

체간의 나선방향운동이 운동능력에 미치는 효과

이 인 학

(대전보건대학 물리치료과)

남 택 길

(대전재활병원 재활치료실)

The Effect Spiral Way Movement of a Trunk Exerts on the Movement Ability

Lee In-Hak, R.P.T, Ph.D

(Dept. of physical Therapy, Daejeon Health College)

Nam Taek-Gil, P.T, Ph.D

(Daejeon Rehabilitation Hospital)

ABSTRACT

The purpose of this study was to examine spiral way movement of a trunk exerts on the movement ability. The details established to achieve for this article. This examination confirmed the weight, weight/height² index, ratio of lumbar to pelvic, musculoskeletal quantity, push up for 2 minute, pitch a ball and voluntary isometric contraction with flexion and extension of knee joint of the subjects with spiral direct movement.

Healthy eighteen subjects who understand fully the significance of procedure, consented to a plan, without neuromuscular disease were participated in two groups of

experiment. The group were a spiral movement(9), rectilinear movement(9). Trunk movement tested 2 sessions of a spiral movement and rectilinear movement with a push up for 2 minute, 5days per a week, for the 4 weeks. This experiment tested 3 times with a sufficient rest for fatigue limitation. An analysis of the results used a paired samples t-test for difference from before and after experiment.

The following results were obtained;

At an internal change of the body, the musculoskeletal quantity was increased significantly to spiral movement group, but the weight was increased significantly, the musculoskeletal quantity was not significant to rectilinear movement. The movement ability evaluation for a external change was increased significantly in a push up for 2 minute, pitch a ball, isometric contraction with extension of knee joint of a spiral movement group, but a push up for 2 minute was increased significantly in a push up for 2 minute on the abdominal muscle training of a rectilinear movement group. As compared with a rectilinear movement, a spiral movement was more effect by cooperation with nerve and musculoskeletal system and an increase in movement ability was caused by learning acknowledgment, muscular reeducation.

These results lead us to the conclusion that a spiral movement of trunk was more effect than a rectilinear movement, the coordination of nerve and musculoskeletal system was of importance of Multi-direction movement. Therefore, A further studies concerning the therapeutic exercise intervention and active-dynamic analysis could enhance the development of the most effect on the trunk.

I. 서론

체간은 인체의 중심축으로 인간의 모든 활동 시 힘을 생성해내는 인체의 중요한 부위이다(Muscolino & Cipriani, 2004). 체간과 사지의 통합적인 움직임은 근-골격계와 신경계의 상호 밀접한 관계 하에 성립되어

있으며(Riemann & Lephart, 2002), 신경계와 근-골격계의 상호작용에 의해서 이루어진 3차원 동적구조이다.

인체에서 이루어지는 움직임은 세 개의 면과 축을 기준으로 3차원 공간좌표에서 이루어져 있다. 척추에서 일어나는 운동은 작고 독립적으로 일어나지 않으며, 모든 척추 운동은 몇몇 운동 분절의 합성 작용을 포함

한다. 따라서 운동학적(kinesiology)으로 표현되는 실제 움직임은 직선적, 회전적, 사선적, 나선적 동작들이 복합적 패턴으로 조합되어 있다(Alder et al, 1994; Neumann, 2002; Oschman, 2000)고 할 수 있다. 20세기 초에는 이러한 움직임에 대한 운동학적 접근은 물리학(physical medicine)에서도 실용화되기 시작하였다(Adler et al, 2003; Beam, 2002).

