트랜스지방과 건강

Trans Fatty Acids and Health

김유일* · 오상우
Yu-il KIM* and Sang Woo Oh

동국대학교 일산병원 가정의학과
Department of Family Medicine, Dongguk University International Hospital

식생활이 서구화되고 패스트푸드가 빠르게 보급되면서, 그 동안 낯설기만 했던 트랜스지방이 국내에서도 중요한 사회적인 이슈로 부각되고 있다. 이미 미국, 덴마크를 비롯한 서구 선진국들은 트랜스지방에 대한 법규 규정을 강화하였고, 미국의 뉴욕 시 같은 경우는 오는 2008년 7월부터는 식당에서 트랜스지방을 사용할 수 없게 규제를 가하기 시작하였다.

불포화지방산은 이중 결합된 탄소가 있는 지방산을 말한다. 트랜스지방은 불포화지방산 중 탄소의 이중결합을 기준으로 수소원자가 서로 반대방향에 놓인 형태를 말한다. 하지만, 자연계에 존재하는 불포화지방산의 경우는 대부분이 수소원자가 이중결합을 기준으로 서로 같은 방향에 놓여있는 시스형(cis-form)이다. 자연적으로 존재하는 대부분의 트랜스지방은 소, 양 등에서 나오는 고기나 유제품에 소량 함유되어 있다. 현재 문제가 되는 트랜스지방의 대부분은 인공적으로 만들어지고 있는데, 불포화 지방산에 수소를 첨가시키는 과정(hydrogenation)에서 만들어지게 된다. 구조적으로 보면 옆의 그림과 같이 결합된 분자구조를 가지게 되고 회전이 되지 않기 때문에 기능상으로 시스형의 불포화지방산과 큰 차이를 보이게 된다.

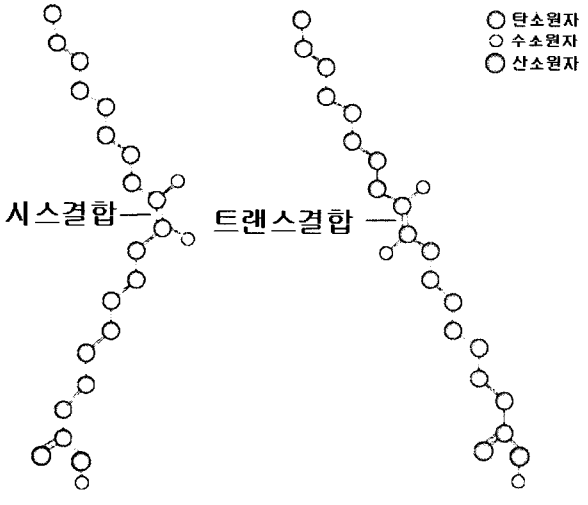

Fig. 1. Structure of trans fatty acid.

트랜스지방의 생리효과

I. 혈중지질

트랜스지방이 인체에 미치는 영향은 기존의 포화지방산 또는 시스형 불포화 지방산을 같은 열량의 트랜스지방으로 바꾸어 섭취시킨 후에 생기는 변화를 관찰하는 방법으로 조사되었다. 트랜스지방은 인체에서 관상동맥질환(협심증, 심근경색증 등)의 위험인자인 저밀도지단백콜레스테롤(low-density lipoprotein cholesterol)의 혈중 농도를 올리고, paraoxonase의 활성을

*Corresponding author: Yu-il KIM, Department of Family Medicine, Dongguk University International Hospital
Tel: 82-31-961-7490
Fax: 82-31-961-7496
E-mail: yuilim@duih.org

줄여 몸에 이로운 고밀도지단백콜레스테롤(high-density lipoprotein cholesterol)의 혈중농도를 감소시키며 총콜레스테롤/고밀도지단백콜레스테롤 (total cholesterol / HDL cholesterol) 비를 증가시킨다. 특히 총콜레스테롤/고밀도지단백콜레스테롤 (total cholesterol / HDL cholesterol) 비는 관상동맥질환의 중요한 위험인자이다. 이 외에도 트랜스지방은 다른 지방에 비해 중성지방을 더 상승시키며 관상동맥질환의 다른 위험인자에게도 영향을 미치는 것으로 조사되었다.

