

전신진동운동이 수직점프 시 하지관절에 미치는 영향

이재훈

성결대학교 교양교직부

The effect of whole body vibration on lower joints in vertical jump

Jae-Hoon Yi

Division of Liberal Arts and Teaching, Sungkyul University

요 약 다양한 연구결과에도 불구하고 전신진동운동이 인체에 미치는 기전은 명확히 제시되고 있지 않으며, 진동이 하지관절의 운동역학적 변화에 대해 분석한 연구는 미비한 실정이다. 그러므로 이 연구는 어떠한 하지관절의 운동역학적 변인이 수직점프 능력에 영향을 미치는지 분석하고자 한다. 최근 6개월간 하지에 정형외과적 병력이 없는 건강한 성인 남성 5명과 여성 5명은 5분간 30Hz의 전신진동운동을 실시한 전·후로 스쿼트 점프를 각각 3회씩 실시하였고, 수직점프 시 하지관절의 운동역학적 변화를 분석하기 위하여 3D 영상분석 시스템을 활용하였다. 대상자들의 스쿼트 점프 높이는 전신진동운동 처치 이후 향상되는 것으로 나타났으며, 발목과 무릎관절에서 하지관절 모멘트와 파워가 증가하는 것으로 나타났다. 그러나 지면반력 값과 엉덩관절의 모멘트와 파워는 전신진동운동의 처치 전·후에 통계적으로 유의한 차이가 나지 않는 것으로 나타났다. 30Hz의 전신진동운동을 실시한 결과 발목과 무릎관절은 진동이 인체내 긍정적인 영향을 미치는 것으로 나타났으나 엉덩관절의 경우 부정적인 영향을 미치는 것으로 나타났다.

주제어 : 전신진동운동, 운동역학, 모멘트, 관절파워, 진동수

Abstract The Mechanisms of whole body vibration on the human body is not clearly presented despite of the research result and there is not enough research that shows the effects of vibration on the kinetic changes of the lower joint. Therefore, this study focuses on finding out which lower joint is related with kinetic vertical jump ability. Five male and five female who didn't have orthopedic history were selected as the subjects. The subjects carried out three squat jumps before and after 5minutes of 30Hz whole body vibration. We have utilized a 3D motion analysis system to analyze the kinetic changes of the lower joint in the vertical jump. The height of subjects squat jump was improved after whole body vibration treatment. Also, the lower joint moment and power increased. However, there were no statistically significant changes in GRF, hip joint moment and power after the whole body vibration proved to have positive effect on the ankle and knee joints but showed negative effect on the hip joint.

Key Words : Whole body vibration, Kinetic, Moment, Joint power, Frequency

Received 29 April 2016, Revised 25 May 2016
Accepted 20 June 2016, Published 28 June 2016
Corresponding Author: Jae-Hoon Yi
(Division of Liberal Arts and Teaching, Sungkyul University)
Email: eddyfox7@hotmail.com

ISSN: 1738-1916

© The Society of Digital Policy & Management. All rights reserved. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>), which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

1. 서론

개발 초기 우주 비행사들의 근골격계의 급속한 기능 퇴화를 막기 위해 고안되었던 전신진동운동(Whole body vibration)은 2000년을 전·후하여 유럽을 중심으로 보고되었고 현재는 “웰빙”의 관점에서 폭발적인 관심을 받으며 진동을 적용한 분야 및 시장 규모가 매년 확대되고 있다.

전신진동운동은 근력이나 근파워 향상을 위해 신체를 신속하고 격렬하게 중력에 대항하는 운동으로 이루어진 기존의 전통적인 저항성 트레이닝에 비하여 신체에 무리가 적고 보다 빠른 시간에 동일한 효과를 얻을 수 있는 운동으로써 전통적인 저항성 트레이닝의 대안으로 제시되고 있다[1, 2, 3].

다양한 연구를 통해 전신진동운동(whole body vibration)은 근골격계 외에도 인체의 다양한 측면에 영향을 미치는 것으로 보고되면서 현재는 근력 및 근파워 향상을 위해 전 세계적으로 트레이닝 및 운동처방 분야에 적용되고 있다.

