騒音暴露による副腎皮質系反応の人とラットとの差異

Comparative Studies on Adrenocortical Response to Noise in Men and Rats

三重大学医学部衛生学教室

佐藤 広文・松井 清夫・坂本 弘

Hirohumi Sato, Kiyoo Matsui and Hiroshi Sakamoto

Department of Hygiene, Mie University School of Medicine, Tsu

This study was undertaken to consider the species specificity of the effects of exposure to noise on adrenal function by applying the findings of experiments on animals to the case of human responses.

Humans and rats were exposed to a wide octave-band noise under different conditions of intensity and time, either continuously or intermittently. Under control conditions, the intensity of noise was 30 dB (A).

In the experiment using rats, subjects were exposed to continuous noise at intensities of 60, 80 and 100 dB (C) for 1 hour. Then, a time-series analysis of the 11-Hydroxycorticosterone (11-OHCS) concentration in the adrenal gland were carried out. Intermittent noise was administered at an intensity of 100 dB (C) in ON-time and at 52 dB (C) in OFF-time for 2 hours at 2, 6, or 20-seconds cycles, and the ratio of noise to pause was 1:1. Then, a time-series analysis of the 11-OHCS concentration in blood serum and the adrenal gland were carried out.

In the experiment using humans, subjects were exposed to continuous noise at intensities of 60, 80 and 100 dB (C) for 1.5 hours. Intermittent noise was administered at 2-seconds cycle for 1.5 hours in the same manner as in the animal experiment. On both the exposures, time-series analyse of 11-OHCS in blood serum and urine were carried out.

The following results were obtained:

1) In rats, 11-OHCS concentrations in the adrenal were elevated in both the cases of continuous and intermittent exposure except in the case of intermittent exposure of 2-seconds cycles. The 11-OHCS concentrations in blood sera were elevated for all the exposures. These elevations were remarkable at the initial stage of exposure, although elevation levels were higher for cases of continuous exposure than for those of intermittent exposure.

2) In humans, no changes in the 11-OHCS excretion found in urine and in blood serum were observed under either the continuous and intermittent exposure.

From the above results, acceleration of adrenocortical function due to exposure to noise can be observed in rats but not in human beings. Thus, the reaction can be said to be species specific.

はじめに

副腎皮質系に対する騒音暴露影響に関する研究は数多くみられ、機能亢進¹⁻⁴⁾、不変もしくは低下⁵⁻⁷⁾の所見が得られている。この相違には、各報告で用いられた暴露音性状、暴露時間、暴露様式、暴露音強および被暴露生体などの要素が関与しているものと推察される。このような見地から、同一性状騒音をもちいて音強と暴露時間の影響をラットについて系統的に検討してすでに報告した⁸⁾。その中で、暴露初期において副腎皮質機能亢進が一過性に認められ、その亢進程度と暴露音強との間に量

一反応関係が成立することを述べた。

本報においては、この事象を指標として被暴露生体による反応差を明らかにし、人体影響解明のための動物実験結果のあてはめに関する知見を得ようとした。すなわち、ラットおよび人間を対象として同一性状騒音を同一音強で暴露し、それぞれの副腎皮質機能変動を比較した。

