

厚生科学研究費補助金（子ども家庭総合研究事業） （総括・分担） 研究報告書

乳幼児小型乾電池誤飲事故による傷害および合併症の治療に関する研究

分担研究者 浅井 聡（日本大学医学部・薬理学教室・講師）

研究協力者 吉川 琢磨（日本大学医学部・耳鼻咽喉科学教室・助手）

研究要旨

近年の技術進歩により、起電力の強い小型乾電池が汎用されるようになり、乳幼児の誤飲事故が増加している。誤飲後、電池が食道狭窄部に停留した場合、小型電池の停留時間や停留部位によっては、数時間後に重症化し、死亡例も報告されていることから、乳幼児による小型乾電池の誤飲事故は社会的問題になっている。我々は、麻酔下のウサギの食道に人工的に小型乾電池を留置し実験的に食道潰瘍を作成し、この障害モデルを用いて、小型電池起電力の違いや停留時間による食道潰瘍の病態やその合併症の進行具合など、より詳細な病態生理について検討を行ってきた。平成10年度の研究結果から、乾電池誤飲早期（約4時間）より組織障害が発生し、停留電池陰極側からのアルカリの産生が合併症の主な原因であることを明らかにし、電池による食道異物除去後の経過観察の重要性と初期治療の必要性を示唆した。この結果を踏まえ、平成11年度は、臨床症例の検討を含め、合併症の病態生理について研究考察を行った。

【研究目的】

近年の技術進歩により、起電力の強いディスク型小型乾電池が汎用されるようになり、乳幼児の誤飲事故が増加している。誤飲後、電池が食道狭窄部に停留した場合、内視鏡により外来で摘出術を受け帰宅しても、停留していた時間や部位によっては、数時間後に重症化し、再度高次機能病院に搬送される例も散見され、死亡例も報告されている。しかしながら、小型乾電池摘出後の食道潰瘍の病態および合併症に至る病態生理学的検討、さら

に応急処置も含めた治療法などについては、明確に確立されていないのが現状である。我々は、実験動物にディスク型小型電池異物による食道潰瘍を作成し、電池起電力の違いや停留時間による合併症の進行具合など、より詳細な病態生理の解明とその治療法を考案検討し、実際の医療現場に即した障害進行を抑制する治療方法の確立を目的とし研究を行っている。平成11年度は、過去の臨床例を検討し、電池誤飲後の合併症の病態の解析を研究考察した。

【研究方法】

日本白色種のウサギに40%ウレタン麻酔した。小児用マッキントッシュ型喉頭鏡にて喉頭展開し、食道入口部を明視下におき、小型リチウム電池(3V)をウサギの門歯より約11cmのところと相当する頸部食道に電池を挿入した。コントロールとして、リチウム電池を100Ωの抵抗にて約100時間放電させ0V、0mAであることを確認したディスク型電池の陰極を気管側に向けて挿入した。3Vの新品のリチウム電池を一枚、陰極を気管側に向けて挿入した群と陽極を気管側に向けて挿入した群に分けて実験した。各々、挿入後、3、9、27時間後に多量のウレタンを追加投与し、実験のために供した。頸部を切開し、食道、気管を露出し、pHメーターにて、食道の電池接着部、電池非接着部、気管の各組織のpHを速やかに測定した。組織標本作製のために開胸し、大動脈弓起始部にカテーテルを挿入し、下行大動脈を結紮し、ヘパリン入りの生理食塩水で5分間洗浄した後、ホルマリン緩衝液で30分灌流固定したものをH-E染色した。電池は挿入前と摘出後にそれぞれ、電圧、電流を測定した。

【結果】

電池の起電力、電流、食道、及び近隣組織のpHの変化、コントロール群と3ボルト群の肉眼所見、病理所見の詳細については平成10年度報告書を参照。

【考察】

近年、ディスク型乾電池の小型化に伴い高性能なりチウム電池が汎用され乳幼児が誤飲してしまう事故が増えている。技術力の進歩に伴いリチウム電池は、従来のアルカリ電池と比べて、起電力が大きくまた長時間安定した電流が供給できる能力を備えており、従来よりも強い障害が起こりうる

