

비만한 당뇨병환자의 점진적 저항운동



이중하 / 경희의대 재활의학과

당뇨병이나 비만의 운동치료는 그 동안 유산소운동 형태로 처방해 왔다. 그런데 유산소운동은 많은 장점에도 불구하고 비록 낮은 강도이지만 오랜 시간 근골격계에 가해지는 부하로 인하여 운동손상을 유발하거나 하지절단, 관절염과 같은 문제가 있으면 실시하기 어려운 점이 많다. 특히 비만과 당뇨병이 같이 있는 경우에 체중조절을 우선하는 운동처방 등으로 인해 체내대사에서도 왜곡이 생기기 쉽다. 따라서 저자는 환자의 능력에 따라 점차 부하를 높이는 점진적 저항운동을 소개하고 유산소운동의 문제점을 보완하고자 한다.

나이와 제 2형 당뇨병

혈당조절의 개선은 만성 당뇨병 합병증의 위험을 줄이는 중요한 요소이다. 나이, 중심 비만, 활동감소 등은 내과적 조절을 어렵게 하고, 만성 합병증을 악화시킨다. 특히 십년 이상 당뇨병을 가진 노령환자에서 그러하다.

골격근은 혈당을 소비하는 가장 큰 저장소이기 때문에 나이와 활동감소로 인한 근육의 위축은 말초포도당 섭취를 악화시킨다. 근육위축, 글리코겐 합성효소의 활성감소, IIb형 골격근 섬유 수의 변화는 인슐린 저항성, 포도당 불내성과 관련이 있고, 또 이런 소견들이 당뇨

병에 앞서 나타날 수 있다. 노령에서 내장지방의 축적은 스트레스에 대한 코르티솔 분비상승과 관련이 있다. 따라서 근육량의 감소, 내장지방의 증가, 나이와 따른 활동감소는 인슐린 저항성을 복잡하게 한다. 또한 당뇨병환자는 같은 나이의 정상인에 비해 근력이 떨어지는데, 아마도 이것은 말초신경병증과 감소된 혈관공급에 기인하는 것으로 생각된다. 이것은 나이에 따른 근육위축과 혼합되어 인슐린 민감도와 혈당조절을 악화시킬 수 있다.

제 2형 당뇨병의 인슐린 저항성을 조절하는 생활양식

체중감소를 위한 식사조절은 제 2형 당뇨병을 가진 비만환자의 치료에 필수적이다. 그러나 식사조절 만으로는 혈당조절이 효과적이지 못하고, 대개 약물치료를 같이 해야 한다. 전통적인 식사조절은 오랜 기간 일정한 식생활에 젖어온 노령환자에게 매우 어렵다. 다이어트를 통한 반복적인 체중조절의 실패는 체지방 조직량 감소, 대사율 저하, 에너지 균형악화 등을 초래한다. 따라서 오랜 기간 체중감량과 인슐린 민감도를 향상시키는데 식사조절만으로는 부족하다.

제 2형 당뇨병에 대한 운동요법은 그동안 많

이 소개되었다. 그러나 아직도 많은 의사와 환자들은 운동을 체중감량을 위한 수단으로 보고 인슐린과 혈당역학의 개선도 그 결과 나타나는 것으로 생각하고 있다. 그러나 운동만으로 체중이나 신체구성의 어떤 변화도 없이 인슐린 민감도와 포도당 항상성을 의미있게 개선할 수 있다. 대부분의 약물치료는 이용할 수 있는 인슐린의 공급에 작용을 하지만, 운동은 당뇨병의 대사교란 자체를 교정대상으로 한다. 대부분의 약물은 공복 시 혈당이 올라갈 때 투여를 하는데, 경한 당뇨병이나 노령의 경우 저혈당증에 빠지기 쉽다. 그에 비해 운동은 명백한 고혈당증이 되기 전에 시작하는 장점이 있다.

