



12주간 필라테스운동이 비만여성의 Retinol-binding protein 4, 체지방률 및 HOMA 지수에 미치는 영향*

김용규 · 이정윤** (원광대학교) · 이서형 (원광대학교체육청소년연구소)

국문초록

본 연구의 목적은 필라테스 운동이 중년 비만여성의 RBP-4 와 HOMA 지수에 미치는 영향을 알아보는데 있다. 연구대상으로는 체지방률 30%이상 되는 비만여성 26명을 무선표집하여 운동집단 13명, 통제집단 13명으로 나누어 필라테스 운동을 12주 동안 실시하였다. 분석변인으로는 RBP-4, 체지방률, 인슐린, 글루코스 및 HOMA 지수를 분석하였으며 모든 데이터는 SPSS23.0을 이용하여 평균과 표준편차를 구하였으며 반복측정에 의한 이원분산 분석(two-way ANOVA repeated measures), independent t-test를 이용하여 통계처리 하였다. 그 결과 다음과 같은 결론을 얻었다. 첫째 RBP-4 는 운동 군에서 유의한 감소를 보였으나 통제군 에서는 유의한 변화가 없었다. 둘째 체지방률은 운동 군에서 유의한 감소를 보였으나 통제 군에서는 유의한 변화가 없었다. 셋째 인슐린, 글루코스 및 HOMA 지수는 운동 군에서 유의한 감소를 보였으나 통제 군에서는 유의한 변화를 보이지 않았다. 본 연구결과 필라테스 운동은 체지방감소를 통한 RBP-4, 인슐린 저항성에 긍정적인 영향을 미친 것으로 보인다.