2. 체내 염증반응(Systemic Inflammation)의 증가

많은 연구를 통해 체내 염증반응의 증가는 동맥경화반응, 관상동맥질환, 당뇨병, 돌연사의 독립적인 위험인자임이 이미 잘 밝혀져 있다. 염증반응과 트랜스지방 사이의 연관성에 대한 여러 연구가 있었는데, 트랜스지방은 체내 염증반응을 증가시키는 것으로 밝혀졌다. 특히 여성의 경우 트랜스지방은 tumor necrosis factor(TNF) 체계의 활성증가와 연관이 있으며, 체질량지수가 높은 사람에게서는 interleukin-6와 C-reactive protein(CRP)의 증가와 밀접한 관련이 있는 것으로 조사되었다. 특히 이미 심장질환이 있는 사람의 경우에는 트랜스 지방이 체내 염증반응 상승과 독립적으로 연관이 있다는 연구도 발표되었다. 특이한 점은 트랜스 지방 이성체(isomer)간의 결과가 차이를 보인다는 점인데, 일부 제한된 연구 결과이긴 하지만 palmitoleic acid(*trans*-C16:1)는 TNF 체계에 미치는 영향이 oleic acid (*trans*-C18:1)나 linoleic acid (*trans*-C18:2)보다 적었고, 특히 linoleic acid (*trans*-C18:2)가 염증반응 상승과 3배 이상 높은 연관성을 보였다.

이러한 트랜스지방이 염증을 증가시키는 기전은 정확이 밝혀지지는 않았지만, 세포막의 인지질에 사용되어 다양한 과정을 통해서 TNF 체계를 활성화 시키는 것으로 생각되고 있다. 또한 대식구의 세포막의 작용에도 영향을 끼침으로 TNF 체계의 조율에도 관계하는 것으로 생각되고 있다. 지방세포 내에서 이러한 특정 지방산은 반감기가 수개월이나 된다고 알려져 있다.

3. 혈관내피세포의 기능 (Endothelial-Cell Function) 변화

트랜스 지방은 세포막의 인지질에 사용되어 세포막 이중구조의 정상적인 기능을 방해하고, 수용체의 기능을 변화시키는 역할을 함으로써 세포막 기능을 크게 변화시킨다. 특히 혈관 내피세포에서 이러한 변화가 생길 경우 세포의 기능 변화 뿐 아니라 손상까지 가져와서 동맥경화 등의 혈관질환을 일으킬 수 있다. 실제로 트랜스지방을 많이 섭취할 경우 내피세포의 이상을 나타내는 몇 가지 표지자의 상승이 보고되어 있다.

4. 기타 영향

트랜스지방이 인슐린 저항성에 영향을 미친다는 보고들이 있으나 아직까지 일관된 결과는 부족한 편이다. 하지만 인슐린 저항성이 있거나 당뇨병이 있는 사람들에게는 트랜스지방은 좋지 않은 영향을 미치는 것으로 알려져 있다. 트랜스지방이 식후 tissue plasminogen activator의 작용을 방해하여 인슐린저항성을 올린다는 보고도 있다. 또한 동물실험에서도 트랜스지방이 인슐린저항성에 관계된 유전자 전사과정에 관여하여 인슐린 저항성을 올린다는 결과도 있다. 특히 conjugated linoleic acid(CLA)의 경우는 기존에 알려진 바와는 다르게 최근 연구에서 인슐린 저항성과 혈당을 올리고, HDL cholesterol을 낮추며 체내 산화 스트레스를 올린다는 보고도 있다. CLA가 체중감소등의 목적으로 건강식품에 많이 사용되고 있는데, 건강에 악영향을 미친다는 결과도 있어 향후 정확한 대규모의 연구가 필요할 것으로 생각된다.

