 흡입 마취를 실시하였다. 봉합사가 주입 될 위치는 그림 5과 같이 Hairless Mouse의 앞다리와 뒷다리 사이의 주름이 잘 지어지는 곳으로 설정하였다.



그림 5. 봉합사의 시술 부위 선정
Fig. 5. Selection of surgical position for suture

실험군에 삽입 되는 봉합사의 길이는 약 30mm에서 40mm정도의 길이로 중병하였다. 각 실험동물은 시술 전, 후 동일 부위의 사진을 찍고 시술 전과 시술 후 8주차의 데이터를 비교한다. 단, 대조군은 실험군이 시술 받기 전에 찍은 사진과 동일한 날에 사진을 찍고 똑같이 8주후에 사진을 찍어 비교한다.

주름의 깊이에 대한 평가는 자체적으로 개발한 주름과 주름의 깊이를 수치적으로 변환시켜주는 주름 평가 프로그램을 통하여 주름 평가를 실시한다.



그림 6. 봉합사 주입 사진
Fig. 6. Suture injection

2.3 실험결과

본 연구에서는 리프팅용 봉합사의 효능 검증을 위한 전임상 실험을 진행하였다. 주름의 개선 상태를 파악하

기 위하여 주름의 깊이를 수치적인 값으로 나타내는 Labview기반의 주름 평가 프로그램을 개발하였다.

대조군 및 실험군들의 데이터를 정리하고 산출하였다. 각 군 10마리 데이터의 평균을 기록하고 산출하였으며, 대조군과 실험군은 각각 시술 전과 8주 후를 관찰하였다.

표 1. 대조군의 시술 전과 8주차 데이터 비교
Table 1. Comparison of pre-treatment and 8th week data of control group 단위(mm)

개체	시술 전	8주차
1	4.50	9.65
2	3.60	8.17
3	4.71	9.81
4	3.10	8.66
5	5.00	9.98
6	3.77	8.42
7	5.42	9.13
8	3.12	7.85
9	4.48	9.62
10	3.86	7.54

아래 그림 7은 각 개체에 대한 주름의 깊이를 그래프로 나타낸 것이다. 그림의 가로축은 개체의 수를 나타낸 것이고, 세로축은 주름의 깊이(mm)를 나타낸 것이다. 각 개체에 대한 왼쪽 그래프는 시술전의 주름의 깊이에 대한 수치를 표현한 것이고, 오른쪽 그래프는 8주차 주름의 깊이 값을 표현한 것이다.

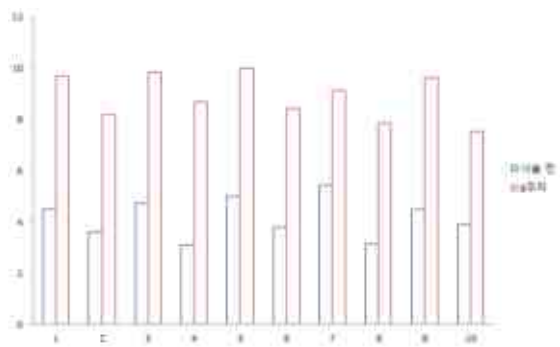


그림 7. 대조군의 시술 전과 시술 8주차 데이터의 비교
Fig. 7. Comparison of pre-treatment and procedural data of control group

대조군의 데이터를 보면, 대조군의 시술 전 개체들의 평균 주름의 깊이는 4.15mm이었고, 8주차의 대조군의 주름의 깊이는 노화의 진행으로 인하여 8.88mm로 주름의 깊이가 깊어진 것으로 파악되었다.

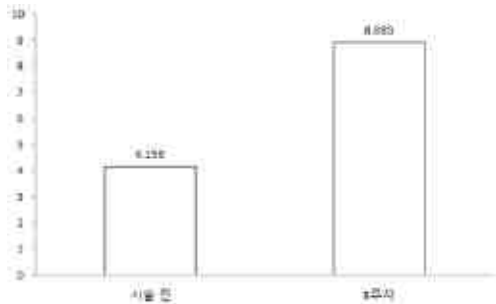


그림 8. 대조군 시작 전과 8주차 평균값
Fig. 8. Mean before and 8th week of control

다음 표 2와 그림 9, 그림 10은 봉합사를 시술한 실험군에 관한 내용이다.

