



여성 제2형 당뇨병 환자에서 웨어러블 디바이스(wearable device)에 의한 신체활동 분석 및 체지방율과의 상관성

안근희*(대진대학교, 부교수)

국문초록

본 연구의 목적은 40~82세 63명의 여성 제2형 당뇨병 환자의 자유로운 일상생활에서 웨어러블 디바이스를 이용한 신체활동 패턴을 파악하고 체지방율과의 상관성에 대하여 분석하였다. 대상자는 최근 3개월 이상 주당 3회, 1일 평균 3회 이상 규칙적인 신체활동 참여 여부로 운동군(33명)과 비운동군(30명)으로 분류하였다. 집단간 신체계측 및 생화학적 검사, 신체조성, 신체활동량의 차이와, 체지방율과의 상관성을 검증한 결과는 다음과 같다. 운동군이 연령은 높았으나($p<.05$), 체질량지수($p<.001$), 허리둘레($p<.05$), 체지방량($p<.001$)과 체지방율($p<.001$)은 유의하게 낮았고, 체지방율은 유의하게 높았다($p<.001$). 신체활동량의 차이는 운동군에서 체중당 총에너지소비량($p<.001$), 신체활동에너지소비량($p<.05$)과 체중당 신체활동에너지소비량($p<.01$), 보행수($p<.01$)가 유의하게 높았다. 신체활동강도는 운동군에서 보통활동(3.0~6METs 미만)에서의 소비시간이 유의하게 높았다($p<.001$). 회귀분석결과 체지방율은 체중당 신체활동에너지소비량($\beta=-.412, t=-3.250, p=.002$), 체중당 총에너지소비량($\beta=-1.332, t=-5.092, p=.000$)과 유의한 음의 관계가 있었으며, 좌식행동에서 소비시간(1.5METs 이하)과는 유의성이 없었다($\beta=.144, t=1.048, p=.299$). 본 연구 결과로 여성 제2형 당뇨병 환자의 체지방율은 신체활동강도보다 신체활동량과 상관성이 있는 경향을 보였다.

한글주요어 : 제2형 당뇨병, 좌식행동, 신체활동량, 신체활동강도, 체지방율

* 안근희, 대진대학교, E mail : akh@daejin.ac.kr

I. 서론

한국 여성의 평균 기대수명은 85.7세로 남성에 비해 높고, 유병기간을 제외한 건강수명과 차이는 약 18년 이상 더 길다(나라지표, 2020). 그중 당뇨병과 같은 만성질환을 2가지 이상 가지고 있는 비율은 여성이 남성보다 15.4% 높은 비율을 보여(Lee et al, 2018), 여성이 만성질환에 노출될 위험성이 상대적으로 더 높다. 국내 약 2천 명의 제2형 당뇨병 환자를 대상으로 조사한 결과 남성보다 여성이 운동하지 않는 비율이 더 높아(민경완 등 2005) 여성 환자의 운동 참여도를 강조하였다. 특히 중년 이후의 여성은 폐경기를 거치면서 체지방량이 증가하고 이는 당뇨병 유병률과 상관관계가 있다고 하여(Fu et al, 2016), 중년 이후의 여성 환자에게 활동량과 체지방은 주요한 변인이 될 수 있음을 강조하였다.

체중증가를 예방하고 비만을 관리하는 것은 당뇨병 관리의 중요한 핵심요소 중 하나이다(Stramatakis et al, 2009). 운동 중 지방 산화 능력은 인슐린 감수성 및 체지방량과 관련된다(Robinson et al, 2015). 운동의 양과 강도에서 체지방의 산화가 효과적으로 일어나는지는 지속적인 관심 대상이 되었다. 활동량적인 연구로는 총활동량이 체지방량과 연관이 있다는 연구(Ursular et al, 2000; Chowdhury et al, 2017), 신체활동량이 상관성이 있다는 연구(Huaidong et al, 2013; Park et al, 2011; Sasaki et al, 2015) 등이 있으며, 활동강도와 관련된 연구로는 과체중의 대사증후군환자에서 고강도 운동이 내장지방의 감소가 생겼다는 연

구(Irving et al, 2008), 주당 150분 이상의 보통 이상의 신체활동에서 지방대사가 효과적이었다는 연구(미국스포츠의학회와 미국당뇨병학회, 2010), 최대산소섭취량의 25% 이하의 가벼운 운동에서도 말초 지방산 분해가 일어난다는 보고도 있어(Romjin et al, 1993) 지방산 분해가 일어나는 운동량이나 운동강도에 관한 연구는 매우 다양한 결과들로, 강도나 양에 관해 규정하기는 어렵다.