유산소운동과 제 2형 당뇨병

제 2형 당뇨병 환자에서 유산소운동은 운동 후 바로 또는 장기간 훈련 시 인슐린 민감도를 향상시킨다. 이것은 GLUT4 운반 단백질의 증가, 근육 글리코겐 저장의 증가, 단기간 운동의 누적효과 등을 포함하는 골격근의 적응에 기인한다. 운동은 신체성분 구성을 변화시킬 뿐만 아니라 근육대사에 영향을 미쳐 인슐린 민감도와 혈당조절을 개선하는 효과가 있다. 장기간 유산소운동은 체중, 체성분, 스트레스에 대한 코르티솔 반응 등에서 유익한 변화를 유도한다. 운동은 비만한 성인에서 저칼로리 식사에 적응을 잘하게 하고, 식사조절만으로 할 때보다 인슐린 민감도를 개선시킨다. 아직 기전은 완전히 이해되고 있지는 않지만 운동은 장기간 체중감소를 촉진한다. 또 내장지방 조직을 줄인다.

유산소운동과 제 2형 당뇨병의 예방

육체적 활동의 증가는 제 2형 당뇨병의 예방에 많은 역할을 한다. 건강한 성인에서 운동량과 제 2형 당뇨병의 발병 위험율은 밀접한 관계가 있다. 또 육체적 활동은 포도당 내성의 이상을 가진 사람이 제 2형 당뇨병으로 발전하는 위험을 줄인다. Da Quing(1997) 포도당 불내성과 당뇨병 연구에서 운동(일상활동 20~30분 정도의 운동량)을 통하여 누적 발병률이 20% 감소했다고 보고했다. 게다가 당뇨병 발병율은 고강도의 일상생활동작을 통하여 39%까지 감소하였고, 나이가 많을수록 효과가 좋았다.

제 2형 당뇨병 치료를 위한 유산소운동

많은 연구에서 유산소운동 후 인슐린 민감도와 포도당 항상성의 긍정적인 결과에 대한 보고가 있었다. 포도당 불내성 또는 제 2형 당뇨병을 가진 환자에서 한 번의 운동으로 포도당 소모율이 증가하고, 장기간 훈련 시 체성분 구성의 변화는 없지만 인슐린 민감도가 30%까지 높아졌다. 또 60분 보행을 매주 3회, 10주 정도 실시한 결과, 혈당조절이 현저하게 호전되었다.

제 2형 당뇨병을 가진 노령 비만환자에서 유산소운동의 적용

나이에 따른 변화와 당뇨병 병리의 상호작용 때문에 당뇨병을 가진 노령 비만환자에서 육체적 활동의 이점은 매우 크다. 그러나 이런 환자에서 자주 유산소운동을 하기 어려운 경우가 있다. 관절염, 심장혈관질환, 신경병증, 이동장애 등이 있을 경우 보행자체가 위험하게

나 수행하기 어렵다. 또 고혈압, 수면 무호흡, 자신감 결여, 우울증 등도 문제가 된다.

점진적 저항운동(PRT, progressive resistance training) : 인슐린 저항성을 조절하는 새로운 운동법

웨이트 리프팅이나 '점진적 저항운동'은 일반적인 휘트니스와 웰빙을 위한 운동의 중요한 부분을 차지한다. 미국스포츠의학회(ACSM)에서는 노령 비만환자, 심장 관상동맥질환과 제 2형 당뇨병의 예방을 위한 운동처방으로 이 운동을 소개하였다. 미국당뇨병협회(ADA)에서도 매우 고령이나 오래 지속된 당뇨병을 제외하고 이 운동의 처방을 추천하였다. 그러나 이에 대한 의견이 아직 정리되어 있지 않는 상황이다. '점진적 저항운동'은 신체에 부하되는 저항을 시간에 따라 점차 증가시키는 운동을 말한다. 이런 운동은 근력, 근육크기, 체지방을 증가시키며, 내장과 전체지방을 감소시키고, 신경내분비기능과 심장혈관기능을 변화시킨다. 이것은 강도와 운동량(세트×반복횟수×부하량)에 영향을 받는다. 최대능력의 60~100%사이의 강도의 저항운동은 골격근의 구조, 기능, 대사변화를 유발한다.