주요어 : 비만, RBP-4, HOMA 지수, 필라테스운동

1229-7836/17/465

Copyright© 2017 by the Korean Society of Dance Science

Submitted for publication March 2017

Accepted for publication April 2017

* 본 논문은 2017년도 원광대학교 교내 연구비 지원에 의하여 연구되었음

** 교신저자 : ljw@wku.ac.kr

I. 서 론

1. 연구의 필요성과 목적

인간에서 Retinol-binding protein4(RBP-4)의 농도는 BMI, 복부비만, 그리고 공복 시 인슐린 수치와 정적상관관계가 있으며 RBP-4 수치는 손상된 당 내인성이나 정상혈당조절과 관련된 당뇨병 환자들에서 증가하며 RBP-4 혈중 수치는 운동으로 인해 향상된 인슐린 민감성으로 낮아졌다고 알려져 있다(Graham 등, 2006). Kloting 등(2007)은 비만인 들의 경우 마른사람에 비해서 RBP-4 농도가 2-3배 높았고 혈중에서 RBP-4와 결합하여 안정화시키는 transthyretin 농도 또한 35% 증가하였으며 지방세포 크기와 RBP-4는 정비례함을 보고하였다. 즉 비만으로 증가되는 체지방이 RBP-4의 증가에 주된 원인으로 보고 있는 것이다. 또한 RBP-4 농도는 비만인, 그리고 제2형 당뇨병을 가지고 있는 피험자들에게서 높게 나타나면서 대사증후군의 진단 지표와도 상관관계를 보이는데 특히 비만도가 높아지는 중년여성에서 젊은 여성층 보다 높게 나타나는 것으로 알려져 있다(Lim 등, 2008). RBP-4와 비만과의 관련된 연구들을 살펴보면 동물 뿐(Yang 등, 2005) 아니라 인체에서도 비만과의 연관성은 여러 차례 보고된 바 있다. Ng 등(2007)은 칼로리 제한, Broch 등(2010)은 위 절제 수술을 통한 체중감소와 RBP-4 감소를 보고하였으며 Graham 등(2006)은 운동을 통한 RBP-4 감소를 보고함으로써 비만개선과 RBP-4 감소가 관련성이 있는 것으로 보여 진다. HOMA 지수는 기존 인슐린저항성 측정의 단점을 보완하고자 Mattew 등(1985)에 의해서 고안된 것으로 가장 간단 하면서 기존검사인 정상혈당클램프법과 독립적인 연관성을 보임으로써 인슐린저항성측정을 위한 임상 및 역학연구에 유용하다고 평가받고 있다. 인슐린저항성이란 인슐린이 부족하지 않은 상태에서 인슐린 작용이 감소된 상태를 말하는 것으로 (Goodpaster 등, 2003) 특히 나이가 들어감에 따라 활동량 저하, 근육 량 감소, 비만 등의 영향을 받아 인슐린에 대한 조직의 저항성 증가가 함께 인슐린결핍이 동반되면서 제2형 당뇨병을 유발하거나 악화시키는 요인으로 지적되고 있다(Nam, 2007). 제2형 당뇨병환자의 90-95%는 인슐린저항성을 기저로 하며 이로 인한 제2형 당뇨병 유병률은 전 세계적으로 모든 연령대의 성인에서 증가하고 있으며(King, 등 1998) 우리나라의 경우에도 코호트 연구결과 40세 이상에서 노화가 진행 될수록 당뇨병의 유병률이 통계학적으로 의미 있게 증가한다는 보고들이 나오고 있다(Kim 등,2008; Oh 등,2007). Kumagai 등(2005)에 따르면 과다한 체지방축적과 신체활동부족이 지방대사장애에 기인한 인슐린저항성의 중요한 원인이 된다고 하였으며 이 같은 인슐린저항성이 고인슐린혈증, 고혈압, 고지혈증 등 복합대사질환을 초래하게 된다고 하였다. 따라서 신체활동은 대사적 이상 요인과 관상동맥질환과 관련된 위험요인들의 개선과 함께 체중감소와 인슐린저항성을 향상시켜 혈당처리능력을 향상시킨다(Haluzikova 등, 2000)고 밝히고 있다. 한편 필라테스 운동의 효과를 보면 이재선(2011)은 필라테스 매트운동과 소도구 운동 형태를 비교한 연구에서 심박수, 최대산소섭취량 등 유산소운동효과가 유의한 차이가 없는 것으로 보고하였으며 조완주(2015)는 필라테스 매트운동프로그램을 통해 신체구성등에 긍정적인 영향을 미쳤다고 보고하였다. 이에 반해 RBP-4에 대한 운동의 효과를 분석한 연구는 드문 상태로 본 연구의 필요성이 있다고 하겠다. 따라서 본 연구는 12주 필라테스 운동을 통한 RBP-4, 체지방률 및 HOMA 지수에 미치는 효과를 알아보는데 목적이 있다.

II. 연구방법

1. 연구대상

본 연구의 대상은 I시에 거주하는 중년여성으로서 실험 전에 특별한 운동에 참여한 적이 없으며 건강 진단을 통해 심혈관계에 이상이 발견되지 않은 40-50대 체지방률 30% 이상의 비만여성 26명을 선정하여, 이들 중 실험 군 13명, 통제 군 13명으로 무선배정(random assignment)하였다. 이들은 실험에 앞서 본 연구에 대한 실험의 내용과 절차에 대한 설명, 동시에 예상되는 효과 및 잠재적인 위험요소들을 충분히 설명들은 후 자발적으로 실험에 참여하였다. 집단별 피험자의 신체적 특징은 <표 1>과 같다.

표 1. 피험자들의 신체적특성

집단	항목	Age(yrs)	Height(cm)	Weight(kg)	Body fat(%)
운동군(n=13)		47.38(3.61)	158.00(2.94)	63.67(3.96)	33.44(2.15)
통제군(n=13)		49.00(3.95)	158.48(2.43)	60.02(4.84)	32.39(2.09)

Values are mean±(SD)

2. 필라테스 운동프로그램

필라테스 운동방법은 박승순(2006) 및 김여진(2015)의 운동프로그램을 본 연구의 목적에 맞게 구성하였으며 12주간 주 3회의 빈도로 준비운동 5-10분, 필라테스 운동 40-50분, 정리운동 5-10분을 실시하였다<표 2>. 필라테스 운동프로그램의 운동 강도는 ACSM(2010)의 지침과 Borg(1998)의 RPE 척도를 기준으로 삼아 초기 1-4주는 40-50%HRR(RPE 9-11), 중기 5-8주는 51-60%HRR(RPE, 9-13), 후기 9-12주는 61-70%HRR(RPE 9-15)로 단계별로 나누어 12주 동안 주 3회(월, 수, 금), 1회 50-60분간 필라테스 운동을 실시하였다. 운동 강도는 휴대용 무선 심박수 측정기(Polar Analyzer, Polar Electro of Finland)을 이용하여 Karvonen(1979) 방법으로 얻어진 개인별 목표 심박수를 유지하도록 하였다.