트랜스 지방과 질병

1. 심혈관질환

① 관상동맥질환

같은 열량의 여러 영양소들(탄수화물, 단백질, 포화

2) 평균 지방섭취량 : 우리나라 42 g, 미국 79 g, 캐나다 109 g, 영국 87 g, 일본 57 g

지방산 등)을 비교해보면 트랜스지방이 관상동맥질환을 가장 많이 증가시키는 것으로 조사되었다. 그리고 이러한 효과는 전체 에너지 섭취의 1-3%정도의 소량을 섭취해도 나타나는 것으로 조사되었다. 최근의 대규모 연구에 따르면 총 에너지 섭취량에서 트랜스지방이 차지하는 비율이 2% 증가하면 관상동맥질환이 23%나 증가하는 것으로 밝혀졌다. 또한 심근경색(non-fatal myocardial infarction)과 지방세포의 트랜스지방의 양과 연관이 있다는 결과도 있다. 이러한 관상동맥질환의 증가는 기존의 연구에서 밝혀진 콜레스테롤 상승에 따른 관상동맥질환 발병보다 더 높게 관찰되었다. 이는 트랜스지방이 단순히 혈중 콜레스테롤을 상승시키는 효과 뿐 아니라 염증반응증가, 인슐린 저항성 상승 등의 다른 위험인자에도 영향을 미침으로 관상동맥질환을 더 많이 일으키는 것으로 추측할 수 있다 이러한 트랜스지방의 섭취를 줄일 때 얻을 수 있는 잇점은 많을 것으로 추정되는데, 미국인의 경우 트랜스지방을 모두 시스형 불포화지방산으로 대체하여 먹을 경우 관상동맥질환이 23% 감소하며, 탄수화물로 바꾸어 먹더라도 20%나 감소할 것이라는 연구결과가 있다(Fig. 2).

② 심장질환으로인한 돌연사 (sudden cardiac death, SCD)

심장질환을 이미 가지고 있던 사람이 갑자기 심방세동(ventricular fibrillation)이 생겨서 대부분의 SCD가 발생하는 것으로 알려져 있다. SCD는 아무리 좋아도 생존율이 20%를 넘지 못하고, 이전에 아무런 증상이 없었더라도 갑자기 나타날 수 있기 때문에 치료보다는 예방이 더 중요하다. 최근 많이 관심을 받고 있는 오메가-3 지방산이 이러한 심방세동과 SCD의 위험도를 줄인다는 보고가 많이 있다. 반대로 트랜스지방은 SCD를 증가시킨다고 보고되고 있다. 하지만 이 성체에 따라 다른 결과를 보이고 있다. linoleic acid (*trans*-C18:2)는 확실히 SCD를 증가시키는 결과를 보였지만, oleic acid (*trans*-C18:1)는 아니었고 오히려 감소시킨다는 보고도 있다. 이러한 트랜스지방이 SCD를 증가시키는 기전은 아직 밝혀져 있지 않다. 단순히 트랜스지방이 LDL- cholesterol 상승, HDL-cholesterol 감소, total cholesterol / HDL cholesterol 비 증가, 염증반응 증가시키는 기전으로 SCD가 발생한다는 가설은 linoleic acid와 oleic acid간의 차이를 설명하지 못한다.

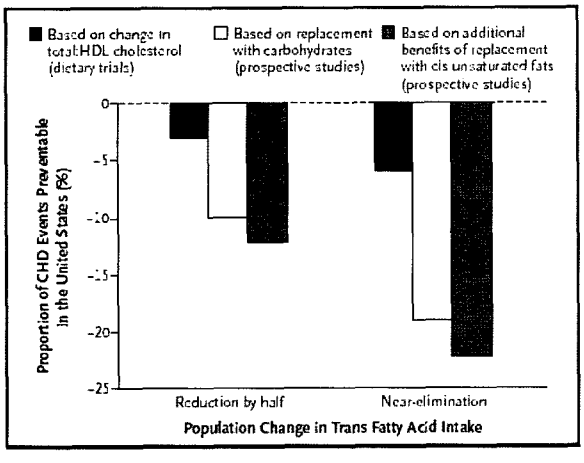

Fig. 2. Estimated effects of reducing the consumption of industrially produced trans fatty acids on the incidence of CHD (nonfatal myocardial infarction or death from CHD) in the United States.

linoleic acid (*trans*-C18:2)는 부분경화유(partially hydrogenated oils)에 조금 존재하고, 비경화정제유(nonhydrogenated refined oils)를 만드는 과정에서 생기는데 이때는 oleic acid (*trans*-C18:1)가 거의 안 생기는 것으로 알려져 있다. 결론적으로 앞으로 연구가 더 필요한 부분이지만 현재까지 밝혀진 결과에 따르면 SCD를 예방하기 위해서는 linoleic acid (*trans*-C18:2)의 섭취를 줄여야 하겠다.

2. 당뇨병

트랜스지방이 당뇨병에 미치는 영향은 일관된 결과가 아직은 없다. 하지만 연구들을 분석해보면 대상자간의 차이가 있는데, 트랜스지방 섭취량이 적은 남성들에게서는 당뇨병 발생이 큰 차이가 없었으나 섭취량이 많은 여성들 사이에서는 당뇨병 발생이 확실한 차이를 보였다. 차이를 보인 여성들 사이에서는 트랜스지방을 적게 먹은 군보다 많이 먹은 군의 당뇨병 발생률이 39%나 높게 관찰되었다. 이러한 결과를 보이는 기전에 관해서도 역시 명확하게 밝혀져 있지 않지만 최근 지방세포에서의 트랜스지방의 역할, 그리고 트랜스지방과 체내 염증반응 사이의 관계에 대한 연

구가 많이 시행되고 있어 좋은 결과가 기대되고 있다.

