

비만치료 전후 체간 근력 변화에 관한 연구*

홍서영·박지현·이한길·김현수**

The Change of Isokinetic Trunk Muscle Strength after Reduction of Body Weight

Hong Seo-young, Park Ji-Hyun, Lee Han-Kil, Kim Hyun-Soo

Dept. of Oriental Rehabilitation Medicine, College of Oriental Medicine, DaeJeon University

Objectives : In order to investigate change of isokinetic trunk muscle strength according to decrease of body composition analysis parameter after obesity treatment.

Methods : 2 obese patients have been treated with oriental medical obese treatment for 1 month. One patient got the exercise treatment, another didn't. Before and after treatment, the segmental bioelectrical impedance analysis, isokinetic trunk muscle strength test were performed. Then we analyzed the relationship of data.

Results : After obesity treatment, BMI(Body Mass Index), PBF(Percentage of Body Fat), WHR(Waist Hip Ratio) were decreased in all patient and LBM(Lean Body Mass) was increased.

In non-exercise patient, Ext.PT(extension Peak Torque) was decreased and Flex.PT(flexion Peak Torque) was increased. In exercise patient showed the opposite results. E/F ratio became more imbalance.

Conclusions: Ext.PT was decreased in non-exercise patient but increased in exercise patient. And the trunk muscle strength became imbalance in both patients, right after the treatment. So trunk muscle exercise should be carried out and it is necessary to do long term study.

Key word : Obesity, Body Composition Analysis, Isokinetic Trunk Muscle Strength

I. 서론

비만은 인체를 구성하고 있는 수분, 단백질, 무기질 및 지방 등의 성분 중에서 특히 체지방이

정상보다 많아진 상태로, 이는 음식물로 섭취한 칼로리가 신체활동으로 소모된 칼로리보다 많은 경우로 잉여 칼로리가 체지방으로 축적된 경우를 말한다¹⁾.

비만한 사람들에서 고혈압, 뇌졸중, 당뇨, 동맥경화, 고지혈증, 관상동맥질환, 호흡기 질환, 간경화 뿐 아니라 체중부하에 의한 관절염, 근력약화에 의한 요통 등 근골격계의 만성 퇴행성 질환

* 이 논문은 2008학년도 대전대학교 교내학술연구조성비 지원에 의한 것입니다.

** 대전대학교 한의과대학 한방재활의학교실

· 교신저자 : 홍서영 · E-mail : hongsy@dju.kr

의 유병률이 높다는 보고가 이루어지며 비만에 대한 사회적 관심은 점점 높아지고 있는 실정이다^{2,3)}.

비만과 체성 통증질환의 상관성에 관한 연구는 McGoey⁴⁾의 비만인에서 체중감량이 근골격계의 통증을 감소시키는데 유효하였다는 연구발표를 기점으로 활발해지고 있다. 이러한 연구는 특히 요통에 관한 연구가 많은 부분을 차지하고 있으며 Mirtz는 비만이 요통의 유효한 위험인자인지에 대해 연구하였고⁵⁾, Toda는 비만 지표 중 WHR(waist-hip ratio)과 LBM(lean body mass)가 요통과 관련이 있음을 밝혀 체성분 변수를 요통의 진단 지표로 사용할 수 있는 기초자료를 제공하였다⁶⁾. 이후 비만과 요부의 구조적 특징에 대한 연구⁷⁾와 비만과 요부의 근육 기능적 특징에 대한 연구⁸⁾가 계속되고 있다.

최근 박^{9,10)}은 체성분 분석변수와 요추부의 X-ray소견, 요부 등속성 근력 측정을 연구하여 비만인에서의 요통은 요추부의 과전만등의 구조적인 부분보다는 요추부의 근력 약화, 요추부 굴곡근과 신전근의 불균형 등 근육기능적인 부분에서 기인한다고 하였다.

본 연구는 생체전기저항분석법(Bio-electrical impedance analysis, BIA)을 이용하여 비만관련 지표를 측정하고 등속성 장비를 이용하여 요부 근력을 측정한 후, 비만치료를 시 체성분 분석변수가 낮아짐에 따른 요부근력과 신전근-굴곡근 비율 변화의 관찰을 통하여 체성분 분석변수와 근력의 관계에 대한 보다 임상적인 접근을 시도하였으며, 비만한 요통환자 치료시 요부의 운동을 배제한 비만의 치료가 갖는 유효성에 관해 고찰하였다.

