

## 깊이 보기

: 항염증 식이와 사업장 대사증후군 관리

# 항염증 식이와 사업장 대사증후군 관리



### 하명화

대한산업보건협회  
충북근로자건강센터  
센터장

전 세계적으로 대사증후군 유병률이 증가 추세에 있으며, 최근 한국 성인들의 유병률도 예외는 아니어서 꾸준히 증가하고 있다. 최근에 이루어진 국민건강영양조사 (Korean National Health and Nutrition Examination Survey, KNHANES) 자료를 이용한 한국 남성의 유병률 조사 결과를 보면 2008년의 24.5%에서 2017년의 28.1%로 증가하였으며, 여성은 2008년의 20.5%에서 2017년은 18.7%로 안정적인 유병률을 보인다.

특히 사업장에서는 비만, 이상지질혈증, 고혈압 및 당뇨 등의 소견을 보이는 근로자들의 분포가 높는데, 2010년 KNHANES 자료를 이용한 사업장 근로자에서 대사증후군 유병률 조사 결과를 보면 전체 근로자 중 23.2%였으며, 이중 제조업무 근로자 중 20.8%, 사무 직종 근로자 중 26.4%가 유병률을 보여 평균 4~5명에 한 명꼴로 대사증후군 소견을 보이는 것으로 나타났다.



사업장 대사증후군 근로자들의 관리가 중요한 것은 뇌심혈관계질환 발생 위험이 높고, 특히 야간작업 근로자들이 대사증후군의 합병증 발병 위험없이 안전하게 근무할 수 있는 건강 상태를 갖도록 하는 것이 중요해서 그들에게 어떠한 생활 습관을 제시해 주는 것이 건강 상태를 잘 유지할 수 있을지는 늘 관심사이다.

중대재해처벌법 시행이 2022년도 1월 27일부터 시작되었으며, 5에서 49명 사업장에서도 2024년도 1월 27일부터 적용되는 바, 뇌심혈관계질환으로 인한 사망재해가 이에 해당이 되기 때문에 이의 예방을 위해 건강한 식이습관을 제안하는 것이 도움이 될 것이다.

사업장에서 활용할 수 있는 식이 지도 방법으로 최근 대사증후군 관리를 위해 보고되고 있는 항염증성 식이에 대해서 살펴보고자 한다. 이에 문헌고찰을 통해 대사증후군과 만성염증의 관련성 및 진행 기전을 살펴보고, 이를 기반으로 대사증후군 관리를 위한 항염증 식이의 타당성 여부를 살펴보고자 한다.

사업장 대사증후군  
근로자들의 관리가  
중요한 것은  
뇌심혈관계질환  
발생위험이 높고, 특히  
야간작업 근로자들이  
대사증후군의 합병증  
발병 위험없이 안전  
하게 근무할 수 있는  
건강 상태를 갖도록  
하는 것이 중요하다.

## 대사증후군과 만성염증 관련성 연구

### 비만과 대사증후군에서 만성염증의 진행 기전

인슐린 저항성이 내장비만과 연결되어 대사증후군으로 이어지는 원인으로 보이는데, 과거에는 지방세포가 인슐린 민감성의 변화로 이어지는 기전은 분명치 않았다. 본 연구에서는 염증이 인슐린 저항성과 연관이 있고, 내장비만은 낮은 정도의 만성염증 상태로 있어 이 염증 상태가 비만이 인슐린 저항성

## 깊이 보기

: 항염증 식이와 사업장 대사증후군 관리

으로 유도하는 강력한 기전임을 암시하였다. 지방조직은 면역기관으로 인식되고 있으며 면역조절 요소를 분비하여 인슐린 저항성을 일으키는 의미있는 면역 신호가 되는 중요한 기전이 된다. 백색지방조직에서의 염증은 대사증후군의 병리적 진행에 기여하여 당뇨 및 동맥경화를 야기한다. 결론적으로 지방조직에서 분비되는 염증전 사이토카인 및 호르몬은 내장비만과 관련이 있는 만성염증을 일으키는 역할을 하는 것임을 밝혔다.