표 2. 실험군의 시술 전과 8주차 데이터 비교
Table 2. Comparison of pre-treatment and 8th week data of experimental group

단위(mm)

개체	시술 전	8주차
1	4.77	4.57
2	9.55	8.66
3	1.33	1.02
4	8.52	7.49
5	6.54	5.22
6	9.55	8.32
7	6.32	5.44
8	7.57	6.67
9	1.65	1.43
10	8.23	7.83

그림 9는 각 개체에 대한 주름의 깊이를 그래프로 나타낸 것이다. 그림의 가로축은 개체의 수를 나타낸 것이고, 세로축은 주름의 깊이(mm)를 나타낸 것이다. 각 개체에 대한 왼쪽 그래프는 시술전의 주름의 깊이에 대한 수치를 표현한 것이고, 오른쪽 그래프는 시술 후 8주차 주름의 깊이 값을 표현한 것이다. 실험군의

모든 개체는 시술 전 보다 시술 후 8주차에 그래프가 감소하는 형태를 띠는 것으로 보아 주름의 깊이가 개선이 되었다는 것으로 나타났다.

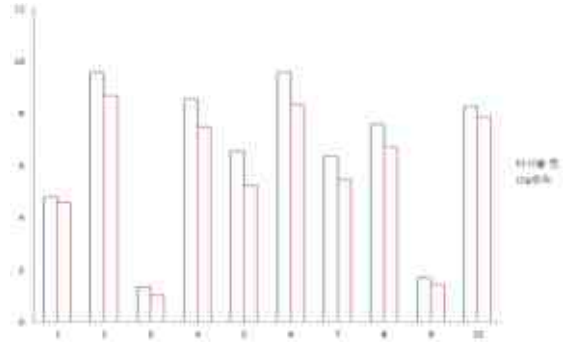


그림 9. 실험군의 시술 전과 시술 8주차 데이터의 비교
Fig. 9. Comparison of pre-treatment and procedural data of the experimental group

시술 전 실험군 개체의 평균 주름의 깊이는 6.4mm이었고, 주름의 개선을 위하여 봉합사 시술을 실시한 후 8주차의 주름의 깊이는 5.66mm로 시술 전과 비교하여 약 11.53%의 주름 감소율을 볼 수 있었다.

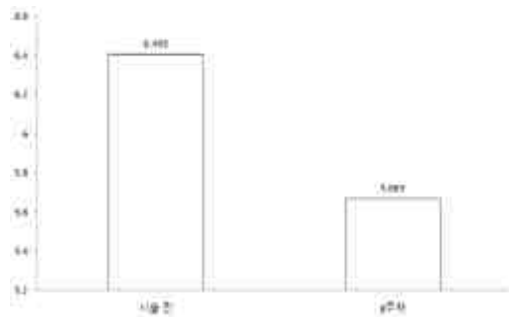


그림 10. 실험군 시작 전과 8주차 평균값
Fig. 10. Mean before and after 8th week of experiment group.

2.4 Pearson의 Paired T-test

실험군 개체의 시술 전 데이터와 시술 후 8주차 데이터를 비교하였을 때, 봉합사 시술 전 보다 시술 후 8주차에는 주름의 깊이가 개선이 되었을 거라는 연구 가설에 대한 유의성 확인을 위하여 Pearson의 Paired T-test 분석을 실시하였다. 주름의 깊이가 개선이 되었

을 거라는 가정이므로 T-test는 단측 검정을 실시하였으며, T-test는 EXCEL 2010을 사용하여 실시하였다.

