電池鼻腔内異物（ボタン型アルカリ電池）の一症例 およびその局所傷害に関する実験的研究

日本医科大学耳鼻咽喉科学教室（主任：八木聰明教授）

大橋 晋吾, 服部 康夫, 鶴窪 一行, 中嶋 慶則, 柏戸 泉

CASE REPORT OF A FOREIGN BODY IN THE NASAL CAVITY: EXPERIMENTAL RESEARCH ON LIMITED DAMAGE

SHINGO OHHASHI, M.D., YASUO HATTORI, M.D., KAZUYUKI TSURUKUBO, M.D.
YOSHINORI NAKAJIMA, M.D. and IZUMI KASHIWADO, M.D.

Department of Otolaryngology, Nippon Medical School, Tokyo

We report here a case of serious nasal cavity tissue damage caused by a foreign substance, specifically, a button-shaped battery.

The patient was a three-year-old boy who inserted a button-shaped battery into his left nasal cavity. On examination, we found necrosis of the nasal mucosa, cartilage and bone. In addition, the nasal cavity structure was severely damaged. In a follow-up experiment, we inserted a similar button-shaped battery, pre-soaked in a salt solution, into a rabbit's nasal cavity and measured daily changes in PH and discharge over time. In addition, we assessed how much nasal cavity tissue was damaged in a pathological specimen.

We found that the chief factor mediating tissue damage, among those we tried, was strong base production with lowvoltage discharge. Under these conditions the nasal cavity is damaged in a short time.

Key words: 鼻腔内異物, ボタン型電池, 鼻中隔穿孔, 強アルカリ

A 96-0387-32781

はじめに

ボタン型アルカリ電池は近年、カメラ、電卓や電子ゲーム等に多用され、日常容易に幼児の手の届くものになっている。この電池の形状は円形で、直径は11mm前後、厚さは4mm前後と異物となるには好都合な大きさである。その内容は重金属と強アルカリ液であり、これが異物となって内容液が漏出したり、低電圧放電が起これば重大な組織傷害を起こす可能性がある。

今回、我々はボタン型電池により重大な組織傷害を起こした幼児の鼻腔内異物の一症例を経験したので、若干の文献的考察を行うとともに、局所傷害に関する動物実験を行ったので、その知見に若干の文献的考察などを加えて報告する。

I 症 例

患 者：3歳、男児

初 診：1989年11月4日

主 訴：左血性鼻漏、左頬部発赤腫脹

家族歴・既往歴：特記すべきことなし

現病歴：初診3日前の1989年11月1日に母親が患者の主訴に気づいたが、そのまま放置していた。11月4日、主訴が増悪したため某医院を受診し、左鼻腔内のボタン型電池を摘出された(図1)。このボタン型電池は父親がカメラ用に購入しておいたもので、新品のまま鼻腔内に挿入されたものと思われる。左鼻腔内の異常所見と左頬部に強い炎症所見を認めたため、同日当科を紹介され受診した。

図1 摘出されたボタン型電池

現症及び経過：初診時、37.5℃の発熱と左頬部の発赤、腫脹及び同部の疼痛を認めた。左鼻腔全体が暗褐色の痂皮に被われ、一部より出血を認めた。中甲介、下甲介は壊死状態で、鼻中隔軟骨が露出していた(図2)。血液検査にて、白血球数；24,400/mm³，CRP；11.5mg/dl，血沈；1時間値 25mm，2時間値 82mmであった。X線所見では後頭前頭位単純撮影および Waters 法(図3)にて左上顎洞内に弥漫性の陰影が認められた。即日入院の上、全身麻酔下に蒸留水にて鼻腔を洗浄し、壊死組織の除去を試みた。入院中、抗生物質、消炎鎮痛剤、消炎酵素剤、抗ヒスタミン剤などを投与した。11月9日、壊死状態に著変はなかったが、白血球数；8,200/mm³，CRP；1.9mg/dl，血沈；1時間値 8mm，2時間値 12mmとなり、左頬部の発赤、腫脹も消退したので退院した。退院後2カ月を経過してもなお、鼻腔の壊死状態は改善せず易出血性であり、鼻中隔穿孔を来した。

摘出された電池を株式会社ソニー・エナジー・テックの品質技術部に依頼し分析したところ、以下の結果が得られた。

1) 電池の種類はボタン型アルカリ マンガン電池で、未使用の電池では直径 11.6mm，厚さ 4.2mm，重量 1.5g，起電力 1.5v，電気容量 104mAH の規格のものであった。また、その構造は図4に示すごとく、軟銅をニッケルメッキした正極カプセルの中に正極合剤の MnO₂ と負極亜鉛が満たされ、その間に45%の水酸化カリウム 50mg を浸したフェルトが置かれている。