인체는 근육이나 건에 부과되는 진동을 완충시키기 위해 반사적인 근수축(tonic vibration reflex)을 함으로써 근신경계의 기능을 향상 시킨다[4]. 전신진동 운동은 고유수용기의 피드백 기전을 발달시킴으로써 신전반사(stretch-reflex)를 유발하고, 근방추와 골지건기관이 근육의 길이와 장력을 능동적으로 제어한다[5]. 이와 같이 전신진동운동은 인체에 근신경학적으로 긍정적인 영향을 미칠 뿐만 아니라 하지 근육의 역학적 파워와 수축 속도를 향상시킨다[6] 전신 진동운동이 하지 근육의 파워와 수축속도 증가에 미치는 영향은 전신진동운동을 근력 강화 트레이닝과 병행할 경우 그렇지 않을 때에 비하여 근력향상의 정도가 더욱 크게 나타나는 것으로 보고되고 있다[7,8]. 그리고 대상자들이 진동플레이트 위에서 동일한 운동을 실시할 경우 산소섭취량이 증가하는 것으로 보고되고 있다[9].

인체내 입력된 평균 진동수가 높을수록 속근 섬유유의 기여도가 높게 나타나며 시간에 따라 인체내 근육조율의 형태는 변하는 것으로 보고되고 있다[10, 11]. 그러므로 진동이 인체에 미치는 영향은 동작에 따라 다르게 나타날 수 있다. 이처럼 국외의 경우 전신진동운동이 전통적인 트레이닝의 대안으로 제시되고 있으며, 그 효과에 대해 다양한 연구들이 이루어지고 있다.

그러나 이러한 다양한 연구결과에도 불구하고 진동운동이 인체에 미치는 기전은 명확히 제시되고 있지 않으며, 전신진동 운동이 인체에 미치는 영향은 몇몇 연구에서 양립하는 결과를 보이고 있다. 그러므로 이 연구는 전신진동운동 처치에 따른 하지관절의 운동역학적 변화를 분석하여 진동자극에 의해 나타나는 하지의 운동역학적 변화를 분석하여 하지관절의 어떠한 운동역학적 변화가 점프 높이에 영향을 미치는지 확인하고자 한다.

2. 연구방법

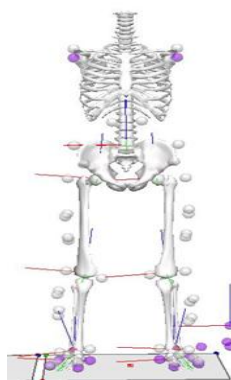
2.1 실험대상

연구에 참여한 대상자는 최근 6개월간 하지에 정형외과적 병력이 없는 건강한 성인 남성 5명(연령: 27.2±3.56 year, 신장: 172.2±5.83, 체중: 72.4±7.37)과 성인 여성 5명(연령: 24.8±5.36 year, 신장: 168.4±4.39, 체중: 58.2±5.22)이 참여하였다. 모든 대상자들은 실험에 앞서 실험의 목적과 중요성 및 절차에 대해 충분한 설명을 듣고 실험참여 동의를 작성하고 자발적으로 실험에 참여하였다.

2.2 실험절차 및 자료처리

대상자들의 스쿼트점프(squat jump) 동작을 촬영하기 위하여 Qualisys사의 Oqus 1series 적외선 카메라 6대를 사용하였으며, 이때의 샘플링 율(sampling rate)은 150Hz로 설정하였다. 대상자들의 해부학적 신체정렬 상태를 측정하기 위하여 모든 대상자들은 실험에 앞서 해부학적 경계점에 마커를 부착하고 스탠딩캘리브레이션(standing calibration)을 실시하였다. 피부표면의 skin movement에 의해 발생하는 오차를 최소화 하기 위해 분절 표면에 지름이 14mm인 반사마커(reflection marker)를 고정된 클러스터(cluster)를 부착하였고 스탠딩 캘리브레이션 후 대상자들의 동작을 방해할 수 있는 관절의 내측에 부착한 마커는 대상자들이 동작을 수행하기 이전에 모두 제거하였다[12, 13].

대상자들이 동작을 실시하는 동안 하지의 운동역학적 변인을 측정하기 위하여 동작이 수행되는 중앙에 2대의 지면반력기(Type 9266AA. Kistler, Switzerland)를 설치하였고 샘플링 율은 1500Hz로 설정하였다. 이때 지면반력기는 영상장비와 상호 동조하여 자료를 획득하였다.



