

집속형초음파자극시스템 카트리지의 동물실험을 통한 피부자극시험 및 피부 감작성시험

김준태*, 김주희*, 주규태*, 김경아**, 최안렬***, 조재현***, 정진형****

Animal Skin Irritation and Skin Sensitization Tests of High Intensity Focused Ultrasound System Cartridges

Jun-tae Kim*, Ju-hee Kim*, Kyu-tai Joo*, Kyung-ah Kim**, Ahnryul Choi***,
 Jae-hyun Jo***, Jin-houng Jeong****

요 약 본 연구는 집속형초음파자극시스템의 카트리지를 시료로 사용하여 의료가기 안전성 평가 기준인 GLP(Good Laboratory Practice)에 관한 시험 중 동물실험을 통한 피부 자극 시험 및 피부 감작성시험을 진행하였다. New Zealand White Rabbit 암컷 6마리를 이용하여 IACUC 승인 후 시험을 진행하였으며, 실험기간 동안 사망한 개체 수는 없었으며, 실험동물에서 어떤 이상 증상도 관찰되지 않았다. 극성, 비극성 자극 지수는 모두 '0.0'으로 나타났다. 또한, 피부감작성 평가의 경우 IACUC 승인을 통한 기니피그 30마리를 통하여 대조군 및 실험군으로 나누어 시험검체 및 공시험액을 별도의 희석 없이 용출액 자체를 사용하여 모든 유도 및 유발단계를 적용하였다. 실험결과대조동물의 피부반응 등급은 0등급이었으며, 시험동물의 피부반응에서 1등급 이상을 나타내는 동물은 없었다. 두 시험 결과에서 피부의 이상 증상은 발견되지 않았으며, 인체에 적용하여 환자를 치료할 경우 시험에 사용된 시험재료로부터 피부의 이상 증상이 생기는 질환 등은 나타나지 않는지에 관하여 안정성을 알아 보고자 하였다.

Abstract In this study, the cartridge part of the focused ultrasound stimulation system was used as a sample to conduct a skin irritation test and a skin sensitization test through animal experiments among the tests related to GLP (Good Laboratory Practice), a medical device safety evaluation standard. The test was conducted after IACUC approval using 6 female New Zealand White Rabbits. The polar and non-polar stimulation indices were all '0.0'. In addition, in the case of skin sensitization evaluation, 30 guinea pigs approved by IACUC were divided into control and experimental groups, and all induction and induction steps were applied using the eluate itself without separate dilution of the test sample and blank test solution. As a result of the experiment, the skin reaction grade of the control animal was 0 grade, and there was no animal showing more than 1 grade in the skin reaction of the test animal. As a result of both tests, no abnormal skin symptoms were observed, and when applied to the human body to treat patients, the test materials used in the tests will investigate the stability of whether any diseases that cause skin abnormal symptoms will occur.

Key Words : HIFU(High Intensity Focused Ultrasound), Skin irritation test, Skin sensitization test, GLP(Good Laboratory Practice), IACUC(Institutional Animal Care and Use Committee), Non-clinical trial

This results was supported by "Regional Innovation Strategy (RIS)" through the National Research Foundation of Korea(NRF) funded by the Ministry of Education(MOE).(2021RIS-001(1345341783))

*Corporate R&D Center ECLEO., Ltd; Seoul, Korea

**College of Medicine, Chungbuk National University, Chungju, Korea

***Deoartment of Bio-medical Engineering, Catholic Kwandong University, Gangneung, Korea

****Corresponding Author : Deoartment of Biomedical IT, Catholic Kwandong University, Gangneung, Korea (wlsjud0201@cku.ac.kr)

Received December 05, 2022

Revised December 12, 2022

Accepted December 18, 2022

I. 서론

최근, 국내 의료기기뿐만 아니라 해외의 의료기기 규격 및 범규에서 사람의 피부에 접하는 의료기기의 안정성 및 안전성을 위하여 GLP(Good Laboratory Practice)에 관한 시험을 필수적으로 요하고 있다[1]. 이러한 GLP 시험은 환자를 치료하기 위해 의료기기가 환자의 환부 또는 피부에 접촉한 상황에서 의료기기 원자재 또는 기타 환경요인으로 인하여 감염 또는 피부질환을 야기시킬 수 있는 상황을 예방하고자 국내 식약처 및 유럽 의료기기 규정(MDR:Medical Device Regulation)에서 필수 시험으로 분류하였다. 이러한 GLP 시험의 경우 동물실험을 통하여 피부에 유해한 요소가 의료기기로부터 발생하는지에 관하여 시험하는 요소이며, 동물실험을 통한 시험으로 식약처에서 규정하는 비임상시험관리기준[2] 및 OECD[3]에서 규정한 방법에 따라 시험을 진행하게 된다[4~8].