2) 摘出された電池の残存起電力は 0.17V，重量は

図2 初診時の鼻腔内写真

図3 初診時の後頭前頭位単純撮影

図4 ボタン型電池の内部構造

1.395gであった。(図5)

3) 電池表面の大部分は腐食していたが、穿孔は確認し得なかった。

4) 電池表面腐食部分のX線マイクロアナライザー分析によりカリウムが検出された(図5)。

II 実験的研究

1. ボタン型アルカリマンガン電池の生理食塩水中における放電実験

同型電池を生理食塩水中に置いた場合、放電によりどのような変化が起こるか、完全に放電するにはどれくらいの時間を要するのかを知るために、以下の実験を行った。

方法：異物と同型の電池 (SONY 製 LR43) を生理食塩水 100ml 中に浸し、経時的、経日的に以下の項目につき観察した。1) 電池の起電力の変化を電圧計 (HIOKI 製 Hi TESTER MODEL3000) を用いて測定、2) 生理食塩水の pH を pH メーター (堀場製 pH Analyzer F-80) を用いて測定、3) 20日後の生理食塩水を 1 規定塩酸を用いて滴定した。

結果：起電力と pH の経時的および経日的変化を図6に示した。起電力は初め急速に低下し3日後に 0.7V となり、その後は徐々に低下し、10日には 0.25V、15日後には 0.15V となり平行状態 (これ以上放電しない状態) となった。

pH の値は電池投入前の 6.3 から急速に上昇し、2日後には 10.5、3日後も 10.5 であったが、その後徐々に低下し20日後には 9.5 となった。

20日後の生理食塩水 100ml を 1 規定塩酸を用いて

図5 抽出電池のX線マイクロアナライザーによる分析
電池表面に通常存在しないカリウムが増大している (⇒)

中和滴定したところ 3.6ml を要した。

2. 家兎鼻腔内における電池放電実験

同型のボタン型電池 (SONY 製 LR43型) を家兎の鼻腔内に挿入して、電池の放電状況、強アルカリの発生状況、および鼻腔組織の壊死性変化を経時的、経日的に7日まで観察した。

方法：未放電の電池を鼻入口部から 2cm の総鼻道まで挿入した後、経時的、経日的に3羽ずつ合計21羽屠殺して、1) 電池の起電力の変化を、電流計 (HIOKI 製 Hi TESTER MODEL3000) を用いて測定した。2) 鼻汁の pH を pH 試験紙 (Whatman pH INDICATOR PAPER) により測定した。3) 鼻腔構造の壊死変化を病理組織学的に観察した。

図6 生理食塩水中での電池の放電実験

図7 家兎鼻腔内での電池放電実験

結果：電池の起電力と鼻汁のpHの推移を図7に示した。起電力は12時間後に0.8V、1日後に0.6V、3日後に0.4Vにまで減少し以後平行状態となった。pHは3時間後に10.5、6時間後に11.5に上昇し、極めて短時間で強アルカリ性に変化した。2日後には10.5に低下し、そのまま7日後まで10.5であった。組織標本では、無処置対照の鼻腔（図8のa）では、中央に鼻中隔を認め、甲介が複雑に発達している。実験群では3時間という短時間内に電池挿入側の上皮は剥離、脱

落して、びらんを来し、間質にはリンパ球、好中球などの炎症性細胞浸潤、浮腫性及び出血性変化も見られた。この変化は時間を追って増強し、1日後（図8のb）には鼻中隔軟骨の壊死や穿孔、甲介骨組織の破壊が見られた。2日後には反対側の甲介骨組織の破壊が出現し、炎症細胞浸潤や鼻粘膜の壊死が見られた。7日後には鼻中隔はもちろん両側の甲介骨組織のはほとんどが壊死されていた。

III 考 按

ここ数十年來、電子機器の発達によりボタン型アルカリ電池が多用されている。ボタン型電池にはアルカリ・マンガン電池、酸化銀電池、水銀電池、ニッケル電池とアルカリ空気電池などがある。これらはいずれも円形で、大きさは直径8-16mm、厚さ2-6mmと、小児にとって異物となるのに手ごろな形と大きさである。耳鼻咽喉科領域での報告は現在のところ多くない^{2)~7)}。この内、鼻腔内異物症例は我々の調べた範囲では、国内での報告が7症例あった（表1）。本症例を含めて全例が小児であったのは特徴的である。主訴のほとんどは血性・膿性鼻漏で、これは鼻腔内異物にしばしば見られる症状であるが、ボタン型電池ではさらに、疼痛を伴い、頬部腫脹を来し、発熱を伴う場合もあり、傷害の程度が大で、重大な感染を疑わせる症状を呈することが特徴である。鼻腔粘膜は壊死に陥り鼻腔構造は破壊され、鼻中隔穿孔や前鼻孔の閉鎖を最終的に来した症例がほとんどで、電池の介在4時間で鼻中隔穿