표 2. 필라테스운동프로그램

운동수준		내용	강도
준비운동 (5-10분)		1. knee away 2. basic Ab strengthener 3. low Ab strengthener 4. comfort Ab curl, sliding leg	
본운동 (40-50min)	초급 (1-4주)	1. hundred 8rep/3set 2. rolling like a ball 7rep/3set 3. single, double leg stretch 8rep/5set 4. single leg circles 8rep/5set 5. double leg circles 10rep/5set 6. spine stretch forward 7rep/5set 7. open-leg rocker 7rep/3set 8. side kick 10rep/7set	40-50% HRRmax (RPE 9-11)

운동수준		내용		강도
	중급 (5-8주)	1. single leg stretch 2. double leg stretch 3. crisscross 4. corkscrew 5. saw 6. single leg kicks 7. double leg kicks 8. teaser	10rep/8set 12rep/8set 8rep/8set 10rep/8set 12rep/8set 10rep/10set 10rep/8set 8rep/8set	51-60% HRRmax (RPE 9-13)
	고급 (9-12주)	1. side kick series 2. swan dive 3. spinee twist 4. roll up 5. teaser 6. open leg rocker 7. neck pull 8. push-ups	12rep/15set 12rep/10set 15rep/15set 12rep/15set 12rep/12set 15rep/10set 12rep/15set 15rep/10set	61-70% HRRmax (RPE 9-15)
	정리운동 (5-10분)	1. circle on the wall 2. sliding down the wall 3. rolling down the wall breast stroke prep cat stretch		

3. 측정항목 및 방법

운동집단과 통제집단의 혈액성분 분석을 위한 채혈은 오전 08:30까지 실험실에 도착하여 20-30분 안정을 취한 후 1회용 주사기를 이용하여 운동 전, 후 동일하게 당일 오전 9시에 실시하였으며 각각 대상자들의 전완정맥(antecubital vein)으로부터 10ml의 정맥혈을 채취하여 N 의학연구소에 의뢰 분석하였다. RBP-4 분석은 경쟁적효소면역측정법(Competitive enzyme-Linked Immunosorbent, AdipoGen, Seoul, Korea)을 이용하였으며 인슐린 분석은 검체의 항원과 표지항원이 특정항체에 대해 경쟁적으로 반응하는 원리로써 γ -counter(모델명 : COBRA II, 제조사 : PACKARD, 제조국: USA)를 이용한 방사성면역측정법(Radioimmunoassay: RIA)으로 분석하였다. 글루코스 분석은 Preauto S Glu(DAICHI, JAPAN)을 이용하여 NADPH 흡광도를 측정한 다음, 포도당 산화효소법으로 농도를 정량화하였으며(HITACHI 7600-210 & HITACHI 7180 제조사:HITACHI, 제조국:JAPAN) 인슐린저항성 측정을 위한 HOMA 지수는 다음 공식을 이용하였다.

$$\text{HOMA index} = [\text{공복혈당}(\text{mg/dl}) \times \text{인슐린}(\text{uIU/ml})] / 405$$

한편 신체조성 분석은 BIA(Inbody 720; KOREA)을 이용하여 운동 전, 운동시작 12주 후 안정 시에 체중 및 체지방 율을 측정하였으며 정확성을 위해서 측정하기 4시간 이내에는 물을 포함 일체의 음식물 섭취를 금지시켰으며 실험실에 도착한 후 20-30분의 안정을 취한 후 체성분을 측정하였다.