方 法

暴露騒音は Fig. 1 に示すような周波数構成の広帯域騒音であり、これを連続もしくは間欠的に暴露した。暴露

Fig. 1 The frequency characteristic of the experimental noise

Fig. 2 Intermittent exposure pattern for 2-second cycles

は、気温 $21 \pm 1^\circ\text{C}$ 、暗騒音 30 dB(A) 以下の防音室内でおこなった。

被験ラットは体重 200~300 g の雑系雄を用いた。ラットは実験に供するまで室温 $21 \pm 1^\circ\text{C}$ 、暗騒音 40 dB(A) 以下の室で飼育した。連続暴露は 60, 80 および 100 dB(C) の 3 音強とした。騒音暴露直前、30 分暴露後および 1 時間暴露後に副腎を採取した。すなわち、ドライアイス・アセトンにラットを投入して屠殺し、直ちに両側副腎を採取して重量測定をおこなって試料とした。各音強別各暴露時間別各群に 20 匹づつを割りあてた。間欠暴露の際に用いた騒音は連続暴露音と同一の広帯域騒音で、ON 時の音強を 100 dB(C)、OFF 時の音強を 52 dB(C) とした。ON および OFF の時間比を 1:1 とし、周期を 2 秒、6 秒および 20 秒の 3 様とした。周期 2 秒の場合を例として、暴露様式を Fig. 2 に示した。周期 2 秒の場合の標本採取は、暴露直前、30 分暴露後および 2 時間暴露後におこなった。周期 6 秒および 20 秒の場合のそれは、暴露直前および 30 分暴露後とした。ラットを断頭屠殺し、血液採取した後、両側副腎を採取し、重量測定後直ちに -20°C で凍結保存した。各周期別各暴露時間別各群に 10 匹づつを割りあてた。

以上の実験は全て午前 8 時 30 分より暴露を開始した。

対照ラットは暴露室内で暗騒音下においた。暴露群の各試料採取時刻と同一時刻に対照ラットの試料を採取した。

人間の被験者は年齢 27~48 歳の健康な男子 5 人である。午前 9 時より 30 分間安静を保った後に完全に放尿し、防音室に入り、騒音暴露をおこなわずに 30 分間椅座位で安静を保った。午前 10 時に採血、採尿をおこない、直ちに騒音暴露を 90 分間おこなった。連続暴露の場合の音強を 60, 80 および 100 dB(C) の 3 種とした。間欠暴露はラットの場合の周期 2 秒のものを用いた。同一被験者について、午前 10 時より 90 分間暴露をおこなわずに防音室内で安静椅座させた場合を対照条件とした。いずれの条件においても 30 分間隔で採血、採尿をおこなった。採血は肘静脈よりおこない、血液は血清分離後直ちに、尿は尿量を測定後直ちに -20°C に保存し、試料とした。

動物実験で得た副腎および血清中の、また人体実験で得た血清中および尿中の 11-Hydroxycorticosterone (以下 11-OHCS) 濃度を De Moor 法の変法⁹⁾にて測定した。すなわち、両側副腎を Potter Elvehjem 型テフロン製ホモジナイザーを用いて 5 ml の蒸留水で磨砕し、その 2 ml 中の 11-OHCS 濃度を測定し副腎 1.0 g 中濃度に換算した。血清 2 ml 中の 11-OHCS 濃度を測定し、血清 100 ml の濃度に換算した。試料尿 2 ml 中の 11-OHCS 濃度を測定し、この値を 30 分間尿量で補正し 30 分間の排泄量とした。

結 果

副腎皮質中 11-OHCS 濃度には日内変動が存在することはすでに明らかにされている。したがって、本報実験時刻帯における対照条件での変動を検討する必要がある。Fig. 3 に対照条件におけるラットの副腎中 11-OHCS 濃度測定値を示した。Fig. にみるように 3 時点における副腎中 11-OHCS 濃度は平均値で幾分の変動がみられるものの、3 時点間に有意な差はみられなかった。したがって、本報では短時間暴露であるので、日内変動条件の補正はおこなわずに暴露影響を検討した。

ラットの連続暴露時の音強別副腎中 11-OHCS 濃度変化を Fig. 4 に示す。60, 80 および 100 dB(C) 暴露共に、暴露前に比べて 30 分値が有意に増加した。また、1 時間値は 60 dB(C) 暴露では前値との間に有意な差はなかったが、80 dB(C) および 100 dB(C) 暴露では有意に増加がみられた。暴露音強と暴露 30 分目の副腎中 11-OHCS 濃度との関係を Fig. 5 に示す。Fig. にみるように、暴露音強の増大にともなって、30 分目の濃度が大となる関係

Fig. 3 11-OHCS concentrations in the adrenal glands of rats under control conditions ($\bar{x} \pm SE$)

Fig. 4 11-OHCS concentrations in the adrenal glands of rats exposed to continuous noise
 — 60 dB(C) exposure
 - - - 80 dB(C) exposure
 ×.....× 100 dB(C) exposure

