

불안정 지지면에서의 동적 안정화 운동이 허리근육의 두께 및 밀도에 미치는 효과

한종만¹, 박재철^{2*}, 김금숙³, 김현애⁴

¹대구보건대학교 물리치료과, ²전남과학대학교 물리치료과, ³해전대학교 작업치료과, ⁴포항대학교 물리치료과

The effect of dynamic stabilization exercise on unstable surface on thickness, density of back muscle

Jong-Man Han¹, Jea-Cheol Park^{2*} and Keum-Sook Kim³, Hyun-Ae Kim⁴

¹Dept. of physical therapy, Daegu Health College

²Dept. of physical therapy, Chunnam Techno College

³Dept. of Occupational Therapy, Hyejeon College

⁴Dept. of Physical Therapy, Pohang University

요 약 본 연구의 목적은 불안정 지지면에서의 동적 안정화 운동이 배가로근과 뭇갈래근의 두께와 밀도 및 백색영역지수(white area index, WAI)에 미치는 영향을 연구하였다. 연구대상은 20대 성인 27명이며 세 그룹으로 나누어 각기 다른 면에서 동적 안정화 운동을 6주 동안 실시하여 실험 전·후에 배가로근과 뭇갈래근의 두께와 근육 밀도, 백색영역지수를 측정하였다. 그 결과 세 그룹 간 의미있는 차이를 보였다($p < .05$). 반복측정분산분석(repeated ANOVA) 결과, 배가로근과 뭇갈래근의 두께가 시기별 차이에서 그룹 간 의미있는 차이를 보였으며($p < .05$), 뭇갈래근의 근육 밀도와 백색영역지수의 그룹 간 비교 결과 의미있는 차이를 보였다($p < .05$). 결론적으로 불안정 지지면에서 허리부 안정화 운동의 효과에 의미있는 차이가 있었고 이 같은 결과는 허리안정화 운동에 대한 추후 연구에 기초 자료로 활용 가능할 것으로 보인다.

Abstract The purpose of this study is to examine the effect of dynamic stabilization exercise on unstable surface on thickness, muscle density and white area index (WAI) of transverse abdominis muscle and multifidus muscle. The subjects were 20s healthy adults and 27 people were measured for muscle thickness and muscle density, white area index after the experiment conducted during a six-week dynamic stabilization exercises divided into three groups, each in a different plane. The results showed a significant difference between the three groups ($p < .05$). Repeated measures analysis of variance (repeated ANOVA) results, transverse abdominis muscle and multifidus muscle thickness showed a significant difference between the groups in the time difference ($p < .05$), and between multifidus muscle density and white area index in the comparison between groups showed a significant difference ($p < .05$). In conclusion, showed significant difference in lumbar stabilization exercise part. These results seems to be utilized as a basis for future research on the lumbar stabilization exercise.

Key Words : Muscle density, Stabilized exercise. W.A.I

1. 서론

사람이 의식적 또는 무의식적으로 관절에서의 크고 작은 움직임을 조절할 수 있는 능력을 안정화

(stabilization)라 정의한다[1]. 허리부의 안정성에 관여하는 허리부근은 신체 정렬을 유지하면서 척추의 안정성을 유지하는 역할을 하고 신체 기능을 수행하는 데 있어 필수 요소[2]이기 때문에 허리부의 안정성은 복잡한 운동

*Corresponding Author: Jea-Cheol Park(Chunnam Techno Univ.)

Tel:+82-10-3603-9972 email: coollove1001@hanmail.net

Received October 31, 2014

Revised (1st November 24, 2014, 2nd December 2, 2014)

Accepted March 12, 2015

Published March 31, 2015

수행에서 효율성과 손상예방에 도움을 주고 신체 전반의 기능적인 활동에 도움을 준다[3].

또한, 허리부의 안정화가 이루어지지 않으면 척추 주위 근육들의 근력과 지구력 약화로 몸통 연부 조직 손상이 발생하여 허리뼈의 불안정성으로 이어지며[4], 허리뼈의 불안정성은 신경 전도를 지연시켜 체간 유지근들의 근력 감소로 이어져 허리뼈의 불안정성과 동통을 유발할 수 있으며, 동통으로 인한 신체활동에 제약은 척추 주변 근육의 단면적 감소와 근위축이 발생하여 이차적 손상을 가져오게 된다[5].

