

## 소음에 의한 환경스트레스

김 형 석

경희대학교 의과대학 예방 의학 교실

소음은 청각에만 영향을 미치는 것이 아니라 뇌에도 생리적 자극을 가하여 스트레스를 유발한다. 고도의 소음은 스트레스로서 catecholamine 분비량이 상승하여 스트레스의 지표로 삼고 있으며 예상치 않은 소음과 계속적인 소음은 노중 catecholamine 분비량을 증가시킨다. 본 연구에서는 소음이 흰쥐의 노중 catecholamine 분비량을 변화시키는지를 알아보 고자 하였다. 흰쥐를 90db의 소음 하에 10, 30, 60분, 3, 12시간 동안 노출시키면서 24시간 동안의 노를 채취하여 alumina로 추출한 후 HPLC-ECD로 catecholamine을 측정 한 결과 소음이 분비량에 영향을 미친다는 것을 알게 되었다.

환경 요인(environmental stressor)에 의하여 우리가 스트레스를 받을 때 환경 스트레스라고 한다. 환경 요인으로는 고온, 저온, 고기압, 저기압, 화공 약품 노출(농약, 유기용제), 소음, 전기 자극, 대기오염, 수질 오염, 군집(crowding), 항공 비행 등을 들 수 있는데 이 가운데 소음이 우리 건강에 미치는 스트레스는 대단히 중요하다.

신체의 여러 장기는 교감 신경과 부교감 신경의 길항적인 작용에 의하여 지배된다. 예를 들면 교감 신경이 흥분하면 심장의 수축력은 증가하고 맥박은 빨라지고 혈압은 상승하지만 부교감 신경이 흥분하면 심장의 활동은 억제되고 혈압도 떨어진다. 정서과 자율 신경계와의 관계에 대하여 최초로 상세한 생리학적 실험을 실행한 사람은 Cannon(1932)으로 고양이에게 개를 보일 때 고양이는 놀라서 흥분하며 이때 심박수가 증가하고 위운동이 억제되며 혈중에는 카테콜라민이 방출되는 것을 알았으며 이같은 반응을 긴급 반응이라고 불렀다.

그후 Hess(1969)는 마취하지 않은 상태에서 고양이

이에게 외측 시상하부를 전기 자극하면 분노하는 표정이 나타나며 혈압과 골격근 혈류가 증가하여 장의 운동과 혈류가 감소하는 등 분노 때와 동일하게 자율 신경 반응과 신체 운동 반응이 일어나는 것을 확인하게 되었다. Hess는 이같은 반응을 긴급사태에 대한 투쟁과 도피(fight and flight)에 의한 자신을 방어하기 위하여 시행하는 전신 반응이라는 의미에서 방어 반응(defensive reaction)이라고 불렀다.

이같은 실험은 사람과 동물이 외계로부터 강한 스트레스 자극(스트레스or)를 받으면 그 영향이 자율 신경을 통하여 전신 반응이 일어나는 것과 중추가 시상하부에 존재함을 표시하고 있다. 현재 자율신경의 중추가 시상하부에 있고 정서의 중추도 시상하부와 대뇌 변연계에 있다는 것이 확실하므로 양자간에는 밀접한 신경 연락이 있다는 것이 알려지고 있다. 반복되는 강한 스트레스나 만성스트레스는 정서의 발현과 자율 신경계를 통한 전신 반응을 일으켜 개인에 따라서 취약한 기관, 예를 들면 위장과 순환기계에 질병을 유발하게 된다. 항상성유지(homeostasis)의 유

지, 긴급 반응, 일반 적응증후군의 어느 경우에도 내분비계는 자율 신경계와 함께 중요한 역할을 하고 있다.