일반적인 운동치료의 목적은 근력의 강화, 지구력과 심혈관 휘트니스(fitness) 운동과 유연성, 안정성, 이완, 협응, 균형 그리고 기능적인 세기/숙련도(skill)를 개발, 향상, 회복 혹은 유지 뿐 만 아니라 기능 이상의 예방도 포함된다(Kisner & Colby, 1989). 이러한 여러 가지 요소에 대처하기 위해서는 기능적이고 선택적인 운동치료적 중재(intervention of therapeutic exercise)가 필요하고, 그 효율성을 능률적인 결과로 발전시키는데 있어 체간의 운동학적 역할은 재활과정에서나 스포츠 트레이닝 과정에서 중요한 요소로 자리 잡고 있다(오정환 등, 2003; Cowan et al, 2004). 최근에는 여러 가지 자세적 요법과 간단한 도구에서 고가의 장비를 이용하는 기구적 운동이 다방면으로 발전하고 있다. 그러나 운동계의 활성화는 능동-동적의 기법이 가장 민감하고 활동적으로 나타나기 때문에, 대상자의 능동적인 참여와 운동, 교육을 통한 동기부여와 함께 가정이나 작업현장에서 기능적 움직임으로 접근해야한다(Kirkesola, 2000).

초기의 운동치료는 단지 한 근육 군과 한 관절에만 집중되어 반복적인 스트레스, 피로, 미세외상, 퇴행성 변화의 증가로 과도한

부하를 발생시키기 때문에 적합하지 못한 것으로 평가되어지고 있다(Akuthota & Nadler 2004; McGill, 2002; Sahrman, 2002). 특히 Sahrman(2002)은 복부근 강화를 위해 사용되는 윗몸 일으키기(curl-up)와 크로스 컬(cross curl) 등은 복직근만을 강화시킬 뿐 척추의 안정성에 관여하는 근육들의 향상을 가져오지 못해 결국 복부와 요부 근력의 심각한 불균형을 초래할 수 있고, 황환익 등(2001)은 후방 인대구조물들의 과도한 신장으로 인한 복원력의 결여로 오히려 회복하는데 시간적 지연과 미세 외상의 원인이 된다고 하였다. Juker 등(1998)은 윗몸 일으키기를 수행 시 근전도(EMG)를 이용한 복부근 연구에서, 외복사근(19%) 및 내복사근(14%)의 활성화는 미미한 반면 복직근의 활성화(68%)는 매우 높게 나타나 윗몸 일으키기 운동이 균형적인 복부근육의 발달에 부적합하다고 결론지었다.

체간의 근육 군과 건막은 같은 방향으로 비스듬히 달려 허리를 감싸고 협동적으로 작용하며(Sapsford, 2004), 이러한 고도의 협동성은 축회전에 의해 측정된다(Lavender et al, 1992). 따라서 근-골격계에서 다방향적 운동(multi-directional exercise)은 교차훈련 효과(cross effect), 방산(irradiation)과 흐름 효과(overflow effect) 등을 다양하게 운동에 적용할 수 있을 것이고, 또한 스포츠 활동을 포함한 모든 기능적인 활동에 적용할 수 있다는 장점을 가지게 될 것이다.

따라서 본 연구에서는 체간 안정화를 위해 측면 교량(side-bridge)자세에서 고유수용성가동촉진법(proprioceptive neuromuscular facilitation technique)패턴을

이용한 나선방향 운동을 4주간 실시한 후, 체간의 나선방향운동이 신체구성성분의 변화와 운동능력에 미치는 효과를 밝히는데 이 연구의 목적이 있다.

II. 연구방법

1. 연구대상

본 연구의 피험자는 대전광역시 소재 H

대학에 재학 중인 남학생 18명으로 하였다. 그 중 임의로 나선운동그룹(spiral exercise group: SP) 9명, 직선운동그룹(straight exercise group: ST) 9명으로 구분하였다. 피험자들은 연구의 목적과 취지를 충분히 이해하고 연구 참여에 동의를 받은 자들이다. 단, 결과를 피험자가 임의로 향상시키는 것을 방지하기 위하여 실험진행과정과 방법들로 제한하여 설명하였다.

이들의 신체적인 특성은 Table 1에서 보는 바와 같다.