이러한 허리부 안정화를 위해서는 허리부를 구성하는 국소근육을 강화를 위한 허리부 안정화 운동이 활용되고 있으며, 정적인 방법과 팔과 다리 말단을 움직임으로써 저항을 증가시키는 동적인 방법이 있다. 동적 안정화 운동은 복부와 척추근육을 조화롭게 동시에 활성화 시키며 [6], 단순 가동화 운동보다 허리부 근육의 근력증가 효율성 측면에서 더욱 효과적이며 기존의 근기능 강화 방법 보다는 동적 안정화운동 시 사고의 위험을 줄여준다[7]. 또한, 척추에 가해지는 스트레스는 최대 근수축력의 25% 이하에서도 관절을 견고하게 고정시켜 근육과 움직임 조절 능력을 회복시켜 척추의 기능장애를 줄여주는 운동이므로[8], 최근에서 몸통의 안정화 운동방법들이 연구돼 왔다[9,10,11,12,13]. 동적안정화 운동과 더불어 저항을 증가시키는 방법으로는 불안정한 면에서의 운동이 있는데 불안정 면에서의 운동은 근육의 활동성을 보다 증진하게 하고 안정성에 관여하는 여러 근육을 강화시킨다고 하였고[14], 근력과 지구력 발달에 효과적인 운동방법으로 임상에서 많이 사용되고 있는 운동들이다.

이러한 선행연구들을 통해서 허리부 안정화 운동의 긍정적인 효과가 많이 보고되어 있지만, 불안정면에서 사각형을 동적으로 그리거나 체간의 움직임변화를 통해 깊은 안정근의 구조적 변화에 대한 연구는 거의 없는 실정이다. 그러므로 허리부 근육 중 허리 통증과 가장 밀접한 관계를 갖는 배가로근과 못갈래근의 근두께, 밀도, 백색영역지수를 불안정면과 안정면에서의 동적안정화 운동이 미치는 영향을 연구하려고 하며, 따라서 본 연구에서는 영상분석 방법을 통해 불안정면에서의 동적 안정화 운동에 따른 근육의 구조적 변화에 대한 기초자료 활용과 임상에서의 재활프로그램 동적 허리부 안정화 운동의 활용 가능성을 제시하고자 한다.

2. 본론

2.1 연구대상

본 연구에 참여한 대상자는 남자 27명이며, 불안정면 동적 안정화군 9명, 안정면 정적 안정화군 9명, 대조군 9명을 무작위로 배정하였고, 각 실험 대상자들은 연구에 참여를 동의 한 자와 내·외과적 질환 및 근·골격계 질환이 없는 자, 연구 참여 외의 다른 운동을 하지 않는 자로 무작위 선정하였으며, 2012년 5월 2일부터 2012년 10월 20일까지 6개월간 시행하였으며 연구대상자의 일반적 특성은 Table 1과 같다.

[Table 1] General characteristic of subjects.

	Group1 (n=9)	Group 2 (n=9)	Group 3 (n=9)	p
Age (years)	21.77± 1.64	22.77± 2.90	23.55± 3.64	.122
Height (cm)	166.00± 6.70	166.77± 6.24	167.11± 10.0	.120
Weight (kg)	60.00± 6.89	59.88± 8.02	60.77± 10.4	.304
BMI	21.69± .957	21.56± 1.365	21.63± 1.35	.996

Group1: dynamic stabilization exercise group on unstable surface
Group2: Static stabilization exercise group on stable surface
Group3: Control

2.2 실험방법

동적 안정화 운동 치료법의 치료 원칙에 따라 부하를 주지 않는 운동에서 부하(loading)상태 운동으로, 단순한 운동에서 복잡한 운동으로, 운동의 지지면이 안정인 상태에서 불안정한 상태로 느린 운동에서 빠른 운동으로 동적 안정화 운동 치료법으로서[15], Dead bug exercise, Bridging exercise, Side - bridge exercise, Bird dog exercise를 바탕으로 재구성하였고[16], 총 4가지 운동을 시행 할 때 다이내믹 에어쿠션 데코(Deko)를 사용하여 불안정면으로 적용하였으며 운동 시작과 동시에 팔과 다리를 사각형으로 그리고, 동적으로 움직이면서 운동을 실시하였다. 운동 중재는 각각 6주간 주 3회, 1일 30분씩 중재하였다.