II. 연구방법

1. 측정방법

1) 체성분 분석 방법

생체전기저항분석법을 이용한 측정은 Inbody 720((주)Biospace, 서울, 대한민국)을 사용하였다. 피검자가 직립자세를 취한 후 스타트버튼을

누르면 임피던스 측정 장치는 오른팔, 왼팔, 몸통, 오른쪽 다리, 왼쪽 다리에서 6가지 주파수(1, 5, 50, 250, 500KHz, 1MHz)대역으로 인체부위별 전기저항을 측정하였다. 체성분 분석 변수 중 BMI, PBF, WHR, VFA를 선별하였다.

체질량지수 분포에서 BMI는 체중/신장²(Kg/m²)으로 25이상이면 비만으로 진단할 수 있으며, 25-30미만은 1단계 비만, 30-40미만은 2단계 비만, 40이상은 3단계인 고도비만으로 분류 된다¹⁾. 본 연구에서는 25미만을 정상군, 25이상을 비만군으로 하였다. PBF는 몸에서 차지하는 지방 조직의 비율을 나타내는 수치로 정상 범위는 남자의 경우 15-18%, 여자의 경우 20-25%이고, 경계범위는 남자의 경우 19-25%, 여자의 경우 26-30%으로 본 연구에서는 남자의 경우 25%초과, 여자의 경우 30%초과를 기준으로 정상군과 비만군을 분류하였다. WHR은 배꼽 선에서 측정한 허리 둘레를 엉덩이의 최대 돌출부 둘레로 나눈 비율인데 여자의 경우 0.7-0.8, 남자의 경우 0.75-0.85가 정상범위이며, 여자의 경우 0.85이상, 남자의 경우 0.90이상에서 복부 비만군으로 그 이하를 정상군으로 정의하였다¹⁾. LBM는 제지방량으로 체중에서 지방을 제외한 중량을 나타내며, 환자의 체중을 기준으로 한 이상적 제지방량과 비교하여 백분율(%)로 나타내었다.

2) 요부 근력 측정 방법

CYBEX NORM System(cybex770+ TMC, USA)의 등속성 운동 프로그램중 Trunk Extension Flexion(이하 TEF) Program을 이용하여 측정하였다. 본 검사를 실시하기 앞서 실험 절차에 대하여 자세히 설명한 후, 준비운동(Warm-up exercise)으로 대상자의 능력에 따라 50Watt로 약 5분에서 10분간의 자전거 타기를 실시한 후 5분간 허리 유연운동을 시켰다. 피험자를 TEF System의 발판위에 올라서게 한 다음 허리운동의 중심관절 위치인 장골능(iliac crest)에서 3.5cm 아래에 위치하는 제5요추와 제1천추 사이에 오도록 발판의 높이를 조절하였다. 양하

지는 골반대로 단단히 고정한 후 대퇴패드와 경골패드로 안전하게 고정시켰다. 또한 천골 패드를 전후로 이동시켜 피험자의 중상액와(midaxillary line)가 회전축의 중심을 지나도록 조절하였다. 견갑골 패드를 견갑골 중앙에 위치시키고 흉부패드의 양끝 연결고리를 견갑골 패드와 연결시켜 상체를 완전히 고정시킨 후 양손으로 흉부패드의 앞에 있는 손잡이를 잡도록 하였다. 운동가동 범위의 각도를 조절하여 검사 중 허용된 각도 이상의 운동을 제한하였다.

굴곡 및 신전 운동시의 운동범위(ROM)를 결정 한 후 운동부하는 각속도 60/sec에서 5회 반복하여 측정하였다. 측정변인으로는 최대근력(Peak torque, PT), 단위체중 당 최대근력(peak torque/Body weight, PT/BW), 신전근력-굴곡근력 비율(E/F ratio)의 요인을 검사하였다.

2. 연구방법

본 연구는 체성분 분석 검사(BMI, PBF, WHR) 상 비만으로 진단받은 2례를 대상으로 하였다. 치료기간은 1달로 치료 시작시점과 종료시점에 각각 체성분 분석, 요부 근력측정을 시행하였다. 증례 1은 약물치료, 이침, 체지방분해침, 저주파치료, 식이요법을 시행하였고 증례 2는 운동요법을 병행하였다.