[Fig. 1] marker set

실험에 앞서 모든 대상자들의 자연스러운 동작 수행을 위해 충분한 준비운동을 실시하였고, 상·하의를 탈의하고 남성은 반바지 타이즈를 여성은 반바지 타이즈와 소매가 없는 스포츠 탑을 착용하고 실험에 참여하였다. 모든 대상자들은 전신진동운동을 실시하기 전 3회의 스쿼트 점프를 실시하였고, 5분간의 휴식 후 30Hz의 전신진동운동(Galileo® advanced plus, Novotec, Pforzheim, Germany, 2011)을 적용한 후 스쿼트 점프를 3회씩 실시하였다. 그리고 본 실험 시 팔과 상체의 반동이 실험에 미치는 영향을 최소화하기 위하여 모든 대상자들은 양팔을 가슴 앞에 모으고 동작을 수행하도록 유도하였다.

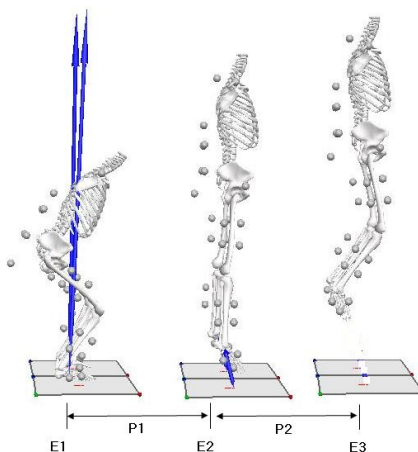
실험을 통해 획득된 원자료는 노이즈에 의한 오차를 제거하기 위하여 ‘버터워쓰양방향필터’(second order butterworth bidirectional filter)를 사용하였고, 이때의 차단주파수는 6Hz로 설정하였다. 하지관절의 운동역학적 변인은 C-motion사의 Visual-3D 프로그램을 이용하여 인체를 모델링하고 산출한 평균치를 이용하였고 대상자들 간의 표준화를 위해 국면의 프레임수를 소요시간으로 나눠 백분율로 나타내었다.

2.3 분석국면

운동학 및 운동역학적 분석을 위한 분석구간은 대상자들이 스쿼트 점프를 수행하기 위해 움직임이 시작되는 순간부터 도약후 신체중심이 최고점에 도달하는 순간까지로 하였다[Fig. 2].

도약을 위해 신체중심이 움직이기 시작하는 순간을 Event 1, 발이 지면에서 떨어지는 도약 순간을 Event 2, 신체중심이 최고점에 도달하는 순간을 Event 3로 설정하

였고, Event 1~Event 2 까지를 신체가 도약하기 위해 지면에 추진력을 가하는 추진기(Phase 1), 발이 지면에서 떨어지며 도약하는 순간인 Event 2부터 신체중심이 최고점에 도달하는 Event 3까지를 체공기(Phase 2)로 구분하여 분석하였다.



[Fig. 2] Event & Phase

2.4 통계처리

전신진동 운동이 하지 관절의 운동역학적 변인에 미치는 영향을 분석하고 진동운동 전·후에 따른 차이를 규명하기 위하여 각 대상자별 스쿼트 점프 동작 3회의 평균치를 사용하였다. 통계적 검정은 SPSS 16을 이용하여 대응표본 t-test를 이용하여 훈련 전·후에 따른 하지의 운동역학적 변인의 차이를 검정하였으며, 이때 유의 수준은 $\alpha=.05$ 로 하였다.

3. 결과

대상자들의 스쿼트 점프의 높이변화는 30Hz의 전신진동운동을 실시한 이후 증가하는 것으로 나타났으며, 이러한 차이는 통계적으로 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다<Table 1> ($p=.001$).

신체중심을 수직으로 투사시키기 위하여 지면에 추진력을 가하는 추진기의 수직지면반력은 진동처치 후 다소 증가하는 것으로 나타났으나, 통계적으로 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다($p=.141$).

추진기의 발목관절 모멘트와 파워는 진동처치 전에 비하여 진동처치 이후 모두 증가하는 것으로 나타났으며, 이러한 변화는 통계적으로 차이가 있는 것으로 나타났다 ($p=.010, p=.045$).

무릎관절의 모멘트 변화는 진동처치 후 증가하는 것으로 나타났으며, 이러한 차이는 통계적으로 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다($p=.002$). 추진기의 무릎관절의 관절과워 변화는 30Hz의 진동운동을 실시한 후 증가하는 것으로 나타났으며, 이러한 변화는 통계적으로 차이가 있는 것으로 나타났다($p=.019$).