실험 측정 장비는 초음파 영상장치로 (MyLabOne, Esaote, Italy) 측정하였으며 이 장치의 주파수 변조 범위는 6~9MHz이고 gain의 범위는 20~80, 초음파 변환기는 7.5MHz 선형탐촉자(linear transducer)이다. 근육 측정 시 자세는 배가로근은 실험자에게 누운 자세를 취하게 한

후, 무릎을 펴고 배꼽에서 13cm 앞위엉덩뼈가시(ASIS)에서 직각 만나는 지점에서 측정하였다. 못갈래근의 측정은 실험자에게 앉드려 누운 자세를 취하게 한 후, 척추 앞굽음을 감소시키기 위해 복부에 베개를 넣은 후 허리뼈 4-5번 부분의 가시돌기와 뒤위엉덩뼈가시(PSIS) 사이에 있는 근육을 내장된 전자 캘리퍼를 이용하여 뼈와 근막까지 거리를 측정하여 분석하였다. 이때 피부의 압박을 최소화하기 위해 충분한 양의 초음파 젤을 변환기와 피부 사이에 도포하였고, 측정이 일정하게 되도록 변환기를 피부와 직각으로 유지하여 획득하였고, 우측 근육만 측정하였으며, 3회 측정한 후 그 평균값을 근육의 두께로 정하였다.

초음파 영상 장치에서 획득한 영상을 디지털 영상 분석을 이용하기 위하여 영상프로그램(Image-Pro Plus 4.1 Media Cybernetics, USA)으로 옮겨 근막이나 힘줄 이행부가 포함되지 않도록 주의하여 분석하고자 하는 부분을 사각형 모양으로 추출하였다[17]. 추출한 근육마스크의 평균 화소수는 배가로근은 5716이었다. 배가로근의 밀도를 측정하기 위하여 명암도 분석을 이용하여, 근막이 포함되지 않도록 사각형 영역을 선택하여 화소값(pixel value)을 구하여 이것을 근육영상밀도로 정하였다. 선택된 화소가 순수한 검정이면 추출된 부분의 화소의 평균값은 0이 되고, 순수한 흰색이면 평균값이 255로 흑색이 많을수록 건강한 근육이다. 백색 영역지수는 선택된 사각형의 영역에서 눈으로 흰색으로 보이는 모든 영역(화소값 70이상)의 화소 수를 전체 화소수로 나눈 값이다[18].

모든 자료는 SPSS 12.0 통계 프로그램을 이용하여 분석하였다. 대상자의 정규분포 여부를 알아보기 위해 단일표본 Kolmogorov-Smirnov 검정을 하여 정규분포가 인정되어 각각의 측정항목에서의 시기에 따른 변화와 군 간 차이를 알아보기 위해 반복측정분산분석(repeated measure ANOVA)를 실시하였으며, 사후분석으로 Scheffe 검정을 실시하였고, 통계학적 유의성을 검증하기 위해 유의수준 $p < .05$ 로 하였다.

3. 결과

3.1 배가로근의 근두께 변화

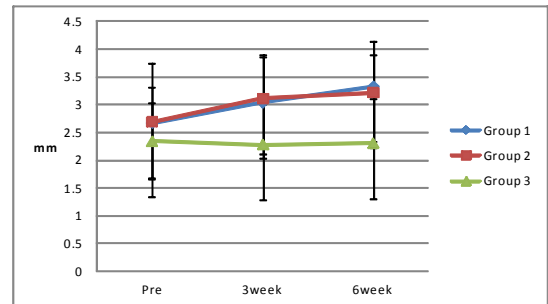
각 군의 배가로근의 근두께에 대한 반복측정 분산분

석 결과 근 두께 변화에서 시기별, 시기와 군 간 상호작용은 유의한 차이가 나타났으나($p < .05$), 집단 간 변화에서 통계학적으로 유의한 차이가 없는 것으로 나왔다($p > .05$)[Table 2][Fig. 1].

