

여성의 건강과 운동

유 선 미

인제의대 상계백병원 가정의학과

Exercise and Health in Women

Sun Mi Yoo, MD, MPH, PhD

Department of Family Medicine, Inje University, Sanggye Paik Hospital

* 이 논문은 가정의학회지 제25권 제3호(2004)에 실렸던 것을 가정의학회지의 허가를 얻어 다시 게재하는 것임.

Summary

The purpose of this study was to examine the effects of physical activity on women's health. I conducted literature reviews for meta-analyses and randomized controlled trials with the target diseases including cardiovascular diseases, diabetes, cancers, osteoporosis, and pregnancy outcomes.

Women who were active had less total mortality and smaller incidence of hypertension, coronary heart diseases, and stroke. Exercise was better than drug therapies in preventing diabetes and effective in preventing colon and breast cancers. Exercise can reduce the risks of falling injury in elderly women. Walking during pregnancy was not harmful to the mothers and their infants, and desirable to prevent the complications of pregnancy or weight gain after pregnancy. Physical activity at work and leisure-time showed similar effects on women's health. Based on these results, moderate-intensity physical activity should be recommended to all women. Resistive, muscle strength, and balance-training exercise also can be recommended.

Doctors' advices are effective to make women exercise, especially using handouts or motivational interviewing techniques. It is desirable to recommend to perform other health promotion measures together such as smoking cessation, weight control and diet control.

저자연락처 : 유 선 미

우139-707 서울특별시 노원구 상계7동 761-1
인제대학교 의과대학 상계백병원 가정의학과
Tel : (02) 950-1150
e-mail: syoo@sanggyepaik.ac.kr

1. 서 론

운동은 심폐기능과 대사과정을 향상시키고, 골격근의 상태를 호전시키며 심리적으로 좋은 영향을 미친다. 운동은 특히 관상동맥질환, 고혈압, 당뇨병, 골다공증, 비만, 심리적 질환의 치료와 예방에 도움이 된다고 알려져 있다¹⁾. 그러나 지금까지 발표된 운동의 영향에 대한 연구는 중년 백인 남성을 대상으로 한 연구가 많았고, 여성을 대상으로 하는 연구는 많지 않았다.

2001년 국민건강 영양조사에 따르면 우리나라 여성의 75.8%가 운동을 하지 않는다. 20세 이상 성인의 규칙적 중등도 운동 실천율(주 3회 이상 1회 20분 이상 운동실천자)은 남자 22.1%, 여자 19.4%로 여성이 더 낮다. 간헐적 저강도 운동실천율(주 1-2회 1회 20분 이상 운동실천자)도 남자 9.5%, 여자 4.7%로 우리나라 여성은 남성에 비해 운동을 하지 않는 편이다²⁾. 그러나 여성은 운동에 대한 권고를 쉽게 받아들이고 운동 효과도 남성에서보다 크게 나타난다³⁾.

의사들은 일반인에게 운동을 열심히 권장하지 않는다. 직장인을 대상으로 한 연구에서 심혈관질환의 병력이 있는 사람은 36%가 의사로부터 규칙적인 운동을 하도록 권고 받았지만 전체적으로는 8.6%만이 의사로부터 규칙적인 운동에 대한 권고를 받았다⁴⁾.

가정의학과 의사는 일차의료에서 다양한 건강상태를 가진 사람을 접하게 되므로 활동량이 적은 사람을 파악하여 간단하게 운동을 권장할 수 있는 이상적인 의료인이다. 가정의학과에 내원하는 여성은 의사로부터 흔한 건강문제의 치료에 관한 정보 외에도 예방 및 건강증진에 대한 정보를 듣기 원한다⁵⁾. 따라서 이 글에서는 운동이 여성의 건강에 미치는 영향과 그 기전을 근거중심의학적 접근법을 이

용하여 검토하고 가정의학과 의사들이 일차의료에서 여성들에게 운동을 권장하거나 처방하는데 도움을 주고자 하였다.

2. 본 론

1) 연구 방법

여성의 건강상태를 평가하는 표적 질환으로 일반적으로 운동이 영향을 미친다고 알려진 관상동맥 질환, 고혈압, 뇌중풍 등의 심혈관질환, 당뇨병, 골다공증, 암을 선택하였다. 임신은 여성의 중요한 건강문제이므로 임신의 결과와 합병증도 표적질환에 포함하였다. MEDLINE에서 운동이 여성의 건강에 미치는 영향에 대한 연구를 찾기 위하여 physical activity 또는 exercise와 mortality, cardiovascular disease, cancer, diabetes, pregnancy, osteoporosis, fracture를 중심단어로 검색하였다. 연구대상을 여성으로, 논문의 종류는 randomized controlled trial과 meta-analysis에 제한하였다. 검색된 메타분석(meta-analysis)에 포함된 논문을 다시 검토하여 여성이 포함되지 않은 연구는 분석에서 제외하였다. 다음의 세 가지 질문을 중심으로 참고문헌을 검토하였다.

첫째. 운동을 하면 여성의 건강에 어떤 이득이 있는가?

둘째. 이득이 있으려면 어떤 운동을 어느 정도 해야 하는가?

셋째. 의사의 권고는 운동을 하는데 효과가 있는가?

건강의 이득을 판단하는 결과변수로 총사망률, 심혈관질환 발생 또는 사망률, 당뇨병의 발생 또는 사망률, 각종 암의 발생 또는 사망

를, 추락의 발생, 임신과 관련된 합병증 발생, 안전한 분만을 사용하였다. 참고문헌을 검토하여 결과변수의 발생에 대한 상대위험도를 중심으로 운동이 여성의 건강에 미치는 영향을 기술하였다. 그러나 발생의 상대위험도 기술이 어려운 고혈압은 혈압 변화의 절대량으로, 골다공증은 골밀도 또는 골량의 변화로 기술하였다.

2) 토의

가. 운동을 하면 여성의 건강에 어떤 이득이 있는가?

(1) 총 사망

운동을 하면 남성에서와 마찬가지로 여성의 총사망률을 감소시킬 수 있다. 정기적으로 운동을 하거나 활동적인 직업을 가진 여성은 총사망률이 23-72%까지 감소한다 (표 1). 운동부하검사로 측정된 체력(physical fitness)이 가장 좋은 여성은 체력이 가장 나쁜 여성에 비해 사망률이 5.5배 낮았다(8.5/10,000인년 vs. 39.5/10,000인년, 5분위수 비교)⁶⁾. 운동량이 증가함에 따라 사망률은 감소하는 경향을 보이지만, 활동량이 가장 많은 여성에서는 사망률이 높아지는 J형 관계를 보이기도 한다⁷⁾.

<표 1> 운동과 여성의 총사망률

Authors	Study design and sample	Follow up	Control and Intervention	Measurement of PA	Results
Blair SN et al. (1989) ⁶⁾	코호트 미국인 13,344명 (여성 3120 명, 평균 40.8세)	8년	Control: low fit 20% Moderate fit: 21-60% High fit: 61-100%	Maximal treadmill exercise test	여성 만명당 사망률 BMI 20-25: Low fitness=28, moderate fitness=11, high fitness=5 BMI >25: Low fitness=14, moderate fitness=20, high fitness=6
Fries JF et al (1994) ⁷³⁾	코호트 미국인 781명 (여성 41%, 50-72세)	8년	Control: never-runners Runner: ever-runners	Questionnaires	전체 남녀에서 총사망의 상대위험도=4.27 (CI 1.78-10.26)
Sherman SE et al (1994) ⁷⁾	코호트 (Framingham Heart study) 미국인 285명 (여성 189명, 75세 이상)	16년	Physical activity quartile (Control: least active group)	Questionnaires	10yr RR for mortality among women RR for 2nd quartile=0.70 (CI 0.38-1.29) RR for 3rd quartile=0.26 (CI=0.12-0.55) RR for 4th quartile=0.39 (CI=0.20-0.77)
Lissner L et al (1996) ⁷⁴⁾	코호트 스웨덴 여성 1,405명 (38-60세)	20년	Control: Sedentary workers, or inactive in leisure time Active workers Active in leisure time	Questionnaires	여성의 총사망률의 상대위험도 For occupational activity= 0.28 (CI 0.17-0.47), for leisure time activity=0.56 (CI 0.39-0.82)
Kushi LH et al (1997) ⁶²⁾	코호트 (Iowa Women's health study) 미국인 폐경후 여성 40,417명 (55-69세)	7년	Control: No regular exercise Intervention 1 (I1): once weekly MVPA Intervention 2 (I2): 2-4/wk Intervention 3 (I3): >4/wk	Questionnaires	여성의 총사망률의 상대위험도 정기적으로 운동한 여성 0.77 (CI 0.66-0.90) RR for I1=0.76 (CI 0.63-0.91), RR for I2= 0.76 (CI 0.58-0.85) RR for I3=0.62 (CI 0.50-0.78)

