短 報

ニワトリにおける鉛散弾投与後の
鉛の体内動態および生体影響

Toxicity of Lead Shots in Domestic Fowls

Keywords : lead poisoning ; lead shot ; lead toxicity ; oral ; distribution ; ALA-D activity ; FEP ; gizzard ; domestic fowl

欧米諸国においては、自然界における水鳥の大量死が問題となっており、その原因として、古くから狩猟の盛んな欧米では、水鳥の飲み込んだ鉛散弾による中毒があげられてきた。事実、自然死した水鳥の体内より鉛散弾の発見されることが多く、また組織中の鉛濃度が高値を示した例も報告されている。日本でも昨年の春、北海道においてオオハクチョウの大量死があり、その原因がわが国初の鉛散弾摂取による中毒死と報道された。実際の鉛散弾投与実験に関しては、ハト、アヒル、白鳥、ガチョウ、カモ等が用いられ¹⁻⁵⁾、いずれもヘム合成に関与する酵素の動向や組織中の鉛濃度を測定した報告が多く、鉛による中毒死に関しては明確な結論に至っていない。我々はその事実を追跡する手段として、鉛散弾をニワトリに与え、まず鳥類特有の鉛の体内動態について検討し、鉛散弾をのみこんだことによる中毒死の可能性について検討した。

方 法

生後 100 日のニワトリ 20 羽を 1 群 5 羽ずつ、コントロール群 (非投与群)、グループ 1 (鉛散弾 2 個投与群)、グループ 2 (4 個投与群)、グループ 3 (8 個投与群) の 4 群にわけ、鉛散弾 (4 号玉、1 個平均重量 0.232 g) の 1 回経口投与を行い、約 1 週間観察した。投与前、投与後 3 日目および屠殺直前に採血し、赤血球数、ヘマトリット値、ヘモグロビン、デルタアミノレブリン酸脱水酵素活性値 (ALA-D activity)、遊離赤血球プロトポルフィリン濃度 (FEP) および鉛濃度の測定をおこなった。また屠殺時に臓器 (肝臓、腎臓、骨、脳等) を摘出し、各臓器中の鉛濃度をフレイムレス原子吸光法により測定した。なお ALA-D activity はヨーロッパ標準法^{6,7)}、FEP はローダミン B を標準物質とした蛍光微量定量法⁸⁾に従い測定し、また原子吸光光度計には日立ゼーマン原子吸光光度計 Z8000 型を用いた。

結果および考察

投与した鉛散弾は 7 ~ 9 日後の屠殺時に筋肉内にてほ

Fig.1. Time course of lead concentration in blood after administration. Mean and S.E. are represented. ** Significantly different from the control; ** $p < 0.01$, □ : control; ■ : group 1; ○ : group 2; ● : group 3.

Table 1. Mean concentration of lead in organs (ng/g).

	control	group 1	group 2	group 3
liver	N.D.	16.6	20.7	75.1
kidney	N.D.	63.9	85.8	185.5
bone	N.D.	75.3	226.4	338.1
brain	N.D.	N.D.	N.D.	38.9
spleen	N.D.	N.D.	29.9	42.3
epidermis of gizzard	N.D.	338.1	340.4	466.0

N.D. < 11.5 ng/g

ぼ 100% (延べ投与数 70 個中 69 個) が発見された。散弾の重量は投与に比べて、2 個投与群で平均 0.088 g/wk、4 個投与群で 0.128 g/wk、8 個投与群で 0.218 g/wk の減少を示していた。筋肉は厚い筋肉でできた臓器であり、固形食物はここで小石の助けをかりて粉碎され以下の臓器へと送られる。

鉛血中濃度の経時的変化は Fig.1 に示した。投与量に対応した変化が群間に認められ、投与前で平均 2.0 μg/dl であったが、8 個投与群においては、投与後 3 日目で平均 116.3 μg/dl、7 日目で平均 195.7 μg/dl と経時的に増加した。