1) 비만에 대응하는 경험방(창출 12g, 의이인 12g, 건울 8g, 나복자 6g, 오미자 4g, 맥문동 4g, 천문동 4g, 석창포 4g, 길경 4g, 마황 6g, 상백피 4g, 대황 2g)을 가감하여 1일 2첩 3회 복용하도록 하였다.

2) 耳鍼(神門, 內分泌, 脾點, 胃點, 飢點)을 좌우 교대로 1주에 2회 시술하였다.

3) 하복부의 지방층에 장침을斜刺한 후 저주파치료기 Lipodren(Sormedic, Spain)을 이용하여 25Hz로 30분, 65Hz로 15분, 45분간 유침하였다.

4) 전침치료 후에는 저주파지방분해치료기인

Samson(Nemectron, Germany)를 복부와 양측 대퇴부에 패드형으로 장착하여 저주파 자극을 주었다.

5) 식이요법으로 일일 섭취량을 남성의 경우 1500Kcal 내외, 여성의 경우 1200Kcal 내외로 섭취하도록 권고하였다.

6) 운동요법으로 1일 2회 트레드밀에서 30분간 평균 5~6km/h의 속도로 체중부하 유산소운동을 실시한 후 싸이클을 30분간 시행하였다. 또한 1일 1회 30분간 요부 등속성 운동을 실시하였다.

III. 증례

1. 증례 1

1) 환자

○○, 여자/ 42세

2) 발병일

1995년

3) 치료기간

2009년 5월 25일부터 2008년 6월 22일까지

4) 체성분 분석변수

BMI는 치료전 32.6, 치료후 30.7, PBF는 치료전 44.1, 치료후 41.0의 분포를 나타내었다. WHR은 치료전 0.99, 치료후 0.95, LBM은 치료전 76.0, 치료후 78.6을 나타내었다. 비만 치료후 BMI, PBF, WHR의 체성분 분석변수는 감소하였고, LBM은 증가하였다.

Table 1. The Change of BMI, PBF, WHR, LBM after Treatments

	Treatment stage		
	Pre-treatment	Post-treatment	
BMI	32.6	30.7	-1.9
PBF	44.1	41.0	-3.1
WHR	0.99	0.95	-0.04
LBM	76.0	78.6	+ 2.6

BMI : Body Mass Index(Kg/m²)

PBF : Percentage of Body Fat(%)

WHR : Waist Hip Ratio

LBM: Lean Body Mass

5) 요부 근력 측정 변수

굴곡근PT는 치료전 122, 치료후 159, 굴곡근 PT/BW는 치료전 158, 치료후 218의 분포를 나타내었다. 신전근PT는 치료전 119, 치료후 88, 신전근PT/BW는 치료전 155, 치료후 122를 나타내었다. 비만 치료 후 굴곡근력은 치료전에 비해 증가하였으며 신전근력은 감소하는 경향을 나타내었다.

E/F ratio는 치료전 1 : 1.03, 치료후 1 : 1.81로 나타났다.

Table 2. Trunk Muscle Strength Distribution according to Treatment

	Treatment stage		
	Pre-treatment	Post-treatment	
Flex. PT	122	159	+ 37
Flex. PT/BW	158	218	+ 60
Ext. PT	119	88	-31
Ext. PT/BW	155	122	-30
E/F ratio	1 : 1.03	1 : 1.81	

Flex.PT :Flexion Peak Torque(Nm)

Flex.PT/BW :Flexion Peak Torque per

Body Weight(Nm)

Ext.PT :Extension Peak Torque(Nm)

Ext.PT/BW :Extension Peak Torque per Body Weight(Nm)

2. 증례 2

1) 환자

김○○, 남자/ 18세

2) 발병일

2005년

3) 치료기간

2008년 9월 1일부터 2008년 9월 23일까지

4) 체성분 분석변수

BMI는 치료전 40.0, 치료후 36.9, PBF는 치료전 36.8, 치료후 35.9의 분포를 나타내었다. WHR은 치료전 1.03, 치료후 0.98, LBM은 치료전 72.6, 치료후 75.6을 나타내었다. 비만 치료 후 BMI, PBF, WHR의 체성분 분석변수는 감소하였고, LBM은 증가하였다.