* CI: 95% Confidence interval, MVPA: moderate and vigorous physical activity

(2) 심혈관질환

정기적으로 운동을 하거나 활동적인 직업을 가진 여성은 운동량이 적은 여성에 비해 혈압^{6, 8, 9)}, 관상동맥질환^{10, 11)}, 뇌중풍¹²⁾ 발생이 감소한다(표 2). 남녀를 모두 포함한 메타 분석 논문에서 유산소운동을 하면 수축기 혈압이 3.84mmHg, 이완기 혈압이 2.58mmHg 감소하였고, 혈압 감소효과는 고혈압 환자나 정상 혈압을 가진 사람, 비만하거나 정상 체중을 가진 사람에서 모두 나타났다⁹⁾. 매주 1-1.5 시간 이상 걷는 여성은 정기적으로 걷지 않는 여성에 비해 관상동맥 질환 발생의 위험이 51% 낮았고, 걷는 속도보다는 걷는데 소비한 시간이 위험을 낮추는데 더 중요하였다¹¹⁾. 급성 관상동맥 증후군으로 퇴원한 뒤에도 운동을 하면 운동능력과 안녕감(well-being sense)이 좋아진다¹³⁾. 운동을 하지 않는 여성의 허혈성 심질환 발생률이 활동량이 많거나 운동을 하는 남성에 비해 매우 낮기 때문에 여성에서는 운동의 보호효과가 남성에서처럼 명백하게 나타나지 않았을 가능성이 있다¹⁴⁾. 남성에서 유의하였던 뇌중풍에 대한 운동의 보호효과가 여성에서는 유의하지 않았던 경우도 있었지만^{15, 16)} 운동을 하는 여성은 하지 않는 여성에 비해 뇌중풍 발생의 위험이 낮았고¹⁷⁻²⁰⁾, 운동량이 증가할수록 보호효과가 강했다¹⁷⁻¹⁹⁾.

정기적으로 격렬한 등장성 운동(isotonic exercise)을 하면 좌심실의 내부 직경과 이완기말 용적, 심박출량(stroke volume), 심근(myocardial mass)이 증가하면서 용적 과부하 상태가 된다. 좌심실의 기능이 좋아지면서 골격근의 미토콘드리아의 크기와 수, 미오글로빈(myoglobin), 산화 효소, 모세혈관의 밀도가 증가하는 말단부의 적응이 일어나 비슷한 연령의 사람에 비해 유산소운동 능력이 유

의하게 증가한다. 운동선수는 보통 사람에 비해 유산소운동 능력이 증가하는데, 이는 쉴 때보다 심박수와 심박출량(stroke volume)이 증가하여 최고 심박출량(cardiac output)이 증가하기 때문이다.

등척성 운동(isometric exercise)은 근육의 길이나 관절의 위치에는 변화 없이, 움직이지 않는 부하나 저항에 대항하는 근육 수축을 이용하는 운동이다. 심박출량(stroke volume)은 장력이 증가해도 거의 변화하지 않으므로 등척성 운동을 하면 약간 증가한다. 그러나 심박출량이 증가해도 반사적인 혈관 수축 때문에 근육으로 가는 혈류는 많이 증가하지 않는다. 이렇게 혈관이 수축하면서 심박출량이 증가하면 수축기 혈압과 이완기 혈압이 증가하게 된다. 등장성 운동을 하면 심장에 부피의 부하(volume overload)가 걸리지만 등척성 운동을 하면 입력 부하가 걸려 운동하는 근육에 관류(perfusion)가 증가한다. 등척성 운동을 계속하면 근력이 증가하면서 결국 심박수와 부하에 대한 혈압 변화를 줄인다.

여성에서 운동과 함께 지방 섭취 감소, 체중 증가 예방을 병행하면 심혈관 질환 발생에 영향을 주는 총 콜레스테롤, LDL 콜레스테롤, 혈압, 혈당, 비만도를 줄일 수 있다^{21, 22)}. 이러한 효과는 운동을 하는 여성의 비만도에 따라 다르게 나타날 수 있다. 한 메타분석에 따르면 체질량지수 25 미만의 정상 체중인 여성의 운동은 총콜레스테롤, HDL 콜레스테롤, LDL 콜레스테롤, 중성지방에 영향을 미치지 않았다²³⁾. 체질량지수 25-29인 과체중 여성에서 저열량식사요법만 하면 LDL 콜레스테롤은 감소하지만 HDL 콜레스테롤 증가효과는 나타나지 않고, 저열량식사요법을 동반하지 않는 운동요법만으로도 지단백 개선효과는 없었다.

〈표 2〉 운동과 여성의 심혈관 질환

Authors	Study design and sample	Follow up	Control and Intervention	Measurement of PA	Results
Salonen et al (1988) ¹⁴⁾	코호트 (North Karelia Project) 핀란드인 15,088명 (여성 7,799명, 30-59세)	6년	Not available	Questionnaires	여성 천명당 허혈성 심질환 발생률 Women with BMI<27.0 Active occupation /High LTPA=0.5 Active occupation /Low LTPA= 3.2 Sedentary occupation/ High LTPA= 1.2 Sedentary occupation/Low LTPA=0.0 Women with BMI≥27.0 Active occupation /High LTPA=2.1 Active occupation /Low LTPA= 1.0 Sedentary occupation/ High LTPA= 6.2 Sedentary occupation/Low LTPA=0.0
Kushi LH et al (1997) ⁶²⁾	코호트(Iowa Women's health study) 미국인 폐경후 여성 40,417명(55-69세)	7년	Control: No regular exercise Intervention: more than once weekly MVPA	Questionnaires	여성의 심혈관질환 사망의 상대위험도 0.72 (CI 0.54-0.95)
Lee IM et al (2001) ¹¹⁾	코호트 (Women's Health Study) 미국인 여성 39,372명 (40세이상)	5년	Control: Women with energy expenditure <200 kcal/week	Questionnaires	여성의 관상동맥질환 사망의 상대위험도 200-599 kcal/week =0.79 (CI 0.56, 1.12) 600-1499 kcal/week =0.55 (CI 0.37-0.82) > 1500 kcal/week = 0.75 (CI 0.50-1.12)
Manson JB et al (1999) ¹⁰⁾ Hu FB et al (2000) ¹⁸⁾	코호트 (Nurses' Health Study) 미국인 여성 72,488명 (40-65세)	8년	Physical activity MET quintiles (Control: least active group)	Questionnaires	여성의 관상동맥질환과 뇌중풍 발생의 상대위험도 2nd quintile= 0.77 (CI 0.62-0.96), 0.98 (CI 0.75-1.29) 3rd quintile=0.65 (CI 0.52-0.82), 0.82 (CI 0.61-1.10) 4th quintile=0.54 (CI 0.42-0.69), 0.74 (CI 0.54-1.01) 5th quintile=0.46 (CI 0.36-0.60), 0.66 (CI 0.47-0.91)
Kiely DK et al. (1994) ¹⁵⁾	코호트 (Framingham Heart Study) 미국인 4196명 (여성 2,299명, 28-62세)	32년	PA tertiles. Control: least active group	Questionnaires	여성의 뇌중풍 발생 상대위험도 For medium level of PA= 1.21 (CI 0.89-1.63) For high level of PA=0.89 (CI 0.60-1.31)
Gillum RF et al (1996) ¹⁹⁾	코호트 (NHANES I follow up study) 미국인 5,852명(백인 여성 2,713명, 45-74세)	11.6년	Three levels of recreational and non-recreational activity (Control: high PA)	Questionnaires	백인 여성의 뇌중풍 발생 상대위험도 For low recreational PA (45-64세)= 3.13 (CI 0.95-10.32), moderate =1.8 (CI 0.52-6.22); low (65-74세)= 1.55 (CI 0.95-2.53), moderate= 1.27 (CI 0.76-2.12) For low non-recreational PA (45-64세)= 3.51(CI 1.66-7.46), moderate= 1.07 (CI 0.57- 1.99); low (65-74세)= 1.82 (CI 1.10-3.02), moderate= 1.42 (CI 1.01-2.00)
Nakayama T et al(1997) ²⁰⁾	코호트 일본 여성 1341명 (40세 이상)	15.5년	Control: moderate PA	Questionnaires	여성의 뇌중풍 발생 상대위험도 For light PA=1.95 (CI 1.03-3.68)
Evenson KR et al(1999) ¹⁶⁾	코호트 (ARIC Study) 미국 남성 6,279명 미국 여성 8,296명 (45-64세)	7.2년	Baecke PA score 1점 상승	Questionnaires	여성의 허혈성 뇌중풍 발생 상대 위험도 For sports=1.11 (CI 0.82, 1.50), for leisure= 1.29 (CI 0.89, 1.87), and for work= 0.88 (CI 0.70, 1.09)
Ellekjaer et al. (2000) ¹⁷⁾	코호트 (Nord-Trondelag Survey) 노르웨이 여성 14,101명 (40-65세)	10년	Control: physical activity less than once a week. Medium and high: ≥ once a week of physical activity	Questionnaires	여성의 뇌중풍 발생 상대위험도 For medium PA group = 0.77 (CI 0.61-0.98) For high PA group= 0.52 (CI 0.38-0.72)