GLP 시험은 독성시험, 가수분해시험, 감작성시험, 피부자극시험, 분해시험 등 여러 카테고리로 분류하고 있으나, 의료기기의 주된 사용 목적에 따른 피부에 접촉으로 인한 문제가 있는지에 관하여 독성시험, 감작성시험, 피부자극시험 크게 3가지로 분류되어 시험하고 있다[9].

피부자극시험의 경우 국소적으로 피부에 적용하는 의료기기의 원자재로 인하여 피부접촉 가능성이 있는 물질에 대한 자극성 시험으로 국소적으로 나타나는 피부 자극(홍반, 가피형성, 부족형성 등)을 관찰하며, 피부 감작성의 경우 피부를 통해 들어온 항원에 의해 면역계가 과민하게 반응하는 것(접촉성 피부염 등)을 관찰하는 것을 말한다.

본 연구에서는 피부미용 의료기기로 분류되는 집속형초음파자극시스템의 카트리지를 이용하여 피부자극 시험을 진행하였다[10].

II. 재료 및 방법

피부자극 시험을 위하여 시험용 시료 카트리지 1개와 IACUC(Institutional Animal Care and Use Committee)의 승인을 통한 동물실험을 진행하였다.

1. 시험재료

시험 재료의 피부에 직접적으로 닿는 부위인 카트리지의 In/Out Cover, 카트리지 Window가 GLP 시험에 해당하여 개발 중인 카트리지의 Cover 전체를 시료로 선정하였다.



그림 1. 개발 중인 집속형초음파자극시스템 카트리지
Fig. 1. High Intensity Focused ultrasound stimulation system cartridge under development

2. 실험동물

모든 실험동물의 경우 동물 반입 후, 검수를 실시하였다. 또한 각 실험동물별 사육실에서 규정에 따라 최소 5일 이상 순화를 실시하였다. 순화기간 종료 후 각 실험동물의 체중을 측정하여 동물을 용매 별로 분류, 시험군과 대조군으로 구성하여 군분리를 하였다. 군분리에서 제외된 동물은 잔여 동물로 하였다.

2.1 피부자극 시험 실험동물 선정

피부자극시험을 위하여 IACUC 승인(한국기계전기전자시험연구원 동물실험윤리위원회 운영(TM-471), IACUC-22-SKIR-006)을 받았으며, 실험동물은 Rabbit(New Zealand White, 공급원 샘타코, 성별 암컷, 체중(2.3174~2.7544kg) 6마리로 선정하였다.

2.2 피부 감작성 실험동물 선정

피부감작성 시험을 위하여 IACUC 승인(한국기계전기전자시험연구원 동물실험윤리위원회 운영(TM-471), IACUC-22-GPMT-019)을 받았으며, 실험동물은 샘타코에서 제공하는 기니피그(SPF : Specific Pathogen Free), 성별 암컷(임신 또는 출산

경험이 없는 동물), 체중(359.4g~4226.g) 30 마리로 진행하였다.

3. 용출용매

극성 용출용매의 경우 멸균생리식염수(대한약품공업(주))와 비극성 용출용매 Corn Oil(Sigma Aldrich®)을 사용하였다.

4. 시험방법

4.1 피부자극시험 시험방법

시험방법의 경우 해당 동물들을 제모하여 2.5cm x 2.5cm 크기의 흡수성 거즈에 시험검체를 0.5 mL 씩 분주하여 시험부위에 철폐하였다. 대조군 부위에는 공시험액을 0.5 mL 씩 분주하여 철폐하였다. 이 후, 붕대를 이용하여 4시간 동안 적용부위를 감싸두었다. 시험검체 및 공시험액 적용이 끝난 후 시험검체 및 공시험액 철폐를 제거하고 적용부위를 표시하여 위치를 식별하였다. 생리식염수로 남은 시험물질을 세척하여 제거하고, 흡수성 거즈로 건조시켰다.