Selye(1986)는 일반 적응 증후군(*general adaptation syndrome*)의 연구에서 스트레스반응 시에 내분비계의 중심적 역할을 하는 것은 ACTH를 통하여 코르티코이드(*corticoid*)라고 생각하였다. 코르티코이드는 당의 신생과 소염작용, 면역계에 대한 억제 작용을 갖고 있다. 스트레스시 혈중의 임파구와 호산구의 감소, 뇨중 17-ketosteroid, 17-hydroxycorticosteroid의 배설량의 증가, 흉선의 위축, 혈중 코르티솔의 상승은 많은 동물 및 인간 실험에서 관찰되었다. 이들의 변화는 모두 스트레스 상황 하에서 시상하부에 있는 CRF가 방출되어 뇌하수체로부터 ACTH가 분비되어 이것이 부신피질호르몬의 분비를 촉진하는 결과로 일어나는 것이다. Selye는 스트레스 반응 시에 반응하는 물질에도 흥미를 갖고 있었는데 엔돌핀(*endorphin*)도 하나의 유력한 후보이었다(Mormede, 1983). 그 외에 성장 호르몬도 급성스트레스 시에 상승하는 것이 알려졌다. 개인차와 정서의 강도, 정서의 억압 등에 의하여 분비량의 차이가 있다고 보고하고 있다. 정신적 스트레스와 성장 호르몬과의 관계는 애정차단성 소인증(*deprivation dwarfism*)이 유명하다(Timberlake & Allison, 1974).

사람이 소음에 장시간 노출될 때 청력 손실을 일으킨다는 연구는 오래 전부터 수행되어 왔으나 소음의 비청력 영향(*non-auditory effect*)에 대하여는 최근에 들어서야 약간의 연구가 발표되고 있다. 비청력 영향이란 소음에 노출시 청력에 미치는 영향을 제외한 건강과 안녕에 미치는 영향으로서 행동에 대한 영향, 생리적 영향, 귀찮음, 수면 장애 등이 포함된다(Smith, 1990).

Rehm(1983)은 소음의 생리적인 영향에 대한 연구에서 소음이 호흡, 심박동율, 표피(*cutaneous*) 혈류, 말초 혈관의 수축, 피부 온도, 떨림, 위액 분비 기능, 위장관의 활동, 뇌의 생물 전기적 활동(*bioelectrical activity*) 등의 활동적인(*vegetative response*) 효과가 있고 다른 한편으로는 혈중 지질, 혈중 포도당, 코르티솔,

에피네프린, 에피네프린, 도파민, 성장 호르몬, Mg, Ca 농도 등의 변화와 같은 생화학적인 효과가 있다고 분류하였다. 소음과 면역, 감염에 대한 저항성 등에 대한 연구는 많이 연구되지 않았으나 Jensen과 Rasmussen(1970)의 연구에서는 소음에 노출시키기 직전에 바이러스를 접종하니 세균에 더 많이 감염되었다.

스웨덴의 Frankenhaeuser와 Lundberg(1977)는 사회 심리적 환경 하에서 요구와 압력에 대한 심리적이고 신경내분비적 기전에 대한 연구의 일환으로 소음이 정신적인 작업의 수행에 미치는 영향을 연구하였으며, 체코슬로바키아의 Belin(1983)은 육체적인 활동을 하고 있는 동안 85 dB의 소음에 5분씩 60분 동안 노출시켰을 때 혈중 카테콜라민의 분비량을 관찰하였다. 또한 불란서의 Levy-Leboyer(1989)는 65 dB과 90 dB하에서 정신노동이 소음에 의하여 영향을 받는다고 발표하였으며 일본의 Nakamura, Nohara, Nakamura 및 Okada (1989)는 소음, 진동, 한랭이 복합적으로 쥐의 뇌에 작용하여 도파민 신경원(*neuron*) 활성화에 영향을 미친다는 결과를 발표하였다. 이와 같이 소음에 대한 연구가 전세계적으로 활발히 수행되고 있다. 한편 스트레스에 의하여 부신피질에서 코르티솔이 분비되어 카테콜라민과 함께 스트레스의 지표로 삼고 있다.