진동처치에 따른 엉덩관절의 모멘트변화는 30Hz의 진동처치 이후 발목과 무릎관절의 변화와 달리 다소 감소하는 것으로 나타났으나 통계적으로 유의한 차이는 나타나지 않았다($p=.818$). 엉덩관절의 파워는 진동처치 이후 다소 증가하는 것으로 나타났으나 이러한 차이는 통계적으로 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다($p=.097$).

<Table 1> Kinetic Variables of lower extremity

	Non	30Hz
Height(m)	1.16±0.06*	1.20±0.07*
GRF(Nm/kg)	14.64±3.12	14.99±3.36
ankle moment (Nm/kg)	1.79±0.35*	1.87±0.36*
ankle power (Nm/kg)	11.52±3.82*	13.29±4.51*
knee moment (Nm/kg)	1.96±0.59*	2.08±0.58*
knee power (Nm/kg)	10.43±4.04*	11.83±5.17*
hip moment (Nm/kg)	1.72±0.48	1.70±0.55
hip power (Nm/kg)	1.16±0.06	1.20±0.07

Note: * significant difference between Non and 30Hz at $p<.05$

4. 논의

대상자들에게 5분간 30Hz의 주파수로 전신진동운동을 적용한 결과 대상자들의 수직점프 능력이 증가한 것은 5분간 20Hz의 주파수로 전신진동운동을 적용한 결과 진동이 근신경계를 자극하여 수직 점프 능력을 향상시켰다는 선행연구결과와 일치하는 것으로 나타났다[7, 8, 14]. 특히 웨이트트레이닝과 전신진동운동을 병행하여 트레이닝을 한 경우 근력증가는 대조군과 유의한 차이를 보이지 않았으나 점프능력이 향상되었다는 연구결과를 살펴볼 때 전신진동이 하지관절의 파워향상에 도움이 되

는 것으로 판단된다[15].

이론적으로 대상자들은 신체중심을 보다 높이 투사시키기 위해 1국면인 추진기에 강한 지면반력을 발생시켜야 한다. 그러나 이 연구에서 진동운동을 적용한 결과 최대지면반력이 증가하였으나 통계적인 차이는 없는 것으로 나타났다. 이는 대상자들에게 진동운동을 처치한 결과 근수축의 크기는 증가하였으나 하지근력 및 수직점프 능력의 향상정도는 통계적으로 차이가 없는 것으로 보고한 선행연구 결과와 유사한 것으로 생각된다[16]. 그러므로 대상자들의 수직점프 높이의 증가가 지면반력의 수직력의 크기와 정적상관 관계가 아닐 수 있음을 시사하는 것으로 판단된다.

추진기의 발목관절 모멘트가 증가한 것은 진동처치 후 인체에 적용된 진동이 발목의 발바닥쪽 굽힘에 작용하는 가자미근과 장딴지근을 자극하여 더 많은 운동단위가 동원되기 때문으로 판단된다[1, 4]. 관절 파워는 개별관절의 모멘트 작용을 결정짓는 변인이다[17]. 발목관절의 파워가 전신진동 운동 처치 전·후에 모두 단축성 수축을 수행한 것으로 나타난 것은 발목관절의 각속도와 모멘트의 방향이 동일하게 생성된 것을 알 수 있다. 또한 진동운동 처치 후 발목관절에 같은 방향의 회전 순발력이 증가하였다는 것을 알 수 있다.

무릎관절의 모멘트와 관절과워는 발목관절의 변화와 동일하게 30Hz의 진동 처치 후 모두 증가하는 것으로 나타났다. 이는 전신 진동운동이 근신경학적으로 인체에 긍정적 영향을 미치는 것뿐만 아니라 하지 근육의 역학적 파워와 수축 속도를 향상시킨다는 선행연구 결과와 일치하는 결과이다[6, 7, 18]. 특히 이러한 결과는 전신진동운동이 가쪽 넓은근, 장딴지근 및 가자미근의 근수축력을 향상시킴으로써 발목과 무릎관절의 파워를 증가시키기 때문이라고 판단된다[16].

엉덩관절의 모멘트 변화가 진동 처치 후 다소 감소하는 것으로 나타난 것은 기존의 연구에서 제시되고 있는 진동이 인체에 부정적 영향을 줄 수 있는 문제점을 내포하고 있다는 연구결과를 대변한 결과라 생각된다[19, 20].