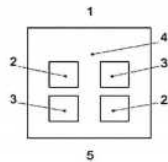


그림 2. 실험동물 자극 위치
Fig. 2. Experimental animal stimulation location

피부자극시험의 적용부위는 시험검체 및 대조물질을 제거한 후 1±0.1 시간, 24±2 시간, 48±2 시간, 72±2 시간 마다 적용부위를 관찰하고 적용부위의 모습을 표1과 같이 ‘피부반응 점수체계’에 따라 기록하여 평가하였다.

표 1. 피부반응 점수체계
Table 1. Skin reaction score system

반응	자극 점수
홍반과 가피 형성	
홍반 없음	0
아주 약간의 홍반 (거의 지각할 수 없음)	1
잘 형성된 홍반	2
중간 정도의 홍반	3
가피의 형성으로 홍반의 등급을 매기지 못할 정도의 극심한 홍반	4
부종 형성	
부종 없음	0
아주 약간의 부종 (거의 지각할 수 없음)	1
잘 형성된 부종(분명히 부풀어 올라 부종부위의 경계가 명확함)	2
중간 정도의 부종 (1mm 정도 부풀어 오름)	3
극심한 부종(1mm 이상 부풀어 오르고 노출 범위 이상으로 확장됨)	4
최대 가능한 자극점수	8
피부 부위에 나타나는 기타 이상 변화는 기록하고 보고한다.	

실험기간 동안 1일 1회 주기로 동물의 사망 및 빈사, 일반증상 관찰을 수행하였으며, 시험검체 및 대조물질을 약 4시간 동안 적용 후, 철폐를 제거하고 평가방법에 따라 24±2, 48±2, 72±2 시간 후의 각 적용부위의 평가 점수를 누계하고 산출하는 것으로 평가한다.

4.2 피부감작성시험 시험방법

시험방법의 경우 그림3과 같이 주사부위 3쌍(1, 2, 3)에 표 2와 같이 혼합한 물질 0.1 mL씩, 2x4 cm² 면적 이내에서 피내투여를 수행하였다. 부위 1과 2는 서로 가깝게 위치하도록하며 부위 3은 약간 거리를 두어 주사하였다.

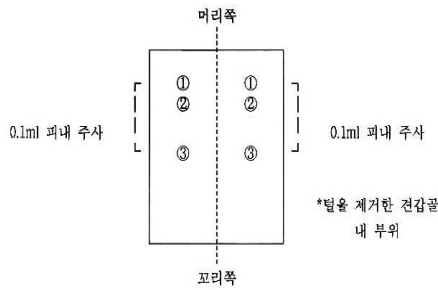


그림 3. 실험동물 피내 투여 위치
Fig. 3. Experimental animal stimulation location

국소유도의 경우 피내유도 6일 후 피내유도 부위에 약 2x4 cm² 크기의 흡수성 거즈에 균별 용출액(피내유도 단계에서 2에 투여한 농도)을 적신 후 부착하였다. 부착 후 폐쇄드레싱하고, 비자극성 테이프로 48±2 시간 동안 유지 후 철폐를 제거하였다. 국소유도를 완료하고 13일 후 모든 개체에 유도단계에서 처리하지 않은 기니피그 좌, 우 측면 옆구리 부위에 약 2x2 cm² 크기의 흡수성 거즈에 시험검체 및 공시험액을 충분히 적신 후 부착하였다. 부착 후 폐쇄드레싱하고, 비자극성 테이프로 24±2 시간동안 유지 후 철폐를 제거 하였다.