본 연구에서는 소음이 비청력 효과인 스트레스에 미치는 영향을 알아보기 위하여 흰쥐를 소음에 노출시켜 카테콜라민의 변화를 알아보고자 한다.

## 방 법

### 시료의 채취

체중이 150-220g되는 흰쥐(*Sprague-Dawley rat*)를 대사용 노채취장치(대중산업사 제품)에 넣고 소음이 90 dB되는 환경에 10분, 30분, 1시간, 3시간, 12시간 노출시키면서 24시간 동안의 뇨를 채취하여 시료로 사용하였다.

### 시료의 전 처리

1.5 ml polypropylene conical tube에 뇨 1 ml, 10 g/L metabisulphite 50ul, 50 g/l농도의 EDTA 50ul를 넣고 혼화한다. 여기에 internal standard 50ul와 3 M Tris buffer(pH=8.5) 50ul를 넣은 후 alumina 20mg을 넣는다. 이 관을 5분간 vortex에서 혼화한 후 상등액을 버린다. alumina를 3회 1.5ml 의 물로 씻은 후 물층을 aspirator로 제거한 후 0.1 M HClO4 100ul를 넣고 5분간 혼화한 후 원심 분리시킨다. 상등액을 취하여 HPLC에 주입한다.

### 분석기기

기기명: HPLC (high performance liquid chromatography), Varian Co. Vista 5020  
 Column: Supelcosil LC-18, 7.5 cm x 4.6 mm, Supelco Inc., U.S.A.  
 Detector: Electrochemical Detector, Toa, Japan (model ICA 3062). range-25.6X1 nA, potential-800 mV Ag/AgCl. Electrode Flow Rate-1 ml/min

### 시약

Metabisulphite: 10 g/L  
 EDTA: 5 g/100 ml  
 3M Tris buffer (pH=8.5): 36.3 g/100ml 10 mM HCl

Internal standard solution: dihydroxy benzylamine (DHBA) 10 mg을 10mM HCl 100ml에 용해시킨 후 100배 희석한 후 다시 농도가 0.25 ug/ml가 되도록 한다.

Norepinephrin(NE), 에피네프린(EP), 도파민(DOP) standard solution: 각 시약 100mg을 10 mM HCl 1 L에 용해시킨 후 100배 희석한다(1ug/ml).

Mobile phase: monochloroacetic acid 14.15g, NaOH 4.65g, octanesulfonic acid 400mg을 물에 녹여 1 L로 한 후 pH를 3.3으로 조절한다. 상기액 930ml에 acetonitrile 70ml를 넣어 mobile phase로 한다.

### 결 과

흰쥐에게 소음을 주었을 때 노출시키는 시간에 따라 카테콜라민의 분비량을 알아보기 위하여 10분, 30분, 1시간, 3시간, 및 12시간 동안 90 dB의 소음에 노출한 결과 다음과 같은 결과를 얻었다. 즉 대조군의 흰쥐 뇨중 노르에피네프린의 분비량은 0.590 ng/ml 이었고 에피네프린의 분비량은 0.361 ng/ml이었으며 도파민의 분비량은 0.751 ng/ml 이었다. 흰쥐를 90 dB의 소음 환경에서 10분간 노출시킨 후 뇨중 노르에피네프린의 분비량의 평균치는 0.691 ng/ml이었고 에피

표 1. Summary of Comparison between Noise and Catecholamine Excretion from Rat Urine (unit : ng/mL)

