

요부 안정화운동이 만성요통환자의 다열근 단면적, 정적자세조절, 통증에 미치는 영향

김대훈
경동대학교 물리치료학과 교수

Effects of lumbar stabilization exercise on multifidus muscle cross-sectional area, static posture control and pain in patient's with chronic low back pain

Deahun-Kim

Professor, Department of Physical Therapy, Faculty of Health Science, Kyungdong University

요약 만성요통환자를 대상으로 요추의 구조와 기능적 안정성에 미치는 영향을 알아보기 위하여 요부 안정화운동과 근력강화운동을 병행한 운동 프로그램과 요부 근력강화운동만 적용한 운동 프로그램의 다열근 단면적, 정적자세조절, 요부통증에 미치는 영향을 알아보았다. 연구방법은 만성요통환자 28명을 대상으로 각각의 운동그룹으로 나누워 주 3회씩 8주간 운동프로그램을 실시하였다. 본 연구의 자료분석은 t-test를 활용하여 그룹 운동프로그램 적용전과 적용 후, 그리고 각각의 그룹간을 비교하였다. 연구결과 다열근 단면적, 정적자세조절, 요부통증 등 각각의 그룹내 운동프로그램 적용전과 적용후에 유의한 결과가 나타났으나 ($p < .05$), 각각의 그룹간에는 요부 안정화운동과 근력강화운동을 병행한 운동 프로그램이 더 효과적인 것으로 나타났다 ($p < .05$). 결론적으로 요부 안정화운동을 추가적으로 실시한 운동 프로그램이 다양한 요추의 구조와 기능을 향상시키고, 요부통증을 감소시키는 것으로 나타났다.

주제어 : 요부안정화운동, 만성요통, 정적자세조절, 근단면적, 요부근력강화운동

Abstract This study analyzed the effects of an exercise program that combined lumbar stabilization exercise and muscle strengthening exercise and an exercise program that applied only lumbar muscle strengthening exercise on multifidus muscle cross-sectional area, static posture control ability, and low back pain in patients with CLBP. For the study method, 28 patients with CLBP were divided into two exercise program groups and exercised three times a week for 8-weeks. The data analysis of this study used the t-test to compare before and after group exercise program application, and between each group ($p < .05$). As a result of the study, significant results were found before and after application of the exercise program within each group, such as multifidus muscle cross-sectional area, static posture control ability, and low back pain ($p < .05$). Between each group, the exercise program that combined lumbar stabilization exercise and muscle strengthening exercise was found to be more effective ($p < .05$). In conclusion, it was found that the exercise program with additional lumbar stabilization exercise improved the structure and function of various lumbar vertebrae and reduced lumbar pain.

Key Words : Lumbar stabilization exercise, Chronic low back pain, Static posture control, Muscle cross-sectional area, Lumbar muscle strengthening exercise

*Corresponding Author : Deahun-Kim(vertetrac@kduniv.ac.kr)

Received August 13, 2021

Accepted October 20, 2021

Revised October 6, 2021

Published October 28, 2021

1. 서론

만성요통환자는 일상생활중 척추에 반복적으로 전달되는 부하를 지지하며 하지로 전달 할 수 있도록 하는 요추 분절의 안정성이 중요하다[1]. 그러나 현대인들의 좌식생활문화에 따른 부적절한 자세, 정적인 생활 습관 등은 요추 주변 근육, 관절, 인대의 구조적 퇴행과 통증을 유발하고, 특히, 만성요통환자의 요추 추간판과 후관절면의 퇴행성변화는 요추 분절의 정상적인 움직임을 변화시켜 분절의 불안정성과 전위를 초래한다[2]. 요추 안정성은 요추 역학적 변화에 초점을 두고 요추 분절 자체의 움직임을 안정성있게 조절하는 것이 중요하다[3]. 자세조절이란 신체가 움직이는 상황에서 균형성, 정위성, 안정성을 유지하기 위해 신체의 정렬을 조절하는 것을 말하며, 신체 주변 환경에 대한 감각적인 정보와 자세유지근의 조화로운 작용이 필요하다[4]. 체성감각과 전정감각, 시각은 신체의 각 관절위치와 지지면의 정보특성을 파악하여, 자세를 균형있게 유지하기 위해 다양한 변화를 예측하고 조절한다. 자세조절 문제는 인간의 기능적이고 독립적인 일상생활에 중요하데, 만성요통환자는 균형 반응이 손상되어 앞, 뒤 방향의 신체 동요가 정상인보다 더 증가한다[5]. 이러한 문제를 해결하기 위하여 만성요통환자에게 요부 근력강화운동과 근육의 불균형을 증대하는 다양한 운동치료가 많이 사용되는데[6], 요부 안정화운동은 통증 없는 범위내에서 요추분절의 조절된 움직임을 향상시키기 위한 것으로, 요부 재활치료에 필수적인 운동방법이다. 일상생활에서 반복적으로 사용되는 표면근육 외에 몸통의 심부근육은 요추를 안정화시킨다[7]. 이 중 복횡근의 섬유는 흉요추근막(thoracolumbar fascia)의 가쪽 솔기(lateral raphe)에서 연결되어 근막을 통해 긴장을 증가시킴으로 요추 분절의 안정성을 강화하여 자세조절 능력에 기여하고, 동시에 다열근의 동시수축을 유발시킨다.

