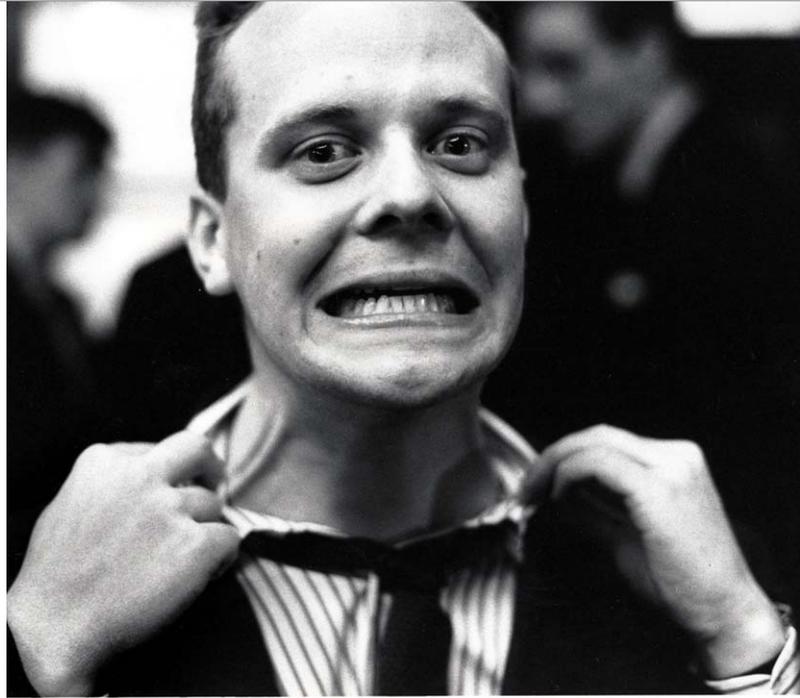


스트레스 호르몬 분비 증가 메커니즘 밝혔다

글 | 박용수 _ 포항공과대학교 박사과정 brainer@postech.ac.kr



극심한 스트레스와 긴장으로 셔츠 칼라를 푸는 영국의 외환 딜러

스트레스는 사전적 의미로 생체에 여러 상해 및 자극이 가해질 때 체내에서 일어나는 비특이적인 생물반응으로 규정하고 있다. 캐나다의 내분비학자인 셀리에에 의해 처음으로 명명되었는데, 해로운 인자나 자극을 '스트레서'라 하고, 이 때의 긴장상태를 스트레스라고 한다.