'점진적 저항운동'은 운동선수의 컨디션, 재활, 나이 또는 질환과 관련된 근육약화, 건강유지와 질병예방에 중요한 치료방법이다. '점진적 저항운동' 후 노령에서 전체지방이나 체중의 변화가 적을 때조차도 내장지방의 감소가 생긴다. 건강하거나 약한 노령환자에서 지속적인 '점진적 저항운동'은 급성 스트레스에 대해 코르티솔반응을 감소시키고, 전체 에너지 소비와 생활적극도를 높인다. 또 불안, 우울, 불면을 개

선하고, 골밀도, 골관절염 증상, 이동장애, 자신감, 고혈압, 지질 프로파일, 심장 허혈질환 환자의 운동내성 등에서 긍정적인 효과가 있다.

'점진적 저항운동'과 제 2형 당뇨병의 예방

제 2형 당뇨병을 예방하는데 '점진적 저항운동'의 역할에 대한 자료가 거의 없다. 포도당 불내성을 가진 환자의 제 2형 당뇨병을 예방에서 '점진적 저항운동'의 역할은 핀란드 당뇨병 예방연구에서 감시 하 점진적 서킷트(여러 종류의 운동을 하나의 주기를 만들어 원하는 세트 수만큼 실시) 형태의 웨이트(중량) 훈련의 일부로 도입되면서 설명이 있었다. 그러나 '점진적 저항운동'이 당뇨병의 위험을 줄이는데 얼마나 영향을 미치는지 정량화되어 있지 않다.

제 2형 당뇨병 치료를 위한 '점진적 저항운동'

인슐린작용, 지질대사, 포도당대사에서 '점진적 저항운동'의 효과는 제 2형 당뇨병의 치료와 관련이 있다. '점진적 저항운동'은 포도당 소모율 개선, 글리코겐 저장능력 향상, 근육 내 GLUT4 수용체 증가, 인슐린 민감도와 포도당 내성 개선 등의 효과가 있는 것으로 알려져 있다. 제 2형 당뇨병을 가진 7명의 환자에서 한 번의 저항운동은 포도당내성검사에서 전체 인슐린 반응을 낮추었다. 제 2형 당뇨병을 가진 9명의 환자에서 중간강도(40~50% 1RM(최대로 들 수 있는 무게))로 4~6주간 운동을 한 결과 체성분 변화는 없었지만 인슐린의 민감도는 48%까지 개선되었다. 지질대사에 있어서 '점진적 저항운동'의 효과는 명확하지 않다. 그러나 정상인에서 HDL콜레스테롤(좋은 콜레

스테롤)을 높이고, 제 2형 당뇨병환자에서 중성지방과 LDL콜레스테롤(나쁜 콜레스테롤)을 낮춘다는 증거가 보고되었다.

'점진적 저항운동' 후에 혈당조절의 호전도 보고가 있었다. 그러나 노령 당뇨병환자의 혈당조절에 대한 '점진적 저항운동'의 장기간 효과에 대한 연구는 많지 않다. 29명의 고령 과체중 당뇨병환자에서 6개월 간의 고강도(IRM의 75~80%) '점진적 저항운동'과 중간 정도의 식이조절 결과, 식이조절만 한 비교군에 비해 현저한 당화혈색소의 감소가 있었다. 제 2형 당뇨병을 가진 히스패닉계 노령환자에서 16주간 고강도 훈련을 한 결과 운동을 하지 않은 군에 비해 당화혈색소의 현저한 개선이 있었다. 공복 시 인슐린 수준과 허리둘레 길이의 현저한 감소, 근육 내 글리코겐 저장과 평균근력의 증가 등의 결과를 보고하였다.