[Table 2] Comparison of Transverse abdominis muscle thickness.

Group	Pre	3week	6week	F		
				Time	Group	Time×group
1	2.67±1.07	3.04±0.86	3.33±0.81	12.331*	2.592	4.121*
2	2.69±0.62	3.11±0.75	3.22±0.67			
3	2.34±0.70	2.28±0.73	2.31±0.79			

Group1: dynamic stabilization exercise group on unstable surface
 Group2: Static stabilization exercise group on stable surface
 Group3: Control
 * $p < .05$



[Fig. 1] Comparison of Transverse abdominis muscle thickness.

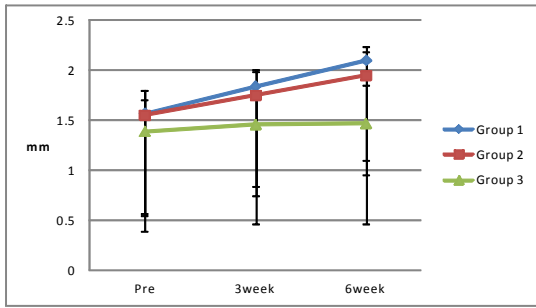
3.2 못갈래근의 근두께 변화

못갈래근의 근 두께 변화에서 시기별, 시기와 군 간 상호작용에서 유의한 차이가 나타났고($p < .05$) 집단 간 변화에서도 유의한 차이가 나타났다($p < .05$)[Table 3][Fig. 2].

[Table 3] Comparison of Multifidus muscle thickness.

Group	Pre	3week	6week	F		
				Time	Group	Time×group
1	1.57±0.23	1.84±0.15	2.10±0.14	35.870*	6.268*	5.930*
2	1.55±0.25	1.75±0.26	1.95±0.23			
3	1.39±0.32	1.46±0.38	1.47±0.38			

Group1: dynamic stabilization exercise group on unstable surface
 Group2: Static stabilization exercise group on stable surface
 Group3: Control
 * $p < .05$



[Fig. 2] Comparison of Multifidus muscle thickness.

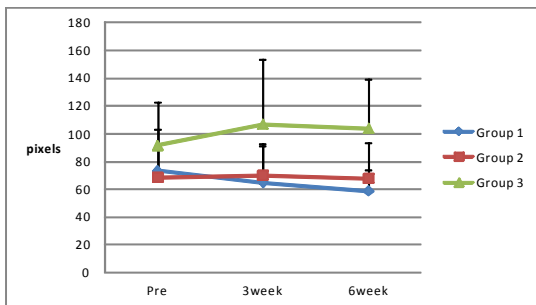
3.3 배가로근의 밀도 변화

배가로근의 밀도의 변화의 경우 시기별, 시기와 군 간 상호작용은 유의하지 않았지만($p>.05$), 집단 간 변화에선 통계학적으로 유의한 차이가 나타났다($p<.05$)[Table 4][Fig. 3].

[Table 4] Comparison of Transverse abdominis muscle density.

Group	Pre	3week	6week	F		
				Time	Group	Time×group
1	73.32±17.3	64.95±26.1	58.92±14.8	.279	5.436*	1.228
2	68.50±34.6	70.15±22.8	67.69±25.6			
3	91.66±30.8	106.9±46.6	103.8±35.4			

Group1: dynamic stabilization exercise group on unstable surface
 Group2: Static stabilization exercise group on stable surface
 Group3: Control
 * $p<.05$



[Fig. 3] Comparison of Transverse abdominis muscle density.

3.4 배가로근의 백색영역지수 변화

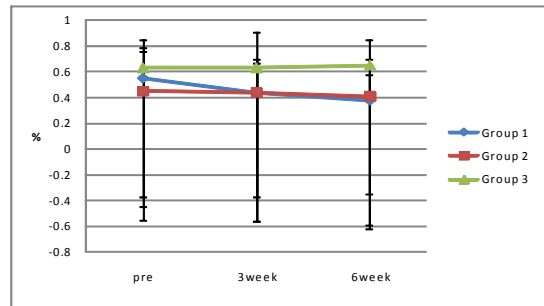
배가로근의 백색영역지수에 변화는 시기별, 시기와 군 간 상호작용 집단 간 변화에서 유의한 차이가 나타나지

않았다($p>.05$)[Table 5][Fig. 4].