が得られた。

ラットの間欠暴露時の副腎中 11-OHCS 濃度変化を Fig. 6 に示す。周期 6 秒および 20 秒の場合、暴露前に比べ暴露 30 分値は有意に増加したが、周期 2 秒の場合は有意でなかった。しかし、周期 2 秒の場合でも暴露 2 時間値は有意な増加であった。間欠暴露時の副腎中 11-OHCS 濃度と 100 dB(C) 連続暴露時のそれと比較すると、暴露 30 分値では、連続暴露と周期 6 秒および 20 秒間欠暴露条件との間には有意の差はなかった。

ラットの対照群における血清中 11-OHCS 濃度の実験時刻帯における日内変動を Fig. 7 に示した。午前 8 時 30 分値と 10 時 30 分値との間に有意な差はみられなかったので、暴露条件下での測定値は日内変動についての補正はおこなわずに暴露影響を検討した。

Fig. 5 Concentrations of 11-OHCS in the adrenal glands of rats at a 30 min. exposure to various sound pressure levels ($\bar{x} \pm SE$)

Fig. 6 11-OHCS concentrations in the adrenal glands of rats when exposed to intermittent noise

— continuous exposure
 - - - intermittent exposure at 2-seconds cycles
 × intermittent exposure at 6-seconds cycles
 ⊙ intermittent exposure at 20-seconds cycles

ラットの間欠暴露時の血清中 11-OHCS 濃度変化を Fig. 8 に示した。Fig. にみるようにすべての間欠暴露条件の暴露 30 分値は、暴露前値に比べて有意に上昇した。間欠暴露音性状別にみると、周期 2 秒の場合の上昇程度は周期 6 秒および 20 秒の場合のそれに比べて有意に低かった。連続暴露と間欠暴露を比較すると、周期 20 秒の場合の上昇程度は連続暴露時のそれと有意な差はなかったが、周期 6 秒の場合の上昇程度は連続暴露の場合のそれに比べて有意に低かった。

人間の血清中 11-OHCS 濃度は個人差が大きいため、各人の午前 10 時の測定値を基準として各時刻における測定値を変化率 (%) として求めた。対照条件における変

Fig. 7 11-OHCS concentrations in blood serum of rats under control conditions

Fig. 8 11-OHCS concentrations in blood serum of rats when exposed to intermittent noise

- continuous exposure
- - - intermittent exposure at 2-seconds cycles
- × intermittent exposure at 6-seconds cycles
- intermittent exposure at 20-seconds cycles

化率(%)の経時変化を Fig. 9 に示した。Fig. に示すように午前10時値が最高値を示し、次第に低下する傾向を示し、11時30分値は有意な低下であった。したがって、日内変動を補正して暴露影響をみるため、以下の計算をおこなった。各実験日の午前10時の測定値を基準として各暴露時点血清中 11-OHCS 濃度を変化率(%)として求め、これを各人の対照条件下で同様に午前10時を基準にして求めた同一時刻変化率(%)で除し、指数とした。Fig. 10 に指数化した暴露条件別変化を示した。Fig. にみるように各音強暴露の各時点指数は、暴露前と比べて有意な差はなかった。また、各時点における音強別各指数間にも有意な差は認められなかった。すなわち、騒音暴露による影響は認められなかった。

人間の対照条件の実験時刻帯における30分間尿中 11-OHCS 排泄量を Fig. 11 に示した。午前10時の排泄量を最高に以降有意な減少を示した。したがって、暴露条件下

Fig. 9 11-OHCS concentrations in blood serum of humans under control conditions ($\bar{x} \pm SE$)

The percentage of change is represented as the percentage of the value at 10:00 AM under control conditions

Fig. 10 The ratio of change of 11-OHCS concentration in human blood serum when exposed to continuous noise

- 60 dB(C) exposure
- - - 80 dB(C) exposure
- 100 dB(C) exposure

The ratio of change of 11-OHCS concentration in blood serum was calculated on the basis of the % of change in control conditions (Fig. 9), by correcting for the circadian rhythm of serum 11-OHCS