엘리트운동선수들에게 진동자극을 준 결과 하지의 역학적 파워 생성율이 감소[8]하고 근수축력이 감소하며, 짧은 기간에 고강도의 진동에 노출된 결과 근육 손상을 일으키는 징후가 발견된다고 보고되고 있다[21]. 그리고 20Hz의 전신진동운동 처치는 대상자의 수직점프능력을

향상시키지만, 40Hz의 진동 처치 시에는 오히려 수직점프 능력이 감소되며[6], 30Hz의 진동을 8개의 다양한 자세로 운동을 시킨 결과 진동 자세에 따라 반응하는 근육이 다르다는 선행연구 결과를 살펴볼 때 엉덩관절의 모멘트가 감소하고, 관절과워가 증가하지 않은 것은 인체에 적용된 진동수에 따라 하지 근육의 반응이 개별 근육에 따라 다를 수 있음을 시사하는 결과라 생각된다[22].

5. 결론

전신진동 운동이 인체의 하지관절에 미치는 영향을 평가하기 위하여 대상자들에게 30Hz의 전신진동운동을 5분간 처치한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

전신진동운동은 발목과 무릎관절의 모멘트와 파워를 향상시키는 것으로 나타났으나 엉덩관절의 모멘트는 다소 감소시키고, 관절과워는 변화가 없는 것으로 나타났다. 그리고 하지관절의 종합적인 움직임의 결과라 할 수 있는 대상자들의 수직점프 능력은 30Hz의 전신진동운동을 처치한 결과 향상되는 것으로 나타났다. 이렇듯 본 연구결과 발목과 무릎관절의 경우 일반적인 진동운동이 뼈형성을 자극하고 근신경계 및 근골격계의 기능을 향상시킨다는 진동운동의 긍정적인 영향에 대하여 보고한 선행연구들과 일치하는 결과가 나타난 반면 엉덩관절의 경우 진동운동이 인체에 미치는 손상에 대한 우려를 보고한 연구결과와 유사한 결과를 보였다.

진동의 효과에 영향을 미치는 인자는 진동 주파수뿐만 아니라 진동의 방향, 지속시간 및 동작 등 다양한 인자에 의해 다르게 나타날 수 있다. 그러므로 트레이닝 및 운동처방 분야에 적용되고 있는 전신진동운동이 인체에 미치는 영향 및 진동에 의한 인체내의 근육조율 효과를 명확히 밝히기 위해서는 다양한 진동수에 대한 연구가 필요하다. 또한 EMG 연구를 통해 진동수 변화에 따른 하지 근육의 근 활성화 패턴을 면밀히 검토할 수 있는 추후 연구가 이뤄져야 할 것으로 판단된다[23].

REFERENCES

- [1] C. Bosco, "The effects of extra-load permanent wearing on morphological and functional characteristics of leg extensor muscles." Publised Doctoral Thesis. University Jean-Monnet de Saint Etienne, France, 1992.
- [2] L. Bautmans, Hees. E. Van, J. C. Lemper & T. Mets, "The feasibility of whole body vibration in institutionalised elderly persons and its influence on muscle performance, balance and mobility: a randomised controlled trial." *BMC Geriatrics*. Vol. 5, No. 17, pp.1-8, 2005.
- [3] S. G. Back, "Effects of Using Prop for Convergence Pilates Met Exercise on the Immunoglobulin in Middle-aged Women", *Journal of the Korea Convergence Society*, vol. 6, No. 5, pp. 329-336, 2015.
- [4] M. Cardinale & C. Bosco, "The use of vibration as an exercise intervention." *Exercise and sport science review*. Vol. 31, No.1, pp.3-7, 2003.
- [5] C. Bosco, P. V. Komi & A. Ito, "Prestretch potentiation of human skeletal muscle during ballistic movement." *Acta Physiologica Scandinavica*, Vol. 111, No. 2, pp.135-140, 1981.
- [6] M. Cardinale & J. Lim, "The acute effects of two different whole body vibration frequencies on vertical jump performance." *Medicina Dello Sport*. Vol. 56, pp.287-292, 2003.
- [7] C. Delecluse, M. Roelants & S. Verschueren, "Strength Increase after Whole-Body Vibration Compared with Resistance Training." *Medicine & Science in Sports & Exercise*, Vol, 6, pp.1033-1041, 2003
- [8] V. Rehn, J. Lidstrom, J. Skoglund & B. Lindstrom, "Effects on leg muscular performance from whole-body vibration exercise." *Scand J Med Sci Sports*, Vol, 17, pp.2-11, 2007
- [9] J. Rittweger, H. Schiessl & D. Felsenberg, "Oxygen uptake during whole-body vibration exercise: comparison with squatting as a slow voluntary movement." *European Journal of Applied Physiology*. Vol. 86, pp.169-173, 2001.
- [10] V. von Tschamer & B. M. Nigg. "Spectral properties of the surface EMG can characterize/do not provide information about motor unit recruitment strategies and muscle fiber type." *Journal of Applied*

