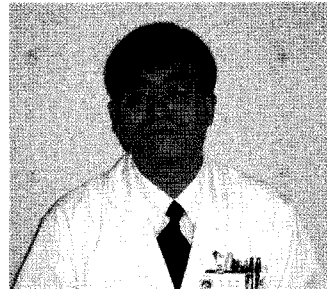


호르몬, 뇌신경전달물질 그리고 사이토카인

- 생명유지를 위한 통합 네트워크 -



이성진 / 춘천성심병원 내분비내과 교수

호르몬과 뇌신경전달물질

인체는 '세포'라고 부르는 기본 단위로 구성되어 있으며 이를 통합·관리하기 위하여 '내분비계(內分泌系)'와 '신경계(神經系)'가 고유의 기능을 수행하고 있다. 그중 신경계에 대해 자세히 알아보려고 한다.

'신경계'는 신경세포라고 부르는 길쭉한 모양의 세포로 구성되어 있으며 각 신경세포는 시냅스라고 부르는 매우 좁은 간격을 사이에 두고 밀렬로 배열되어 있다. 신경세포는 많은 곁가지들을 가지고 있어서 여러 개의 신경세포에게 신호를 동시에 전달할 수 있다. 신경세포는 신경교세포라고 부르는 버팀목으로 지탱되고 있으며 신경교세포에서 유래된 수초가 있는지 여부에 따라 유수신경세포와 무수신경세포로 나뉘게 된다.

이러한 신경계는 중추신경계와 말초신경계로 구분되는데 극소량의 뇌신경전달물질에 의해 신호전달기능이 정교하게 조절되고 있다. 특정 신경세포다발에서 특정 뇌신경전달물질이 현저하게 많이 분비되기도 하는데 방출되는 뇌신경전달물질이 자극이나 억제기능 중에서 주로 어떠한 기능을 수행하느냐에 따라 특정한 신경회로가 형성되는 경우가 있다. 간혹 노화나 자가면역기전 등에 의해 신경계가 교란됨으로써 심각한 질병이 발생하기도 하는데 예를 들어 주로 노인에게서 발생하는 파킨슨병은 뇌의 흑질부위에 존재하는 신경세포가 서서히 죽어가면서 도파민이라는 뇌신경전달물질의 양이 급격하게 감소되는 것이 원인이며 정신분열증이나 우울증과 같은 정신과적 질환도 뇌신경전달물질과 밀접한 관련이 있다는 주장이 있다. 우리가 술을 마시게 되면 가끔 몸을 제대로 가눌 수 없거나 심지어 엉뚱한 실수를 저지르기도 하는데 이것도 알코올이 신경세포와 뇌신경전달물질에 영향을 미쳐서 평소의 행동 및 감정조절을 뒤엎리게 하기 때문이다.

결론적으로 내분비계가 혈액 내로 호르몬(우체부)을 분비하여 명령을 보내는 우편체계라고 한다면 신경계는 신경세포(광케이블)를 통해서 뇌(중앙)의 명령을 말초신경(지방)까지 전달하는 전신체계에 비유할 수 있을 것이며 내분비세포는 호르몬을 혈액내로 직

접 분비하여 명령을 보내는 반면 신경세포는 신경말단부위에서 뇌신경전달물질을 분비함으로써 신호를 차례로 전달하는 점이 중요한 차이점이라고 하겠다.

내분비계와 신경계는 독립적으로 기능을 수행함과 동시에 서로 영향을 주고 받으면서 복잡한 네트워크를 형성하고 있다. 즉 신경세포에서 분비되는 뇌신경전달물질 중 일부는 호르몬처럼 혈액내로 직접 방출되어 다른 세포의 기능을 조절할 뿐 아니라 신경계가 내분비계의 호르몬분비를 통제하기도 하고 반대로 분비된 호르몬이 신경계의 신호전달에 영향을 미치는 등 내분비계와 신경계는 서로 밀접하게 관련되어 상호작용하면서 인체의 기능을 조절하고 있다. 예를들어 인체는 항상 일정한 체중을 유지하기 위하여 특정 호르몬이나 뇌신경전달물질의 분비를 촉진하거나 억제함으로써 음식섭취와 열량소모를 조절하고 있는데 이와 관련된 뇌하수체는 독립적으로 내분비기관으로써의 역할을 담당함과 동시에 구조적, 기능적으로 뇌의 시상하부와 밀접하게 연결되어 있어서 만약 뇌하수체(내분비계)와 시상하부(내분비계, 신경계) 사이의 네트워크가 망가지면 비만이나 경우에 따라 제 2형 당뇨병이 함께 발생하기도 한다.