Table 3. The Change of BMI, PBF, WHR, LBM after Treatments

	Treatment stage		
	Pre-treatment	Post-treatment	
BMI	40.0	36.9	-3.1
PBF	36.8	35.9	-0.9
WHR	1.03	0.98	-0.05
LBM	72.6	75.6	+ 3.0

BMI : Body Mass Index(Kg/m²)

PBF : Percentage of Body Fat(%)

WHR : Waist Hip Ratio

LBM: Lean Body Mass

5) 요부 근력 측정 변수

굴곡근PT는 치료전 194, 치료후 142, 굴곡근 PT/BW는 치료전 149, 치료후 120의 분포를 나타내었다. 신전근PT는 치료전 206, 치료후 323, 신전근PT/BW는 치료전 161, 치료후 274를 나타내었다. 비만 치료 후 굴곡근력은 치료전에 비해 감소하였으며 신전근력은 증가하는 경향을 나타내었다.

E/F ratio는 치료전 1 : 1.06, 치료후 1 : 2.27로 나타났다.

Table 4. Trunk Muscle Strength Distribution according to Treatment

	Treatment stage		
	Pre-treatment	Post-treatment	
Flex. PT	194	142	-52
Flex. PT/BW	149	120	-29
Ext. PT	206	323	+117
Ext. PT/BW	161	274	+113
E/F ratio	1 : 1.06	1 : 2.27	

Flex.PT :Flexion Peak Torque(Nm)

Flex.PT/BW :Flexion Peak Torque per Body Weight(Nm)

Ext.PT :Extension Peak Torque(Nm)

Ext.PT/BW :Extension Peak Torque per Body Weight(Nm)

IV. 고찰

현대의 경제적인 성장에 따라 식생활이 개선되고, 산업구조의 변화에 따라 활동량이 감소되며 과체중과 비만체형의 발생빈도는 지속적으로 증가하고 있다¹⁾. 이러한 비만은 전 연령대에서 문제를 야기하고 있으며 특히 성인에서 사망으로 이어질 수 있는 고혈압, 뇌졸중, 당뇨, 동맥경화, 고지혈증, 관상동맥질환 등과 유관하여 비만에 대한 적극적인 관리가 요구된다.

또한 삶의 질에 대한 관심이 높아지면서 비만

과 체성 통증 질환의 연관성에 대한 연구도 활발해지고 있다. 이러한 연구를 통해 비만과 골격의 구조적 변화, 비만과 근육의 기능적 변화의 연관성에 대해 다양한 보고가 되어지고 있다.

그중 요통은 비만과 연관해 다양한 연구가 이루어지고 있다. Liuke¹¹⁾는 BMI상 비만에서 요추추간판의 퇴행성변화가 정상군에 비해 가속화된다는 보고를 하였고, Hooper¹²⁾는 근골격계 통증을 호소하는 비만인에서 체중의 감량 후 증상이 호전되었다는 보고를 하였다.

이에 박^{9,10)}은 체성분 분석과 요부 근력측정 검사의 비교를 통해 PBF, WHR상 비만군에서는 신전근 단위체중당 최대근력이 정상군에 비해 유의성 있게 저하되어 있고, 비만 관련 지표 중 PBF는 상관분석에서 굴곡근 최대근력, 굴곡근 단위체중당 최대근력, 신전근 최대근력, 신전근 단위체중당 최대근력과 유의성 있는 음적 상관관계를 나타낸다고 하여 체지방 분석변수와 요부 근력 측정 변수의 연관성을 밝혔다. 또한 비만과 체성분 분석 변수와 X-선 소견(요천추각, 요추전만각, 요추중력중심선)을 분석하여 비만인에서 유의성 있는 구조적 변화는 나타나지 않다고 하여 비만이 신체의 기능적 변화에 미치는 영향이 더 크다고 보고하였다.

비만인에서의 이러한 근력 변화는 요부의 통증을 유발할 수 있는 근력의 변화, 즉, 신전근력의 저하와 그에 따른 E/F ratio의 변화와 유사한 양상을 띤다. Langrana¹³⁾, Mayer¹⁴⁾ 등의 연구에서 정상인의 E/F ratio는 1.0-1.6정도로 나타나며 요통군에서 신전근력이 약화되어 E/F ratio가 1.0에 가깝게 감소하는 것을 감안할 때 비만지표가 올라갈수록 유사한 근력의 변화가 나타난다.

본 연구에서는 비만지표가 근력의 변화를 대별할 수 있는지에 관해 좀더 임상적으로 접근하여 비만인 사람에게서 비만 치료를 하였을 때 나타나는 체성분 분석변수와 요부근력의 변화를 관찰하였다.

