

## 인사말

회원 여러분들의 도움과 관심으로 성공리에 마칠 수 있었던 제 2회 대한생체역학회 추계학술대회를 끝내고 새롭게 2010년을 시작한지가 엇그제 같은데 벌써 올 한 해의 마지막 달이 되었습니다. 올해 제 3회 대한생체역학회 추계학술대회는 의료기기가 주력 특화산업의 하나인 강원도에 위치한 연세대학교 원주캠퍼스에서 개최하게 되었습니다.

경제와 의료 기술의 발전에 따라 사회는 수명 연장뿐 아니라 삶의 질 향상을 요구하고 있습니다. 이러한 사회적 변화는 의공학의 중요성을 널리 알리고 있으며, 대한생체역학회는 의공학의 분야 중 생체역학공학에 대한 연구를 통하여 관련 학문의 기술 발전 및 보급에 이바지 하고자 합니다.

대한생체역학회는 미래사회를 이끌어갈 지식과 리더십을 갖춘 인재들을 육성하고 지원하고자 합니다. 회원 여러분들이 함께 모여 미래의 꿈을 만들어가는 공간으로써 회원 여러분이 스스로 행복을 가꾸며 살아갈 수 있도록 길을 개척하고 조성하며, 창의적이고 긍정적인 역할을 하고자 노력하겠습니다.

대한생체역학회 회원 여러분, 비록 차갑고 단단하게 느껴지는 12월의 추운 겨울이지만 연세대학교 원주캠퍼스에서 개최되는 제 3회 대한생체역학회 추계학술대회가 열띤 토론과 학문교류의 장이 될 수 있도록 많이 참여하여 주시길 부탁드립니다.

본 학술대회를 위해 물심양면 애써 주신 대한생체역학회 임원 및 회장단 그리고 모든 회원 여러분께 깊은 감사의 말씀을 드립니다.

감사합니다.

2010년 12월 2일

대한생체역학회장 최 귀 원 배상

## **Program at a Glance**

### **December 2 (Thursday)**

장소 : 연세대학교 원주캠퍼스 첨단의료기기벤처센터 5층 회의실

13:00~14:00	Registration and Reception
14:00~14:10	Opening
14:10~16:10	Invited Session 1
16:10~16:30	Coffee Break
16:30~18:00	Oral session 1
18:00 ~	Dinner

### **December 3 (Friday)**

장소 : 연세대학교 원주캠퍼스 첨단의료기기벤처센터 5층 회의실

09:30~11:00	Oral session 2
11:00~11:10	Coffee Break
11:10~12:00	Invited Session 2
12:00~13:00	Lunch
12:00~14:30	Poster session
14:30~16:00	Oral session 3
16:00~16:30	closing

**Schedule - (1)**

<b>December 2 (Thursday)</b>		
<b>Time</b>		
13:00 ~ 14:00	Registration and Reception	
14:00 ~ 14:10	Opening	
	Opening Remarks ; 최귀원, Ph.D. (Biomedical Research Center, KIST, Korea)	
14:10 ~ 16:10	Invited Session 1	
	<p>김세훈, Ph.D. (Biomedical Research Center, KIST, Korea)                      - Densely Integrated Organic Nanomaterials for Biophotonics</p> <p>김대근, Ph.D. (Mechanical Engineering, Dankook university, Korea)                      - Microrheology at Different Depths with High-Speed High-Sensitivity Two-Photon Wide-Field Microscopy</p> <p>오왕열, Ph.D. (Physics, KAIST, Korea)                      - 2G-OCTforPatientImaging</p>	
16:10 ~ 16:30	Coffee Break	
16:30 ~ 18:00	Oral session 1	
16:30 ~ 16:45	조원학 (성균관대학교)	인간중심적 제품설계를 위한 생리신호를 이용한 소음이 인체에 미치는 영향에 관한 연구
16:45 ~ 17:00	허동녕 (경희대학교)	신경전극의 의료용 고분자 코팅 및 약물 탑재를 통한 생체적합성 향상
17:00 ~ 17:15	전성민 (KIST)	치아줄기세포를 이용한 광유전자 도입형 신경세포로의 개발 가능성 제시
17:15 ~ 17:30	이창원 (KAIST)	섬모변들의 반 강성, 적응 메커니즘을 통합한 증폭메커니즘의 기계적 모델링
17:30 ~ 17:45	이주형 (한국생산기술연구원)	소동물의 외상형 관절염에 의한 무릎 내 골질 특성 변화 패턴 분석
17:45 ~ 18:00	송강일 (KIST)	쥐 좌골 신경신호와 발목 관절각도를 위한 동기 측정 시스템
18:00 ~	저녁 만찬	

**Schedule - (2)**

<b>December 3 (Friday)</b>		
Time		
09:30 ~ 11:00	Oral session 2	
09:30 ~ 09:45	김치훈 (연세대학교)	성장기 흰쥐의 호르몬 결핍이 대퇴골과 무릎 연골 세포에 미치는 영향 분석
09:45 ~ 10:00	나영진 (KAIST)	천수신경조절술을 위한 이미지 기반의 네비게이션 시스템 개발
10:00 ~ 10:15	이기자 (경희대학교)	원자현미경을 이용한 안지오텐신2 자극에 의한 세뇨관세포의 형태 및 물성 변화 관찰
10:15 ~ 10:30	김훈희 (고려대학교)	능동제어를 이용한 시트 쿠션의 공압제어에 대한 연구
10:30 ~ 10:45	허 윤 (재활공학연구소)	의사표현 기능이 있는 다지 전동외수개발
10:45 ~ 11:00	권유리 (건국대학교)	파킨슨 환자의 경직 정량화를 위한 분석
11:00 ~ 11:10	Coffee Break	
11:10 ~ 12:00	Invited Session 2	
	Takashi Ushida, Ph.D.(University of Tokyo, Japan) - Noninvasive evaluation of biomechanical properties of tissue-engineered cartilage by using quantitative Magnetic Resonance Imaging (MRI)	
12:00 ~ 13:00	Lunch	
12:00 ~ 14:30	Poster session	
14:30 ~ 16:00	Oral session 3	
14:30 ~ 14:45	최진승 (건국대학교)	평지와 트레드밀 보행의 보행변동성 비교

# Korean Society of Biomechanics 2010

## 제 3 회 추계 학술대회

14:45 ~ 15:00	정미지 (KIST)	다채널 전극을 이용한 쥐 시상 및 핵 뇌절편의 자발적 신호 측정
15:00 ~ 15:15	박선우 (연세대학교)	보행보조 FES 자극시점 검출 시스템 개발 및 평가
15:15 ~ 15:30	박지형 (연세대학교)	요추 다섯번째 뒤쪽구성요소 유무에 따른 두 개의 척추운동분절 변화
15:30 ~ 15:45	이민현 (연세대학교)	앞으로 걷기와 뒤로 걷기 시의 주요 관절의 각도 비교 분석
15:45 ~ 16:00	이정주 (연세대학교)	호핑 시 착지방법에 따른 하지 강성도 비교
16:00 ~ 16:30	closing	

**Poster Session**

No.	성명	소속	제목
1	김지원	건국대학교	각속도 측정을 통한 파킨슨 환자의 완서증 정량화
2	박하나	경희대학교	신경전극의 생체적합성 향상을 위한 세포 비접착성 폴리이미드 표면 개질
3	허동녕	경희대학교	잔류 유기용매 제거를 통한 신경전극의 생체적합성 향상
4	최삼진	경희대학교	support vector machine을 이용한 신잡음 검출방법
5	정유진	경희대학교	Soft Drink 섭취 후 양치질이 치아에 미치는 영향
6	이지욱	경희대학교	대리석증마우스에 대한 골역학기능의 해석
7	김윤혁	경희대학교	역동역학 기술을 이용한 보행 중의 하지 근력 시뮬레이션
8	조원학	성균관대학교	인간-기기 인터페이스를 위한 생리신호 분석 및 실용성 평가
9	이형훈	연세대학교	유용 미생물 기반의 항노화제 개발을 위한 예비연구
10	서동현	연세대학교	불규칙 수면으로 인한 일주기 리듬의 교란이 성장기 쥐의 생체 말초 조직에 미치는 영향
11	유제성	연세대학교	원형강찰마사지의 동작 및 가압력 분석
12	이희영	연세대학교	운동량 추정식에 대한 개인별 및 집단별 타당성 분석
13	조승관	연세대학교	심혈관용 스텐트의 비정형적인 팽창을 고려한 재협착 감소를 위한 설계요소에 관한 연구
14	황선홍	연세대학교	장애물 통과 시 휠체어 탑승자가 느끼는 진동에 대한 정량적 평가
15	최혁재	재활공학 연구소	체중심 수직정렬선을 고려한 보행 보조기 연구

# Korean Society of Biomechanics 2010

## 제 3 회 추계 학술대회

16	강성재	재활공학 연구소	심폐기능 허약자를 위한 보행보조 장치 보행특성 분석
17	김재준	전북대학교	시내버스 운전자 자세 분석에 관한 연구
18	신선혜	전북대학교	생리신호 분석을 통한 상용차용 전자페달 비교 평가
19	오가영	전북대학교	직립자세에서 지지면의 수평진동에 따른 자세 전략에 관한 연구
20	김문준	명지대학교	전단응력의 시간 및 공간적 변화에 따른 나노입자의 부착 특성
21	최현호	한국생산기술 연구원	근골격계 질환 예방을 위한 고령친화 육조시스템 개발 필요성
22	최혜원	한국생산기술 연구원	유한요소해석을 이용한 심층근 활성화 증진의 육창 예방 효과 검증
23	최현호	한국생산기술 연구원	파워리프트 사용시 자족 신경 질환 유발 가능성 및 손상감소를 위한 설계 요소 분석
24	고용현	KAIST	진동자극과 압력자극이 피부섬유아세포에 미치는 영향
25	박기한	KAIST	전립선 암 검출을 위한 3자유도 매니퓰레이터 개발
26	장동준	KAIST	사실적인 의료 시뮬레이션을 위한 변형체 모델링 기법 개발
27	오승환	KAIST	연골세포에 대한 전기 자극의 효과
28	고혜승	KIST	2쌍의 스테레오 카메라를 이용한 3차원 실시간 안면인식 및 음성인식 시스템
29	정상훈	KIST	CMC 기반의 인체 삽입용 무선 전력 송수신 장치의 효율성 측정
30	한성민	KIST	CT 이미지를 이용한 3차원 골반 영상의 재구성 및 골밀도의 시각화
31	이애주	KIST	Early diagnosis of rheumatoid arthritis using dark-quenched fluorogenic matrix metalloproteinase-3 nanoprobe

**Korean Society of Biomechanics 2010**

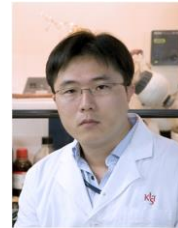
제 3 회 추계 학술대회

# **INVITED SESSION 1**



**Densely Integrated Organic Nanomaterials for Biophotonics**

**김세훈** (한국과학기술연구원 의과학센터 선임연구원)



**Abstract**

Molecular photonics dealing with the light-molecule interaction has long been exploited in a number of bio-related research fields. Fluorescence-related techniques such as in vitro bioassay or in vivo molecular imaging are among the successful examples that have made significant contributions to the advancement of life sciences, as powerful tools allowing a closer access to biological processes at the molecular and cellular levels. In the meantime, near-infrared (NIR) photonics has a number of emerging applications in vivo biomedical researches owing to the spectral coincidence with the transparent window of biological tissues. In this talk, it will be discussed how advanced molecular photonics based on ‘dense nanointegration of active molecules’ can revolutionize biophotonics for diagnosis and therapy, by demonstrating some applications including two-photon cellular imaging, fluorescence and chemiluminescence in vivo imaging, and light-activated therapy.

**약력**

- 1992~1996 서울대학교 공과대학 섬유고분자공학과 (공학학사)
- 1996~1998 서울대학교 대학원 섬유고분자공학과 (공학석사)
- 1998~2002 서울대학교 대학원 재료공학부 (공학박사)
- 2002~2004 서울대학교 공학연구소, 박사후연구원
- 2004~2008 버팔로 뉴욕주립대 Institute for Lasers, Photonics and Biophotonics 박사후연구원
- 2008~현재 한국과학기술연구원 (KIST) 의과학센터, 선임연구원

**Microrheology at Different Depths with High-Speed High-Sensitivity Two-Photon Wide-Field Microscopy**

**김대근** (단국대학교 기계공학과 교수)



**Abstract**

Microrheology is a branch of rheology, which observes viscoelastic properties of a material at the micron scale. It has been popular for last decade, especially biology and medicine. One of the popular microrheology techniques is passive one which uses Brownian dynamics of particles embedded in the materials; tracking one or two particles by taking sequential two-dimensional images over the time. Its bright-field wide-field images for tracking particles are easily obtained, but they cannot be expanded to three-dimensional (3D) particle tracking since there is no depth discrimination in the images. Fluorescence-based microrheology is an alternative for 3D, and 3D-resolved optical microscopies have been actively used. Conventional 3D laser scanning microscopy enables high-speed imaging, and it is limited to single particle tracking due to its scanning nature. Total internal reflection microscopy is capable of optical sectioning as well as wide-field imaging, and its penetration depth is only few tens of nanometers since it uses evanescent wave on the surface. Therefore, there is a need for new optical technique to analyze microrheological properties of a material at different depths.

The noble concept of temporal focusing combined with two-photon process was introduced a few years ago. Temporal focusing enables both depth-resolving capability as well as wide-field imaging at designate depth by dispersing the optical pulse during the light propagation, and restoring the optical pulse at the focal plane. Although it has numerous potential applications in the field of biology and medicine, it has worse axial optical resolution and longer exposure during image acquisition, compared with typical laser scanning microscopy. Moreover, its detection sensitivity has not been evaluated yet. So, we need to analyze its optical design in the systematic approach, and identify its sensitivity so that this microscopy is utilized in the microrheology.