臓器としては、肝臓、腎臓、骨 (胸骨)、脳、卵巣、脾臓、筋肉 (胸筋)、脂肪、筋肉表皮の鉛濃度を測定した。散弾と直接接する筋肉の表皮の鉛濃度は高値を示し、腎臓、肝臓、骨には特に蓄積がみられたが筋肉、脂肪における蓄積は他臓器に比して低値であった。肝臓、腎臓、脳、骨、脾臓、の 5 臓器中の鉛濃度は Table 1 に示したが、骨 > 腎臓 > 肝臓 > 脾臓 > 脳の順で鉛の集積がみられた。¹⁾

以上の結果より、散弾は 1 週間以上の長期間筋肉内に

停留し、少しずつ研磨され体内に吸収されることが考えられる。今回の実験では、有意な体重減少や、活動能力の低下、痙攣等中毒症状は認められなかったが、血中鉛濃度の上昇および各臓器中への蓄積は障害の発生の可能性を示唆する。したがって今後は観察期間を長くすることにより、従来よりいわれている中毒症状や、中毒死の発現について検討する予定である。特に鉛中毒で必発と考えられる貧血に関しては、Pain³⁾のブラックダックを用いた実験と同様に本実験中においても赤血球数、ヘマトクリット、ヘモグロビン値の低下がみられた。しかし本実験が1週間と短期間でありそれらの変化との関連については明らかでなく、頻回の採血による影響も考慮する必要があると考えられた。しかしながら、投与群においてはALA-D activityの低下や、FEPの増加がみられており、より長期的な観察期間をおけば貧血もおこりうると考えられ、また鉛散弾摂取と中毒死との関連も追跡できるものと思われる。

文 献

- 1) Roscoe DE, Widjeskog L, Stansley W. Lead poisoning of northern pintail ducks feeding in a tidal meadow contaminated with shot from a trap and skeet range. *Bull Environ Contam Toxicol* 1989; 42: 226-233.
- 2) Srebocan E, Rattner BA. Heat exposure and the toxicity of one number four lead shot in mallards, *anas platyrhynchos*. *Bull Environ Contam Toxicol* 1988; 40: 159-164.
- 3) Pain DJ, Rattner BA. Mortality and hematology associated with the ingestion of one number four lead shot in black ducks, *anas rubripes*. *Bull Environ Contam Toxicol* 1988; 40: 159-164.
- 4) Mautino M, Bell JU. Hematological evaluation of lead intoxication in mallards. *Bull Environ Contam Toxicol* 1987; 38: 78-85.
- 5) Johnson WL, Damron BL. Influence of lead acetate or lead shot ingestion upon white chinese geese. *Bull Environ Contam Toxicol* 1982; 29: 177-183.
- 6) 小坂 博, 田淵武雄, 原 一郎. 血中 ALA-D 活性測定 of ヨーロッパ標準法. *産業医学* 1974; 16: 165-166.
- 7) 小坂 博, 田淵武雄, 原 一郎. 血中 ALA-D 活性測定 of ヨーロッパ標準法の一部変更について. *産業医学* 1977; 19: 58.
- 8) 原田幸一, 大森昭子, 三浦 創. ローダミンBを標準物質とした血中プロトポルフィリンの蛍光微量定量法. *産業医学* 1979; 21: 74-79.

平井 学, 川本俊弘, 松野康二, 香山不二雄, 児玉 泰
産業医科大学衛生学教室
Manabu HIRAI, Toshihiro KAWAMOTO, Koji MATSUNO,
Fujio KAYAMA and Yasushi KODAMA
Department of Environmental Health, School of Medicine,
University of Occupational and Environmental Health,
1-1 Iseigaoka, Yahata Nishi-ku, Kitakyushu,
807 Japan
平成元年10月19日受付
通信先: 平井あて, *Reprint requests to M. Hirai*