최근에는 신체활동량 뿐 아니라 1.5METs 이하의 좌식행동(티비보기, 누워있기 등)과 같은 비활동량에 대한 연구들에 관심을 가지기 시작하였다. 신체활동량, 강도뿐 아니라 모든 신체 영역의 활동이 대사증후군과 관련이 된다고 보고 좌식행동의 증가가 비만과 제2형 당뇨병의 중요한 위험요소가 될 수 있다고 하였다(Sedentary Behavior Research Network, 2012). 실질적으로 활동량 중 대부분을 좌식행동으로 보내며, 보통이상의 활동강도는 평균 1시간 이내라 건강을 위해서는 활동량 증가 못지않게 비활동 시간을 줄일 것을 강조하였다(Young et al, 2016).

제2형 환자를 대상으로 한 좌식행동과 관련된 연구로는 좌식행동의 증가가 비정상적인 당대사, 대사증후군 위험인자 등, 주로 심혈관질환과의 상관성이 높다고 본 연구들(Hamasaki et al, 2015; Sardinha, 2017)이 주류를 이루고 있다. 비활동량은 체질량지수, 허리둘레와 유의한 상관성이 있다는 연구(Hearly et al, 2015)가 있다. 체지방율은 체질량지수보다 심혈관계 위험요소에 더 나은 예측변수가 될 수 있으므로(Teresa et al, 2016), 신체활동 패턴 중 신체활동량, 비활동량

혹은 신체활동 강도가 체지방율에 독립적인 변수인지에 알아보는 것은 향후 당뇨병 환자 개인의 목적에 맞는 운동을 할 수 있도록 운동강도나 운동량을 선택하는데 도움을 줄 수 있을 것으로 생각된다.

신체활동패턴의 측정은 과거에는 자기보고 자료에 의한 설문지 분석이 대부분이었으며, 주로 보통활동 이상을 기록한 것으로, 좌식행동과 같은 비활동량이나 가벼운 활동 등을 정확하게 구분하여 기록하기는 어려운 일이었다(Shephard et al, 2003). 최근에는 손목, 허리 등에 착용하는 다양한 웨어러블 디바이스(Wearable device)가 소개되어 시중에 활용되고 있으며, 간단한 조작법으로 활동량이나 활동강도를 측정하고 프로그램의 자료를 분석하는 다양한 연구들이 시도되고 있다(Bann et al, 2015; Hamasaki et al, 2015; Healy et al, 2015).

따라서 본 연구의 목적은 여성 제2형 당뇨병 환자를 대상으로 일상생활에서의 신체활동량 조사와 함께, 웨어러블 디바이스를 이용하여 활동량과 비활동량 그리고 활동강도의 패턴을 파악하고 체지방율과의 상관성에 대하여 분석하고자 하였다.

II. 연구 방법

1. 연구 대상

이 연구는 을지대학교 의과대학 윤리위원회(참조번호 16-62)에 의해 승인되었다. 연구에 참여하기로 동의한 성인 참가자의 데이터만 사용하였다. 본 연구는 대학병원 당뇨병 센터에 내원한 40~82

세 여성 63명을 대상으로 하였다. 대상자는 보행에 어려움이 있거나 활동량 측정 기기를 착용하기에 어려운 수중운동, 탁구와 같은 상체 위주만 하는 운동, 근력운동 또는 다른 이유로 측정이 어려운 신체활동을 하는 사람은 제외하였다. 또한, 심근경색, 제1형 당뇨병, 임신성당뇨병, 당뇨병성 케톤산증, 골다공증, 퇴행성관절염, 암, 혹은 조절되지 않는 고혈압(160/90mmHg)과 같은 과거력이 있는 사람은 제외되었다.

2. 측정 방법

1) 신체 계측 및 생화학적 검사

신체 계측은 신장, 체중, 허리둘레 및 체질량지수를 사용하였다. 혈압은 10분간 안정을 취한 뒤 앉은 자세에서 수은혈압계로 측정하였다. 생화학적 검사를 위하여 검사 전날 저녁 식후부터 8시간 이상 금식 후 공복혈당 및 당화혈색소를 측정하였다. 공복혈당은 포도당산화법(COBAS intra800, Roche Switzerland)으로 측정하였다.

2) 신체 조성

신체조성은 아침 공복상태로 병원에 내원한 후 최대한 가벼운 옷차림으로 생체전기저항법(Inbody, Biospace, Seoul, Korea) 방식으로 측정하였다. 체지방량, 체지방율(체지방량/체중×100), 체지방량, 골격근량이 자동측정되었으며, 체지방율(체지방량/체중×100), 골격근율(골격근량/체중×100)은 체중으로 나누어 백분율로 계산한 상대값을 사용하였다.

3) 신체 활동

신체활동 검사를 위해 설문과 기기 측정 두가지 방법을 사용하였다. 먼저 신체활동 조사는 일대일 상담을 통하여 설문을 진행하였다. 상담사는 당뇨병 교육자의 자격을 갖춘 사람(담당 간호사 혹은 운동 처방사)으로, 환자를 대상으로 최근 3개월 이상 1일 평균 최소 30분 이상 주당 3회 이상 규칙적인 신체 활동을 실시하고 있는지에 대한 질문을 하였고, 해당 답변에 따라 운동군과 비운동군으로 분류하였다.