* CI: 95% Confidence interval, LTPA: leisure-time physical activity

그러나 저열량식사요법과 운동을 동반하면 HDL 콜레스테롤, LDL 콜레스테롤, 중성지방에 좋은 효과가 나타난다. 체질량지수 30 이상인 비만 남성에서 식사 조절이나 운동에 의해 체중을 줄이면 HDL 콜레스테롤이 증가하고 중성지방이 감소하지만 운동만으로 LDL 콜레스테롤이 낮아진다는 근거는 약하다. 체질량지수 30 이상인 폐경후 여성에서는 이상지질 단백질증에 대한 유산소운동의 효과가 남성에서보다 더 약하게 나타났다²³⁾. 따라서 운동 단독에 의한 지질단백 개선효과는 아직 일정하지 않다^{21, 23)}.

운동의 횟수가 많다고 지질단백 개선 효과가 증가하지는 않았고^{24, 25)}, 저강도 운동의 효과가 중등도 운동보다 좋은 경우도 있었다²⁶⁾. 여성의 저항운동은 지질단백 개선 효과를 보이지 않았으나, 일상생활의 활동은 규칙적인 운동과 비슷한 효과를 나타내었다²³⁾. 따라서 운동과 함께 금연, 식사 조절, 약물 복용 등의

포괄적인 생활습관 조절을 병행하여 지질단백 개선 효과를 기대할 수 있다고 생각된다^{22, 27)}

(3) 당뇨병

식사조절과 운동을 포함하는 생활 습관의 변화는 여성에서 당뇨병 발생의 위험을 반 이상 줄일 수 있다(표 3). 코호트 연구에서 주 1회 이상 운동을 하는 여성은 당뇨병 발생의 위험이 34% 감소하였다²⁸⁾. 내당불능장애가 있는 여성이 운동을 하면 당뇨병 발생의 위험을 56% 줄일 수 있으며²⁹⁾, 메트포르민 치료보다 운동과 식이조절 병행이 당뇨병 예방에 효과적이다³⁰⁾. 당뇨병 진단을 받은 여성이 운동을 하면 혈당 조절에 유리하며 약제를 줄일 수 있다³¹⁾. 그러나 운동의 당뇨병 예방 효과는 남성에 비해 여성이 더 적었다³⁰⁾. 비만한 여성이 유산소운동을 하면 체중 감소가 없어도 인슐린 분비가 증가하지만 반드시 공복시 혈당이 감소하지는 않는다³²⁾.

<표 3> 운동과 당뇨병 발생

Authors	Study design and sample	Follow up	Control and Intervention	Measurement of PA	Results
Manson JE et al (1991) ²⁸⁾	코호트(Nurses' Health Study) 여성 87,253명 (40-65세)	8년	대조군: VPA를 하지 않는 여성 실험군: VPA를 주 1,2,3,4회 이상 하는 여성	Questionnaires	여성의 당뇨병 발생 상대위험도 주 1회 VPA=0.89 (CI 0.72-1.11) 주 2회 VPA=0.71 (CI 0.56-0.89) 주 3회 VPA=0.93 (CI 0.75-1.16) 주 4회 이상=0.86 (CI 0.71-1.04)
Tuomilehto et al. (2001) ²⁹⁾	무작위대조군실험연구 (Finnish Diabetes Prevention Study) 내당불인성이 있는 비만 핀란드인 522명 (여성 67%, 40-65세)	3.2년	대조군: 식이와 운동에 대한 정보 제공 실험군: 행동 변화에 대한 개별적인 상담 (5% 체중 감소, 지방 섭취 감소, 매일 30분 이상 운동)	NA	남녀 전체의 당뇨병 발생 위험 대조군 23%, 실험군 10% RRR=56% (CI 33-71) NNT=8 (CI 5-15)
Knowler WC et al (2002) ³⁰⁾	무작위대조군실험연구 (Diabetes Prevention Program Research) 미국인 3,234명 (여자 68%, 평균연령 50.6±10.8세)	2.8년	위약군 실험군: 메트포르민 투여군, 생활 습관변화군 (저칼로리 저지방 식이, MVPA 150분/주 이상, 초기 체중의 7%이상 감소)	NA	여성의 당뇨병 발생 위험 위약군 10.3/1000인년, 메트포르민 투여군 7.6, 생활습관변화군 5.0 위약군에 비해 당뇨병발생위험의 감소 메트포르민 투여군 28% (CI 10-43), 생활습관변화군 54% (CI 40-64)

** CI: 95% Confidence interval, NA: Not available, VPA: vigorous physical activity

혈중 포도당 농도가 증가하지 않는 한 대부분의 운동은 인슐린을 낮추는 효과가 있다. 운동은 교감신경의 활동을 증가시키고 췌장의 베타 세포의 알파 아드레날린 수용체(alpha adrenergic receptor)를 증가시키는데, 알파 수용체가 증가하면 인슐린 분비가 감소한다고 생각된다. 이 효과는 최고 운동능력의 40% 정도의 운동을 10-30분간 또는 그 이상 시행해도 효과가 있으며, 최고 강도의 운동을 하거나 저항운동(resistance exercise)을 해도 효과가 있다. 이 효과는 수 시간에서 48시간까지 지속된다.

운동을 하면 인슐린 분비가 감소하므로 이론적으로는 세포의 포도당 흡수가 감소해야 하지만 실제로는 20배까지 증가한다. 즉 인슐린 외의 기전이 영향을 미친다. 운동은 근육의 혈류량을 증가시켜 세포에 포도당을 더 많이 제공하고, 운동에 의해 증가한 카테콜아민이 포도당의 세포 흡수를 촉진시킨다. 또한 근육에 있는 GLUT4 전달체(transporter molecule)가 횡문근형질막(sarcolemma)으로 자리를 옮기면서 포도당 흡수를 촉진한다. 이 효과는 당뇨병 환자나 정상인에서 마찬가지로 나타나며 1회의 운동에 의해서도 생길 수 있다³³⁾. 인슐린 농도가 낮으면 간에 저장된 포도당이 이동하고, 지방 이용과 포도당 합성이 촉진된다.

장기적인 지구력 운동도 휴식시 인슐린 농도를 낮추고 포도당건딤(glucose tolerance)을 증가시키고 인슐린에 의한 포도당 운반을 향상시킨다. 운동을 하면 1-2주가 지나면 근육의 인슐린 감수성이 증가하고 근육 내 GLUT4 전달체의 변화가 일어나지만, 운동을 멈추고 3-6일이 지나면 없어진다.