Group	Norepinephrine (N = 6)		Epinephrine (N = 6)		Dopamine (N = 6)	
	Mean ± S. D.	S. E.	Mean ± S. D.	S. E.	Mean ± S. D.	S. E.
Control	0.590 ± 0.071	0.086	0.361 ± 0.072	0.0286	0.751 ± 0.082	0.0362
90 dB Noise Exposed						
10 Min	0.691 ± 0.067*	0.0273	0.421 ± 0.090①	0.0367	0.646 ± 0.094①	0.0384
30 Min	0.898 ± 0.115**	0.0469	0.535 ± 0.086**	0.0351	1.136 ± 0.178**	0.0726
1 Hour	1.038 ± 0.199**	0.0812	0.636 ± 0.062**	0.0253	0.845 ± 0.081**	0.0330
3 Hour	1.001 ± 0.179**	0.0731	0.631 ± 0.069**	0.0281	0.855 ± 0.077**	0.0314
12 Hour	1.048 ± 0.158**	0.0645	0.673 ± 0.068**	0.0277	1.120 ± 0.218**	0.0889

Note \* : p < 0.05  
 \*\* : p < 0.001  
 ① : none significant

네프린의 분비량은 0.421 ng/ml이었으며 도파민의 분비량은 0.646 ng/ml로서 대조군보다 분비량이 증가함을 알 수 있었다. 90 dB의 소음을 30분간 노출시켰을 때 노르에피네프린의 분비량은 0.898 ng/ml이었고 에피네프린의 분비량은 0.535 ng/ml이었으며 도파민의 분비량은 1.136 ng/ml이었다. 흰쥐에게 소음을 1시간 동안 노출시킨 후 카테콜라민의 분비량은 노르에피네프린이 1.038 ng/ml이었고 에피네프린이 0.636ng/ml이었으며 도파민의 분비량은 0.845ng/ml로서 30분 노출보다 분비량이 증가하는 경향을 보였다.

3시간 동안 소음 노출 후, 카테콜라민의 분비량은 노르에피네프린이 1.001 ng/ml이었고 에피네프린의 분비량은 0.631 ng/ml이었으며 도파민의 분비량은 0.855 ng/ml로서 차츰 카테콜라민의 분비량이 감소됨을 알 수 있었다. 90 dB의 소음에 12시간 동안 노출시킨 후 노중 노르에피네프린이 1.048 ng/ml, 에피네프린이 0.673 ng/ml, 도파민이 1.120 ng/ml 분비되었다.

## 고 찰

소음이 심장병에 미치는 영향에 대하여 많은 연구가 진행되고 있는데 Knipschild(1977)는 비행기 소음과 심장병과의 관계를 연구하여 소음이 심장병과 고혈압에 영향을 미친다고 발표하였고, Verbeek(1987)는 80 dB(A)를 초과하는 작업장의 근로자에게는 혈압이 상승한다고 하였다. Aros(1984)는 소음 노출은 건강에 해를 준다고 하였고, Idzior-Walus(1987)는 소음이 크고 진동이 있을 경우 대조군보다도 혈압이 높아지고 고혈압 환자가 증가한다고 하였다.

Jonsson과 Hansson(1977)은 소음으로 인한 청력 손실을 가진 근로자 44명의 수축기와 이완기 혈압이 74명의 정상인보다 높다는 사실을 발견하였고 소음으로 인한 청력 손실군에 있어서 더 많은 고혈압 환자가 있었다. Najenson(1988)은 작업장 소음이 주파수 선택 기능, 혈압, 귀잡음에 대한 작업장 소음의 영향을 연구한 결과 소음에 대한 주파수 구분의 능력이 약해졌고 혈압이 변하는 사실을 알게 되었다.

Cohen(1980)은 소음이 큰 학교의 어린이들이 조

용한 학교의 어린이에 비하여 혈압이 높음을 알았고, Svensson과 Hansson(1988)은 소음은 어린이의 혈압을 높인다고 발표하였다.