[Table 5] Comparison of Transverse abdominis muscle WAI.

Group	Pre	3week	6week	F		
				Time	Group	Time×group
1	0.55±0.21	0.44±0.26	0.38±0.20	0.606	3.034	0.529
2	0.45±0.34	0.44±0.23	0.41±0.29			
3	0.63±0.22	0.63±0.28	0.65±0.20			

Group1: dynamic stabilization exercise group on unstable surface
 Group2: Static stabilization exercise group on stable surface
 Group3: Control



[Fig. 4] Comparison of Transverse abdominis muscle WAI.

4. 결론 및 토의

본 연구는 건강한 성인 27명을 대상으로 6주간 불안정면 동적 안정화 운동과 안정적면 동적 안정화 운동을 적용하여 시기별로 실험 전, 3주 후, 6주 후로 시기를 나눠 실험 후 뭇갈래근과 배가로근의 근 두께와 디지털 영상 분석을 통해 배가로근의 근육영상밀도(density)와 백색영역지수(WAI) 변화를 분석하였다.

본 연구에서 나타난 배가로근의 근 두께와 비교를 보면 시기별, 시기와 군 간 상호작용에 유의한 차이가 있었고, 집단 간 비교에선 유효하지 않지만 불안정면 동적 안정화 운동군이 안정면 정적 안정화 운동군과 대조군에 비해 보다 더 높게 증가하였다. 뭇갈래근은 시기별 시기와 군 간 상호작용, 집단 간 비교에서 유의한 결과를 나타냈다. 고대식(2009)은 8주 동안 65~80세 여성 노인을 대상으로 요부 안정화 운동 시행 후 배가로근과 뭇갈래근을 초음파로 근육 두께를 측정하였는데 배가로근은 이완(가로) 두께에서 군 간의 차이가 나타났다고 보고 하였

고[19], 정도형 등(2010)은 안정면과 불안정면인 폼 롤러(Form roller) 위에서 누운 자세에서 한발 들기 자세 시 배가로근의 두께 양상을 비교한 연구에서 불안정면에서의 한발 들기 자세가 배가로근의 근육 두께의 유의한 증가가 나타났다고 보고 하였다[20]. 또한 이현옥(2010)은 근전도로 안정면에서 네발기기 자세가 체간 근육의 활성화도에 미치는 영향을 연구하였는데 한쪽 팔을 들어 올릴 때보다 다리만 들었을 때, 다리만 들었을 때보다 팔과 다리를 동시에 든 군에서 체간 근육의 근 활성화도가 높아진다고 하였다[21]. 선행 연구처럼 본 연구도 근 두께 변화에서 유의한 차이가 있었는데 이는 불안정면과 팔과 다리를 들어 사각형 그리기를 하여 체간의 근육 변화가 나타났고, 안정면보다 불안정면에서의 운동이 몸 감각 유입이 더 적어 더 많은 근육이 균형을 잡기 위해 수축하여 이와 같은 결과가 나타난 것으로 사료되며, 배가로근의 집단 간 비교에서 유의 않은 결과는 근 단면적 변화의 경우 고강도의 저항운동은 2~3주, 저 강도의 저항운동은 4~8주의 기간이 필요하다는 거에 비해[22], 6주라는 짧은 운동 기간과 1주 3회 30분의 적은 운동량 때문으로 사료 된다. 하지만 안정면에서 정적 안정화 운동 보다 동적인 운동의 근 두께가 유의하지 않지만 보다 증가한 것으로 나온 것으로 보아 기간과 운동량을 조절한다면 집단 간에서도 유의한 증가가 발생할 것으로 생각된다. 또한, 본 연구는 저항을 주지 않고 사각형을 그리며 중력이라는 저항을 이용하여 운동하여 저항의 양이 부족하였다는 점, 근섬유의 II형 섬유는 저항 운동 후 쉽게 근육의 크기 증가가 발생 되지만, 가장 심부에 있는 근육이고 체간의 안정성을 유지하는 자세 유지근인 I형 섬유라는 것을 고려할 때 본 연구에서는 군 간의 차이가 없는 것으로 나타났다.