대상자의 신체활동 측정을 위한 웨어러블 디바이스는 3축 가속도기기(triaxial accelerometer based device, Lifecorder, Japan)를 사용하였다. 기기는 7일 동안 샤워, 수면 등 불가피한 상황을 제외한 시간에는 모두 착용하도록 권유하였으며, 될 수 있으면 평소 일상생활과 같은 패턴을 유지하도록 교육하였다. 7일 후 회수된 기기에 저장된 내용을 분석하였다. 분석 변인은 1일 평균 총에너지소비량, 신체활동에너지 소비량, 좌식행동은 1.5METs 이하에서의 소비시간으로 규정하였으며, 활동강도는 미국스포츠의학회에서 제시한 절대강도를 참고하여(Agiovlastis et al, 2018) 가벼운활동은 1.5~3.0METs미만에서의 활동 소비시간, 보통활동은 3.0~6.0METs미만에서의 활동 소비시간, 활발한 활동은 6METs이상에서의 활동소비시간으로 분류하고, 각 활동강도에서의 소비시간을 계산하였다. 총에너지소비량 및 신체활동에너지소비량 또한 운동강도 및 시간 뿐 아니라 환자 개인의 체중을 고려하여 체중당 총에너지소비량(kcal/kg)과 체중당 신체활동에너지소비량(kcal/kg)로 계산하였다.

4. 자료처리

본 연구의 통계적 방법은 SPSS 20.0을 이용하였고 각 변수의 평균 및 표준편차와 백분율을 제시하였다. 운동군과 비운동군의 차이검증은 공변량을 연령, 당화혈색소로 하여 공분산분석(ANCOVA)을 실시하였다. 분포의 정규성은 KolmogorovSmirnov test 하였다. 정규성이 충족되지 않은 변수는 로그(log)로 변환하였다. 위계적 다중선형회귀분석은 연령, 당화혈색소를 통제변수로 사용하였다. 체지방율을 예측하기 위해서 신체활동의 유형 조합이 추가되었다. 이에 회귀모형과 R^2 의 변화를 조사했으며, 표준화(β) 계수와 예측 변수의 유의성을 계산하였다. 통계적 유의성은 $p < 0.05$ 미만으로 하였다.

III. 결과 및 논의

1. 결과

1) 신체계측 및 생화학적 검사

운동군과 비운동군의 신체계측 및 생화학적 검사의 결과는 표 1과 같다. 연령은 운동군이 유의하게 높았으나($p < .05$), 체질량지수($p < .001$)와 허리둘레($p < .05$)는 유의하게 낮았다.

2) 신체조성

집단간 신체조성 차이에 대한 결과는 표 2와 같다. 체지방량과 체지방율은 운동군이 유의하게 낮았고($p < .001$), 체지방율은 운동군이 유의하게 높았

다($p<.001$).

3) 신체활동량

운동군과 비운동군의 신체활동량 차이에 대한 결과는 표 3과 같다. 신체활동량에서 집단간 총에너지소비량은 유의한 차이가 없었으나, 체중당 총에너지소비량은 운동군이 유의하게 높았다($p<.001$). 신체활동에너지소비량($p<.05$)과 체중당 신체활동에너지소비량($p<.01$)은 운동군이 유의하게 높았다. 1일 평균 보행수도 운동군이 유의하게 높았다($p<.01$). 신체활동강도에서는 유일하게 보통활동에서의 소비시간이 운동군에서 유의하게 높았다($p<.001$).

5) 신체활동량과 신체조성과의 상관성

연령과 당화혈색소를 제어변수로 신체활동량이 체지방율에 미치는 영향에 대하여 위계적 다중회귀 분석을 실시한 결과는 표 4와 같다. 체지방율을 예측하기 위해서 신체활동의 유형이 조합되어 추가되었다. 이에 회귀모델과 R^2 의 변화를 조사했으며, 표준화(β) 계수와 예측변수의 유의성을 검증하였다.

회귀모형은 통제변수에 좌식행동 소비시간이 예측변수로 추가된 모형 2에서 변화된 R^2 은 유의성이 없었다. 모형 3에 체중당 신체활동에너지소비량이 예측변수로 추가된 모형 3에서는 $F=3.339$, F 유의확률=.017로, 변화된 R^2 은 16.2%의 설명력을 보였다. 체중당 총에너지소비량이 예측변수로