인슐린 외에도 다양한 내분비기관이 운동의 결과에 영향을 미친다(그림 1). 운동의 강

도나 기간이 증가하면 카테콜아민 분비도 증가한다. 고강도 운동을 할 때 카테콜아민 분비가 증가하는 것은 세포의 포도당 흡수를 돕고, 심장 기능을 보조하고, 운동하는 근육으로 혈류를 재분배시키기 위해 혈관을 수축시키고, 관류를 증가시키기 위해서이다. 운동 기간이 길어지면서 카테콜아민 분비가 증가하여 간에서 일어나는 당원분해반응을 증가시키고 췌장의 글루카곤 분비를 증가시키고 지방조직에서 지방 분해를 촉진하여 근육 세포의 포도당 공급을 돕는다. 또 땀을 흘리고 운동할 때 사용하지 않는 부위로부터 피부로 혈류를 이동시켜 온도 조절에 기여하며, 신장 혈류를 줄이고 레닌 분비를 증가시켜 수분을 유지하게 한다. 지구력 운동을 하면 카테콜아민 분비가 감소하며 이를 보상하기 위하여 수용체의 감수성이 증가한다.

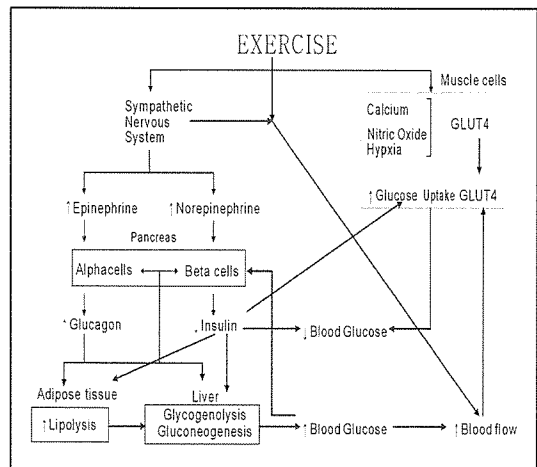


그림 1. 운동이 혈당 조절에 영향을 미치는 기전

출처 : Garrett WE and Kirkendall ed. Exercise and sport science, 2000.

에스트로젠은 운동중 혈중 포도당 사용을 감소시키고 근육내 글리코겐 사용을 줄여 탄

수화물 산화를 감소시키고, 지방 분해 및 산화를 촉진시키는 효과가 있다³⁴⁾. 프로제스테론이 같이 있으면 에스트로겐의 이러한 효과를 억제하며, 임신중 인슐린 저항성을 유발한다고 생각된다³⁵⁾. 그러나 난소호르몬이 포도당 대사에 직접 작용을 하는지 다른 호르몬을 통해 매개작용을 하는지는 확실하지 않다.

(4) 근골격계 질환

걷기, 근육강화, 균형 운동을 하면 노인 전체에서 추락의 발생을 10-30% 줄일 수 있다 (표 4). 75세 이상의 노인에서 운동군은 대조군에 비해 추락에 의한 심각한 손상도 78%

줄일 수 있었다³⁶⁾. 그외에도 운동은 노인의 기능 상태를 회복시키는 효과가 있다. 만성 요통이 있는 성인이 운동을 하면 통증과 기능성, 걷는 능력이 향상되었고³⁷⁾, 무릎의 퇴행성관절염이 있는 60세 이상 노인에서 유산소운동군과 저항운동군 모두 단순한 건강교육군에 비해 자가 보고한 통증과 장애가 감소하였고 관절 굴곡력도 증가하였다³⁸⁾. 골다공증이 있는 여성에서도 균형감각과 근력을 증가시킨다³⁹⁾. 골밀도가 낮은 폐경후 여성이 체중부하 운동, 유산소운동, 유연성 운동을 하면 유연성, 민첩성, 근력 및 지구력이 향상되며 요통과 심리적 안정감도 향상된다⁴⁰⁾.

〈표 4〉 운동과 여성의 근골격계 질환

Authors	Study design and sample	Follow up	Control and Intervention	Results
Province MA et al (1995) ⁷⁵⁾	다기관 무작위대조군실험의 메타 분석 미국 노인 2,328명 (여자 55%, 60-75세 이상)	2-4년	Control Intervention: Endurance, flexibility, resistance, balance exercise	전체 남녀에서 추락의 발생 상대 위험도 운동 전만= 0.9 (CI 0.81, 0.99), 균형운동 = 0.83 (CI 0.70, 0.98)
Steinberg M et al (2000) ⁷⁶⁾	무작위대조군실험 호주 노인 252명 (여자 79%, 50세 이상)	17개월	Control: 낙상의 위험요인 교육 Intervention: 근력강화 및 균형 운동, + 환경 안전 교육, + 의학적 평가	전체 남녀에서 상대위험도 미끄러짐=0.42 (CI 0.26, 0.69) 발이 걸림=0.36 (CI 0.24, 0.54) 넘어짐=0.70 (CI 0.48, 1.01)
Robertson MC et al (2001) ³⁶⁾	무작위대조군실험 뉴질랜드인 240명 (여자 68%, 75세 이상)	1년	Control: 보통 치료 Intervention: home-based exercise program (주2회 걷기, 주 3회 근육강화와 균형 재훈련)	전체 남녀에서 추락으로 인한 심각한 손상 발생 C 7.6%, I 1.7% RRR=78% (CI 13-95), NNT=17 (CI 9-140)
Bravo G et al (1996) ⁴⁰⁾	무작위대조군실험 폐경후 여성 124명	12개월	Control: health education Intervention: weight-bearing, aerobic, flexibility exercise	여성에서 No change in spinal and femoral BMD
Sinaki M et al (1996) ⁴²⁾	무작위대조군실험 폐경전 여성 96명	3년	Control: calcium intake 1500mg/day Intervention: Calcium plus weight lifting exercise	여성에서 No significant effect on BMD of spine, femur, or radius
Mackelvie KJ et al (2003) ⁴⁶⁾	무작위대조군 실험 캐나다인 8.8-11.8세 녀 75명	20개월	Control: conventional physical education (PE) Intervention: weight bearing exercise in school PE class	여성에서 Increase in BMC of lumbar spine C: 9.3g, I:10.9g Increase in BMC of femur neck C: 0.55g, I: 0.66g
Stear SJ et al. (2003) ⁴⁷⁾	무작위대조군 실험 영국인 16-18세 소녀 144명	15.5개월	Control: Calcium intake 1000mg/day Intervention: plus exercise at PE class	여성에서 Increase in BMC of attendance >50%: total hip (1.4±0.7%), trochanter (2.6±1.2%)

* CI: 95% Confidence interval, RRR: Relative risk reduction, NNT: number needed to treat

폐경후 여성에 대한 메타분석에서 중등도 강도의 걷기, 달리기, 에어로빅 운동은 요추(L2-4) 골밀도에 효과가 있었으나 대퇴골이나 요골에는 유의한 영향을 보이지 않았다⁴¹⁾. 운동이 요골 골밀도에 유의한 효과가 있다는 연구도 있으므로 추후 연구가 더 필요하다. 운동이 폐경 전 여성에서 골밀도를 증가시키는 효과는 없다⁴²⁾. 정상 체중의 폐경 전 여성에서 지방 섭취를 줄이고 운동량을 늘려 체중을 감소시키면 척추와 대퇴골의 골밀도가 모두 감소하지만, 활동량이 많으면 골밀도 감소가 유의하지 않다⁴³⁾.

저항운동이 여성의 골밀도에 미치는 영향에 대한 메타분석에서 저항운동은 모든 여성에서 요추(대조군 -1.45%, 중재군 -0.19%)의 골밀도를 증가시키고, 폐경 후 여성에서 대퇴골(대조군 -0.21%, 중재군 +0.40%)과 요골(대조군 -1.39%, 중재군 +1.71%) 골밀도를 증가시킨다. 체지방률을 줄이고(-2±2%), 제지방 체중을 증가시키는 효과도 있다(2±1kg). 그러나 저항운동이 골절의 위험을 줄이는지에 대한 결과는 확실하지 않다⁴⁴⁾. 허리근(psoas) 훈련도 골밀도 증가에 효과가 있다⁴⁵⁾.