In this research, we applied high-speed high-sensitivity two-photon wide-field microscopy to the microrheology at different depths of biomaterials. To optimize DRWFI optical design, numerical simulation of the mathematical model for temporal focusing was performed first. We accomplished diffraction-limited optical resolution both theoretically and experimentally. We also evaluated its optical performance such as

## Korean Society of Biomechanics 2010

### 제 3 회 추계 학술대회

single nanoparticle detection capability and high-speed imaging with single quantum dot which has high two-photon cross-section. Lastly, single particle tracking, image correlation spectroscopy, and microrheology based on two particles were demonstrated with the proposed microscopy in the view of the microrheology at different depths.

#### 약력

1989.03~1993.02	서울대학교 기계설계학과 공학사
1993.03~1995.02	서울대학교 대학원 기계설계학과 공학석사
1995.08~1996.11	공군사관학교 기계공학과 강사
1996.11~1998.06	공군사관학교 기계공학과 전임강사
1998.09~2009.06	Massachusetts Institute of Technology, Mechanical Engineering, Ph.D.
2009.06~2010.08	Massachusetts Institute of Technology, Mechanical Engineering, Postdoctoral Associate
2009.07~2010.08	FemtoFab, Inc. Chief Technology Officer
2010.09~현재	단국대학교 기계공학과 전임강사

**2G-OCT for Patient Imaging**

**오왕열** (KAIST 물리학과 교수)



**Abstract**

Light is uniquely well suited for non-invasive visualization of microscopic structure, molecular composition, and biomechanical properties of biological tissues. Optical imaging has recently been playing critical roles in various fields from biological studies in laboratory settings to in-vivo patient imaging in clinical environments.

In this talk, I will present recent researches on novel optical imaging system development. Several key applications will be demonstrated showing how the technological innovations bring new understandings in biomedical studies and help improving public health care.

**약력**

Ph.D. Physics, KAIST, 1997

M.S. Physics, KAIST, 1993

B.S. Physics, KAIST, 1991

2009.9~Present Associate Professor

Dept. Of Mechanical Engineering, KAIST, Korea

Visiting Scientist

Harvard Medical School and Wellman Center for Photomedicine

Massachusetts General Hospital, Boston, MA, USA

2004.1~2009.8 Instructor/Research Fellow

Harvard Medical School and Wellman Center for Photomedicine

Massachusetts General Hospital, Boston, MA, USA

2002.4~2003.12 Senior Engineer

**Korean Society of Biomechanics 2010**

제 3 회 추계 학술대회

# **INVITED SESSION 2**

**Noninvasive evaluation of biomechanical properties of tissue-engineered cartilage by using quantitative Magnetic Resonance Imaging (MRI)**

Takashi Ushida (Department of Bioengineering, School of Engineering, University of Tokyo, Japan.)



**Abstract**

The biophysical and biochemical properties of tissue-engineered cartilage are obliged to be evaluated by using noninvasive methods, because the regenerated tissue is not a product by mass-production but a tailor-made one. Since articular cartilage is composed of 70–80% water and has dense extracellular matrices (ECM), it is considered that the condition of the water molecules in the tissue is correlated with its biomechanical property. Therefore, magnetic resonance imaging (MRI) represents a potential approach to assess the biophysical property of the engineered cartilage. In this study, we test the hypothesis that quantitative MRI can be used as a noninvasive assessment method to assess the biophysical property of the engineered cartilage. To reconstruct a model of cartilaginous tissue, chondrocytes harvested from the humeral head of calves were embedded in an agarose gel and cultured in vitro up to 4 weeks. Equilibrium Young's moduli were determined from the stress relaxation tests. After mechanical testing, MRI-derived parameters (longitudinal relaxation time T1, transverse relaxation time T2, and water self-diffusion coefficient D) were measured. The equilibrium Young's modulus of the engineered cartilage showed a tendency to increase with an increase in the culture time, whereas T1 and D decreased. Based on a regression analysis, T1 and D showed a strong correlation with the equilibrium Young's modulus. The results showed that T1 and D values derived from the MRI measurements could be used to noninvasively monitor the biophysical properties of the engineered cartilage. As a second candidate, we have tried to evaluate the possibility of tera-hertz spectroscopy for predicting biomechanical properties of regenerated cartilages.

**Korean Society of Biomechanics 2010**

제 3 회 추계 학술대회

# **ORAL SESSION**

# 인간중심적 제품설계를 위한 생리신호를 이용한 소음이 인체에 미치는 영향에 관한 연구

조원학<sup>1</sup>, 이종관<sup>1</sup>, 최현기<sup>1</sup>

A study on the effects of noise using bio-signals for human-oriented  
product design

Wonhak Cho<sup>1</sup>, Jongkwan Lee<sup>1</sup>, and Hyeonki Choi<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 기계공학부, 성균관대학교

Key words: Noise, Electrocardiogram, Electroencephalogram, Pupil response time, Human-oriented product design.

## Abstract

This study investigated whether multi-variable bio signals recorded from evaluate the direct effects of low, middle, and high frequency noise could be used to quantify their activity for product design with human sensibility engineering. Four human subjects were exposed to low (100 Hz), middle (1000 Hz), and high frequency (10000 Hz) noise while awake. Electrocardiogram (ECG), electroencephalogram (EEG), eye tracking data was collected during various frequencies of noise exposure. Parasympathetic nervous system (PNS) activity decreased  $8.00 \pm 2.89$  % in the low frequency noise range. Additionally, PNS activity decreased  $2.80 \pm 3.72$ % in high frequency noise range. Alpha band activity decreased  $30.0 \pm 8.3$  % in the low frequency noise range. Additionally, alpha band decreased  $31.1 \pm 5.2$ % in high frequency noise range. On the other hand, beta band activity increased  $15.0 \pm 3.8$  % in the low frequency noise range and increased  $23.7 \pm 10.5$ % in high frequency noise range. The PRT, or visual cognitive responses, increased  $25.1 \pm 19.5$ % in low frequency noise range. The findings of this study indicate that the stress induced by low frequency noise is as stressful as the stress induced by high frequency noise. Additionally, utilizing eye tracker data and acquiring the PRT is useful in the analysis of human stress responses during various stressful situations in addition to the analysis of human stress responses during noise exposure.



# 신경전극의 의료용 고분자 코팅 및 약물 탑재를 통한 생체적합성 향상

허동녕<sup>1</sup>, 이정복<sup>1</sup>, 권일근<sup>1</sup>

Enhance the biocompatibility of neural electrode by biomedical  
polymer coating and drug loading

Dongnyoung Heo<sup>1</sup>, Jungbok Lee<sup>1</sup>, and Ilkeun Kwon<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 구강악안면 생체공학교실, 경희대학교 치과대학

Key words: Neural electrode, biocompatibility, biomedical polymer, drug loading

## Abstract

신경의 신호를 받는데 있어 신경 조직과 신경전극과의 접촉이 매우 중요한 역할을 한다. 그러나 신경전극 시스템이 체내에 이식될 경우 시간이 지남에 따라 전기적 신호연결 기능을 제대로 수행하지 못하고 있으며, 이는 신경 전극이 체내에 이식되었을 때 발생하는 염증 반응에 의해 신경과 신경 전극의 전기적 신호전달이 잘 이루어지지 않기 때문이다. 이러한 신경전극 시스템의 생체적합성 향상 및 염증반응 억제를 위해 디바이스 표면에 생체적합성이 우수한 고분자를 코팅하거나 생리활성 물질을 탑재, 또는 항염증 약물을 탑재하는 연구들이 진행되고 있다.

본 연구에서는 신경전극 표면에 생체적합성이 우수한 폴리우레탄을 코팅하고, 항염증 약물인 Indomethacin을 탑재하여 체내이식 후 발생하는 염증반응을 최소화하였다. 약물을 탑재하기 위해 팽창 및 수축을 이용한 약물 탑재 방법을 사용하였으며, 이를 통해 의료용 신경전극의 생체적합성을 향상시키고자 한다.

## Acknowledgement

This work was supported by the Research Initiative Program of Korea Institute of Science and Technology (KIST).

## 치아줄기세포를 이용한 광유전자 도입형 신경세포로의 개발 가능성 제시

전성민<sup>1,2</sup>, 김병철<sup>2</sup>, 이창준<sup>3</sup>, 황유식<sup>2</sup>, 서준교<sup>1</sup>

Suggest the Development Possibility of Neuronal Stem Cell Carrying  
Optogene using the Dental Stem Cells

Sungmin Jun<sup>1,2</sup>, Byungchul Kim<sup>2</sup>, Changjoon Justin Lee<sup>3</sup>,  
Yushik Hwang<sup>2</sup>, and Junkyo Francis Suh<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 의과학센터 바이오닉스 사업단, 한국과학기술연구원(KIST)

<sup>2</sup> 치의학과 악안면 생체공학과, 경희대학교(Kyunghee University)

<sup>3</sup> 기능커넥토믹스센터, 한국과학기술연구원(KIST)

Key words: Parkinson's disease (PD), Deep brain stimulation (DBS), DPSC (Dental Stem Cells), Astrocytes, Channelrhodopsin-2 (ChR-2)

### Abstract

최근 파킨슨씨 병과 같은 신경퇴행성 질병의 치료방법으로 줄기세포를 이용한 세포대체치료법이 연구되고 있다. 이러한 치료법에는 타겟 영역에 전기적인 자극 또는 광 자극을 주어 신경세포를 활성화시키는 방법이 있다. 하지만 전기적인 자극을 이용할 경우 원치 않은 부위의 side effect를 일으킬 수 있으므로, 우리는 전기적 자극을 이용한 방법에 비해 cell-type specificity가 매우 뛰어난 광 자극을 이용한 뇌심부자극술 (deep brain stimulation)에 대해 연구하였다. 이를 위해 사용되는 줄기세포로는 신경세포로의 분화능을 가진다고 알려져 있는 지방 줄기세포, 제대혈 줄기세포, 골수 줄기세포, 배아 줄기세포 등이 있는데, 이들은 분화 효율성, 생장성, 자가 세포 이식 가능성이 매우 떨어지는 단점을 가진다. 따라서 보다 이용하기 쉽고 임상적으로 적용 가능한 치아줄기세포를 이용하여 특정 조건하에서 신경세포로 분화를 유도한 후, 채널로돕신2이라는 광유전자를 도입하여 광 자극에 반응하는 광유전자 도입형 신경세포를 제작하고자 한다.

# 섬모번들의 반 강성, 적응 메커니즘을 통합한 증폭메커니즘의 기계적 모델링

이창원<sup>1</sup>, 박수경<sup>1</sup>

Mechanical Modeling of Stereocilia's Amplifying Mechanism by  
Combining Negative Stiffness and Adaptation

Changwon Lee<sup>1</sup>, and Sukyung Park<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 기계공학과, KAIST

Key words: stereocilia, negative stiffness, adaptation, modeling

## Abstract

고감도 광 대역의 특성은 센서 설계에 있어서 상충관계에 있는 특성이다. 자연계의 기본적인 감각 수용기인 스테레오실리아는 반 강성 및 적응 메커니즘을 이용하여 이 문제를 해결하고 있다. 본 연구에서는 자연의 센싱 메커니즘을 모사하여 기존 센서의 한계점을 극복하고자 모델링을 시도하였다. 톱링크라고 불리는 나노구조 단백질의 이온채널 게이팅을 이용한 반 강성 메커니즘은 중력 및 자석의 척력을 이용해 순간적인 변위의 증폭이 일어나도록 모사하였으며 ATP를 사용하는 적응 메커니즘은 모터 제어를 통해 에너지를 저장, 발산 할 수 있도록 제작하였다. 제작한 모델은 시뮬레이션을 통해서 작은 입력 신호에 대해서 선택적으로 증폭하여 고감도의 특성을 갖는 것을 확인 하였으며 모터 제어를 통한 초기화를 통해 광대역의 특성을 갖는 것을 확인 하였다. 위의 결과는 공학적 설계문제를 자연 모사를 통해 해결한 것으로 최대 증폭을 해야 하면서도 강성을 유지해야 하는 미세 피에조구조동기 등의 동일한 설계 문제를 해결하는데 사용될 수 있다.

# 소동물의 외상형 관절염에 의한 무릎 내 골질 특성 변화 패턴 분석

이주형<sup>1,2</sup>, 전경진<sup>1</sup>, 김한성<sup>2</sup>, 임도형<sup>1,#</sup>

Study on Alteration of Characteristics of Bone Quality in Knee  
Arthritis : Traumatic Osteoarthritis in Small Animal Model

Joohyung Lee<sup>1,2</sup>, Keyoungjin Chun<sup>1</sup>, Hansung Kim<sup>2</sup>  
and Dohyung Lim<sup>1,#</sup>

<sup>1</sup> 실버기술사업단, 한국생산기술연구원

<sup>2</sup> 의공학과, 연세대학교

#교신저자(Corresponding Author)

Key words: Bone Quality, Arthritis, Osteoarthritis, Traumatic OA, Micro-Computer Tomography

## Abstract

관절염(Arthritis)은 골 손실을 야기하는 하나의 질환으로서 심각한 고통과 기능장애를 일으킨다. 일반적으로 가장 흔하게 발생하는 퇴행성 관절염(Osteoarthritis)의 병원(病原)은 노화에 따른 골손상 뿐만이 아니라 외상(Trauma)에 의한 발생 역시 큰 비중을 차지한다. 이러한 관절염의 뼈의 병변(病變)에 관한 많은 연구가 이루어졌지만, 무릎 내에서의 골질(Bone Quality)의 장기간에 걸친 변화 특성에 관한 연구는 부족한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 외상형 관절염(Traumatic-OA)을 유발한 소동물의 무릎 내에서의 골질 특성 변화 패턴을 분석하고, 이들 파라미터의 상관관계를 비교하여 이것이 골 강성도 약화에 어떠한 원인이 될 수 있는지를 규명 하고자 하였다.