표 1 집단간 신체계측 및 생화학적 검사의 특성

	전체(63명)	운동군(33명)	비운동군(30명)	P value
연령(세)	59.18±8.35	61.76±8.80	56.33±6.90	.010*
유병기간(년)	10.57±6.52	12.06±6.78	8.93±5.91	.118
체질량지수(kg/m ²)	25.20±2.90	23.89±2.09	26.60±3.01	.000***
허리둘레(cm)	86.41±8.13	84.36±8.31	88.66±7.42	.038*
최고혈압(mmHg)	121.26±11.45	123.03±11.74	119.37±11.02	.369
최저혈압(mmHg)	75.95±7.56	76.31±8.48	75.57±6.57	.842
공복혈당(mg/dl)	155.16±59.44	147.25±52.87	163.60±65.58	.263
당화혈색소(%)	7.69±1.56	7.53±1.40	7.86±1.31	.067

* $p<.05$, *** $p<.001$

표 2. 집단간 신체조성의 차이

	전체(63명)	운동군(33명)	비운동군(30명)	P value
기초대사량(kcal)	1144.03±94.79	1136.43±95.26	1152.15±95.28	.691
체지방량(kg)	20.60±4.85	18.44±3.95	22.90±4.70	.000***
체지방율(%)	33.73±4.32	31.77±3.65	35.82±4.03	.000***
제지방량(kg)	39.85±4.02	39.19±3.87	40.56±4.11	.189
제지방율(%)	66.28±4.34	68.26±3.66	64.16±4.03	.000***
골격근량(kg)	21.48±2.33	21.19±2.61	21.96±1.97	.176
골격근율(%)	35.93±2.55	36.71±1.94	34.69±3.12	.560

*** $p<.001$, 체지방율: 체지방량/체중×100, 제지방율: 제지방량/체중×100, 골격근율: 골격근량/체중×100

추가된 모형 4에서는 $F=9.138$, F 유의확률 $=0.000$ 으로, 변화된 R^2 은 26.8%로 향상된 설명력을 보였다.

모형 2에서 좌식행동 소비시간의 회귀계수 검정 결과 $t=1.048$, $p=.299$ 로 유의하지 않은 것으로 나타났다. 모형 3에서 체중당 신체활동에너지소비량의 회귀계수 검정결과는 $t=-3.250$, $p=.002$ 로 유의한 음의 관계($\beta=-.412$)가 있는 것으로 나타났다. 모형4에서 체중당 총에너지소비량의 회귀계수 검정결과는 $t=-5.092$, $p=.000$ 으로 유의한 음의 관계($\beta=-1.332$)가 있는 것으로 나타났다.

2. 논의

본 연구에서는 제2형 당뇨병 환자에서 좌식행동을 포함한 다양한 신체활동량, 활동강도 패턴을 파악하고 체지방율과의 상관성에 대하여 알아보고자 하였다.

본 연구의 대상자 63명은 총 40~82세로 40대 9명 (14.3%), 50대 21명(33.3%), 60대 28명

(44.5%), 70대 4명(6.3%), 80대 1(1.6%)명으로 50~60대가 49명(77.8%)으로 가장 많은 분포를 보였다. 당뇨병 약복용자 45명(71.5%), 인슐린 처치 대상자 6명(9.5%), 약복용과 인슐린을 동시에 처방 받는 대상자 5명(7.9%), 약물 처치를 하지 않는 대상자는 7명(11.1%)이었다. 평균 체질량지수는 $25.20\text{kg}/\text{m}^2$ 으로 23이상 73.3%, 25이상 50.0%, 30이상 5.0%로 73% 이상이 과체중, 50%가 비만으로 분류되었다. 평균 당화혈색소는 7.69%로 혈당 조절이 어려워 일상생활에서 신체활동이나 운동을 할 수 없는 대상자는 제외하였다. 평균연령은 59.18세로 운동군이 비운동군보다 유의하게 높았음에도 불구하고 체질량지수, 허리둘레(표 1), 체지방율은 유의하게 낮았으며, 체지방율은 유의하게 높았으나 골격근은 유의한 차이가 없었다(표 2).

신체활동에 관한 설문을 통해 규칙적인 신체활동에 참여한다고 대답한 운동군의 운동유형으로는 걷기가 21명(63.6%)으로 가장 많았으며, 1일 평균

표 3. 집단간 1일 평균 신체활동량과 신체활동강도의 차이

	전체(63명)	운동군(33명)	비운동군(30명)	P value
신체활동량				
총에너지소비량(kcal)	1,815.48±175.46	1,823.50±168.36	1,807.19±185.13	.750
체중당총에너지소비량(kcal/kg)	30.44±3.99	32.20±3.70	28.62±3.47	.000***
신체활동에너지소비량(kcal)	269.04±130.74	310.93±130.29	225.70±118.33	.010*
체중당신체활동에너지소비량(kcal/kg)	4.68±2.46	5.68±2.51	3.64±1.94	.001**
보행수(보수)	10,325.13±4952.64	12,219.18±5209.65	8,365.78±3857.44	.002**
신체활동강도				
좌식행동 소비시간(분)	684.47±201.96	687.83±213.81	681.01±192.65	.726
가벼운활동 소비시간(분)	57.51±24.20	60.89±25.09	54.00±23.16	.287
보통활동 소비시간(분)	39.93±25.48	51.04±27.82	28.43±16.58	.000***
활발한활동 소비시간(분)	14.58±10.96	16.13±12.81	12.99±8.57	.269

* $p<.05$, ** $p<.01$, *** $p<.001$

좌식행동:1.5 METs 미만, 가벼운활동:1.5~3.0 METs 미만, 보통활동:3.0~6.0 METs 미만, 활발한활동:6.0~9.0 METs 미만

75.76분, 주당 3.79회, 3.13년 동안 꾸준히 운동을 해왔다고 답변하였다.