での測定値は、血清中 11-OHCS 濃度の場合と同様に日内変動を補正した指数として検討した。

人間の連続暴露条件における音強別尿中 11-OHCS 排泄量を指数化して Fig. 12 に示した。Fig. にみるように各音強暴露の各時点指数は暴露前と比べて有意な差はなかった。また、各時点における暴露音強別指数間にも有意な差はみられなかった。すなわち、騒音暴露による影響は認められなかった。

Fig. 11 11-OHCS excretion in human urine for each of the 30 min. periods under control conditions

Fig. 12 The ratio of change of 11-OHCS excretion in human urine for each of the 30 min. periods when exposed to continuous noise

- 60 dB(C) exposure
- - - 80 dB(C) exposure
- 100 dB(C) exposure

The ratio of change of 11-OHCS excretion in urine was calculated on the basis of the change in the amount found in control conditions (Fig. 11), by correcting for the circadian rhythm of urinary 11-OHCS

人間の間欠暴露時の血清中 11-OHCS 濃度を前述同様に指数化して Fig. 13 に示した。Fig. にみるように各時点指数は暴露前と比べて有意な差はなく、暴露による影響は認められなかった。

人間の間欠暴露時の尿中 11-OHCS 排泄量を前述同様に指数化して Fig. 14 に示した。Fig. にみるように各時点指数は暴露前と比べて有意な差はなく、間欠暴露による影響は認められなかった。

Fig. 13 The ratio of change of 11-OHCS concentration in human serum when exposed to intermittent noise

- intermittent exposure
- - - continuous exposure

The ratio of change in serum 11-OHCS concentration in serum was calculated on the basis of the % of change in control conditions (Fig. 9), by correcting for the circadian rhythm of serum 11-OHCS

Fig. 14 The ratio of change in 11-OHCS excretion in human urine for each of the 30 min. periods when exposed to intermittent noise

- intermittent exposure
- - - continuous exposure

The ratio of change in 11-OHCS excretion in urine was calculated on the basis of the amount found in control conditions (Fig. 11), by correcting for the circadian rhythm of urinary 11-OHCS

考 察

有菌¹⁰⁾は、ラットに 1000 Hz 純音を 100 dB(C)で30分間暴露した結果、血漿コルチコイド濃度の増加を報告

し、騒音暴露が副腎皮質機能亢進をきたすことをみている。さらに、ラットに60~100ホン(特性不明)の白色雑音を30分間暴露し、70ホン(特性不明)以上では血清コルチコステロン濃度が増加し、その程度は70ホン(特性不明)暴露よりも80~100ホン(特性不明)暴露の場合の方が有意に大であると報告している¹¹⁾。前田¹²⁾は、犬に120 dB(特性不明)の白色雑音を10~30分間暴露し、血漿 17-OHCS 濃度上昇を観察している。Geber ら¹³⁾は、71 dB(特性不明)の広帯域騒音下でラットの副腎中アスコルビン酸が対照群より減少していることを報告している。本報のラットにおける成績では、60~100 dB(C)の広帯域騒音を連続暴露した場合、副腎中 11-OHCS 濃度に初期上昇がみられた。

これらは短時間騒音暴露により動物の副腎皮質機能亢進が観察されたという点で一致する。また、副腎皮質機能亢進がみられる騒音レベルにおいては、少なくとも広帯域騒音で 60 dB(C) 以上において暴露音強と副腎皮質反応との間には量-反応関係が本報において認められ、これは前報の成績⁸⁾とも一致する。しかし、犬をもちいた前田の実験¹²⁾では、120 dB(特性不明)暴露でみられた血漿 17-OHCS 濃度上昇が 130 dB(特性不明)暴露ではかえって低下する所見をみており、動物における暴露音強と副腎皮質機能との間の量-反応関係成立の上限を暗示するものといえよう。