표 2. 피부감작성 각 투여별 시험용매
Table 2. Skin sensitization Test solvent for each administration

투여부위	대조군 : C1, C2	시험군 : T1, T2
①	용매와 FCA의 5 0:50(v/v) 혼합액	용매와 FCA의 5 0:50(v/v) 혼합액
②	공시험액	시험검체
③	용매와 FCA의 5 0:50(v/v) 혼합액에 부위②에 사용된 공시험액이 1:1 비율로 함유된 혼합액	용매와 FCA의 5 0:50(v/v) 혼합액에 부위②에 사용된 시험검체가 1:1 비율로 함유된 혼합액

대조동물의 감각 시험결과가 모두 1등급 미만이면 시험물질을 처리한 동물의 감각성 시험결과가 일반

적으로 1등급 또는 그 이상 등급의 시험동물은 감각반응을 나타내는 것으로 판단하였다. 대조동물이 1등급 이상으로 나타나면 대조동물의 가장 심한 반응보다 더한 시험동물의 반응은 감각반응을 인한 것으로 판단하였다.

해당 시험에서 통계학적 분석은 수행되지 않는다.

표 3. 매그누슨과 클리그만 등급표
Table 3. Magnusson and Kligman rating table

철폐 시험 반응	등급
눈에 띄는 변화 없음	0
분리성 또는 반성 홍반	1
중간 정도의 홍반과 융합성 홍반	2
심한 홍반과 부풀어 오름	3

II. 결과

1. 피부자극시험 결과

24±2시간, 48±2시간, 72±2시간 관찰결과만을 계산에 이용하였다. ahems 홍반 등급과 부종 등급을 더하여 각 시험검체와 음성대조(대조물질)에 대한 자극점수를 합산하였으며, 시험검체 및 음성대조점수의 총합을 6으로 나누어 동물의 1차 피부 자극 점수를 구하였다. 시험에 사용된 용출액의 성분이 다르므로(극성, 비극성) 최대 1차 자극 지수를 나타내는 것에 의해 '토끼의 1차 자극 지수 범주'를 결정하였다.

표 4. 토끼의 1차 또는 누적 자극 지수 범주
Table 4. Primary or cumulative stimulus index categories in rabbits

평균 점수	반응 범주
0 - 0.4	무시해도 좋은
0.5 - 1.9	약간 있는
2 - 4.9	중간 정도의
5 - 8	심함

일반증상의 경우 실험기간 중 임상증상, 사망 및 빈

사 동물은 관찰되지 않았다. 또한, 실험동물의 체중 감소는 관찰되지 않았다.

표 5. 임상증상 및 체중
Table 5. Clinical symptoms and weight

번호	성별	임상증상	체중(kg)		
			입수일	물질 적용일	관찰 종료일
1	암컷	N	2.3247	2.4532	2.5296
2		N	2.4889	2.6169	2.7098
3		N	2.2359	2.3516	2.4271
4		N	2.3923	2.7544	2.8291
5		N	2.2221	2.3174	2.3955
6		N	2.3471	2.1688	2.4909

각 관찰시간대 별 피부반응 관찰 점수 결과 '무시해도 좋은' 범주로 표기 되었다.

표 6. 피부자극 시험 실험동물의 평가 점수 결과
Table 6. Evaluation score result of skin irritation test test animal

피부 반응 평가 점수(극성)	동물번호			
	1			
	시험부위		대조부위	
	ER	OD	ER	OD
적용 부위 :	1	2	1	2
24±2 시간	0	0	0	0
48±2 시간	0	0	0	0
72±2 시간	0	0	0	0
1차 자극 지수	0.0			
피부 반응 평가 점수(극성)	동물번호			
	2			
	시험부위		대조부위	
	ER	OD	ER	OD
적용 부위 :	1	2	1	2
24±2 시간	0	0	0	0
48±2 시간	0	0	0	0
72±2 시간	0	0	0	0
1차 자극 지수	0.0			
피부 반응 평가 점수(극성)	동물번호			
	3			
	시험부위		대조부위	
	ER	OD	ER	OD
적용 부위 :	1	2	1	2
24±2 시간	0	0	0	0
48±2 시간	0	0	0	0
72±2 시간	0	0	0	0