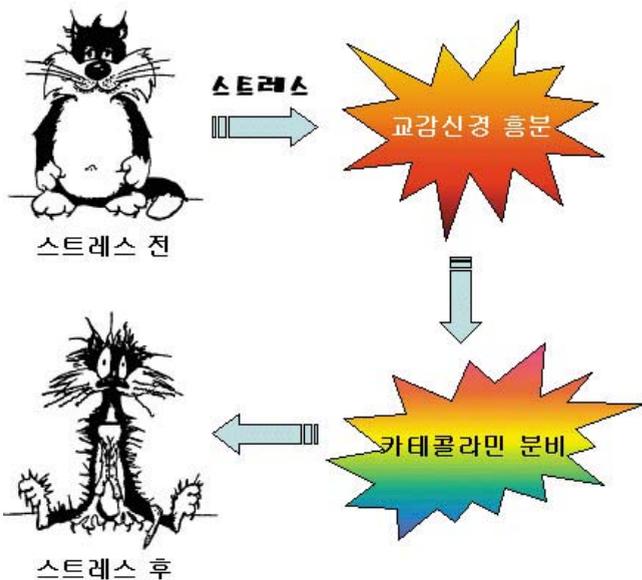
스트레스의 원인은 크게 외적 요인과 내적 요인으로 나눌 수 있

다. 첫째, 외적 요인은 긴장감을 가져오는 두려운 환경 등과 같은 물리적인 요인과 대인관계의 불편함 등과 같은 사회, 심리적 요인을 포함한다. 밤길에 갑자기 나타난 고양이와 보고 놀란다거나 갑작스런 소리를 듣고 두려워하는 것 등이 물리적 요인이고, 과도한 경쟁을 통해 오는 심리적 긴장감이나 지인의 죽음 등과 같은 일상의 복잡한 일들은 사회, 심리적 요인에 속한다. 둘째, 내적 요인은 습관이나 비정상적인 성격 등이 있다. 예를 들어, 낮과 밤이 뒤바뀐 형태의 삶을 산다거나 지나치게 비판적이며 회의적인 생각에 사로잡혀 사는 사람들은 스트레스에 민감하여 육체적인 긴장감 속에 살게 되는데, 악화될 경우 우울증과 같은 정신병으로 이어질 수 있다.

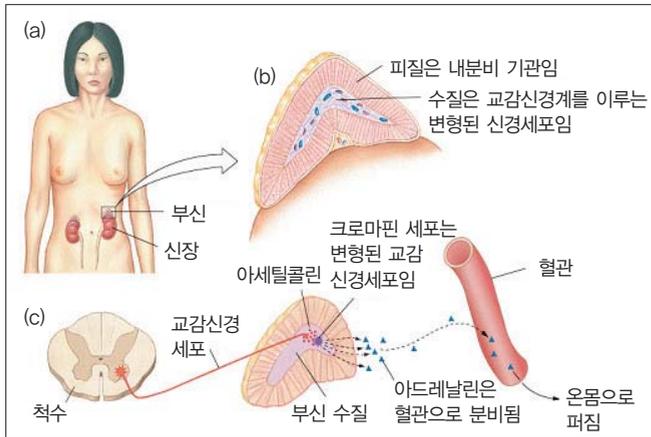
혈액내 고농도 카테콜라민, 심혈관 질환 초래

스트레스는 우리 몸의 교감신경계를 흥분시키는데, 이는 우리 몸을 보호하기 위한 반응으로 생각할 수 있다. 우리의 의지와 관계 없이 심혈관이나 소화 장기와 같은 신체 내부의 기관이나 조직의 활동을 조절하는 신경계를 자율신경계라고 하는데, 교감신경계는 부교감신경계와 함께 이 자율신경계에 속한다. 교감신경계가 흥분되면 흥분성 호르몬인 카테콜라민(아드레날린, 노아르레날린, 도파민 등 포함)이 분비되고, 이어서 여러 가지 생리학적인 변화를 유도한다. 스트레스 반응은 흥분성 호르몬인 카테콜라민을 비롯한 여러 가지 스트레스 호르몬 분비를 통해 나타나는데, 이번 연구는 카테콜라민 분비에 초점을 맞췄다.

스트레스에 의해 교감신경계가 흥분되면 스트레스 호르몬인 카



〈그림 1〉 스트레스를 받게 되면 교감신경계가 흥분되고, 교감신경 말단과 크로마핀 세포로부터 카테콜라민이 분비된다. 카테콜라민은 외부 자극으로부터 신체를 보호하는 기능을 하지만, 오랜 시간 지속되면 악영향을 준다.



(그림 2) (a) 부신의 위치는 신장 위쪽에 있다. (b) 수질(medulla)과 피질(cortex)로 나뉘어지며 카테콜라민을 분비하는 크로마핀 세포는 수질에 있다. (c) 교감신경계가 흥분되면 아세틸콜린(ACh)에 의해 크로마핀 세포가 자극되어 혈액으로 카테콜라민을 분비하게 된다.

테콜라민이 분비되고 다음과 같은 신체 변화가 생긴다. 첫째, 근육, 뇌, 심장 등에 필요한 산소와 영양분 공급을 높이기 위해 맥박수와 혈압이 증가한다. 둘째, 행동을 원활히 할 수 있도록 근육 수축이 용이해진다. 셋째, 민첩한 상황 판단을 위해 정신이 명료해지고 감각기관이 예민해진다. 넷째, 소화기관의 능력이 떨어진다. 다섯째, 에너지 보충을 위해서 혈액내에 지방이나 콜레스테롤의 양이 증가한다.