# 쥐 좌골 신경신호와 발목 관절각도를 위한 동기 측정 시스템

송강일<sup>1,2</sup>, 추준욱<sup>1</sup>, 윤인찬<sup>1</sup>, 유선국<sup>2</sup>, 최귀원<sup>1</sup>, 서준교<sup>1</sup>

Synchronized Acquisition System for Rat Sciatic Nerve Signals and  
Ankle Joint Movement

Kang-Il Song<sup>1,2</sup>, Jun-Uk Chu<sup>1</sup>, Sun K. Yoo<sup>2</sup>, KuiWon Choi<sup>1</sup>,  
In Chan Youn<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 의과학센터, 한국과학기술연구원 (KIST)

<sup>2</sup> 의학공학교실, 연세대학교 (Yonsei University)

Key words: rat locomotion, sciatic nerve signal, ankle joint movement,  
synchronized acquisition

## Abstract

최근 들어 말초 신경계 환자의 재활을 위하여 cuff 신경전극을 이용한 폐회로 제어시스템의 연구가 활발히 진행되고 있다. 예를 들어 하수족 환자의 경우에 말초 신경다발에서 측정된 신경신호로부터 보행 상태를 추정하고 이에 따라 전기자극을 조절함으로써 발목관절의 움직임을 제어할 수 있다.

본 연구의 목적은 좌골 신경신호로부터 보행에 따른 발목 관절의 변화를 추정하는 것이다. 이를 위한 예비연구로서 쥐 동물모델을 이용하여 좌골 신경신호와 발목 관절각도를 동기 측정할 수 있는 시스템을 개발하였다.

제안한 cuff 신경전극과 저잡음 증폭기 시스템은 생체에 이식될 수 있도록 개발되었으며 수 마이크로 볼트의 좌골 신경신호를 높은 신호 대 잡음비로 측정할 수 있었다. 또한 쥐 동물모델의 등속 보행을 위한 트레드밀을 제작하였으며 발목 관절각도를 계측을 위한 반사마커, 카메라 시스템, 및 영상처리 프로그램을 개발하였다. 실험에서는 cuff 신경전극이 이식된 동물모델이 트레드밀에서 등속 보행할 때 좌골 신경신호와 발목 관절각도가 동기 측정될 수 있음을 확인하였다.

# 성장기 흰쥐의 호르몬 결핍이 대퇴골과 무릎 연골 세포에 미치는 영향 분석

김치훈<sup>1</sup>, 박지형<sup>1</sup>, 조승관<sup>1</sup>, 우대곤<sup>2</sup>, 김지현<sup>1</sup>, 윤대성<sup>1</sup>,

김한성<sup>1</sup>

The effect of hormone deficiency on femur and knee chondrocyte of growing rat

Chihoon Kim<sup>1</sup>, Jihyung Park<sup>1</sup>, Seungkwan Cho<sup>1</sup>, Daegon Woo<sup>2</sup>,  
Chihyun Kim<sup>1</sup>, Daesung Yoon<sup>1</sup>, and Hansung Kim<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 의공학과, 연세대학교

<sup>2</sup> 식품의약품안전평가원 의료기기연구과, 식품의약품안전청

Key words: Osteoporosis, Osteoarthritis, micro-CT, AFM

## Abstract

The present study was designed to evaluate what kind of influence the hormone deficiency had osteoarthritis and osteoporosis, based on Micro-computed tomography (Mirco-CT) and atomic force microscopy (AFM). To induce osteoporosis, virgin Sparague-Dawley rats were ovariectomized (OVX). Knee joint on each rat was scanned by Mirco-CT with 18um resolution at 0, 4 and 8 weeks. Morphological characteristics were calculated by micro-CT image analyzer. Moreover, the elastic modulus was analyzed to evaluate the material property changed of osteoporotic bone. Knee joint chondrocytes were investigated mechanical characteristics on AFM measurements. In the OVX group, morphological characteristics significantly changed at all the femur over time ( $p < 0.05$ ). Stiffness of chondrocytes measured by AFM significantly decreased in OVX group ( $p < 0.05$ ). The finding of the present study is valuable attempt to find the correlation between osteoporosis and osteoarthritis.

# 천수신경조절술을 위한 이미지 기반의 네비게이션 시스템 개발

나영진<sup>1</sup>, 김정<sup>1</sup>

Image-Guided Navigation for Sacral Nerve Stimulation using  
Electromagnetic Tracking

Youngjin Na<sup>1</sup>, and Jung Kim<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 기계공학과, KAIST

Key words: Sacral nerve stimulation, Image-guided navigation

## Abstract

천수신경조절술 (Sacral nerve stimulation)은 과민성 방광 중에서 약물 치료, 행동 치료가 효과가 없는 난치성 과민성 방광을 위한 치료법이다. 난치성 과민성 방광 증상을 조절하기 위해 전극으로 천수 신경을 자극해서 방광 및 골반 근육을 조절한다. 전극을 삽입하기 위해서는 바늘을 3번째 천골공에 바늘을 삽입한 후 전극 자극을 테스트하게 되는데, 바늘을 삽입하는 과정에서 다음과 같은 어려움이 있다. 첫째, 수술 전 환자의 CT 사진을 이용해서 계획한 수술을 환자에게 적용하는 것이다. CT 사진은 2D 사진이고, 환자의 위치가 달라지기 때문에 바늘을 삽입점을 선택하기 어렵다. 둘째, 수술 과정 중에 바늘의 삽입 위치를 파악하기 위해 환자가 방사능에 지속적으로 노출된다. 따라서 본 논문에서는 영상 기반의 천수신경조절술을 위한 네비게이션을 개발했다. 네비게이션 시스템은 자력기반추적 장치를 이용해서 바늘의 위치를 실시간으로 추적하며, 환자의 CT 사진을 통해 구축한 3D 이미지와 함께 시술자에게 제공한다. 개발된 네비게이션 시스템은 인체 모델(In vitro)에 적용해 검증했고, 목표 지점에 바늘 삽입 하였을 때 TRE (target registration error)은  $3.739 \pm 1.888$  mm (n = 13) 이다.

## 원자현미경을 이용한 안지오텐신 II 자극에 의한 세뇨관세포의 형태 및 물성 변화 관찰

이기자<sup>1</sup>, 채수진<sup>1</sup>, 강성욱<sup>1</sup>, 이진우<sup>1</sup>, 정경환<sup>2</sup>, 박헌국<sup>1</sup>

Observation of angiotensin II-induced changes in tubular cells utilizing AFM

Gija Lee<sup>1</sup>, Sujin Chae<sup>1</sup>, Sungwook Kang<sup>1</sup>, Jinwoo Lee<sup>1</sup>,  
Kyunghwan Jeong<sup>2</sup>, and Hunkuk Park<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 의공학교실 & 의료산업연구원, 경희대학교

<sup>2</sup> 신장내과, 경희의료원

Key words: 원자현미경, 세뇨관세포, 안지오텐신 II

### Abstract

Atomic force microscopy (AFM) has become an important device to visualize various cells and biological materials for non-invasive imaging. The major advantage of AFM compared to the conventional optical and electron microscopes is its convenience. Sample preparation for AFM does not need special coating or vacuum as a procedure. AFM can detect samples even under the aqueous condition. Although the AFM is originally used to obtain surface topography of sample, it can measure precisely the interactions between its probe tip and the sample surface from force-distance measurements. Epithelial-to-mesenchymal transformation of tubular cells into myofibroblastic phenotype is an important mediator of renal injury in chronic nephropathy. It is generally known that angiotensin II plays a direct profibrotic role in the kidney, but the mechanism is unclear. In this study, we observed structural and mechanical changes in tubular epithelial cell after angiotensin II treatment using AFM.



# 능동제어를 이용한 시트 쿠션의 공압제어에 대한 연구

김훈희<sup>1</sup>, 홍정화<sup>1</sup>

A study for Air-Pressure control of seat cushion using active control

Hunhee Kim<sup>1</sup>, and Junnghwa Hong<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 제어계측공학과, 고려대학교

Key words: Seat Cushion(시트 쿠션), Active Control(능동 제어), Air-Pressure(공압),  
Buttocks model(둔부 모델)

## Abstract

사회가 정보화 사회로 발전하면서 사람들은 매우 많은 시간을 의자에 앉아서 생활을 하고 있다. 이러한 사회적인 변화에 따라서 의자가 사용자의 건강과 작업효율에 중요한 영향을 미치는 핵심적인 요소로 부각이 되고 있다. 이에 따라서 사용자의 건강과 작업효율을 향상시키기 위한 의자에 대한 연구가 진행이 되고 있다. 본 연구에서는 시트 쿠션의 공압 제어를 통해서 의자에 착석 시 둔부의 압력 집중의 분산을 통해서 사용자의 건강과 작업효율을 높이기 위한 연구로 수행되었다. 인체 둔부 모델과 시트쿠션의 공압 능동제어를 통해서 둔부 압력집중을 분산하기 위해 시트쿠션의 형상 및 공압 제어에 대해서 상용유한요소 해석 프로그램인 MADYMO 7.2와 MATLAB의 연동해석을 이용하여 해석을 수행하였다. 시트쿠션의 능동제어는 둔부와 시트쿠션의 접촉압력을 PID제어를 통해서 제어하였다. 공압 제어가 되지 않는 일반 모델에 비해서 둔부의 압력 집중이 분산 되는 것을 확인하였다.

## 의사표현 기능이 있는 다지 전동의수개발

허윤<sup>1</sup>, 홍범기<sup>1</sup>, 김종권<sup>1</sup>, 박세훈<sup>1</sup>, 문무성<sup>1</sup>

Development of a multi-fingered myoelectric hand with communication functions

Y. Heo<sup>1</sup>, B.K. Hong<sup>1</sup>, J.K. Kim<sup>1</sup>, S.H. Park<sup>1</sup>, and M.S. Mun<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 재활공학연구소 연구팀

Key words: Prosthetics, Linear actuator, Myoelectric hand

### Abstract

최근 10년 동안 상지절단 환자들을 위한 다기능-전동의수에 대한 연구가 활발하게 진행되어 왔다. 이러한 전동의수들은 인간 손과 유사할 뿐만 아니라 5개의 손가락이 독립적으로 구동되어 다양한 파지 기능을 수행할 수 있다. 현재 이 중 일부는 상용화되어 절단환자들이 사용할 수 있게 되었다. 하지만 지금까지의 연구는 일상생활에서 인간 손이 가지고 있는 여러 기능들 중에서 파지기능에만 주로 초점을 맞추어 연구되어왔다.

일상생활에서 인간 손은 크게 두 가지 큰 기능을 가지는데, 손의 본래 기능인 다양한 파지능력과 함께 의사 및 감정을 전달하기 위한 communication 기능을 들 수 있다. 특히 가위 바위 보와 같이 여러 사람들이 모였을 때 주로 하는 게임동작에서부터 감정 또는 의사를 말 대신 표현하거나, 의도를 좀 더 강조하기 위해 사용하기도 한다. 따라서 이러한 손동작들을 절단환자들이 전동의수를 이용하여 구사할 수 있다면, 절단환자들에게 정상인과 차등이 없다는 자신감을 심어줄 뿐 아니라, 보다 주도적인 삶을 살아가는데 활력소를 제공할 것이다.

따라서 본 연구의 목적은 손의 기본기능인 다양한 파지기능과 더불어 다양한 손동작 기능을 이용한 감정 및 의사 표현이 가능한 다기능 전동의수를 개발하는 것이다. 이를 위해 본 연구에서는 환자들이 기존의 사용하던 의수와 호환이 가능하도록, 2개의 EMG센서로부터 다양한 파지 및 손동작 표현이 가능한 제어전략이 제안되었다.

## 파킨슨 환자의 경직 정량화를 위한 분석

권유리<sup>1</sup>, 김지원<sup>1</sup>, 엄광문<sup>1,2</sup>, 고성범<sup>3</sup>, 박병규<sup>4</sup>

Analysis for Quantification of Rigidity in Parkinsonian

Yuri Kwon<sup>1</sup>, Jiwon Kim<sup>1</sup>, Gwangmoon Eom<sup>1, 2</sup>, Seongbeom Koh<sup>3</sup>,  
and Byungkyu Park<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Biomedical Engineering, Konkuk University, Choonju, 380-701 Korea

<sup>2</sup> Research Institute of Biomedical Engineering, Konkuk University

<sup>3</sup> Department of Neurology, Korea University College of Medicine, Seoul, Korea

<sup>4</sup> Department of Physical Medicine and Rehabilitation, Korea University College of  
Medicine, Seoul, Korea

Key words: Parkinson's disease, UPDRS, rigidity

### Abstract

The purpose of this study was to quantify clinical assessment of rigidity at wrist in patients with Parkinson's disease. We developed a system for the measurement of resistive torque at wrist during passive movement by examiner. The effect of gravity was negated by restricting motion at the horizontal plane and inertia was predetermined from a biomechanical measurement. Forty five patients with Parkinson's disease participated in this study. Viscoelastic properties were calculated from the experimental data acquired during intermittent passive movement of wrist. Viscoelastic constants as new measures of rigidity were calculated from the least squares method using the experimental data. Test-retest reliability of new measures was good. Viscoelastic constants correlated well with the rigidity scores of UPDRS (Spearman's  $r=0.73$  and  $0.91$  for spring and damping constants, respectively). The results suggest that the viscoelastic properties can be used as quantitative measures of rigidity.