### 염증 지수 CRP(C-Reactive Protein)가 만성적 무증상 염증의 예측지수

염증이란 외적 혹은 내적인 요인에 의해서 조직이나 기관의 손상에 반응해서 진행되는 것으로 깨어진 항상성을 복구시키기 위함이다. 면역과정에 관여하는 주요 요소로 백혈구(식세포, 임파구, 과립구), 결합조직, 평활근세포, 혈관간막세포, 사이토카인 및 성장요인 등이 있다. 대사증후군에서 염증의 역할이 분명치 않으나 대사증후군에서는 여러 염증 지수를 보였다. 대사증후군에서 보이는 염증 지수를 살펴보면 CRP(C-Reactive Protein), 피브리노겐, 백혈구수다. 높은 염증 지수가 체질량지수(BMI, Body Mass Index), 혈중지질, 고혈당, 고인슐린혈증 및 인슐린 저항성과 관련이 있다. 만성염증은 인슐린 저항성 및 제2형 당뇨의 도화선이 되며 또한 염증지수 정도가 심혈관계 질환의 예측치가 된다. 염증 지수 중에서 CRP가 만성적 무증상 염증의 가장 높은 예측지수다.

결론적으로 지방조직에서 분비되는 염증전 사이토카인 및 호르몬은 내장비만과 관련이 있는 만성염증을 일으키는 역할을 하는 것임을 밝혔다.

### 나이제리아 성인에서 대사증후군과 염증과의 관련성을 본 연구

CRP는 대사증후군에서 흔히 보이는 지수다. 이는 대사증후군에서 염증 과정이 존재한다는 것을 보여준다. 현재 대사증후군의 병리생리학적 개념은 염증이 복부비만, 인슐린 저항성 및 심혈관계 질환과 연결되어 있다는 것이다. 또한 중양괴사인자, 인터루킨-6가 염증전 사이토카인으로 복부비만 및 대사증후군과 관련이 있다. 인터루킨-6는 간에서의 CRP 생성에 관여하며, 동맥경화의 발생 및 심혈관계질환 사망 증가와 관련이 있다. 대사증후군 소견을 보이는 나이제리아 성인을 대상으로 한 본 연구에서는 염증사이토카인, 인터루킨-6, 중양괴사인자, CRP가 증가하였다.

### 만성염증 조절이 대사증후군 관리를 위한 치료적 접근

비만 및 대사질환에서 보이는 낮은 정도의 만성적 염증은 지방세포의 확장으로 활성화되어 면역시스템이 염증전 표현형(Proinflammatory



Phenotype)으로 영구적으로 기울어지면서 비만과 염증이 상호적으로 영향을 미치는 것으로 설명하였다. 비만에서 선천 및 후천 면역시스템의 활성화 과정을 살펴보면 췌장 세포, 뇌, 간, 장, 근육에서 보이는 염증이 섬유증과 혈관신생에 기인한 것으로, 이를 근거로 염증을 조절할 수 있는 치료적 접근 방법으로 비만과 대사증후군 조절이 가능할 것이라고 하였다.

## 대사증후군 관리에서 항염증 식이의 타당성 연구

대사증후군과 만성염증과의 관련성이 밝혀지면서 대사증후군 관리에 항염증 식이가 도움이 되는지를 살피는 연구가 이루어지고 있는데, 이는 염증성 식이를 점수화하여 대사증후군과의 관련성을 비교하여 항염증 식이의 타당성을 보기 위함이다.