근육영상밀도(density)는 명암도 분석을 이용해 분석하고 백색영역지수(white area index, WAI)는 디지털 영상 프로그램(Image-Pro Plus)상에서 시각적으로 흰색으로 보이는 70 이상의 화소값을 가진 화소수를 전체 화소수로 나눈 값으로 구하며[18], 디지털 영상 분석을 위하여 정진규 등(2006)은 사각형 부분만을 선택하였는데 전체 근육을 옹기 수 없고 전체 영상을 분석할 필요가 없기 때문이라고 하였다[23]. 이러한 방법은 여러 연구에 신뢰성이 입증 되었다. Maurits et al(2003)의 연구에서는 정상 성인과 근육병증, 신경병증 환자를 대상으로 이 방법을 이용해 특징적인 값을 정량화하였으며[17,18], 디지털

영상 분석 항목 중 근육영상밀도(density)는 근육섬유가 아닌 지방이나 결합조직에서 높은 반사 강도를 보인다고 하였고[23], 잘 훈련된 근육은 선이 밝고 뚜렷하고 어렵게 나타나지만, 질병이 있는 근육은 구조가 더욱 산만하며 백색 영역이 많이 나타난다[24]. 또한, 훈련이 잘된 근육일수록 신경계 손상질환이 없는 근육일수록 근육영상밀도(density)와 백색영역지수가 적게 나타난 결과[25,26]는 본 연구의 결과와 유사하게 나타났으며, 본 연구의 배가로근의 밀도의 경우 집단 간 변화에서만 유의한 결과가 발생하고 백색영역지수에선 유의한 차이가 없었다. 근육영상밀도에 큰 반사 강도를 보이는 지방을 감소하기 위하여 유산소 운동을 해야 하는데 일종의 저항 훈련을 하여 이와 같은 결과가 발생한 것으로 사료되며, 군 간의 감소폭을 보아 적용기간과 훈련횟수를 증가시켰더라면 시기별 시기와 군 간 차이에서도 더 큰 차이가 발생할 가능성이 있다.

본 연구는 운동 기간이 짧고 운동량도 적었지만 불안정면에서의 동적 안정화 운동으로 인해 나타난 변화는 긍정적으로 생각되며, 제한점으로는 대상자의 수가 적고, 짧은 실험 기간과 적은 운동량 등으로 인해 일반화하는데 어려움이 있었다. 차후에 충분한 실험 기간과 운동량, 저항종류의 다변화를 통해 통제하는 많은 연구가 필요할 것으로 사료되며, 신체구성 별로 많은 연구가 진행되어야 할 것으로 생각한다.

References

- [1] Magee D. *Instability and stabilization. Theory and treatment*. 2nd, Seminar Workbook. 1999.
- [2] J. R. Oh, J. S. Kim. "The effects of trunk muscle strength training on sitting balance of children with spastic cerebral palsy", *J Kor Soc Phys Ther*. Vol. 16 No. 1, pp. 87-102, 2004.
- [3] Peate, W. F., Bates, G., Lunda, K., Francis, S., Bellamy, K. "Core strength : A new model for injury prediction and prevention", *Journal of Occupational Medicine and Toxicology*. Vol. 2 No. 3, pp. 1-9, 2007. DOI: <http://dx.doi.org/10.1186/1745-6673-2-3>
- [4] H. O. Lee. "Activation of Trunk Muscles during Stabilization Exercises in Four point Kneeling", *J Korean Soc Phys Ther*. Vol. 22 No. 5, pp. 33-8, 2010.
- [5] Deyo, R., Walsh, N., Martin, D., Schoenfeld, L. S.,