一方、ラットに騒音を間欠的に暴露した場合の結果は連続暴露の場合と同様に初期上昇が認められた。しかし、副腎皮質機能の指標として用いた副腎中 11-OHCS 濃度変動と血清中 11-OHCS 濃度変動とは各間欠暴露条件において必ずしも同一の暴露影響所見を示したわけではない。すなわち、血清中 11-OHCS 濃度はすべての間欠暴露で上昇が認められたのに対し、副腎中 11-OHCS 濃度は周期 2 秒で対照に比べて有意な上昇は認められなかった。また、各指標の各周期別の上昇程度を比較すると、血清中および副腎中 11-OHCS 濃度ともに、周期 6 秒および 20 秒の暴露条件と比べて周期 2 秒の上昇程度は有意に低かった。しかし、周期 6 秒と 20 秒の間には有意な差は認められなかった。また、各周期別の間欠暴露と連続暴露との上昇程度を比較すると、血清中 11-OHCS 濃度は周期 2 秒および 6 秒が連続暴露よりも有意に少ないが、周期 20 秒は連続暴露条件との間に有意な差は認められなかった。副腎中 11-OHCS 濃度では周期 2 秒が連続暴露に比べ有意に低い上昇程度であるが、周期 6 秒および 20 秒と連続暴露との間には有意な差は認められなかった。これらの両指標の変動を総合すると、間欠暴露によ

る影響は連続暴露のそれに比べ少ないが、暴露周期が長くなるとその影響は連続暴露に近づくといえよう。

松井らは、脳内アンモニア濃度を指標として、連続暴露と間欠暴露とを比較検討し、間欠暴露の方が連続暴露よりも暴露による脳内アンモニア濃度の上昇程度が低いことを報告している¹⁴⁾。すなわち、連続音に比べ間欠音の場合は暴露影響が小さいものと推察されるとき、本報における成績と一致している。

人間では、ラットに広帯域騒音を連続暴露した時とは異なり、副腎皮質機能亢進を示すような血中および尿中 11-OHCS 濃度の有意な上昇が認められなかった。また、周期 2 秒で間欠暴露した場合にも、ラットにおいては血清中 11-OHCS 濃度上昇がみられたが、人間では血中および尿中 11-OHCS 濃度には有意な上昇は認められず、機能亢進所見は得られなかった。

高島¹⁵⁾は、人間を対象に広帯域騒音を 70~90 dB(特性不明)で 100 分間連続暴露し、尿中 17-OHCS 濃度が変化しないことを報告している。また、Favino ら⁶⁾は、人間にガス噴射音を 82 と 92 dB(A) で連続および間欠暴露をおこない、血漿中コルチコイドと ACTH 濃度を測定し、コルチコイド濃度は変化しなかったとしている。これらの報告は、人間を対象とした場合には騒音暴露によって副腎皮質機能亢進が認められないとするものである。

一方、Favino ら¹⁶⁾は、200~1000 Hz の工場騒音を 90 dB(A) で連続暴露し、血中コルチコイド濃度が暴露初期に一時的に増加することを報告している。また、Arguelles ら¹⁷⁾は、125, 1000, 5000 および 10000 Hz の各純音を 63 と 93 dB(特性不明)で 1 時間暴露し、血中 17-OHCS 濃度の増加を報告している。これらの報告は人間でも騒音暴露によって副腎皮質機能亢進が認められるものとするものである。

以上のように短時間騒音暴露の人間副腎皮質に対する影響は両論あり一致していない。暴露時間、期間が長期に及ぶ場合には動物においても人間の場合でも副腎皮質反応は異なってくる。すなわち、ラットについて前報で系統的に検討したように副腎皮質機能亢進所見がなくなってくる⁸⁾。また、人間に対しての長期間暴露でも騒音職場従業員についてみられるように副腎皮質機能低下が観察されている¹⁸⁾。したがって、暴露期間を短期にかぎって考察する必要がある。

短期暴露についての前述の各報告でも暴露音の性状および暴露音強がそれぞれ異なるので一概には比較できない。田多井ら¹⁹⁾は、交通騒音をもちいて暴露音強をかえ

て種々な人間生体変化を観察している。すなわち、交通騒音を55, 70および85ホン（特性不明）で2時間暴露した実験では、70ホン（特性不明）以上で尿中 17-OHCS 濃度の上昇をみている。この実験とは別の計画の下に40, 50および60 dB(A) で2時間暴露した実験をおこない、40と50 dB(A) で尿中 17-OHCS 濃度は上昇するが、60 dB(A) ではかえって減少する報告²⁰⁾をおこなっている。すなわち、両実験結果は矛盾するものである。このように同一騒音暴露でも人間ではその反応がきわめて微妙に変化することを暗示し、暴露生体側の条件を考慮する必要がある。