표 3. 봉합사 시술 실험군의 T-test 분석 결과
Table 3. Results of T-test analysis of suture operation group

	시술 전	8주차
평균	6.403	5.665
분산	8.889712	7.333983
관측수	10	10
피어슨 상관계수	0.993685	
가설 평균차	0	
자유도	9	
t통계량	5.551052	
P(T<t) 단측 검정	0.000178	
t 기각치 단측 검정	1.833113	
P(T<t) 양측 검정	0.000356	
t 기각치 양측 검정	2.262157	

실험군의 T-test 분석 결과 p=0.000178으로 유의수준인 $\alpha < .05$ 보다 적게 나왔다. 봉합사 시술 전 보다 봉합사 시술 후 8주차에 주름의 깊이가 개선이 될 것이라는 연구 가설에 대한 유의차가 있는 것으로 판단되었다.

3. 결론

얼굴의 주름을 제거하기 위한 방법에는 침습적인 방법과 비침습적인 방법이 있는데 사람들은 수술로 치료하기 보다는 간단하고 오랫동안 유지되는 시술의 치료를 원하는 경향이 있다. 이러한 이유로 봉합사를 이용하여 피하 지방층에 비 절개 형식으로 피부 속으로 걸어 당겨주어 피부를 팽팽하게 잡아당겨주는 리프팅 시술 방법이 많이 시행되고 있다.

이러한 리프팅 시술에 많이 사용되는 봉합사의 효능 검증을 위하여 대조군과 실험군을 설정하였으며, 대조군은 봉합사를 시술하지 않은 군, 실험군은 봉합사를 시술한 군으로 구분하였다. 각 군별 데이터는 시술 전과 8주차의 데이터를 사용하였으며, 주름의 개선을 확인하기 위하여 Labview를 이용한 주름 평가 프로그램을 개발하여 적용하였다.

주름 평가를 실시한 결과 자연 노화가 진행 된 대조

군의 주름은 약 113.74%의 증가율을 보였으며, 실험군의 봉합사를 시술한 군은 약 11.53%의 감소율을 보인 것을 알 수 있었다.

또한 Pearson의 Paired T-test 분석을 한 결과 실험군의 유의수준이 $\alpha < .05$ 보다 적게 나와 유의한 차가 있는 것을 알 수 있었다.

또한 Cog형 봉합사 리프팅 실의 효능을 검증하기 위하여 봉합사 리프팅 실 시술 전 보다 시술 후 8주차에는 주름의 깊이가 개선되었을 거라는 연구 가설의 유의성 검증을 위하여 Pearson의 Paired T-test 분석을 한 결과 p=0.000178로 실험군의 유의수준이 $\alpha < .05$ 보다 적게 나와 유의한 차가 있는 것을 알 수 있었다.

REFERENCES

- [1] Jung-Min Yoo, Yeo-Jin Kang, Hyeong-Bae Pyo, Eui Su Choung, Shin Young Park, Ji Ho Choi, Gwi-Jung Han, Choong Hwan Lee and Tack-Joong Kim, "Anti-Wrinkle Effects of Korean Rice Wine Cake on Human Fibroblast", Journal of Life Science 2010 Vol.20. No.12. 1833-1843
- [2] Woffles T.L. Wu, MD. "Barbed Sutures in Facial Rejuvenation", Aesthetic Surg J 2004;24:582-587.
- [3] Cesare Brandi, Carlo D' Aniello, Luca Grimaldi, Elena Caiazzo and Elisabetta Stanghellini. "Carbon Dioxide Therapy: Effects on Skin Irregularity and Its Use as a Complement to Liposuction", Aesthetic Plastic Surgery 28(4):222-5
- [4] Georgia S. K. Lee. "Carbon Dioxide Therapy in the Treatment of Cellulite : An audit of Clinical Practice". Aesthetic Plastic Surgery (2010) 34:239-243
- [5] Cesare Brandi, Carlo D'Aniello, Luca Grimaldi, Bruno Bosi, Iacopo Dei, Piero Lattarulo, Carlo Alessandrini, "Carbon Dioxide Therapy in the Treatment of Localized Adiposities : Clinical Study and Histopathological Correlations. Aesthetic Plastic Surgery. 25:170-174,2001.
- [6] Melvin R. Feri, Rick E. Berger, Steven J. Dusch, Veronica Guel, James R. Jauchem,

James H. Merritt, and Michael A. Stedham. "Chronic Exposure of Cancer-Prone Mice to Low-Level 2450 MHz Radiofrequency Radiation". *Bioelectromagnetics* 19:20-31 (1998)