다열근은 요추분절간의 조절장치로서 굽히거나 돌림이 시작될 때 수축하며[8], 빠른 수축 속도로 분절의 단단함과 조절된 움직임으로 요추의 안정성을 제공하지만[9], 만성요통환자는 척추분절의 다열근이 빠르게 위축되고, 건강한 사람보다 40대 이후는 위축이 뚜렷하여 척추의 안정성과 진행성 척추 구조적 문제의 원인이 된다[10][11]. 요부 안정화운동은 요부 심부근육의 낮은 부하 운동으로 구성되어있어, 만성요통환자에게 척추

에 가해지는 부하를 안정적으로 전달시킨다. 본 연구는 만성요통환자의 요부 심부근육을 강화하기 위한 안정화운동이 다열근의 실측단면적과 정적자세조절, 통증에 어떠한 영향을 미치는지 확인하여 효율적인 치료적 운동방법을 제시하고자 한다.

2. 연구방법

2.1 연구대상자

본 연구는 경기도 평택시 G병원을 내원하여 만성요통으로 진단을 받았지만 허리수술을 시행 하지 않고, 다리 저림증상 등의 신경학적 손상이 없는 28명의 환자를 대상으로 하였다. 대상자들은 각각 14명씩 요부 안정화운동과 근력강화운동을 병행한 운동 그룹, 요부 근력강화운동만 적용한 근력강화운동 그룹으로 나누워 8주간 주 3회씩 1일 총 70분 동안 치료사의 통제하에 운동을 실시하였다.

2.2 측정 방법

2.2.1 다열근 단면적 측정

다열근의 단면적 측정은 전산화 단층촬영기(CT, Japan)를 이용하였다(Figure 1). 실험자들은 스캐닝테이블에 바르게 누운 자세에서 10년 이상 숙련된 방사선사에 의해 촬영하였다. 촬영부위는 요추 4-5번의 위쪽을 5mm 두께로 Power 120kv, 240mA로 주사(sacn)하고, 매트릭스 512×512 픽셀로 1초 동안 촬영하였다. 또한 팩스(PACS) 모니터로 오른쪽, 왼쪽 다열근의 단면경계를 따라 각각 설정하고 마우스로 드로잉하여 단면적을 구하였다.



Fig. 1. Computerized Tomography

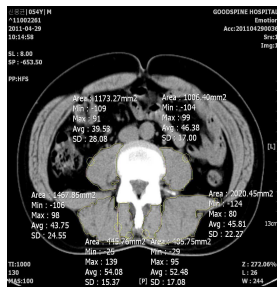


Fig. 2. Spinal around muscle CSA

2.2.2 정적자세조절

정적자세조절을 평가하기 위해 I-BALANCE (KOREA)라는 균형측정 장비를 사용하였다. 지지대는 컴퓨터가 연결되어 객관적 균형평가 가능하다. 대상자는 양발을 양 어깨 사이 거리만큼 자연스럽게 벌리고, 신체의 무게중심을 10초동안 컴퓨터 모니터의 좌표 중심에 위치시킬 때, 앞쪽·뒤쪽·오른쪽·왼쪽으로 신체 무게중심이 이동된 거리를 측정하여 백분율(%)로 환산후 분석하였다. 대상자는 1회 검사후 5분 휴식을 반복하며, 총 3회 반복 측정하여 신체 무게중심이 이동된 평균 거리를 산출하였다.