a 正常の鼻腔
中央に鼻中隔を認め、甲介が
複雑に発達している。

b 動物実験でのボタン型電池
挿入1日後
鼻中隔軟骨の壊死や穿孔、
甲介骨組織の破壊がみられ
る。

図8 組織標本

孔を来したとの報告²⁾があり、今回の実験ともよく一致し、極めて危険な異物であると言える。異物となったボタン型電池が組織傷害を起こす機序としては、一般に以下のことが言われている^{1)~12)}。

(1) 電池内の強アルカリが漏出し、これが組織傷害を起こす。

(2) 生体内で組織に低電圧の直流が流れると生体内にある塩化ナトリウムは電気分解され、陰極付近に強アルカリを生じ、これが組織傷害を起こす⁵⁾。

(3) 電流が導体と導体の間に生じさせるアークないしスパークにより発生する爆発力、振盪作用、高温による電流斑によって組織傷害を起こす。

(4) 電池そのものによる圧迫で循環傷害を来し、組織傷害を起こす。(1)(2)の場合強アルカリは蛋白と結合し、直接的に組織を傷害するが、この時形成された protenate が脂肪と結合して石鹼となり、この石鹼と接触した組織がさらに傷害され、進行性の組織傷害を引き起こすと言われている¹²⁾。

我々の症例では、X線マイクロアナライザーによりカリウムが検出され電池重量の減少があったこと、さらに電池の解体によって水酸化カリウム全量(50mg)の漏出が証明された。また漏出部位は金属部分に穿孔がなかったことより絶縁体部分と思われ、電池摘出時に漏出したと考えられる。

電池の放電によって、強アルカリが生成されることは、今回の実験結果から見ても明らかである。生理食塩水中および家兎鼻腔内の放電実験では、両者ともに放電は初めの1日間で急速に進み、pHも初めの1日間に急速に上昇し、高値のまま数日間持続した。生理食塩中では山下ら⁵⁾の報告のように、陰極側に水酸化ナトリウムが生じpHが上昇したと考えられる。また、生理食塩中では気体が発生したが、塩素及び水素と考えられる。家兎の鼻腔内では放電の速さもpHの上昇も生理食塩中より速やかであったが、これは体温により電流値が増大したことによると考えられる。また各々の実験でpHが増加した後わずかながら徐々に低

表1 症例報告まとめ
ボタン型アルカリ電池の鼻腔異物報告例

報告者	症 例	初診時症状	電 池 摘 出 までの時間	摘 出 後 の 鼻 腔 障 害	電 池 の 状 態
松本 (1976)	4 歳 ♀	膿性鼻漏 鼻部疼痛	約 4 時間	鼻中隔穿孔	表面腐食
鈴木ら (1979)	4 歳 ♂	発熱 血性鼻漏 頬部腫脹	約48～ 72時間	鼻中隔穿孔	側面に傷
渡辺ら (1983)	3 歳 ♂	鼻汁漏出	約4.5時間	鼻中隔穿孔	陰極面に表面の腐食を疑わせる
佐藤ら (1985)	2 歳 ♂	右頬部腫脹 発熱	約72時間	鼻中隔穿孔 前鼻孔閉鎖	表面軽度腐食
	2 歳 ♀	左鼻部疼痛 左頬部腫脹	約72時間	前鼻孔閉鎖	肉眼的漏出なし
	5 歳 ♂	左頬部腫脹 左鼻閉	約48時間	なし	表面一部わずかに腐食
幸田ら (1986)	3 歳 ♂	左鼻漏	約24時間	鼻中隔穿孔	表面一部腐食
自験例 (1989)	3 歳 ♂	左血性鼻漏 左頬部腫脹	72時間以上	鼻中隔穿孔	表面一部腐食