2례의 비만환자 중 증례 1은 한 달간 단순한 비만 치료만을 실시하였고, 증례 2는 비만치료에 요부 근력강화를 위한 운동치료를 병행하였다.

또한 정확한 비만의 진단을 위해 생체전기저항분석법(BIA)을 이용하여 치료 전,후의 체질량 지수(BMI), 체지방률(PBF), 복부지방률(WHR), 내장지방(VFA)의 변수를 측정하였다. 요부 근력을 측정하기 위해 CYBEX NORM System(cybex 770+TMC, USA)을 이용하여 등속적(isokinetic)방법으로 최대근력(Peak torque, PT), 단위체중 당 최대근력(peak torque/Body weight, PT/BW), 신전근력-굴곡근력 비율(E/F ratio)의 요인을 검사하였다.

증례 1에서 BMI는 치료전 32.6, 치료후 30.7, PBF는 치료전 44.1, 치료후 41.0의 분포를 나타내었다. WHR은 치료전 0.99, 치료후 0.95, LBM은 치료전 76.0, 치료후 78.6을 나타내었다. 비만 치료 후 BMI, PBF, WHR의 체성분 분석변수는 감소하였고, LBM은 증가하였다.

증례 1에서 굴곡근PT는 치료전 122, 치료후 159, 굴곡근PT/BW는 치료전 158, 치료후 218의 분포를 나타내었다. 신전근PT는 치료전 119, 치료후 88, 신전근PT/BW는 치료전 155, 치료후 122를 나타내었다. 비만 치료 후 굴곡근력은 치료전에 비해 증가하였으며 신전근력은 감소하는 경향을 나타내었다.

E/F ratio는 치료전 1 : 1.03, 치료후 1 : 1.81로 나타났다.

증례 2에서 BMI는 치료전 40.0, 치료후 36.9, PBF는 치료전 36.8, 치료후 35.9의 분포를 나타내었다. WHR은 치료전 1.03, 치료후 0.98, LBM은 치료전 72.6, 치료후 75.6을 나타내었다. 비만 치료 후 BMI, PBF, WHR의 체성분 분석변수는 감소하였고, LBM은 증가하였다.

증례 2에서 굴곡근PT는 치료전 194, 치료후 142, 굴곡근PT/BW는 치료전 149, 치료후 120의 분포를 나타내었다. 신전근PT는 치료전 206, 치료후 323, 신전근PT/BW는 치료전 161, 치료후 274를 나타내었다. 비만 치료 후 굴곡근력은 치료전에 비해 감소하였으며 신전근력은 증가하는 경향을 나타내었다.

E/F ratio는 치료전 1 : 1.06, 치료후 1 : 2.27로 나타났다.

2례 모두 BMI, PBF, WHR은 감소하여 비만도가 감소되었고, LBM은 증가하여 체간의 근육비율이 증가되었으나 LBM이 100%미만으로 이상적인 체간의 근육량에는 미치지 못하였다.

증례 1의 경우, 치료 전 굴곡근 PT에 비하여 신전근 PT가 감소되어 있었으나, 치료 후 굴곡근 PT가 증가하고, 신전근 PT가 감소하였다. 또한 E/F Ratio는 치료 후 정상범위에서 벗어나는 경향을 보였다. 즉 체중감량을 통해 굴곡근 PT, 신전근 PT의 변화를 보였으나, 이 변화는 오히려 요통 환자들에게 보이는 신전근 PT 저하 및 정상 E/F Ratio의 변화와 유사한 양상으로 나타났다.

한편 운동치료를 병행한 증례 2의 경우, 치료 전 굴곡근 PT에 비해 신전근 PT가 다소 높은 양상을 보였으며, 치료 후 굴곡근 PT가 감소하고, 신전근 PT가 증가하였다. 따라서 신전근 PT의 상대적 증가가 요통의 예방에 도움을 줄 것으로 판단되나, 신전근 PT의 과도한 증가로 오히려 E/F Ratio가 정상범위에서 벗어나는 결과가 나타났다.

이상의 두 증례를 통해 볼 때, 비만치료를 있어 체계적인 운동치료를 병행이 요통의 예방이란 측면에서 보았을 때, 신전근 PT 강화라는 좀 더 의미 있는 결과를 도출한 것으로 판단된다.