1차 자극 지수	0.0			
피부 반응 평가 점수(극성)	동물번호			
	4			
	시험부위		대조부위	
	ER	OD	ER	OD
적용 부위 :	1	2	1	2
24±2 시간	0	0	0	0
48±2 시간	0	0	0	0
72±2 시간	0	0	0	0
1차 자극 지수	0.0			
피부 반응 평가 점수(극성)	동물번호			
	5			
	시험부위		대조부위	
	ER	OD	ER	OD
적용 부위 :	1	2	1	2
24±2 시간	0	0	0	0
48±2 시간	0	0	0	0
72±2 시간	0	0	0	0
1차 자극 지수	0.0			
피부 반응 평가 점수(극성)	동물번호			
	6			
	시험부위		대조부위	
	ER	OD	ER	OD
적용 부위 :	1	2	1	2
24±2 시간	0	0	0	0
48±2 시간	0	0	0	0
72±2 시간	0	0	0	0
1차 자극 지수	0.0			

* ER : Erythema, OD : Oedema
 * 실험동물 머리를 기준으로 적용부위 1은 시험 및 대조 부위의 좌측, 적용부위 2는 시험 및 대조 부위의 우측
 * 비극성 시험 또한 자극점수 0.0으로 지수 범주는 '무시해도 좋은'으로 나타남

2. 피부감작성시험 결과

실험기간 동안 1일 1회 동물의 사망 및 빈사, 일반 증상 관찰을 수행하였다. 유발 종료 후, 24±2, 48±2 시간 EO의 각 적용부위 관찰한 결과, 모든 대조군(C1, C2) 동물에서의 피부반응 등급은 0등급 이었으며, 시험군(T1, T2) 동물에서 1등급 이상을 나타내는 개체는 없었으며, 모든 동물의 공시험액 및 시험검체 적용부위에서 홍반 및 부종이 관찰되지 않았다.

실험결과와 경우 매그누스과 클리그만 등급표를 통하여 선입견을 최소화[11], 각각의 적용부위에 대한 피부 홍반과 부종 반응 등급을 매겨 정리하였다.

표 7. 피부감작성 실험동물의 평가 점수 결과
Table 7. Evaluation score results of skin sensitization laboratory animals

시험군		피부반응 등급				평가 결과
군	동물 번호	24±2 시간 후	48±2 시간 후	72±2 시간 후	96±2 시간 후	
T1	1	0	0	0	0	-
	2	0	0	0	0	-
	3	0	0	0	0	-
	4	0	0	0	0	-
	5	0	0	0	0	-
	6	0	0	0	0	-
	7	0	0	0	0	-
	8	0	0	0	0	-
	9	0	0	0	0	-
	10	0	0	0	0	-
T2	11	0	0	0	0	-
	12	0	0	0	0	-
	13	0	0	0	0	-
	14	0	0	0	0	-
	15	0	0	0	0	-
	16	0	0	0	0	-
	17	0	0	0	0	-
	18	0	0	0	0	-
	19	0	0	0	0	-
	20	0	0	0	0	-
대조군		피부반응 등급				평가 결과
군	동물 번호	24±2 시간 후	48±2 시간 후	72±2 시간 후	96±2 시간 후	
C1	21	0	0	0	0	N/A
	22	0	0	0	0	N/A
	23	0	0	0	0	N/A
	24	0	0	0	0	N/A
	25	0	0	0	0	N/A
C2	26	0	0	0	0	N/A
	27	0	0	0	0	N/A
	28	0	0	0	0	N/A
	29	0	0	0	0	N/A
	30	0	0	0	0	N/A

* T1 : S.C 시험군
* T2 : C.O 시험군, C1 : S.C대조군, C2 : C.O대조군, + : 양성, - : 음성, N/A : 해당없음

시험결과 피부반응을 관찰하였을 때, 양성대조물질 시험군에서 50.0% 감작율을 보였고, 대조군에서 0.0%의 감작율을 보였다. 위 결과를 바탕으로 시험물질인 Benzocaine은 감작성으로 기인한 피부 반응이 관찰되었고, 시험의 신뢰성 및 재현성이 검증 되었다.

본 시험조건에서 사용된 시험물질은 감작성으로 기인한 어떠한 피부 반응도 관찰되지 않았다.