소음은 스트레스원으로서 카테콜라민의 농도는 교감 신경계 활동의 지표이다. 고강도의 소음 특히 예측 없이 짧고 긴 소음은 노중 카테콜라민의 분비를 증가한다는 것이 Markiewicz(1973)에 의하여 밝혀졌다. 이들의 연구 결과는 주로 동물 실험에서 얻었으나 사람에게 대한 실험실 및 작업장에서도 청력 손실에는 관계가 없더라도 같은 영향을 관찰하였다. Bucczynski와 Kdeziora(1983)도 100-120 dB의 자극이 혈액중 에피네프린과 노르에피네프린의 농도를 증가시켰다고 하였고 Cavatorta(1987)도 90 dB(A)에 노출시 아드레날린, 아드레날린, vanilmandelic acid의 농도가 증가함을 발표하였으나 혈액 중에는 도파민, 코르티솔, homovanillic acid 분비에는 영향이 없었다고 하였다. Cesana(1982)는 소음 노출이 선택적으로 노르에피네프린의 분비는 증가시켰으나 에피네프린의 분비에는 영향이 없다고 발표하였다. 다른 연구에서는 소음이 코르티솔 분비량에 영향이 없다고 하였고 (Brandenberg, 1980), Follenius(1980)는 에피네프린, 노르에피네프린, 도파민 분비에 영향이 없다고 하였고, Brandenberger(1977)는 소음에 의하여 카테콜라민의 분비량과 pituitary adrenal 호르몬의 분비량이 증가되나 업무 요구량의 증가로 인한 스트레스 보다 작다고 발표하였다. 그러나 이와 같은 현상은 작업장 환경에서 카테콜라민의 분비량이 작업 도중보다도 작업 후에 가장 많이 증가함을 Frankenhaeuser와 lundberg(1974)에 의하여 밝혀졌으며 실험 대상 시료량의 증가가 필요하다고 하였다. Frankenhaeuser와 Lundberg(1977)에 의한 연구에서 소음을 노출시킨 실험군에서는 대조군에 비교하여 노르에피네프린과 에피네프린의 분비량이 상승하였음을 보여주는데 이 연구 결과는 본 실험에서 실시한 결과와 유사하였다. 체코의 Belin(1983)은 여자 12명과 남자 8명(연령 26-33세)을 대상으로 실험한 결과 소음과 작업이 병행될 때 혈청 중 노르에피네프린과 에피네프린의 농도는 상승하지 않는다고 하였으나 Markiewicz(1973)는 소음이 카테콜라민의 분비량을 증가시킨다고 하였다.

Germano, Damiani 및 Milto(1991) 그리고 Tomei,

Tomao, Papaleo, Baccolo 및 Alfi(1991)는 환경 소음이 혈압에 여러 가지 영향을 미친다고 하였다.

즉 남자 16명과 여자 14명 모두 30명을 대상으로 100 dB(A)의 소음 노출에서 30명중 22명이 혈압 상승을 보였다고 발표하였다. Fisher와 Tucker(1991)도 생후 4주 되는 쥐에게 120 dB되는 소음을 하루 2시간씩 1주에 5일간 노출시켰을 때 대조군보다 혈압이 훨씬 상승함을 발표하였다. 이와 같이 소음 스트레스는 카테콜라민의 분비에만 영향을 미치지 않고 여러 가지 생리 현상에 변화를 주는데 이 가운데 혈압에 미치는 영향이 지대하므로 앞으로는 이 분야에 대한 연구도 필요하다고 생각하는 바이다.

소음 스트레스가 작업 과정에 미치는 영향에 대한 논문 발표가 많은데 Karakashian, Buzunov, Lepeshkina, 및 Blushchenoko(1991)는 라디오 제작 공장에서 소음, 단순 반복, 긴장 등으로 인하여 피로가 빨리 오고 생산 감소 및 발병을 증가 등의 현상이 나타났다며 Kurulashvili와 Fedorv(1991)는 기계를 이용하여 차를 수확하는 작업장에서 소음, 진동, 과로로 인하여 생리 활동에 이상이 생겼다고 하였다.