## 평지와 트레드밀 보행의 보행변동성 비교

최진승<sup>1</sup>, 강동원<sup>1</sup>, 방윤환<sup>1</sup>, 강민성<sup>1</sup>, 탁계래<sup>1</sup>

### Comparison of Gait Variability between Ground and Treadmill Walking

J. S. Choi<sup>1</sup>, D. W. Kang<sup>1</sup>, Y. H. Bang<sup>1</sup>, M. S. Kang<sup>1</sup>, and G. R. Tack<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 의학공학부, 건국대학교 의료생명대학

Key words: 보행변동성, 평지보행, 트레드밀 보행, 분산계수, DFA

#### Abstract

본 연구의 목적은 평지와 트레드밀(고정식, 자동 속도조절식) 보행 시 보행 변동성의 영향을 살펴보는 것이다. 근골격계 이상이 없는 9명( $24.6 \pm 1.1$  yrs,  $175.2 \pm 4.8$  cm,  $68.4 \pm 6.5$  kg, right-handed)이 실험에 참여하였다. 모든 피험자는 평지 (overground walking, OW), 일반적으로 속도가 고정된 트레드밀(FT), 자동적으로 보행자의 걷는 속도와 트레드밀의 속도를 맞춰주는 속도 자동조절 트레드밀 (AT)에서 각 10분씩 보행을 수행하였다. stride time을 이용하여, 평균 stride time, 분산계수(coefficient of variance, CV) DFA(Detrended Fluctuation Analysis)의  $\alpha$  값을 구하여 비교하였다. 분산계수는 변동의 크기를 정량적으로 나타내며, DFA는 변동의 구조, 즉 자기유사성을 정량적으로 나타내는데 사용되는 변인이다. 그 결과, OW와 AT조건보다 FT조건이 CV가 통계적으로 유의하게 작았고, DFA는 OW조건에서 다른 조건에 비해 작은 값을 보였다. 따라서 보행 변동성 관점의 보행 연구 시 변동성의 크기 혹은 구조적인 특성에 대한 관심에 따라 보행 조건의 선택이 필요하다.

## 다채널 전극을 이용한 쥐 뇌절편 내 시상 밑 핵의 자발적 신호 측정

정미지<sup>1</sup>, 허 정<sup>1</sup>, 추준욱<sup>1</sup>, 윤인찬<sup>1</sup>, 최귀원<sup>1</sup>, 서준교<sup>1</sup>

Measuring Spontaneous Activity of Sub-thalamic Nucleus  
in Rat Brain Slice using Multi-Electrode Arrays

MeeJee Jeong<sup>1</sup>, Jung Heo<sup>1</sup>, JunUk Chu<sup>1</sup>, InChan Youn<sup>1</sup>, Kuiwon Choi<sup>1</sup>,  
and JunKyo Francis Suh<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 의과학센터, 한국과학기술연구원(KIST)

Key words: Parkinson's disease, Multi electrode arrays, Sub-thalamic nucleus

### Abstract

뇌심부 자극술 (Deep Brain Stimulation: DBS)은 파킨슨씨 병 환자의 시상 밑 핵(Subthalamic nucleus: STN) 부위를 전기자극 함으로써 돌발성 신경신호를 억제하고 있다. 본 실험의 목적은 STN에 전기 자극을 가했을 때 STN 뿐만 아니라 중뇌 영역에 어떤 현상이 발생하는지 다채널 전극(Multi electrode arrays: MEA)을 이용하여 그 연관성을 관찰하는 것이다. MEA, 증폭기, A/D 카드는 MCS사의 제품을 사용하였고 뇌절편은 5일령 쥐에서 추출하였다. 추출된 뇌절편은 interface method 로 인큐베이터 안에서 24시간 이상 안정화 된다. 이러한 절편을 60채널의 전극이 배열되어 있는 MEA에 부착시켜 각 채널에서 측정되는 신호를 관찰하였다. 60개의 채널 중 STN을 포함한 채널에서는 긴장성(Tonic) 신호와 돌발성(Burst) 신호가 측정되었으며, 돌발성신호가 나오는 채널 들은 동기성을 가지는 것을 볼 수 있었다. 기저 핵 지도(Basal ganglia map) 에서 보여지는 Dopamine, GABA, Glutamate 와 관련된 영역들이 이 STN 신경신호에 미치는 영향을 알아보기 위하여 이와 관련된 신경전달 대항물질 (Antagonist) 및 작용물질(Agonist)을 이용한 실험이 진행 될 예정이다.

## 보행보조 FES 자극시점 검출 시스템 개발 및 평가

박선우<sup>1,2</sup>, 김정윤<sup>1,2</sup>, 손종상<sup>1,2</sup>, 이동엽<sup>1</sup>, 류기홍<sup>1,2</sup>, 김영호<sup>1,2</sup>

Development and Evaluation of the Stimulation Timing Detection  
System for Walking Assistive FES

S.W. Park<sup>1,2</sup>, J.Y. Kim<sup>1,2</sup>, J.S. Shon<sup>1,2</sup>, D.Y. Lee<sup>1</sup>, K.H. Ryu<sup>1,2</sup>,  
and Y.H. Kim<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> 의공학과, 연세대학교,

<sup>2</sup> 의료공학연구원, 연세대학교

Key words: Motion sensor, Walking assistive FES

### Abstract

Walking assistive functional electrical stimulation which can efficiently prevent drag-foot and foot drop by applying electrical stimulation to tibialis anterior requires sensor system that can detect accurate stimulation timing. The purpose of the this study is to develop stimulation timing detection sensor system and algorithm by utilizing tilt sensor and accelerometer as well as to prove the effect by conducting comparative experiment in stimulation timing detection rate with existing sensor system. Two representing types of sensor systems (system 1: foot switch, system 2: tilt sensor) that is used to prove the developed sensor system and detection rate of sensor system when hemiplegic patients are walking was compared. Stimulation timing was after HC, TO that is detected as peak value of vertical component of accelerometer during 20 seconds walk and on/off average value is produced in the first hand by calculating the average output voltage of tilt sensor and establishing On/Off threshold value by reducing the difference of both values each by 20%. Two hemiplegic patients (cadence:69.4±8.3steps/min) were target of the experiment comparing the stimulation timing detection rate of each system resulting in system II (93.4%) being significantly higher than system I (83.8%) statistically (p=0.000) and, although developed system and system II did not show significantly differences, detection rate of developed system showed the highest(97.1).

## 요추 다섯 번째 뒤쪽구성요소 유무에 따른 두 개의 척추운동분절 변화

박지형<sup>1</sup>, 김치훈<sup>1</sup>, 조승관<sup>1</sup>, 김한성<sup>1</sup>

The change of two motion segments due to existence of lumbar 5th posterior element

Jihyung Park<sup>1</sup>, Chihoon Kim<sup>1</sup>, Seungkwan Cho<sup>1</sup>, and Hansung Kim<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 의공학과, 연세대학교

Key words: Disc degeneration, Lumbar, Posterior element

### Abstract

To mechanobiologically analyze about change of vertebral body and intervertebral disc due to existence of rat fifth-lumbar posterior element, two motion segments cultured by media in Biomechanical Lumbar Control System and only compression load condition is applied to specimen. Specimens were scanned before cultured in BLCS (0 week) and after cultured for a week in BLCS by using high resolution in-vivo micro-computed tomography to confirm structural characteristic of trabecular bone of vertebral body. To observe intervertebral disc change with histological method, we implemented H&E and Safranin-O staining. The results of morphological characteristics showed that structural parameters of lumbar 3 and 4 (L3 and L4) did not show significant change in all conditions, but bone was increased in L5 of normal but decreased in L5 of without posterior element. In histological analysis, we could find morphologic shape of nucleus pulposus and annulus fibrosus of normal L3/4 and L4/5 intervertebral disc. However, L3/4 intervertebral disc nucleus pulposus of without posterior element was degenerated, and L4/5 intervertebral disc was so depressed that nucleus pulposus almost disappeared. In this study, we found that posterior element of lumbar disperses the load of vertebral body and perform a role of stability. Therefore we could consider that posterior element has an effect on vertebral body and intervertebral disc.

# 앞으로 걷기와 뒤로 걷기 시의 주요 관절의 각도 비교 분석

이민현<sup>1,2</sup>, 손종상<sup>1,2</sup>, 황선홍<sup>1,2</sup>, 김영호<sup>1,2</sup>

The Comparison of Joint Angles during Forward and Backward  
Walking

M. H. Lee<sup>1,2</sup>, J. Son<sup>1,2</sup>, S. H. Hwang<sup>1,2</sup>, and Y. H. Kim<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> 의공학과, 연세대학교

<sup>2</sup> 연세의료공학연구원, 연세대학교

Key words: Backward Walking, Joint Angle, Motion Analysis

## Abstract

The use of backward walking is a common rehabilitative technique improving strength and balance. Although, there are few experimental results and no generalized values of backward walking compared to forward walking. The purpose of this study was to analyze the difference in the ankle joint angle during forward and backward walking. Four subjects were required to walk both forward and backward. The patterns of the ankle joint angle were different due to discordance of the gait events. These results implied that the patients who had the stroke could be controlled the balance and strength.



## 호핑 시 착지방법에 따른 하지 강성도 비교

이정주<sup>1,2</sup>, 김정윤<sup>1,2</sup>, 이희영<sup>1,2</sup>, 김영호<sup>1,2</sup>

The comparison in leg stiffness from landing methods of hopping

J.J. Lee<sup>1,2</sup>, J.Y. kim<sup>1,2</sup>, H.Y. Lee<sup>1,2</sup>, and Y.H. Kim<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> 의공학과, 연세대학교

<sup>2</sup> 의료공학연구원, 연세대학교

Key words: Hopping, Leg stiffness, soft landing, stiff landing, COM displacement, Ground reaction force, Spring-mass-model.

### Abstract

호핑(hopping) 동작은 점프와는 다르게 제자리에서 가볍게 뛰는 것을 의미한다. 호핑은 다음 동작을 연결하기 위해서 쓰이기도 하고, 몸의 근육을 가볍게 풀어주기 위해 쓰이기도 한다. 호핑 동작 시 다리는 스프링과 같은 역할을 하며, 질량탄성 모델(Spring mass model)은 몸의 무게와 그것을 지탱해주는 선형적인 스프링형 다리로 구성되어, 호핑 동작을 표현하는데 주로 사용된다. 호핑 동작은 착지방법에 따라 충격 흡수 방법이 달라지고, 하지 강성도도 변화할 수 있다. 하지 강성도는 착지 순간 수직 지면 반발력이 최대일 때 체 중심과의 상관관계를 나타내며, 그래프상에서는 선형 회귀곡선(Regression slope)라고 정의 내릴 수 있다. 하지 강성도는 관절의 안정성이 유지되기 위해서 필수적이며, 따라서 착지방법에 따른 하지 강성도에 대한 분석이 이루어져야 한다. 실험에는 삼차원 동작분석 장치 (Vicon 612, Vicon systems, UK)와 동기화된 2개의 힘측정판 (5233A2, Kistler instrument, switzerland)을 이용하였고, 관절의 운동특성을 분석해 체중심의 움직임을 보기 위해서 plug in gate marker set에 따라 상지와 하지 총 37개의 반사 마커를 피검자의 몸에 부착하여, 6개의 적외선 카메라로 움직임을 분석하였다. 착지를 할 때 무릎 관절의 사용유무에 따라 연성착지와 경성착지로 나누어 실험하였고, 발이 지면에 처음 닿았다가 다시 뛰어올라 발이 지면에 떨어지는 순간까지의 구간을 한 주기로 잡아 평균 데이터를 분석해 비교하였다. 본 연구의 목표는 호핑 시 연성과 경성의 착지 방법에 따른 하지 강성도를 비교, 분석하는 것이다.

**Korean Society of Biomechanics 2010**

제 3 회 추계 학술대회

# **POSTER SESSION**

## 각속도 측정을 통한 파킨슨 환자의 완서증 정량화

김지원<sup>1</sup>, 권유리<sup>1</sup>, 엄광문<sup>1,2</sup>, 고성범<sup>3</sup>, 박병규<sup>3</sup>

Quantification of Bradykinesia through angular rate measure in  
Patients with Parkinson's Disease

Jiwon Kim<sup>1</sup>, Yurikwon<sup>1</sup>, Gwangmoon Eom<sup>1,2</sup>, Seongbeom Koh<sup>3</sup>,  
and Byungkyu Park<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Biomedical Engineering, Konkuk University, Choonju, 380-701 Korea

<sup>2</sup> Research Institute of Biomedical Engineering, Konkuk University

<sup>3</sup> Department of Neurology, Korea University College of Medicine, Seoul, Korea

Key words: Parkinson's disease, UPDRS, bradykinesia, quantification

### Abstract

This study aims to develop a quantitative measure of bradykinesia which can be conveniently used during clinical finger taps test in patients with Parkinson's disease. A miniature, light-weight gyrosensor free from gravitational artifact was used for measurement of finger taps in order to impose minimal constraint on patients. Forty Parkinson's disease patients and 14 age-matched control subjects participated in the experiments. Subjects' finger taps in both right and left hands were scored by two independent neurologists according to the unified Parkinson's disease rating scale and were also measured by a gyrosensor. Four performance indices were derived from the gyrosensor signal of the index finger. All indices showed significant differences between control and patients ( $p < 0.001$ ) and also significant correlations with the clinical finger taps score ( $r = -0.73 \sim -0.80$ ,  $p < 0.001$ ). ANOVA showed significant differences in all indices among different finger taps scores ( $p < 0.001$ ) and post hoc tests showed significant differences in indices between most pairs of non-neighboring and part of neighboring pairs of finger taps scores ( $p < 0.01$ ). The results suggest that indices from a gyrosensor can be used as quantitative measures of bradykinesia during finger the taps test.