[1] C. Bosco, "The effects of extra-load permanent wearing on morphological and functional characteristics of

- Physiology, Vol. 105, pp.1671-1673, 2008.
- [11] J. M. Wakeling, S. A. Pascual, B. M. Nigg & V. von Tscharner, "Surface EMG shows distinct populations of muscle activity when measured during sustained submaximal exercise." *European Journal of Applied Physiology*, Vol. 86, pp.40-47, 2001.
- [12] D. Karlsson, R. Tranberg, "On skin movement artifact-resonant frequencies of skin markers attached to the leg." *Human Movement Science*, Vol. 18, pp.627-635, 1999.
- [13] J. Fuller, L. J. Lui, M. C. Murphy & R. W. Mann, "A comparison of lower extremity skeletal kinematics measured using skin and pin mounted markers," *Human Movement Science*, Vol. 1, pp.219-242, 1997.
- [14] C. Bosco, M. Cardinale, O. Tsarpela, R. Colli, J. Tihany, S. P. Duvillard & A. Viru, "The influence of whole body vibration on jumping performance." *Biol. Spor.* Vol. 15, pp.157-164, 1998.
- [15] C. Delecluse, M. Roelants & S. Verschueren, "Strength increase after whole-body vibration compared with resistance training." *Med. Sci. Sports Exerc.*, Vol. 35, No. 6, pp.1033-1041, 2003.
- [16] S. Torvien, P. Kannus, H. Sievanen, T. A. H. Jarvinen, M. Pasanen, S. Kontulainen, L. N. Teppo T. L. N. Jarvinen, M. Jarvinen, P. Oja & I. Vuori, "Effect of 4-min vertical whole body vibration on muscle performance and body balance: a randomized cross-over study," *Clin Physio & Func Im*, Vol. 22, pp.145-152, 2002.
- [17] P. O. Riley, U. DellaCoce & D. C. Kerrigan, "Effect of age on lower extremity joint moment contributions to gait speed." *Gait and Posture*, Vol. 14, pp.264-270, 2001.
- [18] P. Sbriccoli, M. Solomonow, B. H. Zhou, Y. Lu, & R. Sellards, 'Neuromuscular response to cyclic loading of the anterior cruciate ligament.' *American Journal of Sports Medicine*, Vol.33. 4, pp.543-551, 2005
- [19] L. G. Bongiovanni, K. E. Hagbarth & L. Stjernberg, "Prolonged muscle vibration reducing motor unit output in maximal voluntary contractions in man." *The Journal of Physiology*, Vol. 423, pp.15-26, 1990.
- [20] K. Brooke-Wavell & N. J. Mansfield, "Risks and benefits of whole body vibration training in older people." *Age and Ageing*, Vol 38, pp254-255, 2009.
- [21] L. E. Necking, R. Lundstrom, G. Lundborg, L. E. Thomell & J. Friden, "Skeletal muscle changes after short term vibration." *Scandinavian Journal of Plastic and Reconstructive Surgery and Hand Surgery*, Vol. 30, pp.99-103, 1996.
- [22] W. Brigitte, Z. Stephan & R. Muller. "Acute effects of whole-body vibration on trunk muscles in young health adults." *Journal of Electromyography and Kinesiology*, Vol. 21, pp.450-457, 2011.
- [23] S. Y. Park, J. H. Shim, "Effect of 8 Weeks of Schroth Exercise (Three-dimensional Convergence Exercise) on Pulmonary Function, Cobb's Angle, and Erector Spinae Muscle Activity in Idiopathic Scoliosis", *Journal of the Korea Convergence Society*, Vol. 5, No. 4, pp. 61-68, 2014.

이 재 훈 (Yi, Jae Hoon)



- 2003년 2월 : 한국체육대학교 체육학과(체육학학사)
- 2005년 2월 : 한국체육대학교 체육학과(체육학석사)
- 2010년 8월 : 한국체육대학교 체육학과(이학박사)
- 2013년 4월 ~ 현재 : 성결대학교 교양교직부 교수

- 관심분야 : 스포츠클리닉, 경기력향상, 동작분석
- E-Mail : eddyfox7@hotmail.com