2.2.3 요부통증

요부통증은 시각적 통증지수(VAS)를 이용하였다. 10 cm의 선에 지금 현재 느끼고 있는 통증의 정도를 표시하는데, 0은 통증 없는 편안한 상태이고, 10은 참을 수 없는 최악의 통증을 나타낸다. 환자는 운동프로그램 시작하는 날과 8주 운동 프로그램 끝나는 날에 현재의 요부통증을 직접 표시하게 하였다.

2.3 운동프로그램

2.3.1 요부안정화 운동과 근력강화 운동프로그램

본 연구는 요부 안정화운동 그룹(Lumbar stabilzbzation exercise group: LSE)과 근력강화운동 그룹(Lumbar muscle strengthen exercise group: LMSE)으로 구분하였다. 요부 안정화운동그룹의 대상자는 요부 안정화운동과 근력강화운동을 병행하여 실시하였으며(Table 1), 요부 근력강화운동 그룹은 근력강화운동만 실시하였다(Table 2).

요부 안정화운동은 선행연구에서 제시한 요부안정화운동을 기초로 보완하여 구성하였다[12]. 요부 근력

강화운동은 메덱스(Medx) 요부 펌 운동기계를 활용하여 점진적 근력강화를 목적으로 환자 개인의 요부 펌 근육 1RM에서 50-60 % 정도의 무게를 산출후 1세당 10-15회씩 요부 펌 동작운동 실시하였다. 대상자는 요부 근력강화운동후 요부통증 등의 특별한 증상이 없으면 무게를 점진적으로 5-10 % 증가시키면서 운동을 반복 실시하였다.

Table 1. Lumbar stabilzbzation exercise program

Program	Exercise program	Time(min)
Warming up	Stretching	5(min)
Lumbar Stabilzbzation exercise	1. Lumbar back exercise (Curl up exercise, Bridge exercise, Double leg lift exercise, Alternate arm & leg lift exercise)	10(sec)×12(rep)×3set 30(min)
	2. Lumbar muscle strenghten(Hip extension exercise, Torso flexion exercise, Knee extension exercise, Abdomina exercisel, Torso rotation exercise)	6(sec)×12(rep)×2set 30(min)
Finishing exercise	walking	5(min)
Total		70(min)

Table 2. Lumbar muscle strenghten exercise program

Program	Exercise program	Time(min)
Warming up	Stretching	5(min)
Lumbar muscle strengthen exercise	1. Lumbar muscle strenghten(Hip extension exercise, Torso flexion exercise, Knee extension exercise, Abdominal exercise, Torso rotation exercise)	6(sec)×12(rep)×2set 30(min)
Finishing exercise	walking	5(min)
Total		40(min)

2.4 자료처리

본 연구의 자료는 SPSS ver. 21.0 windows 를 이용하였고, 그룹 내 운동 전, 후 비교는 대응표본 T-검정(paired t-test), 그룹 간의 운동 전, 후 평균 차 비교는 독립표본 T-검정(independent t-test)을 이용하였으며, 대상자의 동질성 검사를 위하여 카이제곱 검정을 이용하여 확인하였다. 통계적 유의수준의 P값은 0.05 이다.

3. 연구 결과

3.1 대상자의 일반적 특성

만성요통으로 진단받은 연구 대상자 총 28명 중 요부 안정화운동 그룹과 근력강화운동 그룹을 각각 14명

씩(남자 4명, 여자 10명) 나누어 무작위로 배정하였으며, 두 그룹의 신체적 특성은 다음과 같다(Table 3).