카테콜라민은 뇌세포나 교감신경 세포 말단에서 분비되기도 하지만, 혈액내에 증가하는 카테콜라민은 부신 수질에 있는 크로마핀 세포에서 분비된다(그림 2 참조). 카테콜라민은 스트레스에 의해 발생하는 위와 같은 다양한 생리적인 반응을 유도함으로써, 외부의 위협한 자극이나 환경으로부터 우리 몸을 보호하는 기능을 담당한다. 위협 상황에 맞서 싸우거나 또는 멀리 피하는 반응을 유도하는 것도 카테콜라민의 중요한 역할이다. 카테콜라민의 이러한 순기능 때문에, 적당한 스트레스는 신체와 정신에 활력을 주며 일의 능력을 높이는데 도움을 준다.

하지만, 장기간 지속적으로 스트레스에 노출되어 교감신경계가 흥분되면, 카테콜라민의 양이 혈액내에 급격하게 증가하게 되어 심각한 질병을 초래하게 된다. 카테콜라민은 산화가 잘 되는 성질을 가지고 있기 때문에 카테콜라민이 담겨져 있는 소포 안에는 항산화 물질인 비타민C가 함께 존재한다. 혈액내 고농도의 카테콜라민은 산화되면서 혈관을 손상시키고 심혈관 질환을 초래하게 된다. 또한, 스트레스에 의한 지속적인 교감신경계의 흥분은 고혈압, 소화

기 장애, 불면증, 정신 장애 등 다양한 질병의 원인이 된다.

자극 반복할 경우 카테콜라민 분비량 증가

지금까지는 교감신경계의 자극이 카테콜라민 분비를 증가시킨다는 것이 알려졌지만, 지속적이며 반복적인 교감신경계 흥분이 카테콜라민 분비에 어떤 영향을 주는지에 대한 이해는 부족했었다. 그러나 이번 연구를 통해 세포 수준에서 반복적인 교감신경계의 자극이 스트레스 호르몬인 카테콜라민 분비를 급격하게 증가시킨다는 사실과 그와 관련된 메커니즘이 밝혀졌다.

연구진은 소의 크로마핀 세포를 사용했으며, 암페로메트리를 통해 카테콜라민 분비를 측정하였다. 암페로메트리는 카테콜라민을 담고 있는 주머니 역할을 하는 소포의 분비를 실시간으로 관찰할 수 있는 고감도의 첨단 장비이다. 교감신경계 흥분 물질로 크로마핀 세포를 반복적으로 자극하게 되면, 카테콜라민 분비가 폭발적으로 증가하게 된다. 2분 간격을 두고 한번에 20초씩 연속으로 5번의 자극을 하면 두번째 자극부터 증가하다가 세번째 자극부터는 증가된 상태에서 유지된다(그림 3 참조).