지구력 훈련을 하면 산소 전달 및 사용이 증가하여 근육에서 준최대수준(submaximal level)으로 반복 수축하는 능력이 향상된다. 운동의 효과로 근육내 모세혈관, 미토콘드리아의 내용물, 유산소 산화 효소의 활성이 증가한다. 또 근육의 크기를 줄여 반복 수축하는 능력을 최대화하고, fast-fiber 중에서 산화능력이 높은 섬유로 변화시킨다.

저항운동을 하면 force output을 최대화하는 방향으로 적응이 된다. 근육의 단면이 커져 비대해지는데, 주로 fast-fiber가 영향을 받는

다. 운동의 영향으로 근육 단면의 변화가 오는데 최소 2주에서 2개월 정도 걸린다. 저항운동이 근육의 산소 사용능력을 직접적으로 변화시키는 것은 아니나, 저항운동을 하면 근육의 fast-fiber 중에서 산화능력이 높은 섬유로 변하므로 결국 근지구력이 향상된다.

골량에 영향을 미치는 운동으로 유년기에는 뛰뛰기와 같은 체중부하운동이 효과적이다. 그러나 성장기에 체중부하운동을 너무 심하게 하면 뼈의 종적 성장을 억제할 수도 있다. 테니스, 발레, 체조 등의 일반적인 운동이 골량 증가에 효과가 있다. 최고 골량에 도달하는 20대 후반까지 운동을 하면 골량을 증가시키는 효과가 있다^{46, 47)}. 폐경기 전후에는 운동을 하여 골량 손실을 줄일 수 있다. 또 운동을 하면 근력, 지구력, 균형감각, 유연성을 증가시켜 낙상의 위험을 줄인다.

나이가 들면 골격근이 감소하여 제지방체중이 감소한다(sarcopenia). 연령 증가에 관련된 기초대사량 감소, 근력 감소, 활동 정도 감소 등이 골격근 감소에 기인한다. 이는 나이가 들면서 근력이 감소하는 직접적인 원인이며, 근력 감소는 장애 증가의 직접적인 원인이 된다. 달리기나 수영 등의 지구력 운동을 하면 유산소 운동 능력이 증가하지만, 나이가 든 운동선수도 운동을 하지 않는 사람들과 마찬가지로 유산소 운동 능력이 감소한다. 따라서 근력 증가를 위한 저항운동이 노인의 제지방체중 감소를 막는데 도움이 된다. 근육이 내는 힘에 대한 저항을 시간이 흐름에 따라 점차 증가시키는 점진적 저항운동을 하면 근육의 크기가 증가하고 근육의 수축에 작용하는 단백질이 증가한다. 또 걷기에 동원되는 근육의 힘을 증진시키기 때문에 균형 감각도 증가한다.

(5) 암

운동과 연관성이 있는 여성의 악성 종양으로는 대장암, 유방암, 폐암, 자궁내막암, 난소암 등이 있다(표 5)⁴⁸⁾. 운동과 암 발생에 대한 메타 분석에 포함된 17개의 코호트 연구 결과 중에서 10개 연구에서 여가시간의 운동이나 직업적 활동이 유의한 보호효과를 보였다. 운동은 인체의 혈액 순환, 환기, 장 통과시간을 향상시키고, 에너지 균형이나 면역기능을 향상시켜 전체적인 암 발생 및 사망의 위험에 영향을 미친다. 그러나 여성의 운동은 전반적인 암 발생이나 암 사망에 대해 남성에서보다 약한 보호효과를 보인다⁴⁹⁾. 운동을 하면 위장관 운동이 증가하고 대변의 통과시간이 짧

아져 발암물질과 점막 세포의 접촉 시간이 짧아지며, 면역 기능과 혈중 T-, B- 임파구가 증가하고, 체지방이 감소하며, 프로스타글란딘 합성과 호르몬 대사에 영향을 미치고, 인슐린과 중성지방 대사에 영향을 미쳐 대장암 발생을 예방할 수 있다고 생각된다⁵⁰⁾. 대장암과 운동에 대한 46개의 연구중 39개에서 40-50%의 평균 위험 감소 효과가 있어 남녀 모두에서 예방 효과가 비교적 확실하다고 생각된다. 직장암에서는 운동의 영향이 나타나지 않는데, 이는 운동에 의한 장통과시간 감소가 직장암에 영향을 주지 않기 때문이라고 생각된다.

〈표 5〉 운동과 암 발생⁴⁸⁾

Cancer site	Consistency of evidence for a risk reduction with increased PA levels			Strength of risk association		Dose-response	Temporality(Time period in life associated with risk reduction)	Biological plausibility	Overall level of scientific evidence
	Cohort studies	Case-control studies	Total studies	Range of risk estimate	Average risk reduction	No. of studies			
Colon	15/20	23/26	39/46	0.3-1.0	40-50%	23/29	Activity throughout life?	Yes	Convincing
Breast	8/14	16/22	24/36	0.3-1.6	30-40%	15/23	Early life? Adult life?	Yes	Convincing
Prostate	10/16	5/10	15/26	0.5-2.2	10-30%	9/19	Early life?	Yes	Probable
Lung	6/6	0/2	6/8	0.4-1.3	30-40%	4/6	Unknown	Unclear	Possible
Endometrial	3/4	5/7	8/11	0.1-1.0	30-40%	4/7	Unknown	Yes	Possible
Testicular	0/2	3/6	3/8	0.5-3.3	20%	3/5	Unknown	Unclear	Insufficient
Ovarian	1/3	1/2	2/5	0.3-2.1	0%	2/3	Unknown	Yes	Insufficient

* Convincing: 역학적 근거가 확정적임. Probable: 인과관계가 있을 것으로 결론지을 수 있는 근거가 충분함. Possible: 인과관계가 있을 수 있다고 생각됨. Insufficient: 근거가 있을 것 같지만 결정적인 판단을 할 정도는 아님.

출처: Friedenreich CM. Physical activity and cancer prevention; From observational to intervention research. Cancer Epidemiol Biomarkers & Prevention 2001;10:287-301

격렬한 운동이나 중등도 운동을 하면 성선 자극 호르몬 분비를 억제하기 때문에 여성의 생리 주기를 방해할 수 있다. 따라서 에스트로젠과 프로게스테론에 지속적으로 노출되지 않게 함으로써 유방암 발생을 예방한다고 생각된다. 노르웨이의 지역사회를 대상으로 14년간 추적관찰한 코호트 연구에서 여가시간에 정기적으로 운동을 하는 여성은 앉아서 지내는 사람에 비해 유방암 발생위험이 37% 낮았고, 힘든 육체노동을 하는 여성은 52% 낮았으며 양-반응관계를 보였다. 그러나 여가시간에 중등도의 운동을 하거나, 일을 할 때 걷거나 물건을 들어올리는 일을 하는 여성에서는 위험 감소가 유의하지 않았다. 폐경기 전 여성이나 45세 미만의 여성에서도 정기적인 운동이나 힘든 육체노동은 유방암 발생 위험의 감소 효과가 있었다⁵¹⁾.

유방암과 마찬가지로 성호르몬의 영향을 받는 자궁내막암도 운동의 효과가 있을 것으로 생각된다. 북미, 유럽, 아시아에서 시행한 12개의 코호트 및 환자-대조군 연구 중에서 8개의 연구에서 20-80%의 자궁내막암 발생 감소 효과가 있었다. 그러나 난소암의 경우는 운동이 위험을 증가시키기도 하고, 감소시키기도 하여 일관성 있는 결론을 내리기는 어렵다⁴⁹⁾.

운동을 하면 환기와 관류가 증가하여 기도 내 발암물질의 농도를 낮추기 때문에 운동은 폐암의 위험을 줄일 것으로 생각된다. 여가시간의 운동과 직업적인 운동 모두 폐암의 위험을 20-60%정도 감소시킨다⁵¹⁾. 폐암과 운동에 대한 메타 분석에 포함된 8개 연구 중에서 여성이 포함된 연구는 4개였는데, 통계적으로 위험 감소가 나타난 연구가 2개, 양-반응 관계가 확인된 연구가 2개로 남성에 비해 적은

편이라 결론을 내리기 위해서는 여성을 포함하는 연구가 더 필요하다⁴⁸⁾.