Table 3. Physical characteristics of subjects

Group (n=28)	LSE (n=14)	LMSE (n=28)	P
Gender (M: male / F: female)	M:4, F:10	M:4, F:10	1.000 ^a
Age(years)	46.35±7.51	48.42±10.20	0.092 ^a
Height(cm)	161.92±7.51	162.42±8.56	0.322 ^a
Weight(kg)	60.07±11.15	60.36±10.39	0.233 ^a

Values are means ± SD
 aChi-square test between two intervention groups
 LSE: Lumbar stabilzation exercise
 LMSE: Lumbar muscle strengthen exercise

3.2 오른쪽 다열근의 단면적 변화

전산화 단층촬영기를 활용한 요추 다열근의 두께 변화를 비교한 결과 Table 4 와 같이 요부안정화운동 그룹의 오른쪽 다열근은 495.68±49.26 에서 운동 후 622.71±79.55 로 증가하였고, 통계적으로 유의성있게 결과가 나타났다(p<.05). 요부 근력강화운동 그룹은 501.71±133.91 에서 운동 후 580.76±147.58 로 감소하였으며, 통계적으로 유의한 차이가 나타났다(p<.05). 그러나, 두 그룹 간 비교에서는 요부 근력강화운동 그룹보다 요부 안정화운동 그룹이 유의성 있게 더욱 효과적으로 나타났다(p<.05).

Table 4. Change of cross-sectional area of RT lumbar multifidus in two groups after 8-week exercise program

Period	LSE (n=14)	LMSE (n=28)	t	p
Pre-test	495.68±49.26	501.71±133.91		
Post-test	622.71±79.55	580.76±147.58		
RT Mul between	127.03±60.96	79.06±29.27	-2.65	.013
t	-7.79	-10.10		
p	.000	.000		

Values are mm²
 LSE: Lumbar stabilzation exercise
 LMSE: Lumbar muscle strengthen exercise
 RT Mul: Right multifidus

3.3 왼쪽 다열근의 단면적 변화

전산화 단층촬영기를 활용한 요추 다열근의 두께 변화를 비교한 결과 Table 5 와 같이 요부 안정화운동 그룹의 왼쪽 다열근은 473.43±45.60 에서 운동 후

601.68±74.78 로 증가하였고, 통계적으로 유의성있게 결과가 나타났다(p<.05). 요부 근력강화운동 그룹은 490.86±151.23 에서 운동 후 552.10±156.09 로 증가하였으며, 통계적으로 유의한차이가 나타났다(p<.05). 그러나, 두 그룹 간 비교에서는 요부근력강화운동 그룹보다 요부 안정화운동 그룹이 유의성 있게 더욱 효과적으로 나타났다(p<.05).

Table 5. Change of cross-sectional area of LT lumbar multifidus in two groups after 8-week exercise program

Period	LSE (n=14)	LMSE (n=28)	t	p
Pre-test	473.43±45.60	490.86±151.23		
Post-test	601.68±74.78	552.10±156.09		
LT Mul between	128.26±64.420	61.244±20.89	-3.70	.001
t	-7.45	-10.96		
p	.000	.000		

Values are mm²
 LSE: Lumbar stabilzation exercise
 LMSE: Lumbar muscle strengthen exercise
 LT Mul: Left multifidus

3.4 정적자세조절력 변화

균형장비를 활용하여 정적 무게중심 이동거리를 백분율(%)로 오차 차이를 비교한 결과 Table 6과 같이 요부 안정화운동 그룹은 0.29±0.77 에서 운동 후 0.07±0.05 로 감소하였고, 통계적으로 유의성 있게 나타났다(p<.05). 요부근력강화운동 그룹은 0.30±0.12 에서 운동 후 0.19±0.07 로 감소하였으며, 통계적으로 유의한 차이가 나타났다(p<.05). 그러나, 두 그룹 간 비교에서는 요부 근력강화운동 그룹보다 요부 안정화운동 그룹이 유의성 있게 더욱 효과적으로 나타났다(p<.05).

Table 6. Change of static posture control ability in two groups after 8-week exercise program

Period	LSE (n=14)	LMSE (n=28)	t	p
Pre-test	0.29±0.77	0.30±0.12		
Post-test	0.07±0.05	0.19±0.07		
SPC between	0.22±0.09	0.11±0.07	-3.32	.003
t	8.35	5.07		
p	.000	.000		

LSE: Lumbar stabilzation exercise
 LMSE: Lumbar muscle strengthen exercise
 SPC: Static posture control ability

3.4 요부통증 변화

요부통증을 주관적 통증척도로 두 그룹간 차이를 비교한 결과 Table 7 와 같이 요부 안정화운동 그룹은 6.03±1.08 에서 운동 후 1.28±0.46 로 감소하였으며 통계적으로 유의한 차이가 나타났다(p<.05). 요부근력 강화운동 그룹은 6.39±1.09 에서 운동 후 2.53±0.88 로 감소하였으며, 통계적으로 유의한 차이가 나타났다(p<.05). 그러나, 두 그룹 간 비교에서는 요부 근력강화 운동 그룹보다 요부 안정화운동 그룹이 유의성 있게 더 효과적인 것으로 나타났다(p<.05).