활동량 측정기기의 누락율은 평균 10.57%를 보였다. 총에너지소비량은 두집단에서 유의한 차이는 없었으나 체중당 총에너지소비량, 신체활동에너지소비량, 체중당 신체활동에너지소비량, 보행수, 보통활동강도에서의 소비시간이 운동군에서 유의하게 높았다(표 3). 위의 결과로 운동량을 제시할 때에는 체중을 반영한 칼로리로 설명하는 것이 더욱 상대적인 객관적 지표가 될 것으로 보인다. 가벼운활동강도에서의 시간은 평균 57.51분으로 Hansen et al(2013)의 연구에서 제시한 5.4시간에 비하여 적게 나타났다. 이는 미국스포츠의학회에서 제시한 가벼운 활동은 1~3METs 미만으로 제시하였으나, 본 연구에서는 1.5METs 이하를 좌식행동으로 분

류하고 1.5~3METs미만을 가벼운 활동으로 분류되어 선행연구들과 차이가 있는 것으로 보인다. 신체활동강도에서는 좌식행동과 가벼운 활동에서의 시간 모두 집단간 유의한 차이가 없었다(표 3). 비활동량은 보통 수면시간과 좌식행동을 측정하며, 연구자에 따라 수면시간을 포함하여 좌식행동으로 정의하기도 한다. 본 연구에 사용된 신체활동량 측정기기는 허리에 착용하는 것으로 대상자가 수면시간에 착용하기에 불편한 점을 고려하여 수면시간에 착용을 제외한 것이 누락율과 비활동량의 측정에 영향을 주었을 것이라 생각하며, 향후 연구에서는 대상자가 수면시간에 대해 따로 기록하여 기기와 비교해 보는 것도 누락율을 줄이고 정확한 비활동량을 측정(Matthews et al, 2008)하는데 도움을 줄 수 있을 것으로 보인다.

표 4. 체지방율을 예측하는 변수에 대한 모형별 계층적 회귀분석

	모형 1			모형 2			모형 3			모형 4		
	β	t	P value	β	t	P value	β	t	P value	β	t	P value
연령	-.136	-.975	.334	-.130	-.932	.355	-.171	-1.324	.191	-.122	-1.146	.257
당화혈색소	.040	.289	.773	.011	.074	.941	.009	.066	.948	.056	.521	.605
좌식행동 소비시간 ^a	-	-	-	.144	1.048	.299	.063	.484	.630	-.193	-1.641	.107
체중당신체활동 에너지소비량 ^a	-	-	-	-	-	-	-.412	-3.250	.002**	.745	2.983	.004**
체중당 총에너지소비량 ^a	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-1.332	-5.092	.000***
<i>R</i>	.023			.043			.204			.473		
<i>R</i> ² 변화량	.023			.020			.162			.268		
<i>F</i>	.633			.788			3.339			9.138		
<i>F</i> 유의확률	.535			.506			.017			.000		

** $p < .01$, *** $p < .001$

a: 로그변환(log transformation) 변수

모형 1 예측변수: 연령, 당화혈색소

모형 2 예측변수: 연령, 당화혈색소, 좌식행동 소비시간

모형 3 예측변수: 연령, 당화혈색소, 좌식행동 소비시간, 체중당 신체활동에너지소비량

모형 4 예측변수: 연령, 당화혈색소, 좌식행동 소비시간, 체중당 신체활동에너지소비량, 체중당 총에너지소비량

보통활동에서의 소비시간은 평균 39.93분이었으며, 집단간 유의한 차이를 보였는데 운동군의 경우 평균 51.04분으로 미국당뇨병학회(2017)의 권고지침인 일주일에 150분 이상에 적합한 충분한 활동량을 보였으나, 비운동군의 경우 28.43분으로 권고지침에 미치지 못하였다(표 3). 그러나 개개인의 기기 분석결과 비운동군 대상자 중 34.5%가 운동참여여부 분류기준인 보통강도 이상에서 1일 30분 이상의 신체활동을 한 것으로 분석되었다. 이는 다양한 해석이 가능한데 병원에 내원하여 본 연구에 참여전 받은 당뇨병교육(운동 및 식사교육)이 이후 신체활동에 영향을 주었을 수 있으며, 또는 측정 기기의 착용 및 설명이 신체활동에 동기부여가 됐을 가능성(Hagstromer et al, 2007) 등을 고려해볼 수 있겠다. 그럼에도 불구하고 본 연구에서 보통활동강도에서의 시간은 집단간 유의한 차이를 보여 환자 스스로는 보통강도에서의 활동을 운동으로 인식하는 것으로 보인다.