(6) 임신과 주산기 질환

미국 산부인과학회에서는 임신한 여성에서 내과적 또는 산과적 합병증이 없으면 거의 매일 30분 이상의 중등도 운동을 하도록 권장한다⁵²⁾. 격렬한 운동이 조기 분만이나 태아의 체중에 미치는 영향에 대한 무작위대조군연구는 아직 없다⁵³⁾. 그러나 태아와 산모가 다칠 위험이 큰 운동(축구, 아이스하키, 승마, 농구, 스키, 격렬한 라켓 운동 등)은 피하는 것이 좋고, 태아의 갑압병(decompression sickness)을 유발할 수 있는 스쿠버 다이빙은 금지한다. 임신 36-41주에도 걷기 운동은 산모와 태아에게 모두 안전하여 걷기 운동을 한 산모의 분만 시간, 분만 촉진제 사용, 진통제 사용, 분만 방식은 대조군과 차이를 보이지 않았다⁵⁴⁾. 경막내마취(epidural analgesia)를 하는 도중에 산모를 걷게 해도 분만과 태아의 결과에 영향을 주지 않으면서⁵⁵⁾ 마취제와 자궁수축제의 용량을 줄일 수 있다⁵⁶⁾.

운동은 임신성 고혈압의 위험이 높은 임신부에서 이완기 혈압을 감소시킨다⁵⁷⁾. 임신성 당뇨병 산모가 운동과 식이조절을 한 경우 인슐린과 식이조절을 한 산모와 비슷한 정도의 혈당 조절이 되었고, 산모와 신생아의 합병증 정도도 비슷하여 임신성 당뇨병 산모에서 운동을 권장할 수 있다고 생각된다⁵⁸⁾. 운동이 임신중이나 분만 후 체중 증가에 미치는 영향에 대한 무작위대조군 연구는 드물다. 그러나 분만 1년 후 체중이 10kg 이상 증가한 여성은 체중이 덜 증가한 여성에 비해 임신기간동안 여가시간 활동량이 적었고, 분만 후 체중증가량은 분만 6개월 후 활동량과 역상관관계를

보였다⁵⁹⁾. 분만 후 운동을 하면 체중 조절에도 효과적이다⁶⁰⁾.

나. 이득이 있으려면 어느 정도 운동을 해야 하는가?

미국 스포츠의학회는 모든 성인에게 건강을 위하여 중등도 강도의 운동을 매일 30분 이상 시행하도록 권고한다⁶¹⁾. 중등도 운동은 3-6MET의 강도로 시행하며, 이는 정상 성인이 시간당 3.8-6.4km의 속도로 빠르게 걷는 운동에 해당한다. 과거에는 중등도 내지 고도의 지구력운동(최대심박수의 60-90% 또는 최고 유산소운동력(maximal aerobic power)의 50-85%)을 매주 3회 이상 시행하도록 권고하였다. 그러나 중등도 운동이 인체의 여러 계통에서 건강을 증진시키는 효과를 보이고, 일시적인 운동의 효과가 축적되어도 하루의 활동량 목표에 도달한다면 지속적인 운동과 비슷한 효과를 내기 때문에 권고사항을 수정하였다.

여성의 운동에 의한 건강의 이득도 격렬한 운동보다는 중등도 운동의 양에 영향을 받는다는 연구결과가 있다⁶²⁾. 그러나 건강을 위하여 주 4시간 이상 격렬한 운동을 하거나 경쟁적인 운동에 참가한 여성에서는 유방암 발생 위험이 감소했으나, 걷기, 자전거 등의 중등도 운동을 매주 4시간 이상 한 여성에서는 차이가 없었다는 연구도 있으므로⁵¹⁾, 대상 여성의 상태에 따라 격렬한 운동을 권고할 수 있다.

다. 의사의 권고는 운동을 하는데 어떤 효과가 있는가?

일차의료에 내원하는 환자들이 실제로 운동을 하도록 권고하는데 변화의 단계 모형 또는 Transtheoretical model을 사용할 수 있다⁶³⁾.

이 모델을 운동에 적용하면 대상자를 운동에 관심이 없는 1단계(precontemplation stage), 운동에 흥미는 있지만 실제로 1개월 이내에 시도하지는 않는 2단계(contemplation stage), 운동에 흥미가 있고 1개월 이내에 운동을 규칙적으로 할 계획이 있는 3단계(preparation stage), 규칙적으로 운동을 하는 4, 5단계(initial action and maintenance stage)로 구분할 수 있다. 운동에 흥미는 있지만 실제로 하지 않는 사람에게는 구체적인 운동 계획을 짜줄 수 있다. 운동에 관심이 없는 사람에게는 운동의 건강 이득과 실제로 시행하기가 쉽다는 정보를 제공하면 도움이 될 것이다. 이 모델에 따라 행동 상담을 하면 처음에 1단계에 있던 사람이 12개월 후 규칙적으로 운동을 할 교차비는 대조군에 비해 1.30 (95% CI 0.71-2.38), 3단계에 있던 사람의 교차비는 1.83 (95% CI 1.07, 3.47)이었다⁶⁴⁾.

의사의 권고의 효과는 일정하지 않으나, 목표를 기록한 카드나 유인물을 제공하면 말로 하는 것과 비슷하거나 더 효과적이고⁶⁵⁻⁶⁷⁾, 운동의 장점과 단점을 설명하는 직접 권고보다는 동기유발 상담을 이용하여 단계적으로 필요한 정보를 제공하는 상담이 운동량을 늘이는 효과가 더 컸다⁶⁸⁾. 일차의료에 내원하는 모든 환자를 대상으로 하면 의사의 권고가 운동량을 늘이는데 유의한 영향을 주지 못할 수도 있으나⁶⁸⁾ 동기부여가 잘 되어있는 여성에서는 남성에서보다 심혈관계 운동능력을 늘이는 효과가 유의하게 나타났다³⁾. 운동에 대한 유인물을 주기 전에 의사가 권고를 하면 운동 효과에 기폭제 역할을 하며⁶⁹⁾, 우편이나 전화로 추적관찰을 하면 효과가 더 크다³⁾. 의사의 권고가 운동을 하는데 미치는 영향은 일정하지 않지만 시간이 많이 걸리지 않고 거의 비용이 들

지 않으므로 일차의료에서 시도해볼 만한 방법이다. 단 의사의 권고에 그치지 않고 지역사회와 국가 차원에서 운동을 증가시키기 위한 체계적인 노력이 동반되어야 한다.

의료인은 질병이 있거나 그 발생 위험이 높은 사람에게는 운동을 더 권하지만 일반적으로 모든 사람에게 운동을 권하지는 않는다. 대부분의 일차의료의사는 시간 부족과 운동상담 기술이나 도구가 부족하고 재정적 보상이 없기 때문에 환자들에게 운동을 권유하지 않는다고 한다⁷⁰⁾. 그러나 실제로 운동을 권유하는데 걸리는 시간은 3-4분에서 30분까지 의사가 조절할 수 있으므로 운동을 권고하는 시간이 진료에 방해가 될 정도는 아니다⁷¹⁾. 이러한 행동 상담은 식사 조절, 약물 복용, 금연 등의 다른 행동조절과 병행하는 것이 좋으며, 의사가 아닌 다른 의료인이 해도 긍정적인 효과가 있으므로^{64, 72)} 이러한 인적 자원을 적절히 활용하는 것이 필요하다.

3. 결 론

운동을 하는 여성은 활동량이 적은 여성에 비해 총 사망이 감소하고, 고혈압, 관상동맥질환, 뇌중풍의 발생이 감소한다. 운동은 예방적 약물치료보다 당뇨병의 예방효과가 크고, 대장암과 유방암의 예방 효과가 있다. 노인에서 추락에 의한 손상 위험을 줄이며 어린이와 청소년기 여성에서는 골량 증가 효과가 있다. 뇌중풍, 고지혈증, 당뇨병, 일부 암의 보호효과는 남성에서보다 작게 나타나는 경우도 있다. 직업상 활동량과 여가시간의 운동량은 비슷한 효과를 보인다. 모든 여성에게 시간당 4~6km의 속도로 걷는 중등도 강도의 유산소운

동을 권장하며 저항운동이나 근육 강화 및 균형운동을 권장할 수 있다. 의사의 권고는 실제로 운동을 시행하는데 효과가 있으므로 일차의료에서 다양한 강도로 운동을 권장할 수 있다.