Table 1. Physical characteristic of subjects

Subject	Sex	M±SD	
		Age(yrs)	Height(cm)
SP(n=9)	male	22.4±4.45	174.8±2.88
ST(n=9)	male	23.8±1.20	170.6±4.79

2. 연구방법 및 내용

1) 연구방법

본 연구에서 적용된 체간의 운동을 두 가지 방법으로 분류하였다.

직선운동그룹은 체력검사 시 체간의 지구력을 검사하는 윗몸일으키기를 사용하였다. 나선운동그룹에서 체간은 Oatis(2004)가 체간 지구력을 검사하기 위한 측면 교량(side bridge)자세에서 사지의 운동을 나선적인 PNF 패턴을 이용하였다. 이러한 운동은 Rood의 운동발달 4단계 중 마지막 단계인 skill(숙련)을 위한 기술, 즉 체간을 안정화

시키고 사지는 가동하게 만드는 방법을 복합하여 난이도를 높여 적용하였다.

본 실험에 적용되어지는 시간과 강도를 일정하게 하기 위해 2분간의 윗몸일으키기 개수의 75%를 적용하고, 3세트 수행하였다. 기간은 주당 5일(월, 화, 수, 목, 금), 4주 동안 실시하다.

실제로 적용된 운동 치료적 중재는 다음과 같이 실시하였다.

① 시작자세 골반, 하지, 전완에 의해 지지되도록 한쪽으로 눕고 골반을 들어올린다.

② 초기동작 견관절 굴곡, 외전, 외회전과 전완을 회외 상태로 손바닥이 위를 향하도록 하고 시선은 손끝을 향하도록 한다. 다리는 고관절과 슬관절을 신전시킨 상태로 뻗어 늘려준다. 체간은 전방으로 골반은 후방으로 회전되도록 하여 최대한 늘려준다.

③ 후기동작 견관절 신전, 내전, 내회전과 전완을 회내 시키면서 손바닥이 위를 향하도록 한다. 시선은 손끝을 향하도록 하고 다리는 슬관절과 고관절을 굴곡 시키면서 체간으로 끌어올린다. 체간은 후방으로 골반은 전방으로 회전되도록 한다.

2) 연구내용

본 연구의 실험 종류 및 방법은 다음과 같이 실시하였다.

① 슬관절 등척성 수축 검사

슬관절 신전근과 굴곡근에서의 등척성 수축의 peck torque를 측정하기 위해 등속성 근력 장비인 KIN-COM을 이용하였다. 측정 시 먼저 자세를 조정을 실시하였으며, 각 피험자의 신체 구조에 맞도록 의자의 등받이 각도, 측정 장치의 방향, 높이, 각도 및 측정 장치로부터의 의자와의 거리를 조정하였다. 또한 부수적으로 사용된 보조 측정 장치 역시 대상자의 체격조건에 맞게 준비하였다. 일관성을 유지하기 위하여 사전실험과 사후실험에서 동일한 조건을 설정하여 측정을 실시하였다. 실험은 슬관절 신전 0° 상태를 기준으로 0°, 10°, 80° 각도에서 각각 6초 수축, 10초 휴식을 3세트 시행하였고, 6초 동안 3회 수축한 힘의 평균값을 산출하여 결과에 이용하였다.

② 운동력 검사

운동검사는 체간의 동적 지구력을 측정하기 위해 2분 동안의 윗몸일으키기와 체간 안정화 운동 시 나선형 패턴과 유사한 동작인 핸드볼 공 던지기를 실시하였다. 윗몸일으키기는 준비 라는 구령에 두 손을 까지를 끼고 머리 뒤에 얹고 무릎을 굽힌 자세에서 발목걸이에 발목을 걸어 고정 시킨 후에 양 어깨가 지면에 닿은 상태에서 준비 자세를 취한다. 시작 의 신호에 가능한 빠르게 실시하여 2분 동안 기록하였다. 이때 고려되어야 할 점은 반동을 이용하거나 양 팔꿈치가 무릎이나 지면에 닿지 않거나, 머리 뒤 손의 각지가 풀어진 경우 카운트 하지 말아야한다. 그만 이라는 신호에 검사를 마친다. 다음으로 핸드볼 공 던지기는 실험 전에 운동장 조건을 갖춘 후 검사를 시작하였다. 대상자는 직경 2 m 원안에서 던지기 준비를 하고 시작 의 신호에 가능한 멀리 공을 던진다. 검사 시 고려되어야 할 점은 대상자는 편안한 자세로 던지기를 수행하게 하되 뒤에서 달려오는 관성을 이용하거나 던지기 후 장소이탈은 실험값에서 제외하였다. 3회 연속 측정하고, 측정된 값은 평균값으로 산출하여 결과에 이용하였다.