- Ramamurthy, S. "A Controlled Trial of Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation (TENS) and Exercise for Chronic Low Back Pain", *N Engl J Med*. Vol. 322 No. 23, pp. 1627-1634, 1990.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1056/NEJM199006073222303>
- [6] McGill, S. M "Low back stability", From formal description to issues for performance and rehabilitation. *Exercise and Sport Sciences Review*. Vol. 29 No. 1, pp. 26-31, 2001.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1097/00003677-200101000-00006>
- [7] Akuthot, V., Nadler, S. "Core Strengthening", *Arch Phys Med Rehabil*. Vol. 85 No. 3, pp. S86-S92, 2004.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1053/j.apmr.2003.12.005>
- [8] Panjabi, M. "The stabilizing system of spine : Part 1. Function dysfunction, adaptation, and enhancement", *J Spinal Disord*. Vol. 5 No. 4, pp. 383-389, 1992.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1097/00002517-199212000-00001>
- [9] Hodges, P., Richardson, C. "Inefficient muscular stabilization of the lumbar spine associated with low-back pain a motor evaluation of transversus abdominis", *Spine*. Vol. 21 No. 22, pp. 2640-2650, 1996.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1097/00007632-199611150-00014>
- [10] Behm, D., Anderson, K., Curnew, R. S. "Muscle force and activation under stable and unstable condition", *Journal of Strength and Conditioning Research*. Vol. 16 No. 3, pp. 416-422, 2002.
- [11] Keller, J. I., Brox, R., Gunderson, I., Holm, A., Frils, A. O., Reikeras, O. "Trunk muscle strength, cross-sectional area, and density in patients with chronic low back pain randomized to lumbar fusion or cognitive intervention and exercises", *Spine*. Vol. 29 No. 1, pp. 3-8, 2004.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1097/01.BRS.0000103946.26548.EB>
- [12] Vezina, M., Hubley-Kozey, C. L. "Muscle activation in therapeutic exercises to improve trunk stability", *Arch Phys Med Rehabil*. Vol. 81 No. 10, pp. 1379-1379, 2000.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1053/apmr.2000.16349>
- [13] J. H. Kim., Y. H. Lee., J. G. Lee. "Effects of multifidus muscle volume in patient of lumbar pain according to lumbar exercise methods", *Korea Journal of Sports Science*. Vol. 17 No. 2, pp. 1003-1014, 2008.
- [14] J. S. Oh., J. S. Park., S. Y. Kim., O. Y. Kwon. "Comparison of Muscle Activity During a Push-up on a Suspension Sling and a Fixed Support", *Physical Therapy Korea*. Vol. 10 No. 3, pp. 29-31, 2003.
- [15] Smith, C. E., Nyland, J., Caudill, P., Brosky, J., Caborn, D. N. "Dynamic trunk stabilization a conceptual back in jury prevention program for volleyball athletes", *Journal Orthop Sports Phys Ther*. Vol. 38 No. 11, pp. 703-20, 2008.
DOI: <http://dx.doi.org/10.2519/jospt.2008.2814>
- [16] McGill, S. M., Karpowicz, A. "Exercise for Spine stabilization motion/motor patterns, stability progression, and clinical technique", *Arch phys med Rehabil*. Vol. 90 No. 1, pp. 118-126, 2009.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.apmr.2008.06.026>
- [17] Maurits, N. M., Bollen, A. E., Windhausen, A., De Jager, A. E., Van Der Hoeven. "Muscle ultrasound analysis normal values and differentiation between myopathies and neuropathies". *Ultrasound Med Biol*. Vol. 29 No. 2, pp. 215-225, 2003.
DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/S0301-5629\(02\)00758-5](http://dx.doi.org/10.1016/S0301-5629(02)00758-5)
- [18] Maurits, N. M., Beenakker, E. A., van Schaik, D.E., Fock, J. M., Van Der Hoeven, J. H. "Muscle ultrasound in children: Normal values and application to neuromuscular disorders", *Ultrasound Med Biol*. Vol. 30 No. 8, pp. 1017-1027, 2004.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ultrasmedbio.2004.05.013>
- [19] D. S. Ko., G. Y. Kim., C. G. Lee. K. I. Lee., C. K. Kim., D. I. Jeong. "Changes in balance ability and muscle thickness of the transverse abdominis and multifidus of elderly females after eight weeks of the lumbar stabilization exercise", *Korea Journal of Biomechanics*. Vol. 19 No. 4, pp. 689-896, 2009.
DOI: <http://dx.doi.org/10.5103/KJSB.2009.19.4.689>
- [20] D. H. Jung., E. K. Go., S. J. Kim, O. Y. Kwon. "Comparison of abdominal muscles thickness during single leg holding exercise on stable surface and on a foam roller using ultrasound imaging", *Korea Journal of Sports Biomechanics*. Vol. 20 No. 4, pp. 415-420, 2010.
DOI: <http://dx.doi.org/10.5103/KJSB.2010.20.4.415>
- [21] H. Y. Lee. "Activation of trunk muscles during stabilization exercises in four-point kneeling", *J Kor Soc Phys Ther*. Vol. 22 No. 5, pp. 33-38, 2010.
- [22] Kisner C, Colby L. *Therapeutic exercise foundations and techniques*. 3rd ed. Philadelphia : F. A. Davis Company. 1996.
- [23] J. G. Jung., T. Y. Kim., Y. N. Kim., T. Y. Hwang., J. W. Lee. "Analysis of sEMG median frequency and ultrasound image echo density of normal skeletal muscle", *J Kor Soc Phys Ther*. Vol. 18 No. 1, pp. 83-94, 2006.
- [24] Nielsen. P. K., Jensen, B. R., Darvann, T., Jorgensen. K., Bakke. M. "Quantitative ultrasound image analysis of the supraspinatus muscle". *Clinical Biomechanics*. 15:Suppl pp. S13-6, 2000.
DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/S0268-0033\(00\)00053-X](http://dx.doi.org/10.1016/S0268-0033(00)00053-X)