참 고 문 헌

1. 대한가정의학회. 한국인의 건강증진. 서울: 고려의학 1996.
2. 보건복지부. 2001년도 국민건강 영양조사 - 보건의식 행태편. 서울: 보건복지부 2001.
3. Effects of physical activity counseling in primary care: the Activity Counseling Trial: a randomized controlled trial. JAMA 2001;286(6):677-87.
4. 신호철. 건강한 생활습관에 대한 의사의 권고. 가정의학회지 2001;22(11):1656-69.
5. 유선미, 송윤미, 박민선, 양정희, 조정진, 최은영, 여성건강연구회. 가정의학과에 내원하는 여성은 어떤 건강문제를 중요하다고 생각할까? 가정의학회지 2003;24(11):986-993.
6. Blair SN, Kohl HW, 3rd, Paffenbarger RS, Jr., Clark DG, Cooper KH, Gibbons LW. Physical fitness and all-cause mortality. A prospective study of healthy men and women. JAMA 1989;262(17):2395-401.
7. Sherman SE, D'Agostino RB, Cobb JL, Kannel WB. Does exercise reduce mortality rates in the elderly? Experience from the Framingham Heart Study. Am Heart J 1994;128(5):965-72.
8. Blair SN, Goodyear NN, Gibbons LW, Cooper KH. Physical fitness and incidence of hypertension in healthy normotensive

- men and women. *JAMA* 1984;252(4):487-90.
9. Whelton SP, Chin A, Xin X, He J. Effect of aerobic exercise on blood pressure: a meta-analysis of randomized, controlled trials. *Ann Intern Med* 2002;136(7):493-503.
 10. Manson JE, Hu FB, Rich-Edwards JW, Colditz GA, Stampfer MJ, Willett WC, et al. A prospective study of walking as compared with vigorous exercise in the prevention of coronary heart disease in women. *N Engl J Med* 1999;341(9):650-8.
 11. Lee IM, Rexrode KM, Cook NR, Manson JE, Buring JE. Physical activity and coronary heart disease in women: is "no pain, no gain" passe? *JAMA* 2001;285(11):1447-54.
 12. Lee CD, Folsom AR, Blair SN. Physical activity and stroke risk: a meta-analysis. *Stroke* 2003;34(10):2475-81.
 13. Stahle A, Nordlander R, Ryden L, Mattsson E. Effects of organized aerobic group training in elderly patients discharged after an acute coronary syndrome. A randomized controlled study. *Scand J Rehabil Med* 1999;31(2):101-7.
 14. Salonen JT, Slater JS, Tuomilehto J, Rauramaa R. Leisure time and occupational physical activity: risk of death from ischemic heart disease. *Am J Epidemiol* 1988;127(1):87-94.
 15. Kiely DK, Wolf PA, Cupples LA, Beiser AS, Kannel WB. Physical activity and stroke risk: the Framingham Study. *Am J Epidemiol* 1994;140(7):608-20.
 16. Evenson KR, Rosamond WD, Cai J, Toole JF, Hutchinson RG, Shahar E, et al. Physical activity and ischemic stroke risk. The atherosclerosis risk in communities study. *Stroke* 1999;30(7):1333-9.
 17. Ellekjaer H, Holmen J, Ellekjaer E, Vatten L. Physical activity and stroke mortality in women. Ten-year follow-up of the Nord-Trondelag health survey, 1984-1986. *Stroke* 2000;31(1):14-8.
 18. Hu FB, Stampfer MJ, Colditz GA, Ascherio A, Rexrode KM, Willett WC, et al. Physical activity and risk of stroke in women. *JAMA* 2000;283(22):2961-7.
 19. Gillum RF, Mussolino ME, Ingram DD. Physical activity and stroke incidence in women and men. The NHANES I Epidemiologic Follow-up Study. *Am J Epidemiol* 1996;143(9):860-9.
 20. Nakayama T, Date C, Yokoyama T, Yoshiike N, Yamaguchi M, Tanaka H. A 15.5-year follow-up study of stroke in a Japanese provincial city. The Shibata Study. *Stroke* 1997;28(1):45-52.
 21. Stefanick ML, Mackey S, Sheehan M, Ellsworth N, Haskell WL, Wood PD. Effects of diet and exercise in men and postmenopausal women with low levels of HDL cholesterol and high levels of LDL cholesterol. *N Engl J Med* 1998;339(1):12-20.
 22. Simkin-Silverman L, Wing RR, Hansen DH, Klem ML, Pasagian-Macaulay AP, Meilahn EN, et al. Prevention of cardiovascular risk factor elevations in healthy premenopausal women. *Prev Med* 1995;24(5):509-17.

23. Stefanick ML. Physical activity for preventing and treating obesity-related dyslipoproteinemias. *Med Sci Sports Exerc* 1999;31(11 Suppl):S609-18.
24. Keller C, Trevino RP. Effects of two frequencies of walking on cardiovascular risk factor reduction in Mexican American women. *Res Nurs Health* 2001;24(5):390-401.
25. Ready AE, Naimark B, Ducas J, Sawatzky JV, Boreskie SL, Drinkwater DT, et al. Influence of walking volume on health benefits in women post-menopause. *Med Sci Sports Exerc* 1996;28(9):1097-105.
26. Hagberg JM, Montain SJ, Martin WH, 3rd, Ehsani AA. Effect of exercise training in 60- to 69-year-old persons with essential hypertension. *Am J Cardiol* 1989;64(5):348-53.
27. Toobert DJ, Glasgow RE, Radcliffe JL. Physiologic and related behavioral outcomes from the Women's Lifestyle Heart Trial. *Ann Behav Med* 2000;22(1):1-9.
28. Manson JE, Rimm EB, Stampfer MJ, Colditz GA, Willett WC, Krolewski AS, et al. Physical activity and incidence of non-insulin-dependent diabetes mellitus in women. *Lancet* 1991;338(8770):774-8.
29. Tuomilehto J, Lindstrom J, Eriksson JG, Valle TT, Hamalainen H, Ilanne-Parikka P, et al. Prevention of type 2 diabetes mellitus by changes in lifestyle among subjects with impaired glucose tolerance. *N Engl J Med* 2001;344(18):1343-50.
30. Knowler WC, Barrett-Connor E, Fowler SE, Hamman RF, Lachin JM, Walker EA, et al. Reduction in the incidence of type 2 diabetes with lifestyle intervention or metformin. *N Engl J Med* 2002;346(6):393-403.
31. Hanefeld M, Fischer S, Schmechel H, Rothe G, Schulze J, Dude H, et al. Diabetes Intervention Study. Multi-intervention trial in newly diagnosed NIDDM. *Diabetes Care* 1991;14(4):308-17.
32. Kelley DE, Goodpaster BH. Effects of physical activity on insulin action and glucose tolerance in obesity. *Med Sci Sports Exerc* 1999;31(11 Suppl):S619-23.
33. Henriksen EJ. Invited review: Effects of acute exercise and exercise training on insulin resistance. *J Appl Physiol* 2002;93(2):788-96.
34. D'Eon TM, Sharoff C, Chipkin SR, Grow D, Ruby BC, Braun B. Regulation of exercise carbohydrate metabolism by estrogen and progesterone in women. *Am J Physiol Endocrinol Metab* 2002;283(5):E1046-55.
35. Campbell SE, Febbraio MA. Effect of the ovarian hormones on GLUT4 expression and contraction-stimulated glucose uptake. *Am J Physiol Endocrinol Metab* 2002;282(5):E1139-46.
36. Robertson MC, Devlin N, Gardner MM, Campbell AJ. Effectiveness and economic evaluation of a nurse delivered home exercise programme to prevent falls. 1: Randomised controlled trial. *BMJ* 2001;322(7288):697-701.
37. Frost H, Klaber Moffett JA, Moser JS,