これに対して、長田ら²¹⁾は、被験者に心理作業をさせながら、航空機音、列車音およびピンクノイズを暴露し、単純反応時間、選択反応時間などを観察している。そして、ピンクノイズが他の現実音に比べ作業能率をより促進させより覚醒的であったとし、音内容により人間の反応に差があるとしている。また、長田ら²²⁾は、睡眠中に交通騒音、工場騒音および白色騒音を40と55 dB(A) で暴露し、血球数の変動率で観察すると暴露の影響は現実音の方が白色音よりも大きいとしている。以上の報告のように、同一音強でも音の内容によって人間の反応の仕方が異なることを明らかにしている。このことは暴露音性状による差異として理解するよりも、被暴露生体としての人間と暴露音とのかかわり方による生体反応差として理解すべきであろう。

このような見解は松井らが作業場における“うるささ”の訴えのあらわれ方についても観察しており²³⁾、暴露音の被暴露者にとつての精神心理的意味を考慮すべきであるとしている。Weitzman ら²⁴⁾は、人間の血中コルチコステロン濃度の日内リズムが電話の音や会話により乱されることを暗示しており、暴露音の背景にある状況や人間の受け取り方によりその音への対応の仕方が人間では異なり得ることを示している。Atherley ら²⁵⁾は、暴露音の性状内容を変化させ、95 dB(A)の航空機音、70 dB(A)のタイプライター音および95 dB(A)のwhite noiseを日常生活をさせながら7時間暴露した。その結果、航空機音とタイプライター音暴露では尿中 17-KS 濃度の減少を招くが、white noiseでは変化が認められないと報告している。これらは長田らが述べているように現実音の影響が大きいことを示すと同時に、現実音の方が被暴露人間に対して精神心理的影響をより強くもたせるものと考えられる。すなわち、人間の場合には暴露騒音の直接的影響が副腎皮質にあらわれるのではなく、暴露によって生ずる精神心理的变化を介して副腎皮質へ投影がな

されるのではなかろうかと考えられる。したがって、暴露音性状により精神心理的效果が異なるので、副腎皮質反応も結果として異なってくるのではなかろうか。

このような推察を裏づけるものとして次のような報告に注目したい。すなわち、Arguelles ら¹⁷⁾は、精神病患者に1000 Hz 純音を93 dB（特性不明）で暴露し、正常人とanxiety neurosisでは血中 17-OHCS 濃度の増加が認められたが、depression neurosisでは変化が認められないことを報告している。また、Abey-Wickrama ら²⁶⁾は、航空機騒音とmental illnessの関係を調査し、未亡人とneuroticかorganic mental illnessの老婦人が最も影響を受けやすいとしている。

これらの報告は、人間側の要因が異なれば同じ騒音でも影響が異なって現われてくることを示している。前述のように人間の場合の騒音影響は暴露音と人とのかかわりあい問題となるので、暴露音の性状の差でも、人間側の条件の差でも、いずれの変化でも音と人とのかかわりあいには差異を生ずることになる。このような暴露音と生体反応との間への精神心理的要因の介在は動物よりも人間の場合により大きな因子として働くことは当然考えられるところである。このことが動物と人間との反応差を生ずるのかもわからない。

人間の音環境に対する反応を解析する場合に、動物実験の像を直ちに人間にあてはめ得ないこと、また人間の場合には文化的社会的意味を考えて考察すべきものであるといえよう。したがって、同一音の同一音強の暴露にみられる動物と人間との反応差は広義の種属差の範疇には入れられようが、それが生物学的反応機構差としてみられるのか、社会的精神心理的条件差として現われるものなのかについては今後の検討にまたねばならない。このことが動物を被暴露生体として得られている知見を人間環境問題解明のために生かす道となるものとする。Favino ら⁶⁾は、人間に騒音暴露をおこなった際のACTH動態と脳波所見を観察し、騒音の過負荷が脳幹網様体賦活系を抑制し、それがACTH分泌を抑制することを実験的に観察している。このような手法は今後該課題を解明していく手がかりとなるものと思われる。