③ 체성분 검사

신체구성성분을 알아보기 위해 생체전기저항(Bioelectrical impedance analysis)을 사용하여 검사를 실시하였다. 대상자는 몸에 있는 금속물을 제거한 후 맨 발로 측정 장비에 올라 양 발을 아래의 전극을 밟고 양 손에 측정기의 손잡이를 잡은 후 직립자세

로 양 팔과 다리를 약간 벌리고 검사자가 장비의 시작 버튼을 눌러 측정을 시작한다. 검사 전에는 운동 수행을 금지하고 공복 상태를 유지해야하며, 수분과 알코올 및 이뇨제 등의 섭취는 금지해야한다. 본 실험에서

는 검사자를 동일한 상황에서 검사하기 위해 사전실험과 사후실험 당일의 식사시간과 식사를 통제하였다.

본 연구에서 사용된 주요 측정 장비와 검사 도구는 다음 Table 2와 같다.

Table 2. Instrument of measuring and test

Measurement Instrument	Model	Manufacture
KIM-COM	PN57638 Rev A 06/95	Chattanooga Group, Inc.
Goniometer	MI49203	JAMAR
Body Composition Analyzer	InBody 4.0	Biospace
Steel Long Tape 50m	KMC 1600	Komelon
Hand Ball	HB212	STAR

3. 통계처리방법

본 연구의 자료는 SPSS/PC ver 12.0 프로그램을 이용하여 실험 전 검사와 실험 후 검사의 결과를 각각 평균과 표준편차를 산출하였다. 실험전과 실험후의 검사 차이를 알아보기 위하여 비교분석(paired t-test)을 실시하였으며, 통계적 유의 수준(α)은 .05로 하였다.

III. 연구결과

1. 신체구성성분의 변화

나선운동남자집단에서는 골격근량이 32.800 ± 3.999 kg에서 33.300 ± 4.074 kg으로 유의하게 증가하였고($p < .05$), 직선운동남자 집단에서는 몸무게와 신장체중비율이 각각 68.900 ± 10.606 에서 69.850 ± 10.382 로 23.580 ± 3.581 에서 23.970 ± 3.385 로 유의한 변화를 보였다($p < .05$).

나선운동집단은 골격근량의 유의한 증가를 나타내 직선운동집단보다 골격근량에 나선운동이 효과적임을 확인할 수 있다. 따라서 4주간 체간 나선방향 운동이 신체적 특성 변화에 기여하는 것으로 판단된다.

Table 2. Change of physical characteristics

variable	M±SD		p	
	before	after		
body weight(kg)	70.689±9.944	70.733± 9.620	.887	
BMI(kg/m ²)	23.156±3.364	23.089±33.197	.643	
waist-hip ratio(W/H)	0.821±0.043	0.819± 0.045	.447	
SP (n=9)	skeletal muscle mass(kg)	32.800±3.999	33.300± 4.074	.004**
	right arm	3.134±0.439	3.153± 0.386	.588
	left arm	3.053±0.433	3.098± 0.437	.034*
	right leg	9.069±0.682	9.204± 0.766	.045*
	left leg	9.023±0.756	9.121± 0.808	.278
	trunk	24.944±2.386	25.067± 2.228	.406