# 신경전극의 생체적합성 향상을 위한 세포 비접착성 폴리이미드 표면 개질

박하나<sup>1</sup>, 허동녕<sup>1</sup>, 이정복<sup>1</sup>, 권일근<sup>1</sup>

Controlling Cell Adhesion on oligo(ethylene glycol) methacrylate  
Conjugated Polyimide by Surface-initiated Atom Transfer Radical  
Polymerization

Hana Park<sup>1</sup>, Dongnyoung Heo<sup>1</sup>, Jungbok Lee<sup>1</sup>, and Ilkeun Kwon<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 구강악안면 생체공학교실, 경희대학교 치과대학

Key words: polyimide, cell adhesion, protein absorption, ATRP

## Abstract

The interface between neural microelectrodes and neural tissue plays an important role in chronic in vivo recording. However, when these devices are implanted into nerve tissue for long-term recording, they lose electrical connectivity due to nonspecific protein adsorption and cell adhesion. In this study, we demonstrate that oligo (ethylene glycol) methacrylate (OEGMA) was grafted on PI films by surface-initiated atom transfer radical polymerization (SI-ATRP) to control protein absorption and cell adhesion.

## Acknowledgement

This research was supported by the Happy tech. program through the National Research Foundation of Korea(NRF) funded by the Ministry of Education, Science and Technology (2010-0020791).

# 잔류 유기용매 제거를 통한 신경전극의 생체적합성 향상

허동녕<sup>1</sup>, 이정복<sup>1</sup>, 권일근<sup>1</sup>

Enhance the biocompatibility of neural electrode by solvent extraction

Dongnyoung Heo<sup>1</sup>, Jungbok Lee<sup>1</sup>, and Ilkeun Kwon<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 구강악안면 생체공학교실, 경희대학교 치과대학

Key words: Neural electrode, biocompatibility, polyimide, solvent extraction

## Abstract

The interface between neural microelectrodes and neural tissue plays an important role in chronic in vivo recording of neural signal. However, when these devices are implanted into nerve tissue for recording of neural signal, they lose electrical connectivity due to inflammatory reaction, nonspecific protein adsorption and cell adhesion. In this study, to enhance the short-term and long-term biocompatibility of neural electrode, residual solvent extraction processes were carried out. Residual solvent in the neural electrode was reduced by solvent extraction and ultra-sonication processes. The biocompatibility of the PI film was analyzed using the cytotoxicity, RT-PCR, and H & E staining. Neural electrode that the residual solvent was extracted can be used to increase the biocompatibility of neural electrode.

## Acknowledgement

This work was supported by the Research Initiative Program of Korea Institute of Science and Technology (KIST).

# Support Vector Machine을 이용한 신잡음 검출 방법

최삼진<sup>1</sup>, 정유진<sup>1</sup>, 장호영<sup>2</sup>, 강종위<sup>2</sup>, 박헌국<sup>1</sup>

Heart Murmur Detection Methods Using Support Vector Machine  
Approach

Samjin Choi<sup>1</sup>, Youjin Cheong<sup>1</sup>, Hoyoung Jang<sup>2</sup>, Zhongwei Jiang<sup>2</sup>,  
and Hunkuk Park<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 경희대학교 의과대학 의공학교실

<sup>2</sup> 야마구치대학교 기계공학과 메카트로닉스연구실

Key words: Support vector machine, heart murmurs.

## Abstract

This study showed a novel heart murmur detection method using the support vector machine (SVM) approach. 167 heart murmurs acquired from 23 patients who have no the history of other heart complications, and 98 normal sounds from four healthy volunteers were tested. The multi-SVM classifiers composed of six SVM modules are considered and designed to discriminate six heart valvular disorders such as the atrial fibrillation, aortic insufficiency, aortic stenosis, mitral regurgitation, mitral stenosis and split sounds. The proposed analysis method showed the high classification performances; 99.9% specificity and 99.8% sensitivity in classifying normal sounds and heart murmurs. The proposed method showed relatively very high classification efficiency if the SVM module is designed with considering level set values. And the proposed heart murmur detection method with multi-SVM classifiers is validated for the classification of heart valvular disorders.

## Soft Drink 섭취 후 양치질이 치아에 미치는 영향

정유진<sup>1</sup>, 김지혜<sup>1</sup>, 권애리<sup>1</sup>, 정지현<sup>2</sup>, 박재홍<sup>2</sup>, 최삼진<sup>1</sup>, 박현국<sup>1</sup>

Effects of Brush on Tooth Surface after Soft Drink Exposure

Youjin Cheong<sup>1</sup>, Jihye Kim<sup>1</sup>, Eri Kwon<sup>1</sup>, Jihyeon Cheong<sup>2</sup>,  
Jaehong Park<sup>2</sup>, Samjin Choi<sup>1</sup>, and Hunkuk Park<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 경희대학교 의과대학 의공학교실

<sup>2</sup> 경희대학교 치과대학 소아치과학교실

Key words: Acidic drinks, tooth brushing, soft drink.

### Abstract

An increase in the consumption of acidic drinks or products leads to an increase in the incidence of dental erosion. However, it is unclear effects of tooth brushing after taking acidic drink on teeth. Therefore, the aim of this study was to propose proper tooth brushing ways after taking acidic drink through changes in surface roughness after taking acidic drink and teeth brushing, by atomic force microscopy. Primary tooth samples were assigned randomly to one of seven groups based on the exposure timing of acidic drink types, tooth brushing and saliva. Primary teeth treated with acidic drink (coke) showed similar patterns (severely etched patterns) to primary teeth received acid-etching with 37% phosphoric acid solution for 20 sec. Groups received brushing immediately after acidic drink exposure led to a significant increase in surface roughness ( $p < 0.0001$ ), and groups received exposure with saliva for ten minutes at 30 minutes after acidic drink exposure led to a significant decrease in surface roughness ( $p < 0.005$ ). Therefore, the tooth brushing way at 30 minutes after acidic drink exposure is recommended to prevent plaque and dental caries in children and/or adults.

## 대리석증마우스에 대한 골역학기능의 해석

이지욱<sup>1</sup>, Takayoshi Nakano<sup>2</sup>, 이진우<sup>1</sup>, 김송희<sup>1</sup>, 박헌국<sup>1</sup>

Analysis of mechanical functions of bone using the  
osteopetrotic(op/op) mice

Jeewook Lee<sup>1</sup>, Takayoshi Nakano<sup>2</sup>, Jinwoo Lee<sup>1</sup>,  
Songhui Kim<sup>1</sup>, and Hunkuk Park<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 경희대학교 의과대학 의공학교실

<sup>2</sup> 일본 오사카대학교 공학연구과 재료과학전공

Key words: osteopetrosis, bone quality, bone quantity, mechanical function, biological apatie (BAp), preferential orientation, nanoindentation, three point bending test, pQCT

### Abstract

골세포 (bone cells) 의 커플링 (Coupling) 현상은 골대사 (bone metabolism) 의 기본현상이며, 골질 (bone quality) 을 결정하는 지배인자의 하나이다. 본 연구에서는 Macrophage-Colony Stimulation Factor (M-CSF) 결손에 의해 파골세포 (osteoclast) 가 존재하지 않는 op/op마우스를 이용하여 커플링이 일어나지 않는 상태에서의 골질 (bone quality) 및 골양 (bone quantity) 의 변화를 해석하였다. 또한 상기와 같은 상태에서의 골역학기능에 주목하여, 골역학특성과 골양/골질과의 상관성에 대하여 재료공학적 해석을 수행하였다.

경조직질환모델로서, 대리석증을 보이는 op/op마우스와 정상 마우스를 이용하였다. 3주에서 40주의 마우스의 대퇴골을 적출한 후, -80°C에 냉동보관하였다. 경조직 샘플은 3 point bending test, nanoindentation시험을 통해 파괴강도, 미소 탄성계수 등의 역학특성 평가를 수행하였다. 또한 골밀도와 단면 2차 모멘트를 pQCT법에 의해 해석하였다. 대리석증마우스의 대퇴골은 정상마우스에 비하여 확연한 차이가 확인되었다. 즉, 3 point bending test 결과로부터 stress-strain curve 의 패턴의 차이가 명확하게 확인되었다.



# 역동역학 기술을 이용한 보행 중의 하지 근력 시뮬레이션

김윤혁<sup>1</sup>, 박원만<sup>1</sup>

Simulation of lower extremity muscle forces using inverse dynamics  
analysis in walking

Yoonhyuk Kim<sup>1</sup>, and Wonman Park<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 기계공학과, 경희대학교 공과대학

Key words: Biomechanics, Walking, Muscle force, Inverse Dynamics Analysis

## Abstract

보행 중에 슬관절의 관절력과 하지 근력을 예측하는 것은 관절 부상을 예방하거나 적절한 재활 및 운동처방을 결정하는데 도움이 된다. 또한 신경질환과 관련된 신경-근육 협응 과정을 이해하기 위해서는 근력의 예측이 때로 필요하다. 그리고 정확한 관절 접촉력을 예측하게 되면 골관절염과 연관된 관절 연골 조직의 접촉 현상을 이해하거나 인공관절과 같은 슬관절 임플란트를 설계하는데 설계자료로 활용할 수 있다. 따라서, 본 연구에서는 보행 중의 환자로 부터 측정된 동작분석자료, 지면반력 자료, 골격 영상자료, 동작 중의 슬관절 방사선 자료 등의 정보를 기반으로, 역동역학해석 기술을 적용하여 보행 중에 하지에 작용하는 하지 근력을 예측하였다.

# 인간-기기 인터페이스를 위한 생리신호 분석 및 실용성 평가

조원학<sup>1</sup>, 이종관<sup>1</sup>, 최현기<sup>1</sup>

The analysis of bio-signals and the assessment of its feasibility for  
human-machine interface

Wonhak Cho<sup>1</sup>, Jongkwan Lee<sup>1</sup>, and Hyeonki Choi<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 기계공학부, 성균관대학교

Key words: Human-machine interface, Electroencephalogram, Eye-tracking

## Abstract

산업이 고도화 되고 인간에 대한 고려가 높아지면서 공학자나 제품 개발 관련자들은 제품이나 시스템의 인터페이스를 향상시키기 위해 많은 시도와 연구를 진행하고 있다. 사용자의 의도를 파악하기 위한 방법으로 다양한 생리 신호를 통한 인터페이스의 개발 또한 꾸준히 연구되고 있다. 본 연구에서는 근육 움직임이나 안전도 등을 이용하는 기존의 인간-기기 인터페이스 장치들의 한계를 해소하기 위하여 동공의 움직임과 뇌파의 정보를 추출하여 좀 더 다양한 입력장치를 가지는 인간-기기 인터페이스의 설계를 위하여 실험을 실시하였다. 25-30세 사이의 건강한 남성을 대상으로 실험을 실시하였으며, 피실험자들은 실험이 진행되는 동안에는 최대한 움직이지 않고 실험에 집중하며 잡념을 버릴 것 등의 주의사항을 지키도록 하였다. 피실험자는 상하 좌우의 4개점을 랜덤으로 제시 후 EEG와 Eye-tracker를 이용하여 뇌파와 동공의 움직임을 동시에 측정하였다. 동공의 상하 좌우 움직임 시 뇌파의 분석 결과 델타파, 세타파에서 유의할 만한 결과를 확인할 수 있었다. 피실험자 3명 모두 상하 좌우 동공의 움직임 시 Fp1, Fpz, Fp2에서 높은 활성도를 보였다. 다른 주파수 대역대의 알파파, 베타파, 감마파에서는 유의할만한 결과가 나오지 않았다. 본 연구에서는 상하좌우 4가지 제어에 대한 연구가 진행되었으나, 실용화와 인간-기기 인터페이스 효과를 증대하기 위해서는 향후 다양한 동공의 움직임에 대한 연구가 필요할 것으로 사료된다.

## 유용 미생물 기반의 항 노화제 개발을 위한 예비연구

이형훈<sup>1</sup>, 박금연<sup>1</sup>, 김가영<sup>1</sup>, 이문희<sup>1</sup>, 고창용<sup>1</sup>, 김한성<sup>1</sup>

A Preliminary Study for Development of Anti-aging based on  
Effective Microorganism

Hyeonghun Lee<sup>1</sup>, Kumyeon Park<sup>1</sup>, Gayeong Kim<sup>1</sup>, Munhee Lee<sup>1</sup>,  
Changyong Ko<sup>1</sup>, and Hansung Kim<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 의공학과 의료공학연구원, 연세대학교

Key words: 항노화, 유용 미생물

### Abstract

피부 미용에 대한 관심이 높아지면 유용 미생물(Effective Microorganism, EM)을 이용한 항노화제에 대한 관심이 증가하고 있다. 하지만 기존의 항노화제는 시간이 경과함에 따라 그 효능이 급격하게 감소한다. 이에 따라 본 논문에서는 시간의 경과에 따라 효능의 변화가 적은 항노화제의 제조 방법을 연구하고자 한다. 본 연구에서 개발하고자 하는 항노화제는 감압 농축된 녹차 농축액과 EM을 기반으로 한다. 제조된 물질의 시간의 경과에 따른 효능의 변화를 평가하기 위하여 제조 직후부터 5일 간격으로 35일 동안 이화학적 분석(ORP, TDS, DO, pH, Conductivity)과 분석화학적 분석(DPPH Radical 소거능, POV, 잔여 당물질검출법)을 수행하였다. 이를 기반으로 상대적 기능성 값을 계산하였다. 또한 기존의 Evermiracle社에서 개발한 항노화 물질(Anti\_EV)와 EMortal社에서 개발한 항노화 물질(Anti\_EM)를 동일한 분석을 수행하여 상대적 기능성 값을 계산하였다. 그 결과 Anti\_EV의 경우 6.3에서 4로 감소하였으며 Anti\_EM의 경우 7.8에서 2.6으로 급격하게 감소하였다. 본 연구에서 제조한 항노화제의 경우 5.5에서 6으로 상승하는 경향을 보였다. 이로써 감압 농축된 녹차 농축액과 EM 기반의 항노화제의 효능은 시간의 경과에 따라 변화가 없음을 확인 할 수 있었다.