4. 자료처리방법

본 연구에서 측정된 모든 자료는 SPSS win23.0 통계프로그램을 이용하여 평균과 표준편차를 산출하고 운동집단(2수준)×운동처치기간(2수준)의 혼합설계로써 반복측정에 의한 이원분산분석(two-way ANOVA with repeated measure)으로 실시하였으며 처치기간에 따른 집단 간의 분석은 independent t-test 검증을 하였다. 한편 통계처리에 대한 수락기준은 $\alpha=0.05$ 로 하였다.

III. 연구결과

1. RBP-4, 및 체지방률의 변화

운동기간 경과에 따른 RBP-4 및 체지방률의 변화를 측정된 결과는 <표 3>에 제시하였다. RBP-4의 경우 반복측정 분산분석결과 집단 간에서는 유의한 차를 보이지 않았으나 기간경과($F=65.204, p<0.01$) 및 집단과 처치기간의 상호작용효과($F=112.438, p<0.01$)에서는 모두 통계적으로 유의한 차를 나타냈다. 기간별 집단 간의 Independent t-test 결과를 보면 운동 후 유의한 차를 보였다. 체지방률의 경우 반복측정분산분석결과 집단 간에서는 유의한 차를 보이지 않았으나 기간경과($F=59.035, p<0.01$) 및 집단과 처치기간의 상호작용효과($F=92.335, p<0.01$)에서는 모두 통계적으로 유의한 차를 나타냈다. 기간별 집단 간의 Independent t-test 결과를 보면 운동 후 통계적으로 유의한 차를 보였다.

표 3. RBP-4 및 체지방률의 변화

Variable	Group	0week	12weeks	t-value		F-value
				pre	post	
RBP-4(ug/ml)	Exercise	58.10(3.93)	51.22(3.74)	0.992	-3.679**	group 1.972 time 65.204** group*time 112.438**
	Control	56.47(4.42)	57.40(4.76)			
%body fat	Exercise	33.44(2.15)	30.31(1.58)	1.265	-3.209**	group 0.785 time 59.035** group*time 92.335**
	Control	32.39(2.09)	32.74(2.21)			

Values are mean(SD), *. $P < .05$, **. $P < .01$

2. Insulin, glucose, HOMA 지수의 변화

운동기간 경과에 따른 인슐린, 혈당, 및 HOMA index 의 변화를 측정된 결과는 <표 4>에 제시하였다. 반복측정 분산분석결과 인슐린은 집단 간 효과($F=8.002, P<0.01$)는 통계적으로 유의하였으며 기간경과($F=17.954, P<0.01$) 및 집단과 처치기간의 상호작용 효과($F=35.496, P<0.01$)도 각각 통계적으로 유의한 차를 나타냈다. 기간별 집단 간의 Independent t-test 결과에서는 운동 후 통계적으로 유의한 차를 보였다. 글루코스의 경우 집단 간 효과는 통계적으로 유의하지 않았으나 기간경과($F=29.265, P<0.01$) 및 집단과 처치기간의 상호작용 효과($F=30.595, P<0.01$)는 각각 통계적으로 유의한 차를 나타냈다. 기간별 집단 간의 Independent t-test 결과 운동 전, 후 모두 유의한 차를 보이지 않았다. HOMA 지수의 경우 집단 간 효과($F=5.956, P<0.05$)는

통계적으로 유의하였으며 기간경과($F=28.413$, $P<.01$) 및 집단과 처치기간의 상호작용 효과($F=49.93$, $P<.01$)도 각각 통계적으로 유의한 차를 나타냈다. 기간별 집단 간의 Independent t-test 결과에서는 운동 후 통계적으로 유의한 차를 보였다.

표 4. 인슐린, 글루코스, HOMA index

Variable	Group	0week	12weeks	t-value		F-value
				pre	post	
Insulin (uIU/ml)	Exercise	10.05(0.99)	7.61(1.91)	0.318	-4.445**	group 8.002** time 17.954** group*time 35.496**
	Control	9.92(1.04)	10.33(1.08)			
Glucose (mg/dl)	Exercise	100.30(4.69)	93.38(4.11)	1.363	-1.861	group 0.076 time 29.265** group*time 30.595**
	Control	97.38(3.70)	96.46(4.31)			
HOMA index	Exercise	2.48(0.26)	1.77(0.48)	1.361	-4.529**	group 5.956* time 28.413** group*time 49.93**
	Control	2.35(0.22)	2.45(0.23)			

Values are mean(SD)

*: $P < .05$, **: $P < .01$.