- Fairbank JC. Randomised controlled trial for evaluation of fitness programme for patients with chronic low back pain. *BMJ* 1995;310(6973):151-4.
38. Ettinger WH, Jr., Burns R, Messier SP, Applegate W, Rejeski WJ, Morgan T, et al. A randomized trial comparing aerobic exercise and resistance exercise with a health education program in older adults with knee osteoarthritis. The Fitness Arthritis and Seniors Trial (FAST). *JAMA* 1997;277(1):25-31.
39. Carter ND, Khan KM, Petit MA, Heinonen A, Waterman C, Donaldson MG, et al. Results of a 10 week community based strength and balance training programme to reduce fall risk factors: a randomised controlled trial in 65-75 year old women with osteoporosis. *Br J Sports Med* 2001;35(5):348-51.
40. Bravo G, Gauthier P, Roy PM, Payette H, Gaulin P, Harvey M, et al. Impact of a 12-month exercise program on the physical and psychological health of osteopenic women. *J Am Geriatr Soc* 1996;44(7):756-62.
41. Berard A, Bravo G, Gauthier P. Meta-analysis of the effectiveness of physical activity for the prevention of bone loss in postmenopausal women. *Osteoporos Int* 1997;7(4):331-7.
42. Sinaki M, Wahner HW, Bergstralh EJ, Hodgson SF, Offord KP, Squires RW, et al. Three-year controlled, randomized trial of the effect of dose-specified loading and strengthening exercises on bone mineral density of spine and femur in nonathletic, physically active women. *Bone* 1996;19(3):233-44.
43. Salamone LM, Cauley JA, Black DM, Simkin-Silverman L, Lang W, Gregg E, et al. Effect of a lifestyle intervention on bone mineral density in premenopausal women: a randomized trial. *Am J Clin Nutr* 1999;70(1):97-103.
44. Kelley GA, Kelley KS, Tran ZV. Resistance training and bone mineral density in women: a meta-analysis of controlled trials. *Am J Phys Med Rehabil* 2001;80(1):65-77.
45. Revel M, Mayoux-Benhamou MA, Rabourdin JP, Bagheri F, Roux C. One-year psoas training can prevent lumbar bone loss in postmenopausal women: a randomized controlled trial. *Calcif Tissue Int* 1993;53(5):307-11.
46. MacKelvie KJ, Khan KM, Petit MA, Janssen PA, McKay HA. A school-based exercise intervention elicits substantial bone health benefits: a 2-year randomized controlled trial in girls. *Pediatrics* 2003;112(6 Pt 1):e447.
47. Stear SJ, Prentice A, Jones SC, Cole TJ. Effect of a calcium and exercise intervention on the bone mineral status of 16-18-y-old adolescent girls. *Am J Clin Nutr* 2003;77(4):985-92.
48. Friedenreich CM. Physical activity and cancer prevention: from observational to intervention research. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev* 2001;10(4):287-301.

49. Thune I, Furberg AS. Physical activity and cancer risk: dose-response and cancer, all sites and site-specific. *Med Sci Sports Exerc* 2001;33(6 Suppl):S530-50; discussion S609-10.
50. Slattery ML, Potter JD. Physical activity and colon cancer: confounding or interaction? *Med Sci Sports Exerc* 2002;34(6):913-9.
51. Thune I, Brenn T, Lund E, Gaard M. Physical activity and the risk of breast cancer. *N Engl J Med* 1997;336(18):1269-75.
52. ACOG Committee opinion. Number 267, January 2002: exercise during pregnancy and the postpartum period. *Obstet Gynecol* 2002;99(1):171-3.
53. Bell R. The effects of vigorous exercise during pregnancy on birth weight. *J Sci Med Sport* 2002;5(1):32-6.
54. Bloom SL, McIntire DD, Kelly MA, Beimer HL, Burpo RH, Garcia MA, et al. Lack of effect of walking on labor and delivery. *N Engl J Med* 1998;339(2):76-9.
55. Collis RE, Harding SA, Morgan BM. Effect of maternal ambulation on labour with low-dose combined spinal-epidural analgesia. *Anaesthesia* 1999;54(6):535-9.
56. Frenea S, Chirossel C, Rodriguez R, Baguet JP, Racinet C, Payen JF. The effects of prolonged ambulation on labor with epidural analgesia. *Anesth Analg* 2004;98(1):224-9.
57. Yeo S, Steele NM, Chang MC, Leclaire SM, Ronis DL, Hayashi R. Effect of exercise on blood pressure in pregnant women with a high risk of gestational hypertensive disorders. *J Reprod Med* 2000;45(4):293-8.
58. Bung P, Bung C, Artal R, Khodiguian N, Fallenstein F, Spatling L. Therapeutic exercise for insulin-requiring gestational diabetics: effects on the fetus--results of a randomized prospective longitudinal study. *J Perinat Med* 1993;21(2):125-37.
59. Ohlin A, Rossner S. Trends in eating patterns, physical activity and socio-demographic factors in relation to postpartum body weight development. *Br J Nutr* 1994;71(4):457-70.
60. Leermakers EA, Anglin K, Wing RR. Reducing postpartum weight retention through a correspondence intervention. *Int J Obes Relat Metab Disord* 1998;22(11):1103-9.
61. Pate RR, Pratt M, Blair SN, Haskell WL, Macera CA, Bouchard C, et al. Physical activity and public health. A recommendation from the Centers for Disease Control and Prevention and the American College of Sports Medicine. *JAMA* 1995;273(5):402-7.
62. Kushi LH, Fee RM, Folsom AR, Mink PJ, Anderson KE, Sellers TA. Physical activity and mortality in postmenopausal women. *JAMA* 1997;277(16):1287-92.
63. Prochaska JO, DiClemente CC, Norcross JC. In search of how people change. Applications to addictive behaviors. *Am Psychol* 1992;47(9):1102-14.
64. Steptoe A, Kerry S, Rink E, Hilton S. The impact of behavioral counseling on stage of change in fat intake, physical activity,

- and cigarette smoking in adults at increased risk of coronary heart disease. *Am J Public Health* 2001;91(2):265-9.
65. Elley CR, Kerse N, Arroll B, Robinson E. Effectiveness of counselling patients on physical activity in general practice: cluster randomised controlled trial. *BMJ* 2003;326(7393):793.
 66. Swinburn BA, Walter LG, Arroll B, Tilyard MW, Russell DG. The green prescription study: a randomized controlled trial of written exercise advice provided by general practitioners. *Am J Public Health* 1998;88(2):288-91.
 67. Smith BJ, Bauman AE, Bull FC, Booth ML, Harris MF. Promoting physical activity in general practice: a controlled trial of written advice and information materials. *Br J Sports Med* 2000;34(4):262-7.
 68. Hillsdon M, Thorogood M, White I, Foster C. Advising people to take more exercise is ineffective: a randomized controlled trial of physical activity promotion in primary care. *Int J Epidemiol* 2002;31(4):808-15.
 69. Kreuter MW, Chheda SG, Bull FC. How does physician advice influence patient behavior? Evidence for a priming effect. *Arch Fam Med* 2000;9(5):426-33.
 70. Petrella RJ, Wight D. An office-based instrument for exercise counseling and prescription in primary care. The Step Test Exercise Prescription (STEP). *Arch Fam Med* 2000;9(4):339-44.
 71. Albright CL, Cohen S, Gibbons L, Miller S, Marcus B, Sallis J, et al. Incorporating physical activity advice into primary care: physician-delivered advice within the activity counseling trial. *Am J Prev Med* 2000;18(3):225-34.
 72. Lamb SE, Bartlett HP, Ashley A, Bird W. Can lay-led walking programmes increase physical activity in middle aged adults? A randomised controlled trial. *J Epidemiol Community Health* 2002;56(4):246-52.
 73. Fries JF, Singh G, Morfeld D, Hubert HB, Lane NE, Brown BW, Jr. Running and the development of disability with age. *Ann Intern Med* 1994;121(7):502-9.
 74. Lissner L, Bengtsson C, Bjorkelund C, Wedel H. Physical activity levels and changes in relation to longevity. A prospective study of Swedish women. *Am J Epidemiol* 1996;143(1):54-62.
 75. Province MA, Hadley EC, Hornbrook MC, Lipsitz LA, Miller JP, Mulrow CD, et al. The effects of exercise on falls in elderly patients. A preplanned meta-analysis of the FICSIT Trials. Frailty and Injuries: Cooperative Studies of Intervention Techniques. *JAMA* 1995;273(17):1341-7.
 76. Steinberg M, Cartwright C, Peel N, Williams G. A sustainable programme to prevent falls and near falls in community dwelling older people: results of a randomised trial. *J Epidemiol Community Health* 2000; 54(3):227-32.