## 불규칙 수면으로 인한 일주기 리듬의 교란이 성장기 쥐의 생체 말초 조직에 미치는 영향

서동현<sup>1</sup>, 고창용<sup>1</sup>, 정영진<sup>1</sup>, 주현룡<sup>1</sup>, 장영수<sup>2</sup>, 배기호<sup>2</sup>, 김한성<sup>1</sup>

The effects of disturbance in circadian rhythms induced by night-shift  
on phenotype of peripheral tissues

Donghyun Seo<sup>1</sup>, Chang yong Ko<sup>1</sup>, Youngjin Jung<sup>1</sup>, Hyeonryung Ju<sup>1</sup>,  
Youngsu Jang<sup>2</sup>, Kiho Bae<sup>2</sup>, and Han Sung Kim<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 의공학과, 연세대학교

<sup>2</sup> 생명과학과, 연세대학교

Key words: night-shift, circadian rhythms, in-vivo micro CT, morphological, structural, adipose abdominal tissue, tibia, growth plate

### Abstract

The aim of this study is to evaluate the effects of disturbance in circadian rhythms induced by night-shift on phenotype of peripheral tissues; tibiae and abdominal adipose tissues. In the present study, 14 growing 129/SV mice (5 wks) were used and randomly allocated into two groups; normal (NOR) and night shift (NS). The tibiae and the torsos of mice were scanned by using in-vivo micro computed tomography (0, 6 wks). The morphological characteristics of tibiae, the volume and thickness of growth-plates, and the volume of abdominal adipose tissues are measured and evaluated. There were significant differences in the structural parameters of cortical bone, growth-plates, total and visceral abdominal adipose tissue. These results indicated that the disturbance in circadian rhythms induced by night-shift might affect on the morphology characteristic of cortical bone, the volume and thickness of growth-plate and the volume of abdominal adipose tissue.

## 원형강찰마사지의 동작 및 가압력 분석

유제성<sup>1,2</sup>, 손종상<sup>1,2</sup>, 황선홍<sup>1,2</sup>, 송성재<sup>3</sup>, 김영호<sup>1,2</sup>

Analysis of Motion and Pressure for Circular Friction Massage

J. S. Ryu<sup>1,2</sup>, J. Son<sup>1,2</sup>, S. H. Hwang<sup>1,2</sup>, S. J. Song<sup>3</sup>, and Y. H. Kim<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> 의공학과, 연세대학교

<sup>2</sup> 의료공학연구원, 연세대학교

<sup>3</sup> 기계의용공학과, 강릉원주대학교

Key words: Circular Friction Massage, Hand Motion Analysis

### Abstract

In this experiment, the circular friction massage technique was performed on the trapezius, the levator scapulae, and the deltoid muscles to collect the information on massage pressures and positions, and thus to utilize it in professional massage system design. Massage motion was measured with the 3-D motion capture system and finger pressures were simultaneously obtained with grip sensors. Massage motions, pressure patterns, and pressure times were different on each muscle, and the motion trajectory was similar to the ellipsoidal shape. The trapezius had higher pressure, longer massage time, and larger impulse than other muscles. These results could be useful to design a massage system based on biomechanical analysis. In order to improve massage effect, it is also strongly recommended that the tip of the system be similar with that of a human thumb in shape and material.

## 운동량 추정식에 대한 개인별 및 집단별 타당성 분석

이희영<sup>1,2</sup>, 이동엽<sup>1</sup>, 손종상<sup>1,2</sup>, 박선우<sup>1,2</sup>, 김영호<sup>1</sup>

Analysis of Relevance about the Prediction Equations of Kinetic  
Energy Expenditure for Individual and Group

H. Y. Lee<sup>1,2</sup>, D. Y. Lee<sup>1</sup>, J. Son<sup>1,2</sup>, S. W. Park<sup>1,2</sup>, and Y. H. Kim<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 의공학과, 연세대학교

<sup>2</sup> 의료공학연구원, 연세대학교

Key words: energy expenditure, error rate

### Abstract

Estimation of the energy expenditure during physical activities has been consistently studied for a long time. Various supplies based on these studies were developed, however they were focused to match the acceleration values to the metabolic energy. The purpose of this study was to investigate the relevance of the prediction equations which were derived from the previous study. 7 male subjects participated, and were required to walk and run on the treadmill with gas analyzer and a triaxial accelerometer. To find the relevance for individual and group equation, the error rate between measured and predicted values was used, and then Mann-Whitney test was performed a statistical analysis.

# 심혈관용 스텐트의 비정형적인 팽창을 고려한 재협착 감소를 위한 설계요소에 관한 연구

조승관<sup>1</sup>, 박지형<sup>1</sup>, 김치훈<sup>1</sup>, 정영진<sup>1</sup>, 김한성<sup>1</sup>

The study of coronary artery stent design parameters to reduce restenosis risk by considering a transient non-uniform balloon stent expansion

Seungkwan Cho<sup>1</sup>, Jihyung Park<sup>1</sup>, Chihoon Kim<sup>1</sup>, Youngjin Jung<sup>1</sup>,  
and Hansung Kim<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 의공학과, 의료공학연구원, 연세대학교

Key words: Disc degeneration, Lumbar, Posterior element

## Abstract

The aim of the this study is to suggest potential design parameters capable of reducing the possibility of restenosis risk driven by foreshortening or dogboning and decreasing of inner arterial wall stress value through a comparative study of seven commercial stents using finite element (FE) analyses of a realistic transient non-uniform balloon-stent expansion process. The results indicate that using stents composed of opened unit cells connected by bend-shaped link structures and controlling the geometrical and morphological features of the unit cell strut or the link structure at the distal ends of stent may prevent restenosis risk caused by foreshortening or dogboning. And also, the results indicate that using stents composed of opened unit cells connected by bend-shaped link structures with limited aperture area and controlling the geometrical and morphological features of the unit cell strut or the link structure of stent may decrease inner arterial wall stress value. This study provides a first look at the realistic transient non-uniform balloon-stent expansion by investigating the mechanical properties, behaviors, and design parameters capable of reducing the possibility of restenosis risk induced by the foreshortening or the dogboning.

# 장애물 통과 시 휠체어 탑승자가 느끼는 진동에 대한 정량적 평가

황선홍<sup>1,2</sup>, 이희영<sup>1,2</sup>, 이동엽<sup>1,2</sup>, 김영호<sup>1,2</sup>

Quantitative Analysis of Wheelchair Vibration while Traveling over  
Obstacles

S. H. Hwang<sup>1,2</sup>, H. Y. Lee<sup>1,2</sup>, D. Y. Lee<sup>1,2</sup>, and Y. H. Kim<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> 의공학과, 연세대학교

<sup>2</sup> 의료공학연구원, 연세대학교

Key words: Wheelchair, Vibration, Obstacle, COP, Impact

## Abstract

The vibration caused when a wheelchair travels over obstacles or uneven surfaces was known to evoke spasticity to people with spinal cord injury(SCI). In this study, wheelchair and occupant's head speed and acceleration were measured by motion capture system when their wheelchair traveled over an obstacle which was 6.49cm width and 1.69cm height. And the seat pressure was also measured and then the trajectories of center of pressure(COP) was calculated by using the pressure sensor. The mean speed of wheelchair was  $74.82 \pm 6.48$  m/s and  $174.61 \pm 7.55$  m/s, they were defined as "slow and fast" speed respectively. The variance of COPx(anterior posterior direction) was larger when the wheelchair speed was slow while the variance of COPy(vertical direction) was larger when the wheelchair speed was fast. The variance of acceleration of occupant's head was larger in fast speed except the subject whose weight and height was largest among all subjects. Still there were individual differences in head acceleration and variance of COP trajectory. The segment's mass and muscle tone were considered as factors that affect the variances of results. Although these effects of factors, we investigated the impact vibration of wheelchair caused by a small obstacle, quantitatively. These results would be expected to give information that is appropriate speeds on various surface conditions to wheelchairs.



## 체중심 수직정렬선을 고려한 보행보조기 연구

최혁재<sup>1</sup>, 강성재<sup>1</sup>, 류제청<sup>1</sup>, 문무성<sup>1</sup>

Research of gait-assistant-orthosis vertical alignment on lateral view

H.J Choi<sup>1</sup>, S.J Kang<sup>1</sup>, J.C Ryu<sup>1</sup>, and M.S. Mun<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 재활공학연구소 연구팀

Key words: Vertical Line, Orthosis, Gait, Static Balance Posture, Oaao Book L.A.S.A.R Posture 743L100, Motion Analysis

### Abstract

모든 사람은 생후 1년이 지나 서서히 기립자세를 유지하고 보행이 가능해진다. 그 후 모든 이동수단을 보행에 의지하게 된다. 그러나 질병이나 사고로 중추신경계에 손상이 발생되면 보행이 불가능하게 되거나 비정상적인 보행패턴을 보인다. 본 연구에서는 사고로 인한 중추신경계(흉추 부위)의 손상으로 보행이 불가능한 하반신마비 환자를 대상으로 보다 더 안정적인 정적 균형자세와 효율적인 동적보행을 위해 보행보조기 제작 시 외측면의 수직 정렬선을 고려한 최적설계에 대한 이론을 정립하고자 한다. 임상적으로 기타 합병증이 없고 실험에 동의한 흉추부위 척수 손상 환자를 대상으로 보조기 착용 후 오토북 레이저 포스처 장비(Oaao Book L.A.S.A.R Posture 743L100)를 이용해 외측면의 수직 정렬선에 대한 정보를 수집하고 보행분석장비(Eagle 4, Motion Analysis USA)를 통해 보행분석 실험을 하였다. 이전의 외측면의 수직 정렬선에 대한 자료에 의하면 고관절부위는 대전자 전방부위, 슬관절 부위는 전방부에서 후방부방향으로 6:4되는 부위 그리고 족관절 부위에서는 비골의 원위 외측상과 앞부위에 위치해야 된다고 제시하고 있다. 하지만 정적인 자세의 수직 정렬선과 효율적인 보행을 위한 수직 정렬선은 차이를 보였다. 정적인 자세의 수직 정렬선은 동적인 보행을 위한 수직 정렬선에 비해 후방에 위치하는 결과를 얻었다. 정적균형을 위한 수직정렬과 동적보행의 정렬을 동시에 고려해서 최적의 정렬을 보행보조기제작에 적용하면 균형유지를 비롯하여 효율적인 동적보행이 가능하다.

## 심폐기능 허약자를 위한 보행 보조 장치 보행 특성 분석

강성재<sup>1</sup>, 류제청<sup>1</sup>, 김규석<sup>1</sup>, 박세훈<sup>1</sup>, 문무성<sup>1</sup>, 서수원<sup>2</sup>, 김진국<sup>2</sup>

Gait Analysis of Walking Assistant System for Patients with Weakness  
in Cardiopulmonary System

S.J. Kang<sup>1</sup>, J.C. Ryu<sup>1</sup>, G.S.Kim<sup>1</sup>, S. H. Park<sup>1</sup>, M.S. Mun<sup>1</sup>, S.W. Seo<sup>2</sup>,  
and J. K. Kim<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 재활공학연구소 연구팀

<sup>2</sup> 성균관대학교 의과대학

Key words: Orthosis, Design, Cardiopulmonary, Walking Assistant Device, Requirements

### Abstract

Due to the inactivity, patients who spent considerable amount of time in ICU commonly have weak cardiopulmonary system. As a result, they cannot walk long distance, which also happens to the elderly with weak cardiopulmonary system caused by aging. Therefore, in this study, we designed and developed walking assistant device which helps flexion and extension of hip joint. This orthosis consists of a controller, motors, and sensors. There are two motors, each at the left and right side of pelvis, providing torque to the hip joint. Potentiometers are located right next to the motors, sensing the angle between the leg and the upright position and sending it to the controller. Controller, then, calculates the next desired angle with p controller inside; the target angle of the flexion and extension in the hip joint is set according to the normal gait. The torque given by the motors on the pelvis would reduce the torque that the walkers need to give during walking. Even though gait analysis, oxygen consumption, angle sensor detection, and other methods were used to indicate and determine the best condition to develop walking assistance system for cardiopulmonary patients, including normal forces with gait analysis, heart rate, and oxygen consumption show randomized results since different body size, BMI, body weight, etc. As an experimental result, reduction of heart rate and energy consumption was 5.3% and 14.8% by gait assistive device.

## 시내버스 운전자 자세 분석에 관한 연구

김재준<sup>1</sup>, 김경<sup>2</sup>, 강승록<sup>2</sup>, 정구영<sup>1</sup>, 권대규<sup>3</sup>

The Study on the Postural Analysis of Urban Bus Driver

J. J. Kim<sup>1</sup>, K. Kim<sup>2</sup>, S. R. Kang<sup>2</sup>, G. Y. Jeong<sup>1</sup>, and T. K. Kwon<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Center of Healthcare Technology Development, Chonbuk Nat'l Univ.

<sup>2</sup> Department of Healthcare Engineering, Chonbuk Nat'l Univ.

<sup>3</sup> Division of Biomedical Engineering, Research Center of Healthcare & Welfare Instrument of the Aged, Chonbuk Nat'l Univ.