下しているが、これは生理食塩水を入れたビーカーが開放性であったために大気中の二酸化炭素を吸収したためであろう。さらに家兎の鼻腔では二酸化炭素の吸収と共に体液との中和も考えられる。すなわち、放電20日後の生理食塩水の中和に3.6mlの1規定塩酸を必要としたが、この量は20日間に生成されたOH基に対応するものとは言えない。このように放電により生成された強アルカリによる組織障害は極めて早期に始まり、しかも進行性で、深達性であることが十分理解されよう。本症例の鼻腔内では電池は固定された状態にあり、生成された強アルカリは高濃度のまま組織傷害を起こしたと考えられる。また鼻腔内でも気体の塩素、水素が発生したと考えられるが、これらの気体が組織傷害にいかなる関与をしたかについては今後の課題である。本症例での電撃傷の関与は、電池の電圧が1.5vにすぎず、これより生じる電流熱による傷害はわずかと考える。また電池の圧迫による循環傷害は、電池の鼻腔内介在期間が4日以上であったことにより大いに起こりうるが、これは限局性で患側鼻腔にのみとどまると考える。以上のように本症例の重大な組織傷害は、主として放電によって生成された強アルカリによるものであったと考えられ、このように自験例を含めて、放電による傷害は急速進行性に生じることが理解できよう。傷害に対する処置、治療には特効的なも

のではなく、頻回の蒸留水による洗浄と感染に対する抗生物質の投与程度しかないのが現状である。酸の使用は中和熱により傷害が助長されるため一般的ではない⁴⁾とされている。電池の介在時間が短くても、傷害は重大となりうる。家庭において電池の鼻腔内介在が確認された場合にとりうる処置としては、まず電池の除去を試み、鼻部を冷やして、さらに水道水で洗浄し可及的速やかに耳鼻咽喉科医を受診すべきである。電池異物による重大な傷害は、鼻腔に限らず食道、胃¹⁾、外耳道⁷⁾¹⁰⁾でもみられ、その危険性が言われているが、今後ボタン型電池の使用はますます盛んになり、これにより耳鼻咽喉科領域のボタン型電池の異物症例が増えることが予想される。最後に、鼻腔異物に限らず、異物症例一般において、幼小児が多く、そのほとんどは保護者の注意により予防が可能であることを付言しておく。

IV ま と め

ボタン型電池の鼻腔内異物により重大な組織傷害を来した一症例を経験したので、家兎を用いて局所傷害モデルを作成し、傷害の発生因子につき検討し、さらに文献的考察を加えて報告した。

1. 症例の鼻腔内傷害は粘膜、軟骨及び骨の壊死であり、鼻腔内構造は著しく破壊されていた。

2. 実験によれば、鼻腔内では短時間に電池の放電が進み、同時に強アルカリが生成された。これに平行して鼻腔構造の壊死性変化も進行した。

3. 組織傷害は、主として電池の放電によって生成された強アルカリによって引き起こされ、これに電撃傷および圧迫による循環傷害も多少関与したと考えた。

参考文献

- 1) Volle E, Beyer P, Kaufmann HJ et al: Therapeutic approach to ingested Button-type batteries. *Pediatr Radiol* 19: 114-118, 1989.
- 2) 松本和彦: 鼻腔異物(水銀電池)による鼻中隔穿孔の1症例. *耳喉* 48: 481-483, 1976.
- 3) 幸田純治, 木下道子 石田達也: ボタン型アルカリ電池の鼻腔異物の一例. *耳鼻臨床補* 24: 92-95, 1988.
- 4) 渡辺健一郎, 内田 豊, 宮島逸郎, 太田正治: 鼻中隔穿孔をきたした鼻腔異物(ボタン型電池アルカリ電池)の一症例. *耳展* 26: 171-174, 1983.
- 5) 山下 衛, 斉藤重行, 小山完二, 野口雅之, 服部治夫 他: 直流低電圧による化学火傷—ボタン型電池の例. *医学のあゆみ* 126: 957-959, 1983.
- 6) 佐藤洋子, 大槻好正, 大谷 巖, 大内 仁, 豊増公一 他: ボタン型アルカリ電池の鼻腔異物の3症例. *日耳鼻* 88: 920-925, 1988.
- 7) 近 芳久, 伊藤俊也, 遠藤芳彦, 樋口明文, 笹森史朗 他: ボタン型電池による外耳道異物症の1例. *耳喉頭* 62: 441-446, 1990.
- 8) Fosarelli P, Feigelman S, Peason E et al: An unusual intranasal foreign body. *Pediatr Emerg Care* 4 (2): 117-118, 1988.
- 9) Hong D, Chu YF et al: Button batteries as foreign bodies in the nasal cavities. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol* 14 (1): 15-19, 1987.
- 10) Capo JM, Lucente FE: Alkaline Battery of the ear and nose. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 112: 562-563, 1986.
- 11) Fernando P: Perforation of nasal septum due to button battery lodging in nose. *Br Med J Clin Res* 294: 742-743, 1987.
- 12) 斉藤 宏 他: 中毒, 黒川利雄 他監: 現代内科学大系. 中山書店, 東京, 1966, 158頁.