結 論

騒音暴露の副腎皮質機能に対する影響の種属差を明らかにし、人体影響を解明する際の動物実験結果のあてはめについての知見を得ようとした。ラットと人間を被暴露生体とし、同一騒音暴露の影響を比較した。

暴露騒音は広帯域騒音を用い、連続的もしくは間欠的

に暴露した。

ラットへの連続暴露は、60, 80および100 dB(C)の3音強を1時間暴露し、経時的に副腎中 11-OHCS (11-Hydroxycorticosterone) 濃度を測定した。また間欠暴露は、広帯域騒音がON時100 dB(C), OFF時52 dB(C)となるようにした。ONおよびOFF時間比を1:1とし、その周期を2秒, 6秒および20秒とした。周期2秒の場合は2時間暴露し経時的に、また周期6秒および20秒の場合は暴露30分のみ、それぞれ血清および副腎中 11-OHCS 濃度を測定した。

人間を被験生体とした場合における暴露騒音は連続、間欠共に動物実験に際して用いた騒音と同一のものをを用いた。連続暴露は、60, 80および100 dB(C)の3音強で90分間暴露した。間欠暴露は、周期2秒の条件下で90分間暴露した。各条件共に血清および尿中 11-OHCS 濃度を30分毎に測定した。

暴露実験と同時刻帯における30 dB(A)条件下でのラットおよび人間を対照群とした。

動物実験の結果は以下の如くであった。

1. 60 dB(C)以上の音強の連続暴露により暴露30分目に副腎中 11-OHCS 濃度の上昇が認められた。この上昇程度と暴露音強との間に量一反応関係がみられた。

2. 間欠暴露により暴露30分目に副腎および血清中 11-OHCS 濃度の上昇がみられた。この上昇程度は100 dB(C)連続暴露によるそれよりも小さいが、周期が長くなると連続暴露によるそれに近づいた。

人体実験の結果は以下の如くであった。

1. 連続暴露により血清および尿中 11-OHCS 濃度の上昇は認められなかった。

2. 間欠暴露により、血清および尿中 11-OHCS 濃度の上昇は認められなかった。

以上の結果から被験生体としてラットを用いた場合には騒音暴露により副腎皮質の機能亢進がみられるのに対し、人間を用いた場合にはそれがみられなかった。

文 献

- 1) Henkin, R. I. and Knigge, K. M.: Effect of sound on the hypothalamic-pituitary adrenal axis, *Amer. J. Physiol.*, **204**, 710-714 (1963).
- 2) 有蘭初夫, 井原義行, 六藤美江子: 騒音による副腎アスコルビン酸の変化, 山口医大産医研年報, **11**, 1-3 (1963).
- 3) 岩村泰子, 元山 正, 高居百合子, 岩尾裕元: 騒音と栄養, 第2報, 副腎と肝臓に於けるストレスの影響,

国立栄養研究所研究報告, 昭41, 5-6 (1968).