제 2형 당뇨병을 가진 고령 비만환자에서 '점진적 저항운동'의 안전성

제 2형 당뇨병을 가진 노인에게 안전하고 효과적인 '점진적 저항운동' 방법에 대한 상세한 기준이 확립되어 있다. 그러나 '점진적 저항운동'은 당뇨병의 운동치료로는 흔히 사용되지 않고 있다. 과거에 '점진적 저항운동'은 매우 위험한 운동으로 알려져 왔다. 그러나 '점진적 저항운동'은 실제로는 안전하고, 효과적이며, 노령이나 질병 또는 장애를 가진 환자군에서 유산소운동보다 더 쉽게 할 수 있는 운동이다. 게다가 족부궤양, 찰르콧 관절, 하지 절단상태, 심한 관절염, 협심증, 다리절음, 낙상의 위험이 큰 상태 등의 문제를 가지는 노령 환자에서 '점진적 저항운동'이 유산소운동보다 우월하다. 제 2형 당뇨병을 가진 노인환자에서 '점진적 저항운동'을 의료진의 감시 하에 실시하면 90~100%까지 수행할 수 있다.

'점진적 저항운동'의 내과적 금기는 일반적인 운동에서의 금기와 크게 다르지 않다. 가속이나 반동을 이용하지 않고 바른 기술, 필요한 개개근육의 훈련, 느린 운동속도 등의 기법을 통하여 근골격계 손상은 대부분 예방이 가능하다.

'점진적 저항운동'에 대한 심혈관계의 반응

이전의 연구에서 고강도로 반복운동 순간마다 동맥혈압이 짧게 오르는 현상과 연관된 맥박의 증가소견을 보고하였다. 최대순간 동맥혈압은 반복세트 마다 증가하였다. 맥박과 혈압의 반응은 부하정도에 비례하였다. 그러나 이런 효과는 일시적이고, 마지막 들기 후 1~2초 이내에 기준값 이내로 내려간다. 게다가 장기간

의 '점진적 저항운동'은 급성 수축기혈압, 이완기혈압, 맥박과 혈압의 곱(RPP, rate-pressure product) 등을 17~27%까지 감소시킨다. 17명의 건강한 노인에서 계단오르기 운동은 웨이트리프팅(무거운 것을 드는 운동)보다 수축기혈압, 맥박, RPP가 더 높았다. 계단오르기 시 '점진적 저항운동'은 웨이트리프팅 시보다 50% 더 컸는데, 이것은 심근의 산소요구량이 더 많다는 것을 의미한다. 1RM의 70~80%의 강도로 10~12회 반복을 하면 경사면을 걸을 때보다 수축기혈압, 이완기혈압은 더 높았고, 맥박반응은 더 낮았는데, 심근부담도(RPP, (심박수×혈압/100))값은 유사하였다. 그런데 '점진적 저항운동' 시 수축기혈압이 높다는 것은 유산소운동 시보다 관상동맥에 혈액이 차고 흐르는 시간과 압력이 크다는 것을 의미한다. 이것은 심장의 이완기 기능장애나 관상동맥질환을 가진 노인에서 특히 유용하다. 또 '점진적 저항운동' 동안에는 협심증 증상이 없지만 트레드밀(런닝머신) 운동 시 증상이 나타나는 환자에서도 의미가 있다.

제 2형 당뇨병을 가진 노령 비만환자에서 '점진적 저항운동' 수행 시 주의할 점

어떤 운동처방이든지 실시하기 전에 먼저 대사조절상태, 합병증여부, 운동금지여부 등에 대해 철저히 평가해야 한다.

심장혈관질환

심장혈관계질환을 가진 환자는 '점진적 저항운동'을 잘 견디고, 유산소운동과 보완적으로 적용할 수 있다. 어떤 경우에는 맥박과 심근부담도를 낮추는 특성으로 인해 유산소운동보다

더 좋을 수 있다. 당뇨병을 가진 노령환자의 경우 심장혈관질환으로 사망할 가능성이 증가하기 때문에 운동부하검사를 예방적으로 실시하는 것이 필수적이다. 그런 검사가 '점진적 저항운동'에 대한 심장반응을 직접 설명하는 것은 아니지만 일반적인 운동의 금기(심한 허혈증, 심한 부정맥, 운동에 따른 심한 고혈압 반응 등)를 찾는다는 점에서 의의가 있다.