稿を終えるにあたり、校閲を賜りました日本医科大学奥田 稔名誉教授に深く感謝致します。また、研究の遂行にあたりご協力戴いた株式会社ソニー・エナジー・テック郡山工場品質技術部、品質保証課の皆様、日本医科大学附属第一病院病理部竹田数章先生に厚くお礼申し上げます。なお、本論文の要旨は、第93回日本耳鼻咽喉科学会総会において発表した。

(1992年6月30日受稿 1992年11月5日受理)

別刷請求先 〒102 東京都千代田区飯田橋3-5-5

日本医科大学付属第一病院耳鼻咽喉科 大橋晋吾

A 96—0387—32781

日耳鼻

電池鼻腔内異物（ボタン型アルカリ電池）の一症例
およびその局所傷害に関する実験的研究

大橋晋吾・服部康夫・鶴窪一行・中嶋慶則・柏戸 泉

(日医大)

ボタン型電池の鼻腔内異物により重大な組織傷害を来した1症例を経験したので、家兎を用いて局所傷害モデルを作成し、傷害の発生因子につき検討し、更に文献的考察を加えて報告した。症例の鼻腔内傷害は粘膜、軟骨および骨の壊死であり、鼻腔内構造は著しく破壊されていた。実験によれば、鼻腔内では短時間内に電池の放電が進み、同時に強アルカリが生成された。これに平行して鼻腔内構造の壊死性変化も進行した。以上より症例でも家兎でも組織傷害は、主として電池放電により生成された強アルカリによって引き起こされ、これに電撃傷及び電池の圧迫による循環傷害も多少関与したと考えられる。

A 96—0394—23831

日耳鼻

内リンパ嚢局所免疫反応

——反応初期における蝸牛組織傷害——

富山俊一・池園哲郎・渡辺秀行・八木聡明（日医大）

内リンパ嚢局所免疫反応による蝸牛組織傷害をモルモットで観察した。二次KLH抗原刺激後5週の期間内で、140匹中21匹（15%）に蝸牛組織変性が観察された。変性部位はラセン器と血管条に最も多く、各々19匹と17匹であり、ラセン神経節細胞は7匹であった。これらの組織変性は二次抗原刺激後翌日から観察されたが、発生数には経過による変動はなかった。1～4日目以内では、外リンパ腔領域に出血を伴う激しい変性が一部の動物に発生した。外リンパ腔線維化変性は二次抗原刺激後1週間目以後3匹に観察された。一次KLH抗原刺激耳では著変なかった。この結果、内リンパ嚢での免疫反応による蝸牛への直接免疫組織障害が示唆された。

A 96—0371—50109

日耳鼻

耳鼻咽喉科領域におけるC.trachomatis感染症についての検討
(症例並びに血清学的検討)河合晃充・佐藤幸弘・山本英一・折田洋造（川崎医大）
岸本寿男 木村雅司（同・呼吸器内科）

近年、クラミジア感染症は変遷しつつある。特にC.trachomatisによる感染症は最近の性風俗や性習慣の変化により、口腔や咽頭が感染の場となるが増えている。著者らは、oral sexによるC.trachomatis感染の患者でMFA法による血清抗体価の上昇と咽頭擦過材料からの抗原の証明に加え、咽頭側索の生検組織内にもC.trachomatis封入体を証明し得た症例を報告した。

また、当科を受診し炎症性疾患患者について各種クラミジアに対する抗体保有率をMFA法にて測定し、耳鼻咽喉科領域におけるクラミジア感染症の関与についても検討した。

A 96—0379—50422

日耳鼻

嚥下機能からみた骨棘形成と咽喉頭異常感の関連

大前由紀雄・井上鐵三・北原 哲（防衛医大）

著明な骨棘を認めた10症例の嚥下機能を咽頭二重造影検査と嚥下圧検査で検討した。咽頭クリアランスが須崎の分類でBタイプを示した5例では骨棘より頭側の嚥下圧値が有意に上昇し、A+A'タイプを示した5症例では骨棘より頭側における嚥下圧値が有意に低下する頻度が多かった。しかし、こうした嚥下機能の変化と骨棘の大きさは明らかな相関を認めなかった。すなわち、骨棘に伴う嚥下機能の変化としては、骨棘より頭側の咽頭収縮力が亢進し咽頭クリアランス能が比較的良好に保たれる場合と、咽頭収縮力が低下し咽頭クリアランス能が不良になる場合があり、こうした嚥下機能の変化が咽喉頭異常感の発症に関与していると考えられた。