Key words: Urban bus, Foot pressure, Fatigue, Body pressure

### Abstract

In this paper, we investigated the fatigue for pattern and postural of urban bus driver with analyzing foot pressure and body pressure. Driving is continue of complex behavior that needs various ability and driver would feel fatigue because hyper concentration. But driver could not recognize themselves and short of measuring method for quantitative fatigue. We build virtual bus driving seat for experiment and all nine bus drivers' participated experiment as subject. We analyzed quantitative foot pressure and body pressure using Pedar-X(Novel GmbH Inc., Germany) and BPMS(Tekscaan.Inc). The results find out that there is difference of discomfort index each driver posture. We could indicate that location of footrest and design to be considered driver of various posture in initial design is necessary.

# 생리신호 분석을 통한 상용차용 전자페달 비교 평가

신선혜<sup>1</sup>, 김재준<sup>2</sup>, 김경<sup>3</sup>, 정구영<sup>3</sup>, 권대규<sup>4</sup>

Comparative Evaluation of Commercial Vehicles Electronic Pedal  
through the Analysis of Physiological Signals

S. H. Shin<sup>1</sup>, J. J. Kim<sup>2</sup>, K. Kim<sup>3</sup>, G. Y. Jeong<sup>3</sup>, and T. K. Kwon<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Department of Healthcare Engineering, Chonbuk Nat'l Univ.

<sup>2</sup> Chonbuk Nat'l Univ Automobile-parts & mold Technology Innovation Center.

<sup>3</sup> Center of Healthcare Technology Development, Chonbuk Nat'l Univ.

<sup>4</sup> Division of Biomedical Engineering, Research Center of Healthcare & Welfare  
Instrument of the Aged, Chonbuk Nat'l Univ.

Key words: Electronic pedal, Electromyography, Foot pressure

## Abstract

In this paper, we assessed muscular activities of lower limbs and foot pressure in drivers, according to operating the developed three electronic pedals. 26 drivers participated in this experiment. Measured muscles were rectus femoris(RF), biceps femoris(BF), tibialis anterior(TA) and gastrocnemius(Gn) muscles. For the quantitative muscular activities, IEMG were analyzed. In addition, foot pressures were analyzed and compared through peak and averaged pressure during the operating three developed electronic pedals. The experiments are conducted with total 26 drivers. From the result of this experiment, we suggested the most efficient pedal.

## 직립자세에서 지지면의 수평진동에 따른 자세 전략에 관한 연구

오가영<sup>1</sup>, 유미<sup>2</sup>, 박용군<sup>2</sup>, 김경<sup>3</sup>, 권대규<sup>4</sup>

Study on Postural strategy during Horizontal Vibration of the Support  
Surface in Standing Posture

G. Y. Oh<sup>1</sup>, M. Yu<sup>2</sup>, Y. J. Piao<sup>2</sup>, K. Kim<sup>3</sup>, and T. K. Kwon<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Department of Healthcare Engineering, Chonbuk Nat'l Univ.

<sup>2</sup> Chonbuk Nat'l Univ Automobile-parts & mold Technology Innovation Center.

<sup>3</sup> Center of Healthcare Technology Development, Chonbuk Nat'l Univ.

<sup>4</sup> Division of Biomedical Engineering, Research Center of Healthcare & Welfare  
Instrument of the Aged, Chonbuk Nat'l Univ.

Key words: Postural control, Balance, Motion base

### Abstract

This paper investigated the effects of dynamic postural response for maintaining upright standing on a support surface during horizontal vibration in anterior-posterior and medial-lateral direction. The electromyographic signals of the four muscles in lower extremities were recorded and analyzed in the frequency domain: the muscles of interest were rectus femoris (RF), biceps femoris (BF), gastrocnemius (Ga), tibialis anterior (TA). The experimental results showed the difference of muscular activities at the different frequencies, amplitudes and the vibration directions of the support surface. For the anterior-posterior and medial-lateral direction, the Ga showed highest activities. Also, the rate of the increase in the muscular activities was affected by the frequency and amplitude.

# 전단응력의 시간 및 공간적 변화에 따른 나노입자의 부착 특성

김문준<sup>1</sup>, 이계한<sup>1</sup>

Effects of temporal and spatial variation of shear stress on  
Nanoparticle Adhesion characteristics

M. J. Kim<sup>1</sup>, and G. H. Lee<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 기계공학과, 명지대학교 공과대학

Key words: Particle Adhesion, Molecular Imaging, Atherosclerosis, Computational Fluid Dynamics

## Abstract

동맥경화 등 혈관질환이 발생하였을 경우 혈관 벽의 기능변화에 의해 ICAM등 분자(수용체)가 발현하게 된다. 나노입자의 질환부위인 선택적 부착은 분자영상을 이용한 진단 및 특정부 약물전달의 효율에 중요한 특성이다. 입자 부착에서 시간 및 공간에 따른 전단응력의 변화와 효과와 입자와 혈관벽의 부착반응특성에 의해 결정되는 부착반응상수( $k_a$ : kinetic rate for a adhesion) 이 혈관벽 부착에 미치는 영향을 분석하였다. 입자의 혈관벽 진단 및 부착반응을 운동량 및 입자 전달방정식을 이용하여 전산유체역학방법으로 해석하였으며, 입자의 혈관벽 부착은 1차원 반응모델을 사용하였다. 시간의 변화에 따라 평판층류유동모델에서 유량이 일정한 경우  $k_a$ 값이 높을수록 입자의 부착율은 증가하고,  $k_a$ 값이 일정할 경우 전단변형율이 증가할 수록 입자의 부착율은 증가하였다. 전단변형율이 공간의 변화에 따라 변하는 혈관 확장모델에서,  $k_a$ 값이 높을수록 입자 부착율은 증가하며 재순환 영역에서는 전단변형율이 낮았으나, 오히려 입자의 부착은 증가하였다. 이는 유동에 의한 벽 주위 입자농도의 증가에 따른 영향일 수 있다. 본 연구는 분자영상 및 약물전달에 사용되는 나노입자의 설계에 응용될 수 있으리라 기대된다.

## 근골격계 질환 예방을 위한 고령친화 욕조시스템 개발 필요성

최현호<sup>1</sup>, 임도형<sup>1</sup>, 전경진<sup>1,#</sup>

Necessity for Development of Senior-Friendly Bathtub System  
Preventing Musculoskeletal Disorders

H. H. Choi<sup>1</sup>, D. H. Lim<sup>1</sup>, and K. J. Chun<sup>1,#</sup>

<sup>1</sup> 실버기술개발단, 한국생산기술연구원

#교신저자(Corresponding Author)

Key words: Senior-friendly bathtub, Muscle fatigue, Joint torque

### Abstract

요양시설 및 가정에서 고령자의 목욕수발은 가장 자주 일어나는 수발행위이다. 간병인의 용이한 목욕수발을 위해 고령친화 욕조시스템을 사용하고 있지만 반복적인 목욕수발로 인해 척추 질환이 발생하고 있다. 기존의 고령친화 욕조시스템과 간병인의 팔꿈치 높이의 욕조시스템을 이용하여 간병인에게 발생하는 척추질환 발생가능성을 분석하였다. 데이터 획득을 위해 3차원 동작분석시스템과 근전도 측정센서를 사용하였다. 고령자를 휠체어에서 욕조로 이동하는 과정에서 고령친화 욕조시스템 사용시 간병인의 척추 기립근에서 근 피로도 발생량은 96.1%로 측정되었다. 척추에서 발생하는 관절토크는 일상생활에서 발생하는 크기의 약 2배로 계산되었다. 간병인의 키에 맞추어진 목욕시스템 사용시 목욕 수발 동작에서 발생하는 척추 기립근의 근 피로도는 발생하지 않았다. 하지만 상지 근육에서 근 피로도 발생량이 33%이었다. 따라서 휠체어에서 욕조로 이동하는 동작을 대체하는 리프트의 결합, 욕조시스템의 높이를 간병인의 수발작업에 맞추는 기능 등의 자동화된 고령친화 욕조시스템의 개발은 간병인의 척추 질환 발생을 감소시킬 수 있을 것으로 사료된다.

## 유한요소해석을 이용한 심층근 활성화 증진의 욕창 예방 효과 검증

최혜원<sup>1</sup>, 임도형<sup>1</sup>, 전경진<sup>1,#</sup>

Effect of the internal stress relief through the alteration of the gluteus maximus muscle thickness using finite element analysis

Haewon Choi<sup>1</sup>, Dohyung Lim<sup>1</sup>, and Keyoungjin Chun<sup>1,#</sup>

<sup>1</sup> 실버기술개발단, 한국생산기술연구원

#교신저자(Corresponding Author)

Key words: Pressure Ulcer, Functional Electrical Stimulation, Finite Element Analysis, Muscle Thickness

### Abstract

욕창은 지속적인 압박으로 인해 피부 내 혈액의 흐름이 중단되어 피부조직이 괴사하는 질환으로 장기간 휠체어에 의지하는 고령자 및 하반신 마비 환자에 주로 발생하고 있다. 욕창의 치료법으로 기능적 전기 자극(Functional Electrical Stimulation; FES)이 제안되고 있는데, 이는 손상된 근육을 자극하여 상실된 능동적 수축 기능을 활성화 시켜 근육 마비의 회복이나 근육의 손상으로 인한 질병을 감소시키는 역할을 한다고 알려져 있다. 본 연구에서는 둔근(Gluteus Muscle)의 두께를 변화시킨 유한요소모델을 개발하여 둔근의 두께 변화가 심층근 손상 욕창에 미치는 영향을 분석하고자 하였다. 해석 결과로 좌골 결절 부근에서 그 값이 집중되는 것을 확인하였으며 둔근의 두께가 감소함에 따라 내부 압력 및 변위가 감소하는 결과를 보였다. 본 연구의 결과를 통해 근육의 두께 변화만으로 FES 효과를 검증하는 것에 한계가 있다고 판단, 추후 보완된 모델을 개발하여 연구를 진행 할 예정이다.



# 파워리프트 사용시 자쪽 신경 질환 유발 가능성 및 손상감소를 위한 설계 요소 분석

최현호<sup>1</sup>, 한바울<sup>2</sup>, 전경진<sup>2</sup>, 김한성<sup>2</sup>, 임도형<sup>1,#</sup>

Possibility of Ulnar Nerve Disease Occurrence in use of Power-Lift  
and Suggestion of Design Factors for Prevention of the Disease

H. H. Choi<sup>1</sup>, Paul. Han<sup>2</sup>, G. J. Jeon<sup>2</sup>, H. K. Kim<sup>2</sup>, and D. H. Lim<sup>1,#</sup>

<sup>1</sup> Korea Institute of Industrial Technology(KITECH)

<sup>2</sup> Yonsei University. Rehabilitation Engineering

#교신저자(Corresponding Author)

Key words: Power-lift, Hypothenar, Ulnar Nerve Disease

## Abstract

주행형 파워리프트는 핸들 조작 시 소지구의 자쪽 신경에 과도한 압력이 가해져 마비, 근력감소 등의 자쪽 신경 질환을 유발한다. 따라서 본 연구에서는 반복적인 파워리프트 조작 시 간병인의 손에서 발생하는 압력의 크기와 패턴 및 압력을 정량적으로 분석하여 간병인의 자쪽 신경 유발가능성에 대해 분석하고자 한다. 또한 핸들 형상에 따라 소지구에 가해지는 압력 분포 차이를 분석하고 자쪽 신경의 손상을 감소시키기 위한 파워리프트 핸들 설계 요소를 제안하고자 한다. 핸들 형상이 각기 다른 두 파워리프트를 선정한 후 요양시설에서 직면하기 쉬운 직선/회전 주행을 설정하여 실험을 수행하였다. 피검자의 일정한 자세와 힘이 유지되는 것을 측정하기 위해 3D 동작분석 시스템, EMG 센서를 사용하였고, 소지구의 압력분포를 측정하기 위해서 손바닥 압력센서를 이용하였다. 분석 결과 파워리프트 사용시 피검자의 소지구에 응력이 집중되어 자쪽신경 질환 유발 가능성이 클 것으로 사료된다. 따라서 소지구의 자쪽 신경질환을 감소시키기 위해서는 파워리프트 핸들의 손 접촉면에서 발생하는 압력을 고르게 분산시키는 설계 요소가 필요하다.

# 진동자극과 압력자극이 피부섬유아세포에 미치는 영향

고웅현<sup>1</sup>, 이용우<sup>1</sup>, 김미나<sup>1</sup>, 박수경<sup>1</sup>, 신현정<sup>1</sup>

Effects of Mechanical vibration and Hydrostatic pressure on Dermal fibroblasts

Unghyun Ko<sup>1</sup>, Yongwoo Lee<sup>1</sup>, Mina Kim<sup>1</sup>, Sukyung Park<sup>1</sup>, and J Jennifer H. Shin<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Dept. of Mechanical Engineering, Korea Advanced Institute of Science and Technology (KAIST), Daejeon, Korea

Key words: dermal fibroblast, piezoelectric film, mechanical vibration, hydrostatic pressure

## Abstract

Dermal fibroblast play an important role in wound healing and maintaining both physical and biochemical integrity of the dermis by synthesizing a number of extracellular matrix (ECM) proteins and neutrophins including NGF(nerve growth factor). Motivated by a previous report on sensing enhancement in patients with diabetic neuropathy upon the application of white noise (0-100Hz), we investigated the effects of such white noise (in the range of 0-20kHz) on fibroblasts which are the dominant contributors in the dermis. We first developed a system consisting of a microchannel with a syringe pump and a piezo-electric film on the bottom of the channel, which can impose both hydrostatic pressure and mechanical vibrations (0-0.1MPa) on a monolayer of dermal fibroblasts. By accessing the amount of collagen and NGF synthesis with immunofluorescence, we conclude that these combinatorial stimuli enhance protein synthesis which could potentially be useful in activating nerve cells as well as other neighboring cells and constituents in dermis.