신체활동 강도 중 보통활동 이상의 강도에서 소비시간은 선행연구에서 제시한 제2형 당뇨병환자를 대상으로 한 연구(Balducci et al, 2017) 1일 평균 12.4분과, 과체중 혹은 비만인 제2형 당뇨병환자를 대상으로 한 연구(Healy et al, 2015) 1일 평균 7.9분보다 높게 나타났다. 보통활동에서의 소비시간은 운동군에서 더 길었지만, 그 외에 좌식행동, 가벼운활동 혹은 활발한활동에서의 소비시간에는 집단간 차이가 없었다. 즉 환자 스스로는 보통활동강도를 운동으로 인식하는 경향이 있는 것으로 보인다.

체지방율을 예측하는 변수에 대한 회귀분석 결과 체지방율은 좌식행동 소비시간(모형 2)에는 유의성

이 없었으며, 체중당 신체활동에너지소비량(모형 3), 체중당 총에너지소비량(모형 4)이 유의한 음의 관계가 있었다(표 4). 체지방율은 좌식행동 소비시간 뿐 아니라 활동강도별 3가지 모든 유형에서 도 유의성을 보이지 않았다. 체지방율과 활동강도는 연령에 따라 다른 결과를 보이는데 젊은 층은 직업등의 이유로 보통활동 이상의 강도에서 상관성을 보였다는 연구(Sheer et al, 2013)와 노인에 있어서는 좌식행동이 상관성을 보였다는 연구(Harrington et al, 2016)등 다른 결과를 보였다. 본 연구 대상자는 여성 40~82세 여성으로 50~60대가 77.8%로 가장 많아 장년층의 특성으로 여겨진다. 본 연구에서는 대상자의 직업에 대한 조사는 실시하지 않았으나, 장년층의 특성상 직업 참여도의 가능성은 상대적으로 낮을 가능성이 크다. 향후 다양한 연령층을 대상으로 직업 및 여가활동 등을 고려한 일상생활에서의 신체활동과 신체조성과의 상관성에 관한 추가적인 연구가 필요할 것으로 생각된다. 운동군과 비운동군에서 보통활동 강도에서 보내는 시간이 유의한 차이는 있었으나(표 3) 활동강도가 체지방율과 유의한 상관성은 없는 것으로 나타났다. 따라서 여성 제2형 당뇨병 환자를 대상으로 체지방율을 감소시키기 위해서는 신체활동량 중 체중당 총에너지소비량과 체중당 신체활동에너지소비량을 증가시키는 것이 중요하다고 여겨진다.

IV. 결론

본 연구의 목적은 여성 제2형 당뇨병환자를 대상

으로 자유로운 일상생활에서 웨어러블 디바이스를 이용한 신체활동량과 신체활동강도를 파악하고 체지방율과의 상관성에 대하여 분석하였다. 대상자는 규칙적인 신체활동 참여 여부에 따라 운동군과 비운동군으로 분류하여 집단간 신체활동량, 신체활동 강도의 차이를 비교하였으며, 체지방율과의 상관성을 검증하였다. 연구 결과를 정리하면 다음과 같다.

첫째, 운동군은 연령이 유의하게 높았으나, 체질량지수, 허리둘레, 체지방량, 체지방율이 유의하게 낮았으며, 체지방율은 유의하게 높았다.

둘째, 운동군은 신체활동량에서 체중당 총에너지소비량, 신체활동에너지소비량, 체중당 신체활동에너지소비량, 보행수가 유의하게 높았다.

셋째, 운동군은 신체활동강도에서 보통활동에서

의 소비시간이 유의하게 높았다.

넷째, 체지방율은 신체활동량인 체중당 신체활동에너지소비량과 체중당 총에너지소비량과 유의한 음의 관계를 보였으며, 좌식행동 소비시간이나 신체활동강도와는 유의성이 없었다.

결론적으로 여성 제2형 당뇨병 환자의 체지방율은 신체활동강도보다 신체활동량과 상관성이 있었다. 이는 보통강도 이상 활발한 강도를 수행할 수 없는 신체활동에 제약이 있는 환자들이나 보통강도 이상의 신체활동을 해야만 체중감량에 효과적이라고 생각하는 환자들에게 낮은강도에서도 신체활동량을 증가시킨다면 체지방율을 감소시킬 수 있는 좋은 제안이 될 수 있을 것이며, 이는 더 많은 환자가 신체활동을 참여하도록 유도할 수 있을 것이다.