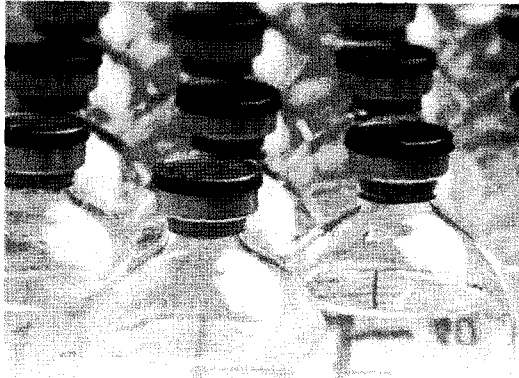
호르몬과 사이토카인

‘면역계(免疫系)’는 인체에 세균이나 바이러스 등의 이물질이 침입하였을 때 이를 제거하기 위해 항체와 사이토카인이라는 물질을 분비하는 일종의 경찰조직이라고 할 수 있다. 사이토카인은 면역세포에서 분비되는 물질을 총칭하는 용어이며 면역세포 사이의 신호전달, 면역세



포의 증식, 항체의 형성 등에 관여하는데 상황에 따라 많은 사이토카인이 동시에 작용하여 면역기능을 수행하기도 하고 하나의 사이토카인이 동시에 여러 기능을 수행하기도 한다. 예를 들어 감기나 폐렴에 걸리게 되면 면역세포가 침입자를 제거하기 위해 사이토카인을 분비하게 되고 이로 인해 열이 나면서 입맛이 떨어지는 등 증상이 나타나게 되는 것이다. 한편 최근들어 면역세포에서만 만들어진다고 믿었던 사이토카인이 내분비세포와 신경세포에서도 분비되며 반대로 내분비세포와 신경세포에서만 분비된다고 생각되었던 호르몬과 뇌신경전달물질이 면역세포에서도 만들어진다는 사실과 함께 면역세포에서 분비되는 사이토카인(열쇠)에 대한 수용체(자물쇠)가 내분비세포와 신경세포에서, 호르몬과 뇌신경전달물질에 대한 수용체가 면역세포에서 존재한다는 연구결과가 잇달아 발표됨에 따라 면역계가 내분비계 및 신경계와 서로 밀접하게 관련되어 있을 것이라는 주장이 매우 설득력있게 받아들여지고 있다.

위에서 언급한 바와 같이 면역세포에 호르몬이 결합할 수 있는 수용체가 존재한다는 사실은 내분비계가 면역계를 조절하고 있다는 강력



한 증거이다. 만약 수술로 뇌하수체를 제거하게 되면 면역세포 증식의 억제와 함께 면역기능의 현저한 약화가 관찰되는데 이를 회복하기 위해서는 뇌하수체 호르몬을 투여해야만 하며 특히 성장호르몬을 보충하여 주면 면역세포의 증식이 촉진됨과 동시에 면역세포의 노화도 늦출 수 있다고 알려져 있다. 스테로이드호르몬의 분비는 사춘기이후 급격하게 증가하는데 이로 인해 사춘기 이후에는 성별에 따라 면역기능의 차이가 뚜렷하게 생기게 된다. 예를 들어 성인 여성에서 류마티스 관절염이나 전신성 홍반성 낭창과 같은 자가면역질환이 많이 발생하는 이유는 스테로이드호르몬의 분비 차이에 의하여 나타나는 면역계의 변화때문일 것으로 생각되고 있다. 한편 임신한 여성에서는 면역계의 교란으로 발생한 자가면역질환이 일시적으로 호전되기도 하는데 이것도 임신중 증가되는 스테로이드호르몬이 원인일 것으로 추측하고 있다. 부신피질호르몬(당질코르티코이드)은 면역세포에서의 사이토카인 분비를 억제할 뿐 아니라 세균을 먹어치우는 식세포작용을 방해하며 면역세포의 증식과 항체의 형성을 억제한다. 의사의 처방없이 복용하는 관절약 속에는 부신피질

호르몬 성분이 포함되어 있을 수 있는데 이 경우에는 부신피질기능저하증이라는 부작용과 함께 면역기능의 저하로 인해 감기만 걸려도 자칫 생명이 위협해질 수 있는 상태로 진행하기도 한다. 일반적으로 호르몬의 종류나 농도에 따라 조금씩 다르기는 하지만 성장호르몬, 갑상선호르몬, 프로락틴 등은 면역계를 활성화시키며 안드로젠, 에스트로젠, 프로게스테론과 같은 성호르몬과 부신피질호르몬 등은 면역계를 억제한다고 이해하면 무난할 것이다.