Koszarny와 Gorynski(1990)는 국민학교 교실에서 60-95 dB의 소음이 발생되며 가장 혼한 정도는 80 dB이라고 하였는데 이같은 소음의 크기는 방음 설비의 부족이라고 규정하였다. Blau(1990)가 의예과 학생들과 치의예과 학생들을 대상으로 두통의 원인을 조사한 결과 두통의 원인으로 불충분한 수면이 38.8%, 정신적 스트레스가 38.8%, 알콜 음주가 38.5%, 고온 환경이 36.7%, 독서가 31.5%, 소음이 29.9%로 나타났다. Agnes, Santorelli, Abdi 및 Locatelli(1990)는 소음 대상으로 운반과 소음이 혈액의 생화학적 변화에 미치는 영향을 연구한 결과, 혈장 중 에피네프린의 분비가 증가하였으며 혈청 중 코르티솔 양도 증가하였고 지방산(fatty acid)의 양도 변화하였다고 보고하였다. Hodge와 Tompson(1990)은 병원 수술실에서 액체 흡수기나 마취 경고 종소리 등에서 최고 108 dB의 소음이 방출되어 대화와 수술에 지장을 준다고 하였다. 한편 소음은 치아 마손을 일으킨다는 보고가 있는데 방직공장에서 99-105 dB의 소음 하에서 근무하는 115명의 근로자가 생리적 이상 증상이 나타났으며 치아에 이상이 생겼다고 하였다

(Kovacevic, 1989).

De Boer, Slangen, 및 van der Gugten(1988)은 흰 쥐에게 100 dB되는 소음을 10분간 노출시키고 30분 후에 다시 같은 실험을 3회 실시하면서 혈청중의 노르에피네프린과 에피네프린 및 코르티코스테론(corticosterone)을 측정하였다. 그 결과 시초 소음 노출 시에는 혈청 노르에피네프린과 에피네프린이 급속히 증가하였고 소음을 중단하면 곧 카테콜라민의 농도는 정상으로 회복되었다. 혈청중 코르티코스테론의 농도 변화는 소음을 줄 때와 소음을 중단할 때 모두 완만하게 변화하였다. 2회, 3회 실험에서는 스트레스 호르몬의 분비가 완만하였는데 이는 동일한 자극이 계속적으로 가했을 때 순응에 의한 것으로 간주된다. 소음이 쥐에 미치는 생화학적 변화에 대한 실험에서 혈액 중 코르티코스테론, 총 콜레스테롤, SGOT, SGPT 등은 상당히 상승하였으나 트라이글리세라이드(triglyceride)치는 감소됨을 보여주었다(Prahakaran, Suthanthirarajan, & Namasiyayam, 1988). 항공 소음에 대하여 Marth, Gallasch, Fueger 및 Mose(1988)는 14명의 남자와 11명의 여자를 대상으로 모형 비행기에서 105 dB의 소음에 노출 시 모든 사람이 ACTH 호르몬이 증가하였고 콜레스테롤치가 증가하고 트라이글리세라이드치는 감소하였다고 발표하였다. 본 연구에서 흰쥐를 대상으로 90 dB의 소음을 노출시 30분이 경과될 때까지는 카테콜라민의 분비량이 증가하다가 30분 이후부터는 차츰 저하되는 것을 관찰하였는데 이에 대한 이유로는 소음에 노출되는 시간이 경과될수록 주위 환경에 순응하는 때문인 것으로 생각되어진다.

## 결 론

소음에 의한 뇨중 카테콜라민의 분비량의 변화를 규명하기 위하여 흰쥐에게 90 dB의 소음을 10분, 30분, 1시간, 3시간, 및 12시간 노출시킨 후 카테콜라민의 분비량을 관찰한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

흰쥐에게 90 dB의 소음에 노출시켰을 때 카테콜라민의 분비량이 가장 높은 시간은 노출 후 1시간이었으며 그 후에는 차츰 감소함을 알 수 있었다. 이때

노르에피네프린의 분비량은 1.038 ng/ml이었고 에피네프린의 분비량은 0.636 ng/ml, 도파민의 분비량은 0.845 ng/ml이었다. 이상의 실험을 통하여 소음스트레스는 부신수질과 피질을 자극하여 흰쥐의 노중 카테콜라민의 분비량을 증가시켰음을 알 수 있었다.