참고문헌

- 민경완, 안근희, 손태서, 박용문, 홍영선, 김연수, 박이병, 박강서, 이관우, 김인주, 한경아, 유재명, 손현식, 백세현, 이원철, 조정구, 이형우, 박성우(2005). 한국인 제2형 당뇨병 환자에 대한 다기관 연구. **당뇨병**, 29(6), 517-525.
- American Diabetes Association. 4. Lifestyle management. (2017). *Diabetes Care* 40: S33-43.
- Agiovlasitis S, Riebe D, Ehrman J. K, Liguori G, Magal M (2018). American College of Sports Medicine, Wolters Kluwer Health. *ACSM's guidelines for exercise testing and prescription*. (10th ed). p3. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins.
- American College of Sports Medicine and the American Diabetes Association (2010). Exercise and type 2 diabetes: American College of Sports Medicine and the American Diabetes Association: joint position statement. *Med Sci Sports exerc* 42: 2282-2303.
- Bann D, Hire D., Manini T., Cooper R., Botosaneanu A., McDermott M, M., Pahor M., Glynn N, W., Fielding R., King A, C., Church T., Ambrosius W, T., Gill T, M.(2015). LIFE Study Group. Light intensity physical activity and sedentary behavior in relation to body mass index and grip strength in older adults: cross-sectional findings from the Lifestyle Interventions and Independence for Elders (LIFE) study. *PLoS One* 10: e0116058.
- Balducci S., D'Errico V., Haxhi J., Sacchetti M., Orlando G., Cardelli P., Di Biase N., Bollanti L., Conti F., Zanuso S., Nicolucci A., Pugliese G.(2017). Italian Diabetes and Exercise Study 2 (IDES_2) Investigators. Level and correlates of physical activity and sedentary behavior in patients with type 2 diabetes: a cross-sectional analysis of the Italian Diabetes and Exercise Study 2. *PLoS One* 12: e0173337.
- Chowdhury E, A., Western M, J., Nightingale T, E., Peacock O, J., Thompson D.(2017). Assessment of laboratory and daily energy expenditure estimates from consumer multi-sensor physical activity monitors. *PLoS One* 12: e0171720.

- Fu Y., Yu Y., Wang S., Kanu J., You Y., Liu Y., et al.(2016). Menopausal age and chronic diseases in elderly women: A cross-sectional study in northeast China. *Int J Environ Res Public Health*. 13(10): 936.
- Hamasaki H., Noda M., Moriyama., Yoshikawa R., Katsuyama H., Sako A., et al(2015). Daily physical activity assessed by triaxial accelerometer is beneficially associated with waist circumference serum triglycerides and insulin resistance in Japanese patients with prediabetes or untreated early type 2 diabetes. *J Diabetes Res* Article ID 526201, 6 pages, <http://dx.doi.org/10.1155/2015/526201>
- Hagstromer M., Oja P., Sjostrom M.(2007). Physical activity and inactivity in an adult population assessed by accelerometry. *Med Sci Sports Exerc* 39: 1502-8.
- Hansen A. L, Carstensen B., Helge J. W., Johansen N. B, Gram B., Christiansen J. S. et al. (2013). ADDITION-Denmark Steering Committee. Combined heart rate- and accelerometer-assessed physical activity energy expenditure and associations with glucose homeostasis markers in a population at high risk of developing diabetes: the ADDITION-PRO study. *Diabetes Care* 36: 3062-9.
- Harrington D. M., Edwardson C. L., Henson J., Khunti K., Yates T., Davies M, J.(2016). Moderate to vigorous physical activity not sedentary time is associated with total and regional adiposity in a sample of UK adults at risk of type 2 diabetes. *Physiol Meas* 37: 1862-71.
- Healy G, N., Winkler E. A., Brakenridge C, L., Reeves M, M., Eakin E, G.(2015). *Accelerometer-derived sedentary and physical activity time in overweight/obese adults with type 2 diabetes: cross-sectional associations with cardiometabolic biomarkers*. PLOS ONE | DOI: 10.1371/journal.pone.0119140 March 16.
- Huaidong D., Derrick B., Liming L., Gary W., Yu G., Rory C. et al. (2013). Physical activity and sedentary leisure time and their associations with BMI, waist circumference and percent body fat in 0.5 million adults: the China Kadoorie Biobank study. *Am J Clin Nutr* 97: 487-96.
- Irving B. A., Davis C. K., Brock D. W., Weltman J, Y., Swift D., Barrett E, J. et al. (2008). Effect of exercise