- [25] S. Y. Yeun., T. Y. Hwang., Y. N. Kim. "Analysis of Peripheral Nerve Function and Echogenicity of Skeletal Muscle in Type II Diabetic Patient's", *Journal of the Korea Academy of Clinical Electrophysiology*. Vol. 4 No. 1, pp. 13-25, 2006.
- [26] J. Y. Lee. "The effect of neural adaptation and change of skeletal muscle architecture by electrical stimulation", *Unpublished Master's dissertation, Graduate School of Rehabilitation Science, Dongsin University. 2007.*

한 종 만(Han, Jong-Man)

[정회원]



- 2002년 8월 : 대구대학교 재활과학 대학원 물리치료전공 (이학석사)
- 2007년 8월 : 경상대학교 신경생물학과 해부학교실 (이학박사)
- 2011년 5월 ~ 현재 : 대한임상전기생리학회 심사위원
- 2009년 3월 ~ 2015년 2월 : 전남과학대학교 물리치료학과 교수

•2015년 3월 ~ 현재 : 대구보건대학교 물리치료학과 교수

<관심분야>
인체해부학, 신경과학

박 재 철(Park, Jae-chelo)

[정회원]



- 2012년 2월 : 남부대학교 보건경영대학원 물리치료학과(물리치료 석사)
- 2012년 9월 ~ 현재 : 전남과학대학교, 남부대학교 외래강사
- 2013년 8월 ~ 현재 : 우리의원 물리치료 실장

<관심분야>
운동치료, 신경과학

김 금 속(Kim, Keum-Sook)

[정회원]



- 2001년 2월 : 연세대학교 재활학과 (작업치료전공)
- 2009년 2월 : 연세대학교 생활환경대학원 아동가족학과 (문학석사)
- 2014년 2월 : 전남대학교 의학과 박사 수료
- 2001년 3월 ~ 2009년 1월 : 서울재활병원, 서울 e병원, 원광아동발달연구소 작업치료사
- 2009년 3월 ~ 2013년 2월 : 전남과학대학교 작업치료과 교수
- 2013년 3월 ~ 현재 : 해전대학교 작업치료과 교수

<관심분야>
감각통합치료, 신경과학

김 현 애(Kim Hyun-Ae)

[정회원]



- 2011년 3월 ~ 현재 : 포항공과대학교 물리치료과 교수

<관심분야>
신경재생, 신경생리학, 신경계물리치료학