말초혈관질환과 신경병증

족부궤양, 찢어긋 관절, 하지 절단상태, 심한 관절염 등이 있는 경우 전통적인 유산소운동을 하기가 어렵다. 이런 경우 의료진의 철저한 감시 하에 실시하는 '점진적 저항운동'은 좋은 대안이 될 수 있다. 하지에 반복적인 스트레스를 주는 보행과 같은 유산소운동은 부하기계를 사용하는 '점진적 저항운동'보다 더 손상을 일으키기 쉽다. 또 '점진적 저항운동'은 최근에 하지를 절단하였거나 말초혈관우회수술을 기다리고 있거나, 발의 궤양으로 체중부하운동을 할 수 없을 때 실시할 수 있다. 많

은 의사들은 환자들이 유산소운동을 할 수 없는 상황일 때 운동자체를 포기하는데, 이때 '점진적 저항운동'이 실제적인 운동처방이 될 수 있다.

신장병증

'점진적 저항운동'과 관련된 혈압상승은 신장병증 환자에서 주의해야 할 문제이다. 그러나 운동으로 인한 혈압상승이 신장병증의 진행을 악화시켰다는 증거는 없다. 명확한 증거는 없지만 신장병증 환자의 경우 200mmHg 이상 증가하는 동작이나 운동을 피하는 것이 좋다. 그러나 '점진적 저항운동'은 신장질환에서 다른 이점이 있다. 중등도의 신장질환을 가진 26명의 노인(그 중 10명이 제 2형 당뇨병)에서 고강도의 '점진적 저항운동'을 12주간 실시한 결과 식이조절만 한 군에 비해 근육크기, 영양상태, 기능능력 등에서 현저한 호전이 있었다. '점진적 저항운동'은 다른 부작용 없이 요독증 시 나타나는 허약상태를 차단하였다. 게다가 식이조절만 하는 군에 비해 크레아티닌 배설은 8% 감소하였고, 사구체 투과율은 현저한 개선효과를 보여 '점진적 저항운동'은 짧은 기간 내 신장기능의 악화를 초래하지 않는다는 것을 보여주었다.

망막병증

운동은 전신과 망막의 혈압을 높인다. 그러나 단기간 또는 장기간의 운동이 당뇨병성 망막병증을 악화시킨다는 증거가 없다. 증식당뇨망막병증을 가진 당뇨병환자에서 혈압이 200mmHg 이내 또는 기준치보다 50mmHg 이상 상승하지 않도록 유산소운동을 실시한 결

과 어떤 환자에서도 새로운 망막출혈이 없었다. 이것은 수축기혈압이 200mmHg이하로 유지되는 저강도의 운동은 안전하다는 것은 의미한다. 운동 후 전신혈압의 상승보다 발살바 조작(입을 다물고 코를 막은 후 코 풀듯 세계 바람을 귀로 보내는 방법) 후 안압증가가 더 망막출혈을 유발하기 쉽다.

파워리프트(power lift)시 최대 등척성 수축은 안압을 현저하게 증가시키나 압력변화는 일시적으로 3~8초 정도 지속되며, 이런 짧은 기간 동안의 안압상승이 장기간 후유증을 남기는지는 의문이 남는다. 장기간의 유산소운동은 안압을 내리는데, 장기간의 '점진적 저항운동'에서 같은 효과가 있는지 알려져 있지 않다. 당뇨망막병증이 없거나 비증식 당뇨망막병증을 가진 노인에서 발살바 조작을 피하고 혈압을 규칙적으로 관찰한 결과 '점진적 저항운동'을 안전하게 실시할 수 있었다. '점진적 저항운동'의 안전성 여부가 확립될 때까지 심한 증식당뇨망막병증을 가진 경우 안압을 올리는 어떤 동작이든지 피해야 한다. 백내장이나 녹내장 수술 후 '점진적 저항운동'을 다시 시작하는 기간에 대한 자료가 없다. 그러나 대부분의 안과 의사들은 수술 후 1~2달까지 이런 종류의 운동을 제한한다.

'점진적 저항운동'은 당뇨병과 비만을 가지는 환자에서 처방하면 위험한 운동으로 인식되어 왔다. 그러나 유산소운동을 실시하기에 문제점이 있는 경우 의료진의 섬세한 관리 하에 실시하는 '점진적 저항운동'은 안전하고 당뇨병 관리에 유익한 운동이다. 