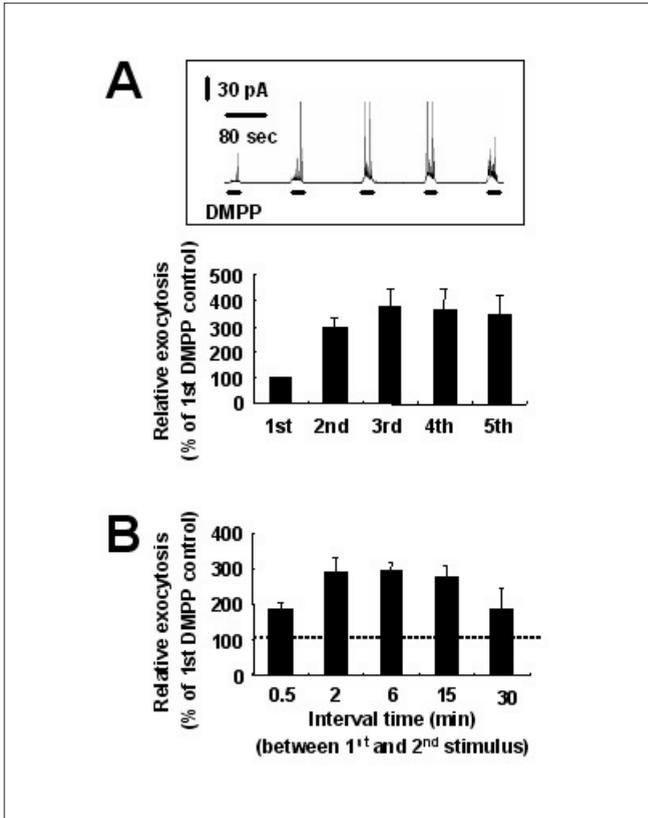
자극 사이의 간격을 다양하게 변화시켜도 반복적인 자극은 카테콜라민 분비를 증가시킨다. 반복적인 자극에 의해 분비가 증가되는 현상을 '자극의존성 분비 증가'라고 한다. 흥미로운 것은 자극의 간격을 12시간 이상 두게 되면 분비 증가 현상은 나타나지 않고 처음 상태와 같은 양의 분비만이 관찰된다. 즉, 자극의존성 분비 증가는 자극 사이의 간격에 따라 영향을 받는 것이다.

자극의존성 분비 증가 현상은 세포 외부에서 들어오는 칼슘의 양에 영향을 받으며, 이를 칼슘 의존적이라고 한다. 또한 카테콜라민을 담고 있는 주머니 역할을 하는 소포의 개수가 세포막 가까이에서 늘어나 있는 것을 전자현미경을 통해 확인했는데, 이것을 통해 소포의 움직임 증가가 자극의존성 분비 증가 현상을 유도하는 것으로 보인다. 암페로메트리를 통해 반복적인 자극이 소포의 개수 뿐만 아니라 하나의 소포에서 분비되는 카테콜라민의 양 또한 증가시킨다는 사실을 확인한 것이다.

연구진은 이번 연구를 통해 세포수준에서 반복적인 교감신경계 자극이 어떻게 카테콜라민 분비를 증가시키는가를 최초로 설명했다.