- training intensity on abdominal visceral fat and body composition. *Med Sci Sports Exerc* 40(11): 1863-72.
- Lee Y, K.(2018). Health and Care of Older Adults in Korea. *Health and Welfare Policy Forum*. 264: 19-30.
- Matthews C, E., Chen K, Y., Freedson P, S., Buchowski M, S., Beech B, M., Pate R, R. et al. (2008). Amount of time spent in sedentary physical activity and body fat in T2DM <https://e-dmj.org> Diabetes Metab J 2020;44:316-325
- 325 behaviors in the United States, 2003-2004. *Am J Epidemiol* 167: 875-81.
- Park J., Ishikawa T, K., Tanaka S., Hikiyama Y., Ohkawara K., Watanabe S. et al. (2011). Relation of body composition to daily physical activity in free living Japanese adult women. *Br J Nutr* 106(7): 1117-27.
- Robinson S, L., Hattersley J., Frost G, S., Chambers E, S., Wallis G, A. (2015). Maximal fat oxidation during exercise is positively associated with 24-hour fat oxidation and insulin sensitivity in young healthy men. *J Appl Physiol* 118: 1415-22.
- Romijn J, A., Coyle E, F., Sidossis L, S., Gastaldelli A., Horowitz J, F., Endert E. (1993). Regulation of endogenous fat and carbohydrate metabolism in relation to exercise intensity and duration. *Am J Physiol*. Sep; 265: E380-91.
- Sardinha L, B., Magalhaes J, P., Santos D, A., Judice P, B. (2017). Sedentary patterns, physical activity and cardiorespiratory fitness in association to glycemic control in type 2 diabetes patients. *Front Physiol* 8: 262.
- Sasaki J, E., Hickey A., Mavilia M., Tedesco J., John D., Keadle S et al. (2015). Validation of the Fitbit wireless activity tracker for prediction of energy expenditure. *J Phys Act Health* 12: 149-54.
- Sedentary Behavior Research Network (2012). Standardized use of the terms "sedentary" and "sedentary behaviours" *Appl Physiol Nutr Metab* 37: 540-42.
- Scheers T, Philippaerts R, Lefevre J. (2013). Objectively-determined intensity- and domain-specific physical activity and sedentary behavior in relation to percent body fat. *Clin Nutr* 32: 999-1006.
- Shephard R, J.(2003). Limits to the measurement of habitual physical activity by questionnaires. *Br J*

- Sports Med* 37: 197-206.
- Stramatakis E., Hirani V., Rennie K. (2009). Moderate-to-vigorous physical activity and sedentary behaviors in relation to body mass index-defined and waist circumference-defined obesity. *Br J Nutr* 101: 765-73.
- Teresa G, P., Juan J, S., Daniel S, F., German P., Juan D, C. (2016). Body fat percentage is more associated with low physical fitness than with sedentarism and diet in male and female adolescents. *Physiol Behav.* Oct 15; 165: 166-72.
- Ursula G. K., Gerald G., Laurence G., Daniel O., Slosman A. G., Claude P. (2000). Physical activity and fat-free and fat mass by bioelectrical impedance in 3853 adults. *Medicine & Science in Sports & Exercise* <http://www.acsm-msse.org> 0195-9131/01/3304-0576/\$3.00/0 576-584.
- Young D, R., Hivert M, F., Alhassan S., Camhi S, M., Ferguson J, F., Katzmarzyk P, T. et al. (2016). Sedentary behavior and cardiovascular morbidity and mortality: a science advisory from the American Heart Association. *Circulation.* 134: e262 - 79.
- e-나라지표[Internet]: 기대수명 및 유병기간 제외 기대수명(건강수명). [cited 2020Dec26]. Available from: http://www.index.go.kr/potal/main/EachDtlPageDetail.do?idx_cd=2758/.

Correlation between Physical Activity Pattern and % Body Fat measured by Wearable Device in Women with Type 2 Diabetes Mellitus

Keun-Hee An(Daejin University, associate professor)

ABSTRACT

The purpose of this study was to identify the patterns of physical activity using wearable devices in free living condition for 63 female type 2 diabetes patients aged 40 to 82 years and to analyze their correlation with body fat percentage. Subjects were classified into an exercise group(EXG, N:33) and a non-exercise group(NEG, N:30). The correlation between the group difference and body fat percentage is as follows. In EXG, body mass index ($p<.001$), body fat mass ($p<.001$) and body fat percentage ($p<.001$) were significantly lower. In EXG was significantly higher including total energy expenditure per body weight(TEEk)($p<.001$), physical activity energy expenditure(PAEE)($p<.05$), physical activity energy expenditure per body weight(PAEEk)($p<.01$), steps($p<.01$) and moderate activity time ($p<.001$). The body fat percentage had a significant correlation with PAEEk($\beta=-.412$, $t=-3,250$, $p=.002$), and TEEk($\beta=-1.332$, $t=-5.092$, $p=.000$). There was no significant relationship with sedentary behavior time ($\beta=.144$, $t=1.048$, $p=.299$). As a result of this study, the body fat percentage of female type 2 diabetes mellitus showed a tendency to correlate with the amount rather than the intensity of physical activity.

Key words : Type 2 diabetes mellitus, Sedentary behavior, physical activity, body fat percentage

논문 접수일 : 2021. 11. 10

논문 승인일 : 2021. 12. 6

논문 게재일 : 2021. 12. 31