Table 2. Continued

variable	M±SD		p	
	before	after		
body weight(kg)	68.900±10.606	69.850±10.382	.029*	
BMI(kg/m ²)	23.580± 3.581	23.970± 3.385	.024*	
waist-hip ratio(W/H)	0.859± 0.041	0.855± 0.042	.285	
ST (n=9)	skeletal muscle mass(kg)	28.138± 7.097	30.775± 3.262	.305
	right arm	2.901± 0.410	2.953± 0.366	.183
	left arm	2.798± 0.424	2.865± 0.344	.174
	right leg	8.234± 0.867	8.304± 0.774	.451
	left leg	8.179± 0.801	8.280± 0.698	.272
	trunk	23.500± 2.436	23.800± 2.150	.206

2. 운동능력변화

나선운동그룹에서는 2분 동안 윗몸일으키기, 공 던지기, 슬관절 등척성 수축에서 각각 65.56±14.82회에서 76.22±19.72회로

25.711±7.001m에서 27.111±6.187 m로 319.889±112.628N에서 344.578±101.902N로 유의성 있는 증가를 나타내었고(p<.05), 직선운동그룹에서는 윗몸일으키기가 51.67±16.64회에서 61.89±17.97회로 유의적으로 증

가하였다($p < .05$).

따라서 4주간 운동 후의 운동능력 변화는 나선운동그룹에서 운동능력이 고루 증진한 것을 확인할 수 있었다. 또한 4주간 체간 나선방향 운동 후 사지에서 방사선(Irradiation)과 가중(summation)에 의한 교

차운동 효과(cross effect)와 과흐름 효과(overflow effect)는 나선운동그룹에서 관찰되어 사지 내(intralimb), 사지 간(interlimb) 협응에 기여하는 것으로 판단된다.

Table 3. Change of exercise ability

		M±SD		p
		Before	After	
SP (n=9)	sit-up(times for 2mins)	65.56±14.82	76.22±19.72	.048*
	throwing(m)	25.71± 7.00	27.11± 6.19	.043*
	Isometric contraction(N)			
	knee ext	319.89±112.63	344.58±101.90	.033*
	knee flex	217.37± 50.11	231.07± 44.89	.343
ST (n=9)	sit-up(times for 2mins)	51.67±16.64	61.89±17.97	.003**
	throwing(m)	25.23± 2.85	25.06± 2.71	.642
	Isometric contraction(N)			
	knee ext	297.39±29.52	311.45±29.44	.389
	knee flex	209.04±31.51	212.07±31.63	.794

IV. 고찰

본 연구는 체간의 나선방향 운동이 신체에 내적, 외적으로 미치는 변화를 규명하기 위해서 신체구성성분과 운동수행능력의 변화를 관찰하였다. 이와 같이 관찰된 변인들의 결과를 중심으로 논의 해보고자 한다.

1. 신체구성성분의 변화

본 연구 결과 체중/신장² 지수(BMI)는 직선운동그룹에서 유의성 있는 증가를 보였고, 골격근량과 허리-골반 비율(waist-hip ratio)은 다소 증가하였지만 유의성을 발견하지는 못하였다($p < .05$). 나선운동그룹에서는 골격근량에서 유의성 있는 증가를 보였으며, 특히 닫힌사슬운동(closed kinetic chain)을 수행한 오른쪽 다리와 열린사슬운