또한 이전의 연구에서 비만인과 요통의 경우 공통적으로 신전근 PT의 저하와 체간 근력의 불균형을 확인하였고, 따라서 본 연구를 통해 체중감량 후 신전근 PT의 증가와 체간근력의 균형이라는 결과를 얻을 것으로 기대하였다. 하지만 두 증례의 결과에서 보듯이 치료 전 후 굴곡근 PT, 신전근 PT의 변화가 보이기는 하였으나, 각기 다른 양상의 변화가 관찰되었으며, 특히 두 증례에서 모두 굴곡근과 신전근 PT의 불균형이라는 결과를 초래 하였다. 이는 약 1개월 정도의 체중감량 과정 중 혹은 체중감량 직후 신전근 PT의 강화와 근력의 균형상태에 이르지 못함을 나타내는 결과로 생각되며, 이의 확인을 위해 향후 체중감량 이후 일정 시간 경과 후의 체간 근력의 변화 양상을 확인하는 과정이 요할 것으로 판단한다.

또한 일반적인 체간의 운동 효과와, 체중감량 특히 복부비만의 개선 후 나타나는 체간의 근력 변화를 비교하기 위한 대조군 연구도 향후 요할 것으로 생각한다.

V. 결 론

비만 치료 전후 근력의 변화 양상을 살펴 본 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 비만 치료만 실시한 경우에서 치료 후 굴곡근의 PT가 증가하고 신전근의 PT는 감소하였다.
2. 비만 치료만 실시한 경우에서 치료 후 E/F Ratio는 정상범위에서 벗어나는 경향을 보였다.
3. 비만 치료와 운동 치료를 병행한 경우 치료 후 굴곡근PT가 감소하고, 신전근 PT가 증가하였다.
4. 비만 치료와 운동 치료를 병행한 경우 치료 후 E/F Ratio는 정상범위에서 벗어나는 경향을 보였다.

참고문헌

1. 한방재활의과학회 : 한방재활의학, 서울, 군자출판사, 2005, pp.384 ~ 389.
2. 심경원, 이상화, 이홍수 : 체질량지수와 질병이환의 관련성, 대한비만학회지, 2001, 10(2):147 ~ 155.
3. 강중원 : 퇴행성 슬관절염과 비만과의 상관성에 관한 임상 연구, 대한침구학회지, 2005, 22(6):17 ~ 26.
4. McGoey BV, Deitel M, Saplys RJ, Kliman ME : Effect of weight loss on musculoskeletal pain in the morbidly obese, J Bone Joint Surg., 1990,

- 72(2):322 ~ 323.
5. Mirtz TA, Greene L : Is obesity a risk factor for low back pain? An example of using the evidence to answer a clinical question, Chiropr Osteopat., 2005, 13(1):2.
6. Toda Y, Segal N, Toda T, Morimoto T, Ogawa R : Lean body mass and body fat distribution in participants with chronic low back pain, Arch Intern Med., 2000, 160(21):3265-3269.
7. 김영수 : 요통건강정보, 스포츠과학연구논집, 1995, 234-237.
8. 강성규, 김창환, 김병원 : 만성요통환자의 체지방량과 체지방 분포에 따른 등속성 근력발현의 특성 분석, 한국스포츠리서치, 2006, 17(3):187-198.
9. 박지현, 안순선, 최용훈, 홍서영, 허동석, 윤일지 : 체성분 분석 변수와 요부 등속성 근력 측정을 근거로 한 비만과 요통의 관계, 한방재활의학회지, 2008, 18(4):147-159.
10. 박지현, 홍서영 : 체성분 분석 변수와 X-선 소견을 근거로 한 비만과 요통의 관계 연구, 한방재활의학회지, 2009, 19(2):289-302.
11. Liuke M, Solovieva S, Lamminen A, Luoma K, Leino-Arjas P, Luukkonen R, Riihimäki H : Disc degeneration of lumbar spine in relation to overweight, International journal of Obesity, 2005, 29(8):903-908.
12. Hooper MM, Stellato TA, Hallowell PT, Seitz BA, Moskowitz RW : Musculoskeletal findings in obese subjects before and the after weight loss following bariatric surgery, International journal of Obesity, 2007, 31(1):114-120.
13. Lagrana N, Stover CN : The correlation of clinical and cybex

Isokinetuc-Isometric Assessment of back strength and its application to the pre-employment physical examination, Proceeding of the 30th Annual Conference on Engineering in Medicine and Biology, 1977, 19:187.

14. Mayer, T.G. : How the sports medicine approach can help using physical measurement to assess low back pain, The journal of Musculoskeletal Medicine, 1985. 2(6);44-59.