V. 고 찰

현재 개발중인 집속형초음파자극시스템의 출력부인 카트리지 부의 경우 의료기기 허가에서 필요한 GLP 시험에서의 안전성을 확보하기 위하여 피부자극 시험 및 감작성 시험을 진행하였다. 피부자극 시험에서 시험검체 및 공시험액(대조물질)을 토끼 6 마리의 피부에 4시간 동안 단회 적용하였다[12]. 실험기간 동안 1일 1회 주기로 동물의 사망 및 빈사, 일반증상 관찰을 수행하였다. 시험검체 및 대조물질을 약 4시간 동안 적용 후, 첩포를 제거하고 평가 방법에 따라 24±2, 48±2, 72±2 시간 후의 각 적용부위의 평가 점수를 누계하고 산출하였다.

실험기간 동안 사망한 개체는 없었으며, 실험 동물에서 어떠한 임상증상도 관찰되지 않았다. 각 적용부위의 평가 점수를 누계하고 산출하였을 때, 극성 1차 자극 지수는 '0.0'이었으며, 비극성 1차 자극 지수는 '0.0' 이었다. 위 결과를 바탕으로, 1차 자극 지수 범주는 '무시해도 좋은'으로 확인되었다.

피부감작성시험에서는 기니피그를 이용하여 실험을 진행하였다. 감작성 평가 시험의 경우 기니피그 극대화 시험 방법(Guinea pig maximization test(GMPT), Magnusson and Kligaman, 1969)을 보편적으로 오랜 기간 사용해왔으며, 본 연구에서도 적용하였다. 실험기간 동안 사망한 기니피그 개체는 없었으며, 모든 동물의 공시험액 및 시험검체 적용부위에서 홍반 및 부종이 관찰되지 않았다.

본 연구를 통한 두 시험에서 사용된 동물들은 시험 재료로 인하여 피부에 접촉이 되었을 때, 피부 홍반 및 부종 등에 관한 질환은 확인되지 않았다. 즉, 시험재료의 접촉만으로는 피부질환에 대한 안정성은 확보한 것이다.

하지만, 시험재료를 통한 체외 접촉에 관한 안정성은 본 실험을 통하여 확보하였으나, 시험재료의 일부가 환경적 또는 부주의 등으로 인하여 체내로 접근되었을 때, 독성이 없는지 확인도 한다. 체외 시험에서의 안정성과 체내 시험에서의 안정성은 별개이로, GLP

규격에서 고시한 세포독성시험을 통해 안정성을 확보한다면, 개발중인 의료기기의 안정성을 더욱 확보할 수 있을 것으로 사료된다.

REFERENCES

[1] Jin-ah, Hwang, Dong-Hwan, Kim, Chin-chul, Shin, Eun-ji, Lee, Sam-song, Choi, Jong-sik, Gam, "A Study on Establishment of Good Laboratory Practice Guidebook", FDC Legislative Research, 15(1), p. 9 ~ 18, 2020

[2] Ministry of Food and Drug Safety Notice No. 2018-93 (2018.11.21.) Non-clinical test management standard

[3] OECD Principles of Good Laboratory Practice(as revised in 1997), ENV/MC/CHEM(98)17

[4] ISO 10993-23 :2021, Biological Evaluation of Medical Devices - Part 23 : Tests for irritation, 7.2 Animal irritation test by skin exposure

[5] ISO 10993-12 : 2021, Biological Evaluation of Medical Devices - Part 12 : Sample Preparation and reference materials

[6] ISO 10993-2 : 2006, Biological Evaluation of Medical Devices - Part 2 : Animal welfare requirements.

[7] Ministry of Food and Drug Safety Notice No. 2018-93 Emergency Test Management Standard

[8] OECD Principles of Good Laboratory Practice(as revised in 1997), ENV/MC/CHEM(98)17

[9] Anthony Grisey, Marc Heidmann, Veronique Letort, Pauline Lafitte, Sylvain yon, "Influence of Skin and Subcutaneous Tissue on High-Intensity Focused Ultrasound Beam: Experimental Quantification and Numerical Modeling", Journal of Ultrasound Med Biol, 42(10), 2016, PP.2457-65

[10] Jan Kottner, Janet Cuddigan, Keryln Carville, Katrin Balzer, Dan Berlowitz, Susan Law, Mary Litchford, Pamela Mitchell, Zena Moore, Joyce Pittman, Dominique Saguado-Roussel, Chang YEE YEE, Emily