## 참고문헌

- Agnes, F., Sartorelli, P., Abdi, B.H., & Locatelli, A. (1990). Effect of transport loading or noise on blood biochemical variables in calves. *American Journal of Veterinarian Research*, 51(10), 1679-1681.
- Aros, S. (1984). Occupational stress, health-related behaviour, and blood pressure: a 5-year follow up. *Preventive Medicine*, 13, 333.
- Belin, P. (1983, June). Noise-influenced changes in plasma catecholamines during physical work in man. stress, The role of catecholamines and other neuro-transmitters, vol.2. *Proceedings of the 3rd International Symposium*, 901. Czechoslovakia.
- Belin, P. (1983, June). Noise-influenced changes in plasma catechoamines during physical work in man. *Proceedings of the 3rd International Symposium on Catecholamines and other Neurotransmitters in stress*, 12. Czechoslovakia.
- Blau, J. N. (1990). Common headaches; type, turation, frequency and implications. *Headache*, 30(11), 701-4.
- Brandenberger, G. (1977). Failure of noise exposure to modify temporal patterns of plasma cortisol in man. *European Journal of Applied Physiology*, 36, 239.
- Brandenberger, G. (1980). Plasma catecholamins and pituitary adrenal hormones related to mental task demand under quiet and noise conditions. *Biological Psychology*, 10, 239.
- Buczynski, A. & Kedziora, J. (1983). The effects of acoustic stimulus of different continuity pattern on plasma concentration of catechoamines in humans during submaximal exercise. *Acta Physiologica*, 34, 595. Poland.
- Cannon, W. B. (1932). *The wisdom of the body*. New York: W.W. Norton.
- Cavatorta, A. (1987). Adrenal response in the pathogenesis of arterial hypertension in workers exposed to high noise levels. *Journal of Hypertension*, 5, S463-S466.
- Cesana, G. C. (1982). Work stress and urinary catechoamines excretion in shiftworkers exposed to noise. *La Medicina del Lavoro*, 2, 99.
- Cohen, S. (1980). Physiological, motivational and cognitive effects of aircraft noise on children; moving from the laboratory to the field. *American Psychologist*, 35, 231.
- Fisher, L.D. & Tucker, D.C. (1991). Air jet noise exposure rapidly increases blood pressure in young borderline hypertensive rats. *Journal of Hypertension*, 9(3), 275-282.
- Follenius, M. (1980). Plasma catecholamines and pituitary adrenal hormones in response to noise exposure. *European Journal of Applied Physiology*, 43, 253.
- Frankenfaeuser, M. & Lundberg, U. (1974). Immediate and delayed effects of noise on performance and arousal. *Biological Psychology*, 2, 127.
- Frankenfaeuser, M. & Lundberg, U. (1977). The influence of cognitive set on performance and arousal under different noise loads. *Motivaation and Emotion*, 1(2).
- Germano, G., Damiani, S., & Milito, U. (1991).