### 만성질환 초기발생단계에서 염증성 식이의 역할

인도네시아인 503명을 대상으로 이루어진 연구로 염증성 식이 점수와 체중, 혈압, 혈중지질 등 건강지표와의 관련성을 보았다. 이 연구에서는 만성질환의 초기발생단계에서 염증성 식이의 역할을 보고자 하였기 때문에 심혈관계 질환, 당뇨 및 이상지질혈증, 고혈압의 치료를 받는 환자는 배제하였다. 염증성 식이 점수는 30가지의 영양소 및 음식을 기반으로 하였으며, 여기에는 총 에너지, 단백질, 탄수화물, 지방, 포화지방, 트랜스지방, 불포화지방, 오메가3 및 6 지방산, 콜레스테롤, 식이섬유, 마그네슘, 철분, 셀레늄, 아연, 비

비만에서 선천 및 후천  
면역시스템의 활성화  
과정을 살펴보면  
췌장 세포, 뇌, 간,  
장, 근육에서 보이는  
염증이 섬유증과  
혈관신생에 기인한  
것으로, 이를 근거로  
염증을 조절할 수 있는  
치료적 접근 방법으로  
비만과 대사증후군  
조절이 가능할  
것이라고 하였다.



## 깊이 보기

: 항염증 식이와 사업장 대사증후군 관리



타민 A, C, D, E 및 티아민, 리보플라빈, 비타민 B6, B12, 엽산, 니아신, 베타카로틴, 알코올, 카페인과 차 등이 포함되었다. 개인의 식이습관에서 염증성 식이 점수(DII, Dietary Inflammatory Index Score)가 높을수록 식이로 인한 염증의 성향이 높고, DII가 낮을 경우 항염증 식이로 간주하였다.

연령, 성별, 활동, 에너지섭취량, 체질량지수를 고려하였을 때 염증성 식이 점수와 체중, 혈압, 혈중지질, 혈중 렙틴과의 사이에 관련성을 보였으나 체중과는 연관성을 보이지 않았다. 렙틴은 염증을 일으키는 비만세포에서 생산되는 사이토카인이다. 혈중 높은 렙틴 농도는 심혈관계 질환의 발생과 관련성이 높다. 결론적으로 염증성 식이점수는 혈중 렙틴 농도와 관련성이 있는 것으로 나타났으며, 이 비만세포의 염증지표는 염증성 식이 점수와 전신 염증 그리고 심혈관계 질환 발생 증가와의 관련성을 설명해주는 것이다.

염증성 식이점수는 혈중 렙틴 농도와 관련성이 있는 것으로 나타났으며, 이 비만세포의 염증지표는 염증성 식이 점수와 전신 염증 그리고 심혈관계 질환 발생 증가와의 관련성을 설명해주는 것이다.

### 염증성 식이와 대사증후군 및 심혈관계질환 관련성 연구

라틴아메리카에서는 염증성 식이와 대사증후군과의 관련성을 본 연구는 드물고 결과도 일정치 않았다. 에콰도르 여성 276명에서 염증성 식이와 대사증후군 및 심혈관계질환 관련성을 보았다.

에너지 섭취를 보정한 E-DII(Energy-adjusted Dietary Inflammatory Index)를 사용하여 염증성 식이 점수를 4분위로 나누어 분석하였는데, E-DII와 공복 시 혈중 중성지방치, 총 콜레스테롤과 허리둘레가 관련성이 있는 것으로 나타났다. 이 결과는 높은 예측치를 가지고 심혈관계 질환 위험도를 나타내는 플래밍햄 위험

점수(Framingham Risk Scores)와 관련성이 있다고 보고한 연구 결과와 일치하는 것이다.

이 연구의 제한점으로는 대사증후군 발생에 영향을 미치는 환경오염 물질에 만성적인 외부 혹은 내부 노출 여부, 중금속, 곰팡이독소, 농약, 제초제, 불소화합물, 조리 시 사용하는 물 및 향신료, 조리 시 발생하는 다항족 탄화수소 등으로 전신성 염증에 영향을 미칠 수 있는 요인들을 고려하지 못한 점을 들고 있다.

### 대사증후군과 염증성 식이 관련성을 본 크로아티아 연구

크로아티아 사무직 직업군 366명에서 대사증후군과 염증성 식이와의 관련성에 대해서 살펴보았다. 자가 설문조사로 이루어졌으며 연령, 성별, 체질량지수, 교육 정도, 흡연, 활동, 에너지섭취량 등을 포함하여 37가지 음식을 선택하여 염증성 식이 점수와 대사증후군 간의 관련성을 분석하였다.