IV. 논 의

1. RBP-4의 변화

Retinol-binding protein 4(RBP-4)는 비만이나 인슐린저항성과 관련된 adipokine의 일종으로 비타민 A 와 결합하면서 신호전달 지방조직 양과 에너지 상태에 의해서 조절되며 당대사조절에 역할을 하는 것으로 알려지고 있다(Broch 등, 2010). Yang 등(2005)은 실험쥐에서 GLUT4의 제거는 근육과 간 모두 내당능 장애와 인슐린 저항성에 기여하며 쥐의 지방세포에서 GLUT4의 유전적 제거를 통해 혈중 RBP-4의 수치가 증가하는 것으로 보고하고 있다. 이 같은 결과는 지방세포에서 RBP-4가 인슐린으로 자극된 GLUT4 활성화에 대한 말초조직 반응을 조절하는 중요한 열쇠가 되는 것이라고 하였다(Yang 등, 2005). 혈청 RBP-4 농도는 나이, 성별, 체질량지수를 보정한 후에도 인슐린감수성과 유의한 역 상관관계를 나타냈고 단계별 회귀분석 결과 아디포넥틴, 렙틴이 인슐린감수성과 유의한 관계가 없었지만 지방축적과 관련됨이 보고 된 바 있다(Mansouri 등, 2011). 따라서 운동을 통한 체지방의 감소 및 이를 통한 혈중 RBP-4 동태는 향후 인슐린저항성 개선에 중요한 기여를 할 것으로 기대되는데 Numao 등(2012)은 12주간 비만남성을 대상으로 걷기운동을 실시한 연구결과에서 체지방률 30.8%에서 28.0%으로 유의한 감소와 함께 RBP-4 농도가 55.4ug/ml에서 49.9ug/ml로 유의한 변화를 보였다고 보고하였으며 Graham 등(2006)도 1개월 운동을 통하여 인슐린저항성을 지닌 실험자들의 혈중 RBP-4 농도가 감소하면서 인슐린저항성이 개선됨을 보고 하였다. 본 연구결과를 보면 운동 전 58.10 ug/ml 에서 운동 후 51.22ug/ml 로 11.9% 유의한 감소결과를 보였는데 이 같은 결과는 김 대은 등(2014)이 비만여성 22명을 대상으로 8주간 복합운동을 실시하여 83.50ug/ml에서 68.33ug/ml으로 유의하게 감소한 선행연구결과와 비슷한 양상을 보였다. 한편 Mansouri 등(2011)은 혈중 RBP-4 농도는 지방축적과 관련되어 있다고 보고하였는데 본 연구결과에서도 12주 운동처치에 따른 체지방의 감소가 혈중 RBP-4 농도의 유의한 감소 결과를 가져왔다고 사료된다.