Table 7. Change of VAS in two groups after 8-week exercise program

	Period	LSE (n=14)	LMSE (n=28)	t	p
VAS	Pre-test	6.03±1.08	6.39±1.09		
	Post-test	1.28±0.46	2.53±0.88		
	between	4.75±1.13	3.86±0.66	-2.53	.018
	t	15.59	21.76		
	p	.000	.000		

LSE: Lumbar stabilzation exercise
 LMSE: Lumbar muscle strengthen exercise
 VAS: Visual analogue scale

4. 고찰

본 연구에서 만성요통환자에게 8주간 요부 안정화운동과 근력강화운동을 병행한 그룹과 동일기간에 요부 근력강화운동만 적용한 그룹을 비교하였다. 우선 요부 다열근의 단면적을 운동그룹간 비교한 결과 운동그룹 내의 운동 전후 단면적이 유의하게 증가하였다. 그러나 요부 안정화운동과 근력강화운동을 병행한 그룹이 요부 근력강화운동만 적용한 그룹보다 운동 전, 후 오른쪽과 왼쪽 모두 다열근 단면적이 유의하게 증가하였다(p<.05). 다열근은 척추의 중립영역을 유지시키는 중요한 역할을 수행하는 근육으로 손상시 근위축이 급격히 발생하고, 자연치유가 쉽게 일어나지 않으며[9], 일반적인 보존적 운동방법으로는 회복하기 어렵다고 하였다[13]. 만성요통환자에게 10주간 안정화운동과 정적, 동적 저항운동을 병행한 복합운동후 요부근육의 단면적 변화를 연구한 결과 다열근 단면적이 유의하게 증가하였다[14]. 또한 단일 운동프로그램으로 안정화운동만 적용한 연구에서도 다열근의 단면적을 증가시켰다고 보고되었다[15]. 12주 이상 지속되는 만성요통은 통증

과 신체활동의 감소로 근력과 근육량이 불용성 위축을 초래한다[16]. 따라서 오랜기간 요부통증을 호소한 만성요통환자는 요부 안정화운동을 포함한 특별한 다열근 강화 운동프로그램이 필요하다. 요부 안정화운동은 등척성운동으로 심부근육을 강화시켜 신체의 자세 조절 능력을 개선시킬 수 있는 만성요통환자의 필수적인 재활운동이다[17]. 본 연구에서도 만성요통환자에게 적용한 요부 안정화운동은 근력강화운동 보다 심부근인 다열근의 두께를 유의하게 증가시킨 것으로 나타났다. 본 연구에서 운동그룹 내의 운동 전후 정적자세조절, 요부통증을 비교한 결과 운동그룹별 운동후 유의하게 증가하였지만, 운동그룹간의 비교에서는 요부 안정화운동과 근력강화운동을 병행한 그룹이 정적자세조절과 요부통증이 더 감소한 것으로 나타났다(p<.05). 정적균형은 지지면이 고정된 상황에서 흔들림 없이 지지면안에 신체 무게 중심을 유지하는 능력을 의미한다[18].