3. 기타질환

① 담석증

트랜스지방은 혈중콜레스테롤을 올리기 때문에 콜레스테롤 담석증의 발생이 증가하게 된다. 미국에서 14년간 약 46,000명을 관찰해본 결과 섭취가 가장 적은 군에 비하여 가장 많이 먹은 군은 전체 담석증의 발생의 상대위험도가 1.24로 조사되었다. 이러한 결과를 볼 때 트랜스지방의 섭취는 담석증의 발생을 약간 증가시키는 것으로 보인다.

② 소아천식, 알레르기질환

유럽에서 조사된 결과에 따르면 트랜스지방의 섭취가 증가할수록 소아의 천식증상, 알레르기 비염, 아토피 등의 유병률이 증가하는 것으로 나타났다.

③ 태아에게 미치는 영향

미숙아뿐 아니라 만삭아에서도 트랜스지방과 고도불포화지방산 (long-chain polyunsaturated fatty acids)사이에 역의 상관관계가 있다고 보고되었다. 태아의 트랜스지방은 전적으로 산모의 그것이 태반을 통해 넘어가는 것이므로, 이는 산모가 트랜스지방을 많이 먹을수록 태아에게 넘어가는 양이 많아져 태아의 필수지방산이 줄어들게 된다는 것을 뜻한다. 이렇게 태아에게 넘어간 트랜스지방은 여러 가지 문제를 일으킬 가능성이 있다. 신생아에서 트랜스지방이 높을수록 임신 주수가 짧아지며, 성장과 발달이 떨어지는 관계가 있다는 연구결과도 있다. 이러한 결과를 보이는 원인에 대해서는 여러 가설이 있었으나 명확하게 밝혀지지 않았다. 반면에 이러한 결과를 가지고 시행한 동물실험에서는 결과가 명확하게 나오지 않았다. 게다가 현재까지 밝혀진 내용으로는 명확한 원인인과 관계가 아니기 때문에 좀더 많은 연구가 필요하다.

4. 발 암

현재 이 분야에 대한 연구는 거의 없는 실정이다. 일부 포유류를 이용한 동물실험에서는트랜스지방과 시스형지방산 사이에 차이가 없는 것으로 결과를 보인 연구가 있으나 인체에 그대로 적용할 수는 없으므로 아직까지는 발암에 미치는 영향에 대해 판단하기에 증거가 부족한 상태이다.

자연적으로 생기는 트랜스지방의 효과

위에서 설명한 트랜스지방과 관상동맥질환 사이의 관계는 주로 인공적으로 만들어진 트랜스지방(industrially produced TFA, IP-TFA)을 가지고 시행한 연구에서 밝혀졌다. 하지만 자연적으로도 유제품과 고기류에 소량의 트랜스지방이 존재하는데, 이러한 트랜스지방(C18:1, t11;vaccenic acid)은 관상동맥질환과 연관이 없거나 오히려 줄이는 효과가 있다는 보고가 있다.

하지만 자연적으로 만들어지는 지방산에 대한 연구에서는 하루 섭취량이 2.5 g 정도로 많지 않기 때문에 인공적으로 만들어진 트랜스지방과의 차이가 명확하지 않다. 이 정도의 섭취량을 가지고 비교하면 인공적으로 만들어진 트랜스지방의 경우도 관상동맥질환과의 관계가 유의하지 않게 나온다. 좀 더 명확한 결과를 위해서는 더 많은 섭취량을 가지고 시행된 연구결과의 분석이 필요할 것으로 생각된다.

결 론

이제까지 연구된 결과로 보자면 트랜스지방의 위해성은 명확하다. 혈중 지질대사에 관여하여 악화시키며, 인슐린 저항성을 올릴 가능성이 높으며, 체내 염증반응을 증가시켜 여러가지 질환의 위험인자가 된다. 직접적으로 관상동맥의 위험인자이며, 돌연사를 증가시키고, 태아의 성장과 발달과도 연관이 있는 것으로 보인다. 특히 관상동맥질환에 대한 위해성은 전체 섭취에너지 중 1-3%의 소량을 먹더라도 위험하다는 결과가 있으므로 전체 섭취량의 0.5% 이하로, 가능한 최소한으로 섭취하도록 권고하고 있다.