2. 인슐린, 글루코스, HOMA index의 변화

HOMA 지수는 공복혈당 및 인슐린 농도의 일일변동 때문에 비교적 낮은 재현성을 보이고 1 μ U/ml의 인슐린농도 때문에 인슐린저항성의 20%가 변할 수 있는 단점이 있으나 인슐린저항성평가의 표준방법인 정상혈당클램프검사와 밀접한 관련성이 있는 것으로 보고되고 있다(Rabasa, R & Laville, M, 2001). 인슐린 저항성은 비만을 포함하여 제 2형 당뇨병, 이상지혈증과 동맥 경화증과 같은 대사 증후군의 병인으로 작용하는데 제 2형 당뇨병 환자의 64%는 고혈압, 중성지방 및 고밀도콜레스테롤 등의 지질이상을 가지며 이러한 점은 인슐린저항성이 대사증후군의 유병률에 중심적 역할을 하고 있다고 보고되고 있다(김정훈, 2014). 따라서 인슐린 저항성의 개선은 대사증후군으로의 이환 및 제 2형 당뇨병환자들의 각종 심혈관질환합병증의 예방에 중요한 의미를 갖고 있는 것이다. 또한 2형 당뇨병의 경우 인슐린에 의한 당 대사가 근육과 지방조직에서의 포도당 섭취로 포도당 수송 장치인 GLUT 4 isoform의 세포 표면으로의 전이에 결함을 나타내게 되어 포도당 운반이 감소되어 나타나는 것으로 알려져 있다(Kodama 등, 2007). 특히 근육이 인슐린자극상태에서 포도당을 감소시키는 주요부위로 제 2형 당뇨병의 주된 병인이 이곳에서 일어나는 인슐린작용에 대한 저항성 때문으로 알려져 있다(Fisher 등, 2015). 따라서 규칙적인 운동은 생체의 당 조절 능력을 개선시키며 이는 인슐린의 작용이 큰 조직, 골격근, 지방 및 간에서 인슐린 저항성을 감소시키는 것으로 알려져 있다(Gremeaux 등, 2012). 하창호(2010)은 12주간 정상그룹과 체지방률 30% 이상 되는 비만그룹 18명을 대상으로 유, 무 산소 복합트레이닝을 실시한 후 HOMA 지수를 측정한 결과 2.17에서 1.11로 유의한 감소를 보고하였으며 한지연 등(2009)도 줄넘기와 걷기의 복합운동트레이닝에 의하여 HOMA 지수가 39.8% 유의하게 감소하였다고 보고하였다. 본 연구결과에서도 인슐린 24.3%, 글루코스 6.8%, HOMA 지수 28.7% 각각 유의한 감소를 보여 선행연구결과를 지지하고 있는데 이런 결과는 비만여성을 대상으로 운동처치를 통해 인슐린저항성의 개선을 보고한 임승택(2011)의 연구결과와도 비슷한 결과를 보여주고 있다. 이 같은 결과는 규칙적인 운동이 인슐린에 대한 표적조직의 인슐린수용체(insulin receptor)와 포도당 수용체(GLUT4)가 증가시키고 이는 표적조직으로 포도당의 흡수를 촉진시키고 나아가서 포도당을 처리하기 위한 세포내 효소기구가 활성화되어 인슐린의 민감성을 증가시키고 궁극적으로 혈당을 개선시키는 것으로 알려져 지고 있다(Homes & Dohm, 2004).

V. 결론

본 연구는 체지방률 30%이상 되는 중년 비만여성을 대상으로 필라테스 운동을 실시한 후 RBP4, 체지방률 및 HOMA 지수에 미치는 효과를 알아보려 실시하였다. 비만 여성 26명을 운동집단 23명, 통제집단 23명으로 나누어 1주일에 3회, 50-60분간 12주에 걸쳐 실시하였다. 필라테스 운동 전, 후 변화를 측정한 결과는 다음과 같다. 운동집단의 경우 RBP4($P<.01$), 체지방률($P<.01$), 인슐린($P<.01$), HOMA 지수($P<.01$)는 유의하게 감소하였으며 글루코스는 유의한 변화는 없었다. 반면 통제집단의 경우 모든 변인에서 유의한 변화가 없었다. 결론적으로 필라테스 운동은 RBP4, 체지방률 및 인슐린저항성에 긍정적으로 작용하여 비만여성의 건강관리에 효과가 있는 것으로 사료된다.