ので注意を要する。平成10年度の研究結果より、電流、電圧により二次的に酸、アルカリによる組織障害が増すことが実験的にも組織学的にも確認された。つまり食道粘膜は電池の異物を摘出しない限り電流が流れ続け、電池をはさんで酸とアルカリという全く正反対の状態にさらされる特殊な病態が起こっており、通電により二次的に引き起こされた陽極、陰極での化学反応が原因として最も考えられる。電池を摘出しても、二次的に産生された酸、アルカリが粘膜に残っていることによりその後症状が進行している例があり、特にアルカリは、組織への進達度も高いため摘出後にも症状を進行させ、重篤な合併症を引き起こすことが考えられる。

乳幼児がディスク型電池を誤嚥した場合、食物の通過しない非嚥下時はその内腔が互いに接しているという生理的特性と、胃に入るまでに三カ所に狭窄部がある解剖学的特性(図1)のため、電池の大きさによっては蠕動運動でも動かず、食道に嵌頓してしまう可能性がある(図2A-C)。不幸にして一カ所に停滞し、狭いところで接触したまま動かないと、食道潰瘍をきたし重篤な合併症を併発すると言われている。

消化管異物としては、多数の報告があるが、殆ど胃より下の部位であり食道に停滞するには、ある程度の大きさがなくてはならない。Blatnikらはアルカリ電池誤嚥後24時間で摘出し瘻孔のないことを確認したが、術後数日で気管食道瘻をきたし死亡した例を報告し、摘出後にも腐蝕が進行することを強調している。Shabinoxらは、電池を摘出したが食道穿孔をきたしており術後26時間経過したところで、大動脈弓の破裂により死亡した一例を報告している。Vottelerらは1.5Vの電池が約5日間食道に停滞し、気管食道瘻にて心停止し蘇生後、食道の癒痕狭窄に対して、結腸にて食道を

再建した一例を報告している。酸やアルカリによる化学熱傷では、皮膚、粘膜の表面の薬剤が除去されても浸透した薬剤が不活化されるまで組織障害が進行するので、これらの様に時間が経ってから腐蝕が進行するということは、電池の陽極に産生した酸と負極側に産生したアルカリによる障害が摘出後にも進行したものと考えられる。また摘出迄に時間がかかるほど重篤な合併症をきたすと考えられる。電池の長期留置によるpHの上昇によって食道潰瘍を起こし、異物摘出後の治癒過程で狭窄を来したと考えられる。pH12.5から食道潰瘍がおこり、pH14では狭窄をきたすという報告もあり、我々の結果を裏付けるものであった。以上を総括して考察すると、図1、2で明らかな様に、第1と第2狭窄部位が近隣臓器の関係から重篤な合併症を起こしやすいことが明確となった。

【結論】

電池の誤飲による食道粘膜障害は、持続的に流れる電流により二次的に陽極と陰極に各々別の化学反応が起こり、それぞれに産生された酸とアルカリによるものと考えられる。小型乾電池誤飲後の陰極側の病態は、アルカリ産生により食道局部だけでなく近隣組織にも波及し、さらに摘出後も進展する可能性があることが明確化された。電池の誤飲時の停留時間、電池停留の解剖学的狭窄部位と電極の向きの特定ができれば、ある程度その後の合併症の発症まで予知できると考えられる。

【研究発表】

Yoshikawa T., Asai S., Takekawa Y., Kida A., Ishikawa K., Experimental investigation of battery-induced esophageal burn injury in rabbits. *Critical Care Medicine*. 1997, 25. (2039-2044)

吉川 琢磨, 生井 明浩, 池田 稔, 木田 亮紀; リチウム電池食道異物の一症例と実験的研究, 日本耳鼻咽喉科学会雑誌, 1997, 100. (864-869)

【参考文献】

Blatnik DS, Toohil RJ, Lehman RH. Fatal complication from an alkaline battery foreign body in the esophagus. *Ann Otol*. 1977;86: 611-5

Shabino CL, Feinberg AN. Esophageal perforation secondary to alkaline battery ingestion. *JACEP*. 1979;8:360-3.