[7] Fatih Agalar, Erhan Hamaloglu, Cagatay Daphan, Akin Tarim, Rustu Onur, Nurten Renda and Iskender Sayek. "Effect of CO₂ Insufflation and Laparotomy on Wound Healing in Mice". *Aust.N.Z.J.surg.* (2000) 70,739-742

[8] Eugene D. Boland, Branch D. Coleman, Catherine P.Barnes, David G.Simpson, Gary E.Wnek, Gary L. Bowlin. "Electrospinning Polydioxanone for Biomedical Applications". *Acta Biomaterialia* 1 (2005) 115-123

[9] Walfre Franco, Amogh Kothare, Stephen J. Ronan, Roy C. Grekin and Timothy H. McCalmont. "Hyperthermic Injury to Adipocyte Cells by Selective Heating of Subcutaneous Fat with a Novel Radiofrequency Device : Feasibility Studies. "Lasers in Surgery and Medicine 42:361-370 (2010)

[10] Y.Z.Chiang, A. Tosti, I.H. Chaudhry, L.Lyne, B.Farjo, N.Farjo, D.Cadore de Farias, C.E.M. Griffiths, R.Paus and M.J. Harries. "Lichen Planopilaris Following Hair Transplantation and Face-Lift Surgery". *British Journal of Dermatology.* 2010: 177:2152-62

[11] Michael S. Kaminer, Megan Bogart, Christine Choi and Sue Ann Wee. "Long-Term Efficacy of Anchored Barbed Sutures in the Face and Neck". *Dermatol Surg* 2008;34:1041-1047

[12] Antonella Savoia, Gro Accardo, Fulvio Vannini, Basso Di Pasquale, Alfonso Baldi. "Outcomes in Thread Lift for Facial Rejuvenation : A Study Performed with Happy Lift ™ Revitalizing". *Dermatol Ther (Heidelb)* (2014) 4:103-114

[13] Hee Jung Lee, Seong Rak Seo, Moon Soo Yoon, Ji-Ye Song, Eun Young Lee, and Sang Eun Lee. "Microneedle Fractional Radiofrequency Increases Epidermal Hyaluronan and Reverses Age-Related Epidermal Dysfunction". *Lasers in Surgery*

and Medicine 48:140-149 (2016)

[14] Peter A. Adamson, Ravi Dahiya, Jason Litner. "Midface Effects of the Deep-Plane vs the Superficial Musculoaponeurotic System Plication Face Lift". *Arch Facial Plast. Surg.* 2007;9:9-11

[15] R.Laurence Berkowits, David B.Apfelberg, and Sherry Simeon. "Midface Lift Technique with Use of a Biodegradable Device for Tissue Elevation and Fixation". *Aesthetic Surg J.* 2005;25:376-382

[16] Michael Gold, Mark Taylor, Kenneth Rothaus, and Yohei Tanaka. " Non-insulated Smooth Motion, Micro-Needles RF Fractional Treatment for Wrinkle Reduction and Lifting of the Lower Face : International Study". *Lasers in Surgery and Medicine* 48:727-733 (2016)

저자약력

정진형 (Jin-Hyoung Jeong)

[정회원]



<관심분야>

- 2012년 2월 : 가톨릭관동대학교 의료공학과 졸업 (학사)
- 2014년 2월 : 가톨릭관동대학교 일반대학원 졸업 (공학석사)
- 2017년 8월: 가톨릭관동대학교 일반대학원 졸업 (공학박사)
- 2017년 9월 ~ 현재: 가톨릭관동대학교 초빙교수

의용메카트로닉스, 디지털 신호처리, 영상처리,

이상식(Sang-Sik Lee)

[종신회원]



<관심분야>

- 1993-2000년 LG전선(주)
- 1996-2000년 성균관대학교 박사
- 2001-2004년 (주)미도테크
- 2004-2010년 성균관대학교 연구교수
- 2011-현재 가톨릭관동대학교 의료공학과 교수

의용메카트로닉스, u-Health, 생체역학, 의용전기전자