참고문헌

- 김여진, 이정윤(2015). 필라테스와 저항성운동이 비만중년여성의 혈관탄성 및 신체조성에 미치는 영향. **한국무용과학회지**, 32(2), 115-126.
- 김대은, 백일영, 서상훈 & 김지수(2014). 복합운동이 대사증후군을 동반한 폐경 후 복부비만 중년여성의 혈청 RBP4와 Estradiol(E2) 및 인슐린저항성에 미치는 영향. **체육연구논문집**, 21(1),18-36.
- 김정훈(2014). **저항운동 강도가 12주 운동 후 대사증후군 중년여성의 대사증후군 위험인자, 혈관염증지표 및 인슐린저항성에 미치는 영향**. 미간행박사학위논문. 울산대학교
- 박승순(2006). 필라테스 운동이 여성들의 복부지방률 및 체지방률 변화에 미치는 영향. **한국무용과학회지**, 13, 53-60.
- 이재선(2011). **필라테스의 운동형태에 따른 운동강도 및 운동량의 비교**. 미간행석사학위논문. 경희대학교
- 조완주(2015). 필라테스매트운동프로그램이 비만여대생의 신체구성, 랩틴, 그렐린과 아디포넥틴에 미치는 영향. **한국체육과학회지**, 24(4), 1315-1326
- 하창호(2010). **복합운동에 따른 정상체중과 비만여대생의 비스파틴, 인슐린저항성, 췌장 내분비선호르몬변화 및 관련성**. 미간행박사학위논문. 단국대학교 대학원.
- 한지연, 이만균, 성순창(2009). 줄넘기와 걷기의 복합운동 트레이닝이 중년여성의 신체구성, 체력, 혈중지질및 인슐린저항성에 미치는 영향. **체육과학연구**, 20(2), 199-211.
- 임승택(2011). **복합운동이 비만 중년여성의 건강관련체력과 인슐린 저항성 및 GLP-1dp 미치는 영향**. 미간행석사학위논문. 동아대학교대학원.
- ACSM(2010). *ACSM' guidelines for Exercise Testing and Prescription(8th eds)* New York: Lippincott Williams and Wilkins.
- Borg(1998). *Borg's perceived exertion and pain scales campaign*; Human Kinetics.
- Broch, N., Gomez, JM., Auguet, MT., Vilarrasa, N & Richart, C(2010). Association of RBP-4 with lipid parameters in obese women. *Obes Surg*, 20, 1258-1264.
- Fisher G, Brown AW, Bohan Brown MM, Alcorn A, Noles C & Allison DB(2015). High Intensity Interval- vs Moderate Intensity- Training for Improving Cardiometabolic Health in Overweight or Obese Males: A Randomized Controlled Trial. *PLoS One*, 10(10), 853-861.
- Goodpaster, B.H., Katasiaras, A & Kelley, D.E(2003). Enhanced fat oxidation through physical activity is associated with improvements in insulin sensitivity in obesity. *Diabetes*. 52(9), 2191-2197.
- Graham, TE., Yang, Q., Bluher, M., Hammarstedt, A & Kahn, BB(2006). Retinol-binding protein 4 and insulin resistance in lean, obese, and diabetic subjects. *N Engl J Med*, 354, 2552-2563.
- Greameux V, Drigny J, Nigam A, Juneau M, Guilbeault V, Latour E, Gayda M(2012). Long-term lifestyle intervention with optimized high-intensity interval training improves body composition, cardiometabolic risk, and exercise parameters in patients with abdominal obesity. *Am J Phys Med Rehabil*,91(11),941-50.
- Haluzikova, D., Haluzik, M., Boudova, L., & Vilikus, Z(2000). Effect of physical activity on serum leptin levels. *Sb Lek*, 101(1). 89-92.