Haesler, "Prevention and treatment of pressure ulcers/injuries: The protocol for the second update of the international Clinical Practice Guideline 2019", Journal of Tissue Viability, 28(2), 2019, PP. 51-58

[11] Frederick E Reno, C Nichlas Edwards, Morten Bendix Jensen, Magdolna Török-Bathó, David J Esdaile, Claude Piché, Myriam Triest, Dolorès Carballo, "Needle-free nasal delivery of glucagon for treatment of diabetes-related severe hypoglycemia: toxicology of polypropylene resin used in delivery device", Journal of Cutan Ocul Toxicol, 35(3), 2016, PP.242-7

[12] Draize JH, Woodard G, Calvery HO, "Methods for the Study of Irritation and Toxicity of Substances Applied Topically to the Skin and Mucous Membranes", Journal of. Pharmacol. Exp. Ther 82, 1944, PP. 377.

저자약력

김 준 태 (Jun-tae Kim)

[일반회원]



- 2014년 2월 관동대학교 학사
- 2016년 2월 가톨릭관동대학교 일반대학원 공학석사
- 2020년 2월 가톨릭관동대학교 공학박사
- 2020년 1월 ~ 현재 : ㈜이플레오 선임연구원

의용메카트로닉스, 의용기계, 생체역학, Medical Device 임상, 피부생체의료기기

<관심분야>

김 주 희 (Ju-hee Kim)

[일반회원]



- 2017년 2월 가톨릭관동대학교 학사
- 2019년 2월 가톨릭관동대학교 일반대학원 공학석사
- 2021년 ~ 현재 : ㈜이플레오 RA 연구원

RA, IEC, CE, FDA, 의료기기규격

<관심분야>

주 규 태 (Kyu-tai Joo)

[일반회원]



- 1997년 2월 서울과학기술대학교 전자공학 졸업(학사)
- 2016년 2월 한국산업기술대학교 전자제어공학 졸업(공학석사)
- 2020년 6월 ~ 현재 : ㈜이글레오 연구소장

<관심분야>

Brain Stimulator, 의용기계, 생체역학, 의용메카트로닉스, 의료용자극

조 재 현 (Jae-hyeon Jo)

[정회원]



- 2015년 2월 : 가톨릭관동대학교 의료공학과 졸업(학사)
 - 2017년 2월 : 가톨릭관동대학교 일반대학원 졸업(공학석사)
 - 2020년 08월 : 가톨릭관동대학교 일반대학원 졸업(공학박사)
 - 2020년 09월 ~ 2022년 04월 가톨릭관동대학교 시간강사
 - 2022년 4월 ~ 현재 : 가톨릭관동대학교 의료공학과 조교수
- 의용메카트로닉스, 디지털 신호처리, 영상처리

<관심분야>

김 경 아 (Kyung-ah Kim)

[일반회원]



- 1991년 2월 충북대학교 학사
- 1993년 2월 충북대학교 이학석사
- 2001년 8월 충북대학교 공학박사
- 2005년 3월 ~ 현재 : 충북대학교 의과대학 의학과 교수

<관심분야>

생체계측, 물리센서, 심폐의료기, 재택의료기

정 진 형 (Jin-hyoung Jeong)

[정회원]



- 2012년 2월 가톨릭관동대학교 의료공학과 졸업(학사)
 - 2014년 2월 가톨릭관동대학교 일반대학원 졸업(공학석사)
 - 2017년 8월 가톨릭관동대학교 일반대학원 졸업(공학박사)
 - 2017년 9월 가톨릭관동대학교 초빙교수
 - 2021년 3월 가톨릭관동대학교 교수
- 의용메카트로닉스, 디지털 신호처리, 영상처리, Medical Software

<관심분야>

최 안 렬 (Ahnryul Choi)

[정회원]



- 2006년 2월 : 성균관대학교 학사 졸업
- 2007년 8월 : 성균관대학교 일반대학원 졸업 (공학석사)
- 2011년 8월 : 성균관대학교 일반대학원 졸업 (공학박사)
- 2017년 3월 ~ 현재 : 가톨릭관동대학교 의료공학과 조교수

<관심분야>

기계학습, 시스템 개발, 데이터 분석