- 4) Falk, S. A.: Letters to the editor: Environmental noise, *A. J. P. H.*, **63**, 833-834 (1973).
- 5) Slob, A., Wink, A. and Radder, J. J.: The effect of acute noise exposure on the excretion of corticosteroids, adrenalin and noradrenalin in man, *Int. Arch. Arbeitsmed.*, **31**, 225-235 (1973).
- 6) Favino, A., Tartara, A., Bacchella, L., Moglia, A., Aprile, C. and Poggi, G.: ACTH and corticoids levels in plasma with contemporaneous EEG changes during noise in man, *Med. Lavoro*, **66**, 109-118 (1975).
- 7) Kryter, K. D.: Non-auditory effects of environmental noise, *A. J. P. H.*, **62**, 389-398 (1972).
- 8) 松井清夫, 坂本 弘, 堀尾清晴, 佐藤広文: 騒音暴露に対するラット脳下垂体副腎皮質系の反応, 日衛誌, **33**, 693-698 (1978).
- 9) 淀谷弘子: 血漿中遊離 11-Hydroxycorticosteroids 測定のための De Moor 変法についての若干の検討, 三重医学, **16**, 473-474 (1973).
- 10) 有蘭初夫, 藤村しむ, 仲行美江子, 左利美意子: 騒音暴露によるラットの Plasma corticosteroids の変化, 日衛誌, **23**, 161 (1968).
- 11) 有蘭初夫, 岩本美江子, 津守陽子: 騒音に対する視床下部下垂体副腎系の反応—白色雑音の忍限度について, 愛知医大誌, **4**, 1-5 (1976).
- 12) 前田竹麿: 騒音刺激による血漿 17-OHCS の変動について, 日大医誌, **25**, 743-754 (1966).
- 13) Geber, W. F., Anderson, T. A. and Dyne, B. V.: Physiological responses of the albino rat to chronic noise stress, *Arch. Environ. Health*, **12**, 751-754 (1966).
- 14) 松井清夫, 坂本 弘, 滝川 寛: 騒音の連続および間欠暴露の比較研究—脳内アンモニア量を指標として, 日衛誌, **23**, 225-228 (1968).
- 15) 高島 久: 騒音の生理学的評価に関する研究—特に尿中排泄ホルモンを中心として, 北方産業衛生, **30**, 1-7 (1966).
- 16) Favino, A., Maugeri, U., Kauchtschischvill, G., Robustelli Della Cuna, G. and Nappi, G.: Radio immunoassay measurements of serum cortisol, thyroxine, growth hormone with simultaneous electroencephalographic changes during continuous noise in man, *J. Nucl. Biol. Med.*, **17**, 119-122

- (1973).
- 17) Arguelles, A. E., Ibeas, D., Ottone, J. P. and Cherkherdemian, M.: Pituitary-adrenal stimulation by sound of different frequencies, *J. Clin. Endocrinol. Metab.*, **22**, 846-852 (1962).
- 18) 坂本 弘：騒音と適応に関する研究，第2報，*労働科学*，**33**，93-98 (1957).
- 19) 田多井吉之介，長田泰公，網島清三，吉田敬一，十川庄吉，浅野牧茂，広川章子，春田清子：騒音の人体生理機能に及ぼす影響に関する実験的研究，(1) 2時間の騒音暴露に対する白血球および副腎皮質と髄質の反応について，*公衆衛生院研究報告*，**14**，200-212 (1965).
- 20) 長田泰公，小川庄吉，広川章子，春田きよ子：騒音の低レベル長時間暴露による生理的影響，*公衆衛生院研究報告*，**22**，61-67 (1973).
- 21) 長田泰公，広川章子，春田きよ子：間欠的騒音の影響に関する実験心理学的研究，航空機ならびに列車騒音の反応時間，時間再生，図形数え作業におよぼす影響，*公衆衛生院研究報告*，**20**，163-169 (1971).
- 22) 長田泰公，網島清三，吉田敬一，浅野牧茂，小川庄吉，広川章子，仲村京子，春田清子：騒音の睡眠に及ぼす影響に関する実験的研究，*公衆衛生院研究報告*，**17**，209-218 (1968).
- 23) Matsui, K. and Sakamoto, H.: The understanding of complaints in a noisy workshop, *Ergonomics*, **14**, 95-102 (1971).
- 24) Weitzman, E. D., Fukushima, D. and Nogueira, C.: Twenty-four hour pattern of the episodic secretion of cortisol in normal subjects, *J. Clin. Endocrinol. Metabol.*, **33**, 14-22 (1971).
- 25) Atherley, G. R. C., Gibbons, S. L. and Powell, J. A.: Moderate acoustic stimuli; the interrelation of subjective importance and certain physiological changes, *Ergonomics*, **13**, 536-545 (1970).
- 26) Abey-Wickrama, M. F., A'Brook, F. E., Gatton, I. G. and Herridge, C. F.: Mental hospital administration and aircraft noise, *Lancet*, December **13**, 1275-1277 (1969).

(受付 1979年6月18日)