만성요통환자는 신체의 고유수용성 감각이 감소되어 시각정보가 제어진 눈감고 외발서기 검사에서 전정계 기능으로는만 정적균형을 유지하기 어려우므로 정적균형 능력이 정상인에 비해 낮게 나타난다[19]. 균형을 잘 유지하려면 다양한 환경에 대한 정확한 인지와 안전하게 대응하는 전략이 필요한데, 신체의 신경계통과 근육뼈대계통이 서로 통합하여 요부근육이 코르셋 처럼 자세를 정렬하는 기능적 조절능력이 중요하다[20]. 요부 안정화운동의 핵심인 코어프로그램 운동을 8주간 운동한 결과 눈감고 외발서기 자세에서 실시한 정적균형검사서 몸통의 안정성을 향상시켜 균형능력이 향상되었다고 보고하였으며[21], 척추근육의 강화는 약해진 척추 주위근의 근력을 증진시키고, 척추 근육의 오른쪽, 왼쪽 균형 차이를 감소시켜 척추의 안정성을 향상시킨다[22]. 본 연구에서도 선행연구와 동일하게 안정화운동이 균형 능력 증진에 효과적이라고 생각되고, 이러한 요추의 안정화와 신체 기능 증진이 통증을 경감시켰다고 생각된다. 따라서 요부 안정화운동은 척추 심부근인 다열근의 단면적을 증가시키고 척추의 정적안정성을 강화시킨다. 이러한 척추 안정성 강화는 만성요통환자의 일상적인 활동에서 척추에 가해지는 압력을 완화시켜 요부통증이 감소되었다.

본 연구의 제한점은 연구대상자 선정에서 많은 인원으로 연구하지 못했다는 것과 만성요통환자들의 검증을 다양한 평가를 통해 선정하기보다 진단명으로만

의존했다는 것이다. 또한 본 연구의 연구기간이 8주가 아닌 6개월 이상의 연구가 진행되어 만성요통환자의 다열근 단면적과 정적자세조절력이 잘 유지되고, 요부 통증은 계속 감소되는 것을 확인 못한 것이 아쉬움 점으로 남는다.

5. 결론

본 연구는 만성요통환자를 대상으로 14명씩 두 그룹으로 나누어 8주간 요부 안정화운동과 근력강화운동을 병행한 운동 프로그램과 요부 근력강화운동만 적용한 운동 프로그램을 실시하여 요추부 다열근 단면적, 정적자세조절, 요부통증에 미치는 영향을 알아보았다. 그 결과 요부 안정화운동을 병행한 운동 프로그램이 요추부 다열근 단면적 증가, 정적자세조절력 향상, 요부통증의 감소에 기여하는 것을 알수 있었다.

REFERENCES

- [1] A. M. Kaigle, S. H. Holm & T. H. Hansson. (1995). Experimental instability in the lumbar spine. *Spine*, 20, 421-430. DOI : 10.1097/00007632-199502001-00004
- [2] I. D. Cho, C. G. Jeon, S. Y. Lee, D. W. Lee & G. J. Hwang. (2015). Effects of lumbar stabilization exercise on functional disability and lumbar lordosis angle in patients with chronic low back pain. *Journal of physical therapy science*, 27(6), 1983-1985. DOI : 10.1589/jpts.27.1983
- [3] C. Kisner & L. A. Colby. (2007). *Therapeutic Exercise Foundations and Techniques*(5th ed). Philadelphia: The F.A. Davis.
- [4] H. J. Christie, S. Kumar & S. A. Warren. (1995). Postural aberration in low back pain. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 76, 218-224. DOI : 10.1016/s0003-9993(95)80604-0
- [5] N.B. Alexander et al. (1996). Gait disorders in older adult. *Journal of American Geriatric Society*, 44(4), 434-451. DOI : 10.1111/j.1532-5415.1996.tb064 17.x
- [6] B. T. Saragiotto, C. G. Maher, T. P. Yamato, L. O. Costa, L. C. Menezes Costa, R. W. Ostelo & L. G. Macedo. (2016). Motor control exercise for chronic non-specific low-back pain. *Cochrane Database of Systematic Review*, 20(1), CD012004. DOI : 10.1002/14651858.CD012004
- [7] C. Richardson, G. Jull, P. Hodges & J. Hides. (1999). *Therapeutic exercise for spinal segmental stabilization in low back pain*. London : Churchill Livingstone. DOI : 10.1179/108331900786166597
- [8] H. J. Wilke, A. Rohlmann, S. Neller, F. Graichen, L. Claes & G. Bergmann. (2003). ISSLS prize winner: A novel approach to determine trunk muscle forces during flexion and extension: a comparison of data from an in vitro experiment and in vivo measurements. *Spine*, 28, 2585-2593. DOI : 10.1097/01.BRS.0000096673.16363.C7.
- [9] J. A. Hides, C. A. Richardson & G. A. Jull. (1996). Multifidus muscle recovery is not automatic after resolution acute, first-episode low back pain. *Spine*, 21(23), 2763-2769. DOI : 10.1002/14651858.CD012004.
- [10] D.H. Kim, J.K. Park, Y.J. Park & D.I. Jung. (2010). Characteristic of Cross-sectional Area of Lumbar Paraspinal Muscle in Patients of Acute and Chronic LBP. *International journal of contents*, 4(4), 11-19. DOI : 10.5392/JKCA.2011.11.6.270
- [11] M. Kamaz, D. Kiresi, H. Oguz, D. Emlik & F. Levendoglu. (2007). CT measurement of trunk muscle areas in patients with chronic low back pain. *Diagn Interv Radiol*, 13, 144-148.
- [12] C. M. Norris et al. (2001). Functional load abdominal training: Part 2. *Physical Therapy in Sport*, 12(2), 149-156. DOI : 10.1054/ptsp.2001.0033
- [13] S. S. Kim. (2008). *Effects of lumbar rehabilitation exercise on lumbar herniated nucleus pulposus (HNP)-suffering patient's lumbar extension muscle, and deep muscle and scar tissue in their operated areas*. Master's degree. Korea University, Seoul. DOI : 10.1589/jpts.28.1418
- [14] L. A. Danneels, G. G. Vanderstraeten & D. C. Cambier. (2000). CT imaging of trunk muscles in chronic low back pain patients and healthy control subjects. *Eur Spine J*, 9(4), 266-272. DOI : 10.1007/s005860000190
- [15] L. A. Danneels, G. G. Vanderstraetens & D. C. Cambier. (2001). Effects of three different training modalities on the cross sectional area of the lumbar multifidus muscle in patients with chronic low back pain. *Br J Sports Med*, 35, 886-911. DOI : 10.1136/bjism.35.3.186
- [16] C. Maher. (2017). Underwood M, Buchbinder R.