# 전립선 암 검출을 위한 3자유도 매니플레이터 개발

박기한<sup>1</sup>, 이효상<sup>1</sup>, 안범모<sup>1</sup>, 김정<sup>1</sup>

Development of 3-DOF Manipulator for Prostate Cancer Detection

Kihan Park<sup>1</sup>, Hyosang Lee<sup>1</sup>, Bummo Ahn<sup>1</sup>, and Jung Kim<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 기계공학과, KAIST

Key words: Prostate cancer detection, medical robot

## Abstract

Prostate cancer is generally examined by rectal palpation using a physician's index finger as a probe detecting stiffness variation. The palpation depends on the tactile perception of the physician, which is subjective and affected by the physician's experience. In this paper, a 3-DOF manipulator was designed and developed to position the palpation module in order to localize of prostate under the in vivo condition. A double parallelogram based design which is mechanically constrained was applied to accomplish remote center kinematics to meet the in vivo requirement. This insures the inserted probe of the palpation module to pass through one fixed point (anus) without any significant discomfort. To validate the accuracy of remote center point and end-effector positioning, position errors were measured by a laser sensor. Remote center point was fixed within a sphere with a radius of 55 $\mu$ m on required range of motion and root means square error(RMSE) of end-effector position is obtained as 6.3 $\mu$ m during 1mm movement (0.63% error). The results show the possibility for the use of rectal examination to detect prostate cancer in vivo and non-invasively.

# 사실적인 의료 시뮬레이션을 위한 변형체 모델링 기법 개발

장동준<sup>1</sup>, 김정식<sup>2</sup>, 김 정<sup>3</sup>

A deformable object modeling for a realistic VR-based medical  
simulation

Dongjune Chang<sup>1</sup>, Jungsik Kim<sup>2</sup>, and Jung Kim<sup>3</sup>

<sup>1</sup> 기계공학과, KAIST 기계항공시스템공학부

<sup>2</sup> 기계공학과, KAIST 기계항공시스템공학부

<sup>3</sup> 기계공학과 부교수, KAIST 기계항공시스템공학부

Key words: Physically based modeling(물리적 기반 모델링), Finite Element Method(유한요소법), Medical simulation(의료 시뮬레이션)

## Abstract

This paper presents a deformable object modeling method for virtual reality (VR)-based medical simulation using Finite Element Method (FEM) and the restarted Generalized Minimum Residual (GMRES) method. For a realistic simulation, a physically-based modeling of a deformable object has been studied, in which a linear elastostatic FE model has been widely selected as a physically-based model due to computational speed. Conjugate Gradient (CG) method has been commonly applied for real-time computing the solution of linear systems. However, CG method can be only used in solving the symmetric linear system, which cannot provide the force information needed to haptic feedback. Our research focuses on how deformable objects can be rendered ensuring this force information. Using a non-symmetric linear solver, restarted GMRES enables trainer to feel force feedback through haptic device.

## 연골세포에 대한 전기 자극의 효과

오승환<sup>1</sup>, 신현준<sup>1</sup>, 최병현<sup>2</sup>, 신현정<sup>1</sup>

Effects of Electric Field Stimulation on IL-1  $\beta$  Induced Osteoarthritic  
Chondrocytes

Seunghwan Oh<sup>1</sup>, Hyunjun Shin<sup>1</sup>, Byunghyune Choi<sup>2</sup>,  
and Jennifer H. Shin<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Department of Mechanical Engineering, KAIST, Daejeon, South Korea

<sup>2</sup> Division of Biomedical and Bioengineering Sciences, Inha University College of  
Medicine, Incheon, South Korea

Key words: Chondrocyte(연골세포), Electric Field (전기장), Osteoarthritis(골관절염)

### Abstract

In osteoarthritis (OA), cartilage breakdown is accompanied by downregulation of collagen and aggrecan and upregulation of MMPs and ADAMTS-5. Since therapeutic treatment using electric field (EF) is known to generate positive effect on osteoarthritis patients, it is of interest to investigate which of the above mentioned genes are regulated by EF stimulations leading to overall healing effects. We first developed a physical EF stimulator to generate a constant DC EF on a monolayer of cells. This stimulator is able to perform feedback control for the multi chambers independently and simultaneously by using a proportional voltage output controller. We then established an in vitro osteoarthritic cell model by treating primary rat chondrocytes with IL-1 $\beta$  (1ng/ml for 24-48hrs). Repeated cycles of 30min stimulation and 90min resting at 25mV/cm were applied on both normal and OA induced chondrocytes for 12hrs and 72hrs. Results show minimal effects of a short exposure (12hrs) to EF on both normal and OA induced cells. On the other hand, a long exposure (72hrs) exhibited positive effects on OA induced chondrocytes by suppressing genes that are involved in the destruction of cartilage matrix such as MMP13 and ADAMTS-5. Interestingly, EF on normal cells led to negative overall effects.

## 2쌍의 스테레오 카메라를 이용한 3차원 실시간 안면인식 및 음성인식 시스템

고혜승<sup>1,2</sup>, 한성민<sup>1</sup>, 추준욱<sup>1</sup>, 황도식<sup>2</sup>, 서준교<sup>1</sup>, 최귀원<sup>1</sup>, 윤인찬<sup>1</sup>

3D real-time facial recognition and speech system  
using 2 pair stereo camera

Hyeseung Koh<sup>1,2</sup>, Sungmin Han<sup>1</sup>, Junuk Chu<sup>1</sup>, Dosik Hwang<sup>2</sup>,  
Junkyo Francis Suh<sup>1</sup>, Kuiwon Choi<sup>1</sup>, and Inchan Youn<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Biomedical Research Center, Korea Institute of Science and Technology

<sup>2</sup> Electrical and Electronic Engineering, Yonsei University

Key words: 안면인식, 생체인식, stereo camera, 음성장애

### Abstract

안면인식 기술은 사용자로 하여금 일정한 동작을 취하도록 요구하는 다른 생체인식 기술과 달리 사용자의 특별한 동작이나 행위에 대한 요구가 없이 비접촉식으로 자연스럽게 확인할 수 있다는 장점을 가지고 있다. 이러한 이유로 다른 생체인식 기술에 비해 안면인식 기술은 조명, 자세, 표정 등 해결해야 할 기술적 문제들에도 불구하고 생체여권과 같은 각종 신분증에 기본적인 생체정보로 채택되는 등 경쟁력 있는 생체인식 기술로 평가되고 있다. 본 논문에서는 이러한 안면인식 기술을 이용하여 중증장애인의 의사소통을 위한 2쌍의 스테레오 카메라를 설계하고 3차원의 안면부 재구성과 음소인식, 조합을 통한 단어 및 문장구성을 가능케 하는 시스템을 개발하고자 하였다. 본 시스템의 음성인식 성공률을 높이기 위하여 우선적으로 2쌍의 스테레오 카메라로부터 획득한 양안시차 영상에서 음소를 발음하는 환자의 안면부를 3차원으로 추정하는 영상처리 과정을 필요로 한다. 이 과정에서 대상 물체의 거리 혹은 깊이 정보를 얻기 위한 기본 단계는 영상 획득, 특징 추출, 스테레오 정합, 변위 추정, 변위로부터의 거리계산으로 이루어진다. 또한 위의 안면인식을 위한 영상처리 과정 후 실시간 적용을 위해 음소단위의 인식이 가능한 고속 알고리즘을 개발하여 중증장애인의 의사전달에 대한 내용을 파악하고자 하였다.

# CMC 기반의 인체 삽입용 무선 전력 송수신 장치의 효율성 측정

정상훈<sup>1,2</sup>, 조성은<sup>2</sup>, 김용준<sup>2</sup>, 서준교<sup>1</sup>

Wireless Power Transmission Efficiency Measurement of CMC  
Structure-Based for Transcutaneous Transmission of Powers

Sang-Hoon Joung<sup>1,2</sup>, Sung-Eun Jo<sup>2</sup>, Yong-Jun Kim<sup>2</sup>,  
and Jun-Kyo Francis Suh<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 의과학센터 바이오닉스 사업단, 한국과학기술연구원(KIST)

<sup>2</sup> 기계공학과, 연세대학교(Yonsei University)

Key words: 무선전력송신, 비정렬 감지

## Abstract

Visual Prostheses, Cochlear Prostheses, Pacemaker와 같은 인체 삽입용 의료 장비가 늘어남에 따라 안정적인 파워 공급이 주요 이슈화 되고 있다. 최근에는 기존의 배터리의 한계로 인해 인체 삽입용 의료 장비들은 Transcutaneous magnetic coupling을 이용해서 파워로 공급하는 시스템으로 전환되고 있다. 파워 공급 시스템은 파워를 전달하는 Primary Coil과 파워를 전달받는 Secondary Coil을 이용해 인체에 삽입되어 있는 배터리에 지속적이고 안정적인 파워를 공급하게 된다.

이 연구는 공기중 또는 Sprague-Dawley(SD) rat에 Opened magnetic circuit(OMC)와 Closed magnetic circuit(CMC)구조를 기반으로 하는 무선전력송신 장치의 효율성을 측정, 비교하고, Primary coil과 Secondary coil간의 비정렬 감지 등을 측정하는 실험을 하였다.

## CT 이미지를 이용한 3차원 골반 영상의 재구성 및 골밀도의 시각화

한성민<sup>1,2</sup>, 추준욱<sup>1</sup>, 전흥재<sup>2</sup>, 김정성<sup>3</sup>, 최귀원<sup>1</sup>, 윤인찬<sup>1</sup>

Parameter extraction of size and shape of femur X-ray image

Sungmin Han<sup>1,2</sup>, Junuk Chu<sup>1</sup>, Heungjae Chun<sup>2</sup>, Jungsung Kim<sup>3</sup>,  
Kuiwon Choi<sup>1</sup>, and Inchan Youn<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 의과학센터, 한국과학기술연구원(KIST)

<sup>2</sup> 기계공학과, 연세대학교(Yonsei University)

<sup>3</sup> (주)코렌텍(Corentec CO. Ltd)

Key words: 인공 고관절 치환술, X-ray, 대퇴골, 주문형 인공 고관절

### Abstract

인공고관절 전치환술(total hip replacement, THR)은 고관절의 변형 및 통증을 치료하기 위하여 시행되어 왔으며, 효과적인 치료 방법으로 사용되고 있다. 그러나 인공고관절이 수명은 10~15년으로 수명이 다한 인공고관절은 새로운 인공고관절로 재치환수술을 받게 된다. 재치환술 시 골손실이 발생하여 고정 부위의 제한, 골지지대 부족 등의 문제점이 발생하게 되고, 또한 기존의 규격화된 인공고관절은 선천성 기형과 같은 경우 부정확한 정합상태로 인한 골용해나 해리등이 발생하여 인공고관절 실패로 이어지고 있다. 이러한 문제점을 개선하기 위해서는 환자 개개인의 골반 형상에 맞는 비구컵의 개발이 필요하다. 이에 본 연구에서는 인공고관절을 구성하는 구성요소 중 환자의 골반에 최적의 정합 상태를 가지는 맞춤형 비구컵을 설계하기 위하여 2차원의 CT영상의 영상처리를 통해 3차원 골반 형상을 재구성하였으며, 골밀도를 측정하여 3차원 골형상에 골밀도 색채화를 하였다. 영상처리를 자동화하기 위하여 Visual C++를 기반으로 edge & bone density detection program을 개발하였다. 3차원 골반 형상과 색채화된 골밀도를 이용하여 비구컵의 형상을 정의할 수 있는 형상 변수를 정의하고 이를 바탕으로 비구컵 형상을 디자인 한다.



# Early diagnosis of rheumatoid arthritis using dark-quenched fluorogenic matrix metalloproteinase-3 nanoprobe

Aeju Lee<sup>1</sup>, Ju Hee Ryu<sup>1</sup>, Kwangmeyung Kim<sup>1</sup>, Ick Chan Kwon<sup>1</sup>,  
In-Chan Youn<sup>1, #</sup>, and Kuiwon Choi<sup>1, #</sup>

<sup>1</sup> Biomedical Research Center, Korea Institute of Science and Technology

#교신저자(Corresponding Author)

Key words: MMP-3 nanoparticles, Rheumatoid arthritis

## **Abstract**

To visualize early experimental arthritis with dark-quenched fluorogenic matrix metalloproteinase-3 nanoprobe in a mice model of Collagen-Induced Arthritis (CIA).

Using a protease-activated near-infrared fluorescence(NIRF) imaging "smart" probe, we examined the distribution of fluorescence in arthritic joint of mice with collagen-induced arthritis by both non invasive imaging and histology. Protease that target the Ser-Leu cleavage site. On day 14, 21, 28, 42, 49 of CIA, 18 CIA mice ; normal mice (n=10) received an intravenous(I.V) injection of MMP-3 nanoparticles and other 18 CIA mice received an intravenous(I.V) injection of MMP-3 scramble nanoparticles. Histologic evaluation of arthritis severity and immunohistochemical assesment were also performed each day.

1 hour after intravenous injection of MMP-3 nanoparticles, knee joints and toes of arthritic mice NIRF imaging showed significantly higher fluorescence intensity thanidid knee joints and toes of healthy mice. Accumulation of MMP-3 nanoparticles in the joints was confirmed histologically by confocal microscopy. Also, MMP-3 were revealed to the vast majority in the inflamed synovium.

MMP-3 nanoparticles are sensitive means of imaging arthritic joint and can be used for early detection of rheumatoid arthritis.