'스트레스 극복 불가' 확대 해석은 무리

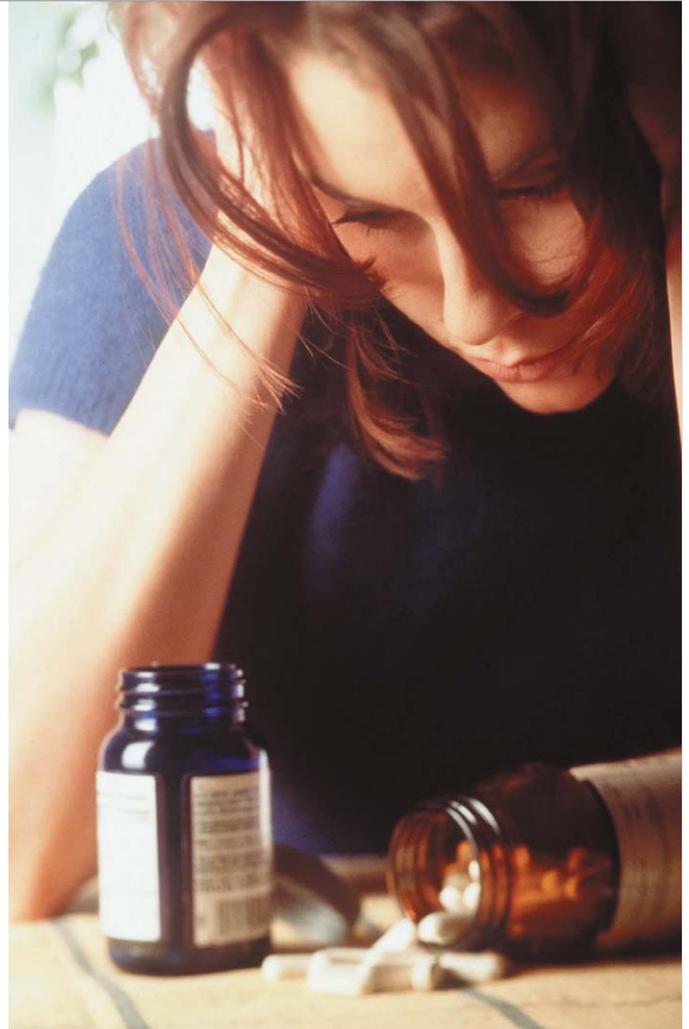
크로마핀 세포에서 교감신경계의 반복적인 자극이 카테콜라민



(그림 3) (A) 크로마핀 세포를 반복적으로 자극하게 되면 카테콜라민 분비가 증가한다. (B) 첫 번째 자극과 두 번째 자극 사이의 간격을 다양하게 변화시켜도 분비가 증가된다.

분비를 증가시키는 결과는 상당히 흥미로운 것이다. 왜냐 하면, 일반적인 호르몬 분비는 자극이 지속될수록 양이 줄어들기 때문이다. 실험에서도 교감신경계 자극을 제외한 다양한 방법으로 세포를 반복적으로 자극하게 되면 카테콜라민 분비가 현저히 줄어드는 것을 확인했다. 분비가 줄어드는 이유는 다음과 같다. 첫째, 반복적인 자극에 의해 세포내 호르몬을 담고 있는 소포의 개수가 고갈되면서 분비의 양이 줄어들게 된다. 둘째, 반복적인 자극은 수용체의 무감각을 유도해서 세포가 반응에 대해 무뎠지게 된다. 이와 같은 이유로 생명체는 외부 자극에 대해 시간이 지나면서 익숙해지거나 적응해가는 특징을 갖는 것이다. 예를 들어, 냄새에 대한 반응은 처음엔 민감하다가 시간이 지나면서 무뎠지게 된다. 통증의 경우도 마찬가지여서, 처음엔 아프다가도 곧 익숙해져서 무감각해진다. 반복적인 자극에 대해 무뎠지는 것이 일반적인 현상이지만, 카테콜라민 분비의 경우는 반대로 증가하는 것이다.

이번 실험으로 반복적인 교감신경계 흥분이 카테콜라민 분비에



스트레스를 받았다고 해서 기름진 음식을 먹거나 담배와 술로 심사를 달래는 행위는 더 나쁜 영향을 가져올 수 있다.

어떤 영향을 주는지 밝혀졌다. 그러나 반복적인 자극에 의해서 크로마핀 세포의 카테콜라민 분비가 증가하는 것은 분명한 사실이지만, 세포실험의 결과를 곧바로 사람에게 적용하여 스트레스는 극복할 수 없으며 피해야 된다는 식으로 단정 짓는 것은 무리가 있다. 스트레스에 관한 보다 직접적인 이해를 위해서는 사람을 대상으로 하는 임상 실험 등의 추가적인 연구가 필요하기 때문이다. 이번 실험은 자극의존성 분비 증가 현상 때문에, 스트레스 상황에서 지속적인 자극의존성 분비 증가 현상 때문에, 스트레스 상황에서 지속적인 자극에 의해 교감신경계의 자극에 의해 스트레스 호르몬인 카테콜라민 분비가 혈액내에서 고농도로 유지될 수 있다는 가능성을 제시했다는 점에서 그 의미를 찾을 수 있을 것이다. **ST**



글쓴이는 한동대학교 생물식품공학부 졸업 후 포항공과대학교 생명과학과에서 석·박사 통합 과정중에 있다.