Non-specific low back pain. *Lancet*, 389, 736-747.

DOI : 10.1016/S0140-6736(16)30970-9

- [17] B. G. Kim, H. K. Seo & Y. W. Jung. (2004). The effect of sling exercise on Lumbar stabilization and muscle strength. *Journal of Korean Physical Therapy Science*. 16(4), 603-612.
- [18] L. Berger, C. Klein & M. Commandeur. (2008). Evaluation of the immediate and midterm effects of mobilization in hot spa water on static and dynamic balance in elderly subjects. *Annales de réadaptation et de médecine physique*. 51(2), 84-85.
DOI : 10.1016/j.annrmp.2007.10.007.
- [19] K. J. Lee. (2006). *Comparison between Middle-Aged Women with Chronic Lower Back Pain and Normal Middle-Aged Women in Dynamic Balance*. Master's degree. Dankook University, Gyeonggi-do.
DOI : 10.5762/KAIS.2016.17.6.389
- [20] V. Akuthota & S. F. Nadler. (2004). Core strengthening. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 85(3), 86-92.
DOI : 10.1053/j.apmr.2003.12.005
- [21] W. J. Choil, B. S. Park, B. K. Yoo, J. K. Jeon & K. H. Son. (2018). The Effects of Core Program Exercise on Balance in Patients with Chronic Low Back Pain. *Journal of Korean Physical Therapy Science*, 25(1), 1-10.
DOI : 10.26862/jkpts.2018.06.25.1.1
- [22] J. G. Oh et al. (2019). *Effect of Sling Using Stabilization Exercise on Pain, Trunk Stability and Deep Muscle Thickness in Non-specific Low Back Pain Patients*. Master's degree. Chosun University, Gwangju.
DOI : 10.1589/jpts.26.1301

김 대 훈(Daehun Kim)

[정회원]



- 2005년 2월 : 고려대학교 스포츠 의학과(이학석사)
- 2012년 2월 : 고려대학교 사회체육학과 생체역학 전공(체육학박사)
- 2013년 08월 ~ 현재 : 경동대학교 물리치료학과 교수

- 관심분야 : 근골격계물리치료 중재 및 평가, 운동치료, 생체역학
- E-Mail : vertetrac@kduniv.ac.kr