- Noise stimulus in normal subjects: time-dependent blood pressure pattern assessment. *Clinical Cardiology*, 14(4), 321-325.
- Hess, W. R. (1969). *Hypothalamus and Thalamun* (2nd ed.). Stuttgart: Georg Thieme Verlag.
- Hodge, B. & Thompson, J. F. (1990, April). Noise pollution in the operating theater. *Lancet*, 335, 891-894.
- Idzior-Walus, B. (1987). Coronary risk factors in men occupationally exposed to vibration and noise. *European Heart Journal*, 8, 1040.
- Jensen, M. M., & Rasmussen, A. F., Jr. (1970). Audiogenic stress and susceptibility to infection. In B. Welch & A. Welch (Eds.), *Physiological Effects of Noise*, 7-20. New York: Plenum Press.
- Jonsson, A. & Hansson, L. (1977, Jan). Prolonged exposure to a stressful stimulus (noise) as a cause of raised blood-pressure in man. *Lancet*, 86.
- Knipschild, P. (1977). Medical effects of aircraft noise; Community cardiovascular survey. *International Archives of Occupational and Environmental Health*, 40, 185.
- Levy-Leboyer, C. (1989). Noise effects on two industrial tasks. *Work & Stress*, 3(4), 315-322.
- Markiewicz, L. (1973). Some data on the influence of noise on neurohumoral substances in tissue and body fluids. In *Proceedings of the International Congress on Noise as a Public Health Problem*, 473-378. Washington D.C.: U.S. EPA.
- Mormede, P. (1983). The vasopressin receptor antagonist dPyr(Me)AVP does not prevent stress-induced ACTH and corticosterone release. *Nature*, 302, 345.
- Najenson, T. (1988). Auditory and non-auditory effects of industrial noise. In B. Berglund, U. Berglund, J. Karlsson, & T. Lindvall (Eds.), *Proceedings of the 5th International Congress on Noise as a Public Health Problem*, 2, 325-330. Stockholm: Swedish Council for Building Research.
- Nakamura, H., Nohara, S., Nakamura, H., Okada, A. (1989). Effects of vibration on dopamine neuron activities under simultaneous exposure to noise or cold. *Archive Comparative Environmental Studies*, 1(1), 45-51.
- Prabhakaran, K., Suthanthirarajan, N., & Namasivayam, A. (1988). Biochemical changes in acute noise stress in rats. *Indian Journal of Physiology Pharmacology*, 32(2), 100-104.
- Rehm, S. (1983). Research on extra-aural effects of noise since 1978. In G. Rossi (Ed.), *Proceedings of the Fourth International Congress on Noise as a Public Health Problem*, 572-548.
- Selye, H. (1986). History and present status of the stress concept. In Godberger, L., & Breznitz, S. (Eds.), *Handbook of stress*, 7-17. New York: The Free Press.
- Smith, A. P. (1990). Noise, performance efficiency and safety. *International Archives of Occupational and Environmental Health*, 62, 1-5.
- Swensson, A. & Hansson, L. (1985). Blood pressure and response to stress in 11-16 year old children. *Acta Medica Scandinavica(Suppl.)*, 693, 51.
- Timberlake, W., & Allison, J. (1974). Response deprivation. *Psychological Review*, 81, 46-64.

Tomei, F., Tomao, E., Papaleo, B., Baccolo, T.P., & Alfi, P. (1991). Study of some cardiovascular parameters after chronic exposure to noise. *International Journal of Cardiology*, 33(3), 393-399.

Verbeek, J. (1987). Non-suditory effects of noise in industry. IV. A field study of industrial noise and blood pressure. *International Archives of Occupational and Environmental Health*, 59, 51.



## **Environmental Stress by Noise**

**Hyung-Suk Kim**

Department of Preventive Medicine,  
Kyung Hee University Medical School

Noise influences not only hearing but also the brain. High density noise, as a stressor, leads to increased level of excretion in catecholamine. For this reason, the level of catecholamine has been used as an indicator to stress. Specially, unexpected and repeated noise increased the level of catecholamine in urine. The purpose of the present study was to examine the effect of noise on catecholamine level in a white rat's urine. The subjects were subjected to an exposure of 90 dB noise for a period of 10, 30, 60 minutes, and 3, 12, and 24 hours. When catecholamine level was assayed with HPLC-ECD, after extracting urine with alumina, it was found that noise influenced the catecholamine level.