내분비계가 면역세포의 기능과 사이토카인의 분비를 조절하지만 사이토카인이 내분비계에 영향을 미치기도 하는데 예를 들어 사이토카인의 일종으로 염증반응에서 중요한 역할을 담당하고 있는 인터페론이나 종양괴사인자를 뇌에 투여하게 되면 부신피질자극호르몬의 분비는 증가되고 갑상선자극호르몬의 분비는 억제된다. 면역세포는 항체나 시상하부의 자극을 받아 뇌하수체 호르몬을 분비하며 혈액 내로 방출된 뇌하수체 호르몬은 표적 내분비세포에서 특정 호르몬의 분비를 자극하고 이는 다시 면역세포의 기능을 조절하게 되어 결국 면역계와 내분비계는 서로 맞물린 상태에서 적절한 균형을 유지하게 된다.


뇌 신경전달물질과 사이토카인

뇌가 손상을 받으면 그 부위에 따라 면역세포의 증식이 증가 또는 감소되는 점으로 미루어 볼 때 신경계도 면역계를 조절하는 기능을 수행하리라 생각되고 있다. 인간의 의지와 관계없이 작동하는 자율신경계는 인체의 구석구석에

거미줄처럼 뻗어 있으며 골수나 림프절 등과 같은 면역계에도 널리 분포하고 있다. 자율신경계를 구성하는 신경세포에서 분비되는 에피네프린과 아세틸콜린이라는 물질은 뇌신경전달물질로서의 역할 뿐 아니라 면역세포의 기능을 통제하는 역할도 담당한다. 한편 면역계도 면역세포에서 사이토카인을 분비함으로써 신경계를 조절하고 있는데 방출된 사이토카인은 뇌신경전달물질의 분비 및 뇌의 기능, 행동조절에 영향을 주게 된다. 예를 들어 감기바이러스가 호흡기를 통해 인체에 침입하면 일차적으로 면역세포가 활성화되어 사이토카인을 분비하며 방출된 사이토카인은 시상하부에 작용하여 체온을 상승시키게 된다. 그러나 지나치게 체온이 올라가게 되면 인체는 즉시 자율신경계에 신호를 보내서 땀을 흘리거나 몸을 떨도록 유도하여 체온을 낮추고 동시에 내분비계에도 정보를 전달하여 호르몬의 분비를 조절함으로써 체온을 일정하게 유지한다.

요약하면 면역계는 신경계가 인식할 수 없는 미세한 외부 자극을 탐지하여 사이토카인을 통해 신경계로 전달하는데 접수된 정보는 시상하부의 신경세포를 자극하여 신경계와 내분비계를 활성화하고 이는 다시 면역반응을 조절함으로써 하나의 네트워크가 형성된다. 즉 세균이나 바이러스 등이 인체에 침입하면 이와 관련된 정보들이 뇌의 시상하부로 수집된 후 면역세포와 신경세포, 내분비세포가 서로 협조하여 인체를 효과적으로 방어하는 것이다. 한편 사이토카인을 투여하였을 때 시상하부에서 에피네프린의 분비가 증가하는데 이러한 현상은 인체가

심한 육체적, 정신적 스트레스를 받았을 때 나타나는 반응과 매우 비슷하다. 따라서 세균이나 바이러스 감염에 대한 면역계의 반응은 심한 스트레스를 받았을 때 유발되는 신경계의 변화와 일맥상통한다고 볼 수 있다.

신경계와 내분비계는 서로 밀접하게 협력하여 인체를 조절하고 통제하는 동시에 사이토카인을 분비하는 면역계와도 정보를 공유하고 있다. 한편 면역계 역시 신경계와 내분비계를 조절하는데 이러한 일련의 사실들은 인체의 복잡한 기능을 정교하게 통합·관리하기 위하여 내분비계-신경계 네트워크와 면역계 네트워크가 서로 상호보완적으로 거대한 통합네트워크를 이루고 있음을 강력하게 시사하며 생명유지를 위해 함목적적인 방향으로 작동하고 있음을 보여주고 있다. 

〈그림〉 내분비계-신경계-면역계의 통합 네트워크