동(opened kinetic chain)을 수행한 왼쪽 팔에서 유의성 있는 증가가 관찰되었다($p < .05$). 운동계를 활성화 시킬 수 있는 운동 방법은 능동-동적 운동이다. 두 그룹 모두에서 골격근량의 증가는 관찰할 수 있지만, 직선운동그룹에서는 체중과 골격근량의 비교를 통해 다른 요인으로 인한 체중의 증가와, 체중/신장² 지수(BMI)의 유의성을 확인할 수 있다($p < .05$). 반면에 나선운동그룹은 체중에 대한 골격근이 현저한 증가를 보였다. 해부학적으로 체간의 근육은 부위별로 배부, 외측, 복벽으로 나눌 수 있고 깊이 또는 방향별로 나눌 수 있다. 인체는 자극에 대한 반응을 하여 항상성(homeostasis)을 유지시키도록 되어있어, 이러한 다-방향적(multi-directional) 근육을 자극하기 위해서는 선택적인 운동을 실시해야 한다. 신경계의 반응은 감각계에서, 특히 고유수용기에서 받아들이는 구심성 임펄스에 의해서 운동단위의 동원을 결정하는 능력을 갖추고 있다. 근-골격 운동의 운동학적 사슬관계에서 다른 사지에 까지 영향을 미치는 과 흐름 효과(overflow effect)와 신경계와 연관하여 나타나는 상반지배(reciprocal innervation)로 주동근(agonist), 길항근(antagonist)의 협력 수축(co-contraction)은 보다 원활한 움직임을 수행하는데 관여한다.

2. 운동능력의 변화

두 그룹 모두에서 윗몸일으키기는 유의성 있는 증가를 나타내었다($p < .05$). 그러나 직선운동그룹에서 다른 변수들에서는 그러하지 못하였다. 그 이유는 직선운동은 주로

복직근만을 활성화시키기 때문이다. 공 던지기는 나선운동그룹에서 유의성 있는 증가를 확인하였다($p < .05$). 공 던지기는 체간의 움직임을 포함하여 사지의 움직임이 협응적으로 사용되어야 힘을 효율적으로 전달해야 던지기 거리가 증가한다. 이러한 협응은 말초에서 감각 정보를 받아들여 신경계의 처리과정에서 인지하고 자동화하기 때문에 유사한 움직임의 반복적인 훈련으로 인한 발달로 생각할 수 있다. 나선운동그룹에서는 기립 시 주동근으로 사용되는 슬관절 신전근에서 유의성 있는 근력증가를 관찰하였다($p < .05$). 따라서 운동을 원활하게 수행하기 위해서는 신경계, 근-골격계, 연골-건막계의 상호연계가 필수적이다.

최근 과학 기술의 발달로 현재 많은 연구에서 원인과 결과를 분석하여 결과를 개선해 나아가는 검증되어진 적용을 실시한다. 따라서 본 연구의 결과물들은 체간의 나선방향운동의 효과를 이용한 운동 치료적 중재의 역할, 다 방향적 효과 그리고 근재교육의 중요성을 인지하고, 잠재적 내재적 능력을 발휘하는 데 유용한 자료가 될 것이다. 또한 이러한 많은 연구들이 중추와 말초의 통합적인 운동 치료적 중재의 새로운 학문적 기류에 대비한 발전을 기대한다.

V. 결과

본 연구는 체간의 나선운동을 운동 치료

적 중재로 이용하여, 운동치료 중재의 방향적 중요성을 인지하고, 능동-동적인 체간운동의 효과를 규명하기 위한 기초 자료를 구하는데 목적을 두고 시도되었다. 이러한 연구의 목적을 달성하기 위해 4주간 체간의 나선방향 운동의 효과를 대상자의 내적, 외적 신체 특성의 변화를 측정, 체중/신장² 지수, 허리-골반 비율, 골격근량, 2분 동안의 윗몸일으키기, 공 던지기 그리고 슬관절 굴곡·신전 수의적 등척성 수축력으로 확인하였다.