- Holmes, B & Dohm, G.L.(2004). Regulation of GLUT4 gene expression during exercise. *Med. Sci & Sports. Exerc*, 36(7) 1202-1206
- Karvonen, M & Kentalaki, M.O.(1979). The effects of training heart rate, a longitudinal study. *Arch. Intern. Med*, 139: 857-962.
- Kim, K.S., Kim,S.K., Lee,Y.K., Park,S.W & Cho,Y.W.(2008). Diagnostic value of glycated haemoglobin HbA(1c) for the early detection of diabetes in high-risk subjects. *Diabet Med*, 25(8), 997-1000.
- Kloting, N., Graham, T.E., Berndt, J., Kralisch, S & Kahn, B.B.(2007). Serum retinol-binding protein is more highly expressed in visceral than in subcutaneous adipose tissue and is a marker of intra-abdominal fat mass. *Cell Metab*, 6:79-87.
- Kumagai, S., Kai, Y., Nagano, M Kishimoto, H & Sasaki, H.(2005). Relative contributions of cardiorespiratory fitness and visceral fat to metabolic syndrome in patients with diabetes mellitus. *Metabolic Syndrome and Related Disorder*, 3(3), 252-259
- King, H., Aubert,R.E., & Herman, W.H.(1998). Global burden of diabetes, 1995-2025 prevalence, prevalence, numerical estimates,and projections. *Diabetes Care*, 21(9), 1414-1431.
- Kodama, S., Shu, M., Saito, K., Murakami, H & Sone, H.(2007). Even low-intensity and low-volume exercise training may improve insulin resistance in the elderly. *Internal Medicine*, 46(14),1071-1077.
- Lim, S., Choi, S.H., Jeong, I.K., Kim, J.H., Moon, M.K., Park K.S., Lee H.K., Kim ,Y.B, & Jang, H.C.(2008). Insulin-sensitizing effects of exercise on adiponectin and retinol-binding protein-4 concentrations in young and middle-aged women. *J Clin Endocrinol Metab*, 93(6), 2263-8.
- Mattew, D.R., Hosker, J.P., Treacher, D.F & Tuner, R.C.(1985). Homeostasis model assessment: Insulin resistance and β -cell function from fasting plasma glucose and insulin concentration in man. *Diabetologia*, 28, 412-9.
- Mansouri M.I, Keshtkar A, Hasani-Ranjbar S, Soleymani Far E, Tabatabaei-Malazy O, Omidfar K, Larijani, B.(2011). The impact of one session resistance exercise on plasma adiponectin and RBP4 concentration in trained and untrained healthy young men. *Endocr J*, 8(10), 861-8.
- Numao S, Sasai H, Nomata Y, Matsuo T, Eto M, Tsujimoto T, Tanaka K(2012). Effects of exercise training on circulating retinol-binding protein 4 and cardiovascular disease risk factors in obese men. *Obes Facts*, 5(6), 845-55.
- Nam, H.W.(2007). Clinical features of elderly diabetic patients. *Korean Clin Diabetes*, J, 8, 11-15.
- Ng, T.W., Watts, G.F., Barrett, P.H., Rye, K.A., Chan, D.C.(2007). Effect of weight loss on LDL and HDL kinetics in the metabolic syndrome: associations with changes in plasma retinol-binding protein 4 and adiponectin levels. *Diabetes Care*, 30; 2945-2950.
- Oh, J.Y., Lim, S., Kim, D.J., Kim, N.H., Moon, S.D., Jang, H.C & Park, K.S.(2007). The diagnosis of diabetes mellitus in Korea:a pooled analysis of four community-based cohort studies. *Diabet Med*, 24(2), 217-218.
- Rabasa, R & Laville, M.(2001). How to measure insulin sensitivity in clinical practice? *Diabetes Metab*, 27, 201-208.
- Yang, Q., Graham, T.E., Mody, N., Preitner, F., & Kahn, B.B.(2005). Serum retinol-binding protein 4 contribute to insulin resistance in obesity and type 2 diabetes. *Nature*, 436, 356-362.

ABSTRACT

Effect of Pilates Exercises on Retinol-binding protein 4, % Body fat and HOMA index in obese Women

Kim, Yong-Kyu · Lee, Jeoung-Yun(WonkwangUniversity) · Lee, Seo-Hyung(WonkwangUniversity physical youth institute)

The purpose of this study was to evaluate the effects of pilates exercise on Retinol-binding protein 4, %body fat and HOMA index in obese middle-aged women. In this study, 26 subjects were divided into 2 groups, exercise(n=13) and control group(n=13), participated in this study for 12 weeks. The untrained obese women in I city volunteered to participate in this study. RBP-4, %body fat, insulin, glucose and HOMA index were analyzed before and after 12-weeks exercise intervention.. All data were expressed as mean±sd by using SPSS package program(win 23.0). The results of this study were as follows : RBP-4(P<.01), %body fat(P<.01) were significantly decreased in the exercise group. Insulin(P<.01), glucose(P<.01) and HOMA index(P<.01) were significantly reduced in the exercise group. It was concluded that pilates exercise favorably affects the RBP-4, %body fat and insulin resistance. Therefore, 12weeks pilates exercise may be beneficial to prevent and improve obesity and circulatory disease in obese subjects.

Key words : RBP-4, HOMA index, obesity, pilates

논문투고일: 2017. 3. 10
논문심사일: 2017. 3. 21
심사완료일: 2017. 4. 25