염증성 식이는 여성, 대학 학위, 중정도의 활동, 식사간 간식, 비만(Central Obesity), 고중성지방혈증, 고혈압, 저HDL 콜레스테롤혈증, 대사증후군 유병률과 관련성이 있는 것으로 나타났으며, 지중해식 식이와의 관련성은 적었다.

본 연구는 40세 미만의 젊은 군에서 이루어졌으며 활동량이 높은 군에서 높은 대사증후군 유병률을 보였는데 이는 대사증후군 진단자에서 합병증 극복을 위해 운동을 많이 해서 나온 결과로 보인다. 연구 결과, 염증성 식이와의 관련성에서는 대사증후군이, 염증성 식이점수와는 대사증후군 및 고혈압이 관련성이 있는 것으로 나타났다.

연구 결과  
염증성 식이와의  
관련성에서는  
대사증후군이,  
염증성 식이점수와는  
대사증후군 및 고혈압  
이 관련성이 있는  
것으로 나타났다.

### 한국인을 대상으로 한 항염증 식이와 대사증후군 관련성

이 연구는 한국인을 대상으로 2012-2014 KGES(Korean Genome and Epidemiology Study) 및 6<sup>th</sup> KNHANES 자료를 이용하였다. 심혈관계 질환력 혹은 약물치료 중이거나 에너지 섭취량이 너무 부족하거나 지나친 경우, 불충분한 정보를 가진 대상을 제외하고 20세에서 64세 사이의 성인 17,771명(52.8%)을 최종 대상으로 선정하였으며 대사증후군과 음식과의 관련성을 살펴보았다.

한국이 섭취하는 51가지 음식과 고민감성 CRP(hs-CRP, High Sensitive C-Reactive Protein) 염증지수 사이의 관계를 분석하여, 이중 유의한 관계를 보인 17가지 식품군을 선택하여 FBDI(Food-Based Index of Dietary Inflammatory Potential)를 개발하였다. FBDI에는 7가지 항염증 식이군과 3가지 염증성 식이군이 포함되었는데 항염증 식이군에는 푸른 잎 야채, 달걀, 감귤류,

## 깊이 보기

: 항염증 식이와 사업장 대사증후군 관리



콩, 붉은 과일, 빵, 견과류가, 염증전 식이군에는 믹스커피, 가당음료, 흰쌀 및 소고기가 포함되었다.

FBDI를 4분위로 나누어 대사 지수와와의 관련성을 비교하였는데, 대사 지수로는 허리둘레, 혈압, 공복혈당, 중성지방, HDL 콜레스테롤 등이 포함되었다. 성별, 교육 정도, 수입 등을 고려하여 분석한 결과 FBDI는 허리둘레, 혈압, 중성지방, HDL 콜레스테롤과 관련성이 있는 것으로 나타났다. 대사증후군 유병률은 고 FBDI군에서 2.6배 높았다. 결론적으로 한국인에서 FBDI가 대사증후군과 관련성이 있음을 보였다.

위에서 본 바와 같이 최근 대사증후군 진행 과정에서 만성염증과 관련이 있음이 밝혀지면서 염증을 유발할 수 있는 성향에 따라 음식을 염증성 식이 점수로 점수화하고 대사증후군과의 관련성을 보기 위한 연구가 이루어지고 있다. 인종 및 연구 방법에 따라 결과에 차이를 보이기는 하나, 염증성 식이가 대사증후군과 관련성이 있는 것으로 나타났다.

특히 한국인 성인을 대상으로 한 연구에서 대상자 수가 비교적 크고, 고민감성 CRP 염증 지수에 따라 한국인이 섭취하는 음식을 중심으로 개발된 FBDI와 대사 지수와 비교하였을 때 유의한 관련성을 보였다.

높은 CRP는 만성염증을 나타내는 지수로 심혈관계 질환 발생의 예측지표로도 유용하다는 연구들이 있어, 항염증 식이와 대사증후군 사이에 관련성을 보인 이 연구 결과는 사업장에 적용해서 유용하게 쓰일 수 있을 것으로 보인다.