본 연구의 대상자는 임의의 결과 변조를 방지하기 위해서 단지 연구에 필요한 과정만을 충분히 이해하고, 실험참가에 동의한 실험의 결격사유가 없는 활동력 있는 남자 대학생 18명을 대상으로 하였다. 대상자를 임의로 나선운동그룹과 직선운동그룹으로 나누어 4주간 주당 5일(월, 화, 수, 목, 금), 강도는 2분간 윗몸일으키기를 실시하여 75%의 개수를 구하였다. 피로를 제한하기 위해 충분한 휴식과 함께 3회 실시하였다. 연구결과의 분석은 실험전과 실험후의 검사 차이를 알아보기 위하여 비교분석(paired samples t-test)을 실시하였다. 그 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

첫째, 신체 내적 변화를 나타내는 신체구성성분변화는 나선운동그룹은 골격근량이 유의적으로 증가하였지만, 직선운동그룹에서는 체중의 유의한 증가에 비해 골격근량의 증가는 유의성이 없었다($p < .05$). 신체 외적 변화를 관찰하기 위한 운동능력변화는 나선운동그룹에서는 2분 동안 윗몸일으키기, 공 던지기, 슬관절의 수의적 등척성 수축(신전)에서 유의한 증가를 나타내었지만,

복직근 위주의 근육을 운동한 직선운동그룹에서는 2분 동안 윗몸일으키기에서만 유의성 있는 증가를 확인할 수 있다($p < .05$). 이와 같이 나선운동에서 보다 나은 결과를 낳은 것은 신경계와 근-골격계 상호 협동적인 결과이며, 운동력의 증가는 원활하고 효율적인 움직임의 위한 학습인지와 근재교육 효과로 보여 진다.

참고문헌

- 오정환, 권오석, 이동진, 남택길, 최수남 : 運動力學的 原理를 活用한 效率의인 運動方法. 한국체육교육학회 학술발표, 9;167-188, 2003.
- 황환익 등 : 운동처방. 서울: 영문출판사. 2001.
- Adler, S.S., Beckers, D. & Buck, M. : PNF in Practice: an illerstrated guide. 1994.
- Adlerton, A., Moritz, U., & Moe-Nilssen, R. : Forceplate and accelerometer measures for evaluating the effects of muscle fatigue on postural control during one-legged stance. Physiotherapy Research International, 8(4);187-199, 2003.
- Akuthota, V. & Nadler, S.F. : Core strengthening. Archive Physical Medicine Rehabilitation, 85(3 Suppl 1). 86-92, 2004.
- Beam, J.W. : Rehabilitation including sports-specific functional progression for the competitive athlete. Bodywork and Movement Therapies, 6(4);205-219,

- 181-189, 2002.
- Cowan, S.M., Schache, A.G., Brukner, P., et al : Delayed onset of transversus abdominus in long-standing groin pain. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 36(12);2040-2045, 2004.
- Kirkesola, B.S. : A concept exercise and active treatment of musculoskeletal disorders. S-E-T article. 2000.
- Lavender, S.A., Tsuang, Y.H., Andersson, G.B., et al. : Trunk muscle co-contraction while resisting supplied moments in a twisted posture. *Ergonomics*, 36;1145, 1992.
- McGill, S. : Low back disorders; evidence-based prevention and rehabilitation. Champaign(IL):Human Kinematics. 2002.
- Muscolino, J.E. & Cipriani, S. : Pilates and the "powerhouse"-II. *Bodywork and Movement Therapies*, 8;122-130, 2004.
- Neumann, D.A. : Kinesiology of the musculoskeletal system : Foundation for physical for rehabilitation. St. Louis, Missouri : Mosby, inc. 2002.
- Oatis. C.A. : Kinesiology: The mechanics & pathomechanics of human movement. Philadelphia: Williams & Wilkins Inc. 2004.
- Oschman, J. : Energy Medicine. Churchill Livingstone, Edinburgh. 2000.
- Riemann, B.L. & Lephart, S.M. : The sensorimotor system, part I: the physiologic basis of functional joint stability. *Journal of Athletic Training*, 37(1);71-79, 2002.
- Sahrmann, S. : Diagnosis and treatment of movement impairment syndromes. St Louis: Mosby. 2002.
- Sapsford, R. : Rehabilitation of pelvic floor muscles utilizing trunk stabilization. *Manual Therapy*, 9;3-12, 2004.