대사증후군  
진행 과정에서  
만성염증과 관련이  
있음이 밝혀지면서  
염증을 유발할 수  
있는 성향에 따라  
음식을 염증성 식이  
점수로 점수화하고  
대사증후군과의  
관련성을 보기 위한  
연구가 이루어지고  
있다.

사업장 근로자들을 대상으로 염증성 식이를 배제하는 항염증 식이를 간단한 설문조사와 함께 평가 결과를 지도하게 되면 대사증후군 관리와 함께 뇌심혈관질환 발생을 효율적으로 예방할 수 있는 건강한 식이습관 실천 방법으로 제공할 수 있을 것이다.

다만 이미 합병증을 유발한 대사증후군과 신장질환 등 질병을 동반한 대사증후군 소견자에 대해서는 질병에 따른 식이에 대해 반드시 전문의의 지침을 따르도록 한다. 사업장에서 대사증후군 소견자 상담 시에 대사증후군이 만성염증과 관련이 있음을 설명하고 항염증 식이를 권유하는 것이 금연, 절주 실천 및 운동과 함께 대사증후군 관리의 식이습관의 한 방법으로 제안할 수 있을 것이다. 🍷

월간 「산업보건」에서는 항염증 식이에 대한 자세한 내용을 원고가 추후 작성되는 대로 소개하고자 합니다.



1. MH Kim, SH Lee, KS Shin, DY Son, SH Kim, H Joe, BW Yoo, SH Hong, CY Cho, Hwang-Sik Shin, YJ Cho, JE Oh. The Change of Metabolic Syndrome Prevalence and Its Risk Factors in Korean Adults for Decade: Korea National Health and Nutrition Examination Survey for 2008 - 2017. Korean J Fam Pract 2020; 10(1) : 44-52
2. Ji Young Ryu, Sukwoo Hong, Chang-Hyo Kim, Sangyoon Lee, Jeong-Ho Kim, Jong-Tae Lee, Dae Hwan Kim. Prevalence of the Metabolic Syndrome among Korean Workers by Occupational Group : Fifth Korean National Health and Nutrition Examination Survey (KNHANES) 2010. Ann Occup Environ Med, 2013 Aug 5;25(1):13.
3. B. E. WISSE. The Inflammatory Syndrome : The Role of Adipose Tissue Cytokines in Metabolic Disorders Linked to Obesity. J Am Soc Nephrol 15: 2792 - 2800, 2004
4. Krassimira Ikonomova. Inflammation and Metabolic Syndrome. Turkish Journal of Endocrinology and Metabolism, (2004) 3 : 85-89
5. Ifeoma C. Udenze, Casmir E. Amadi, Nicholas A. Awolola, Christian C. Makwe, Obiefuna, Ajie. The role of inflammation in the metabolic syndrome. Journal of Clinical Sciences, November 27, 2017
6. Alan R. Saltiel and Jerrold M. Olefsky. Inflammatory mechanisms linking obesity and metabolic disease. J Clin Invest. 2017;127(1) : 1-4
7. H. F. L. Muhammad, M. A. van Baak, E. C. Mariman, D. C. Sulistyoningrum, E. Huriyati, Y. Y. Lee and W. A. M. W. Muda. Dietary Inflammatory Index Score and Its Association with Body Weight, Blood Pressure, Lipid Profile, and Leptin in Indonesian Adults. Nutrients 2019 Jan 11;11(1) : 148.
8. Y. Wang, R. X. Armijos, P. Xun and M. M. Weigel. Dietary Inflammatory Index and Cardiometabolic Risk in Ecuadorian Women. Nutrients 2021, 13, 2640
9. G K Jovanovic, S P Zezelj, S K Majanovic, I M Sutic & I Sutic. Metabolic syndrome and its association with the dietary inflammatory index (DII) in a Croatian working population. J. of Human Nutrition & Dietetics October 2019, 33(1)
10. W. Na, T. Y. Yu and C. Sohn. Development of a food-based index of dietary inflammatory potential for Koreans and its relationship with metabolic syndrome. Nutrition Research and Practice 2019;13(2) : 150-158