Votteler TP, Nash JC, Rutledge JC. The hazard of ingested alkaline disk batteries in children. *JAMA*. 1983; 249: 2504-6

図1 食道およびその近隣組織の解剖学的配置図

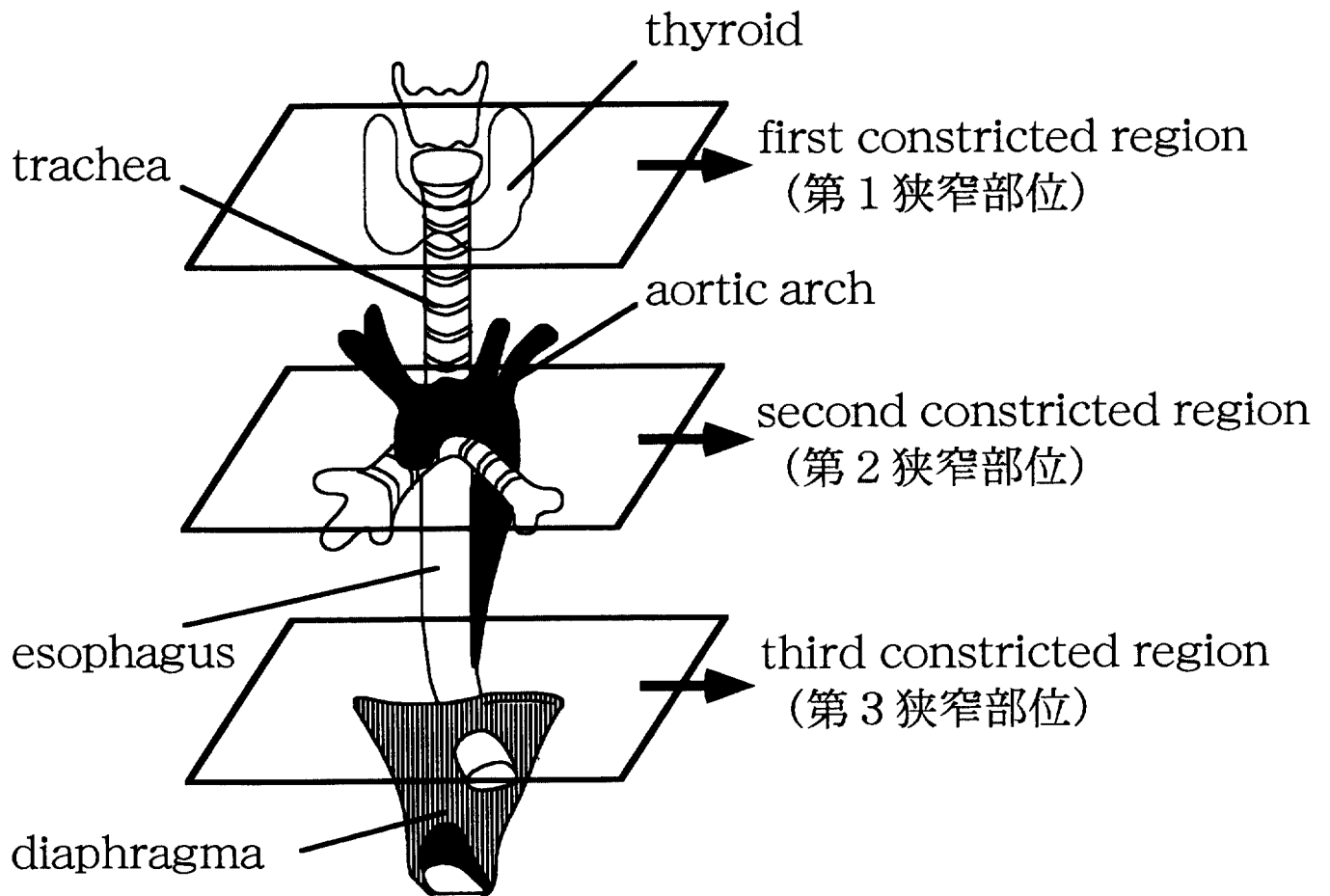


図 2 A 食道第 1 狭窄部位の解剖学的配置図 (横断面)

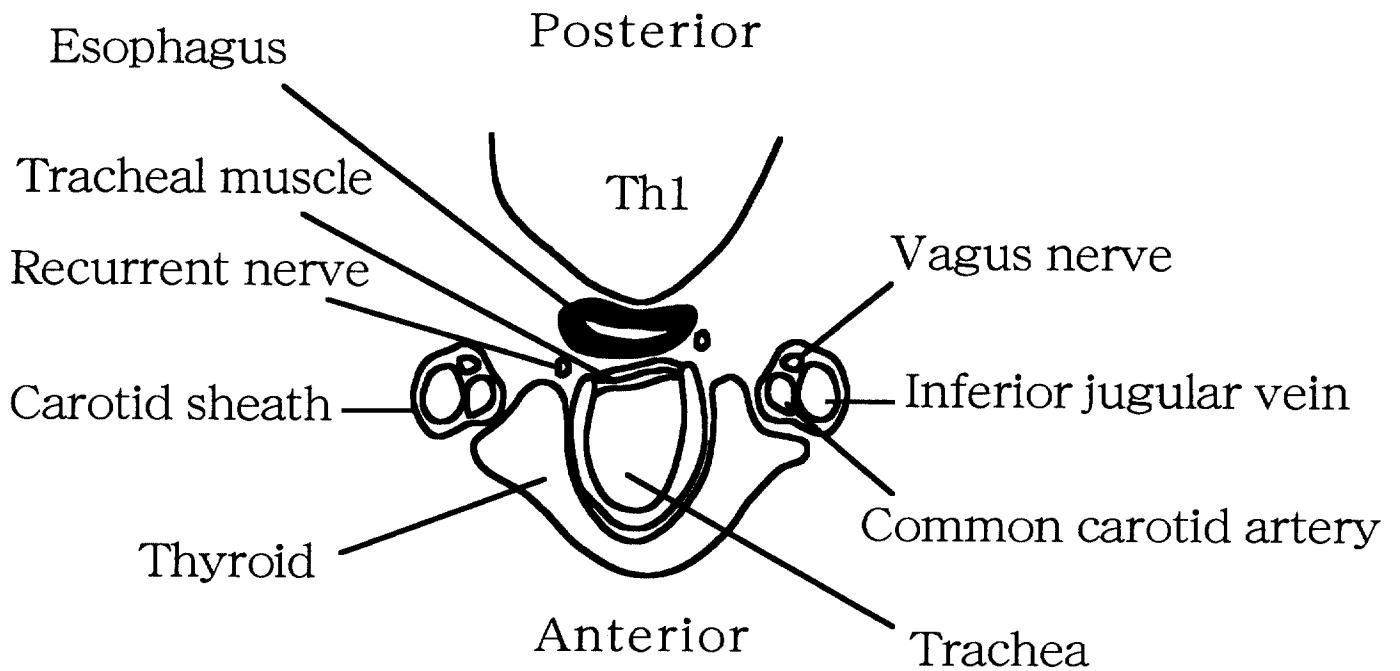


図 2 B 食道第 2 狭窄部位の解剖学的配置図 (横断面)

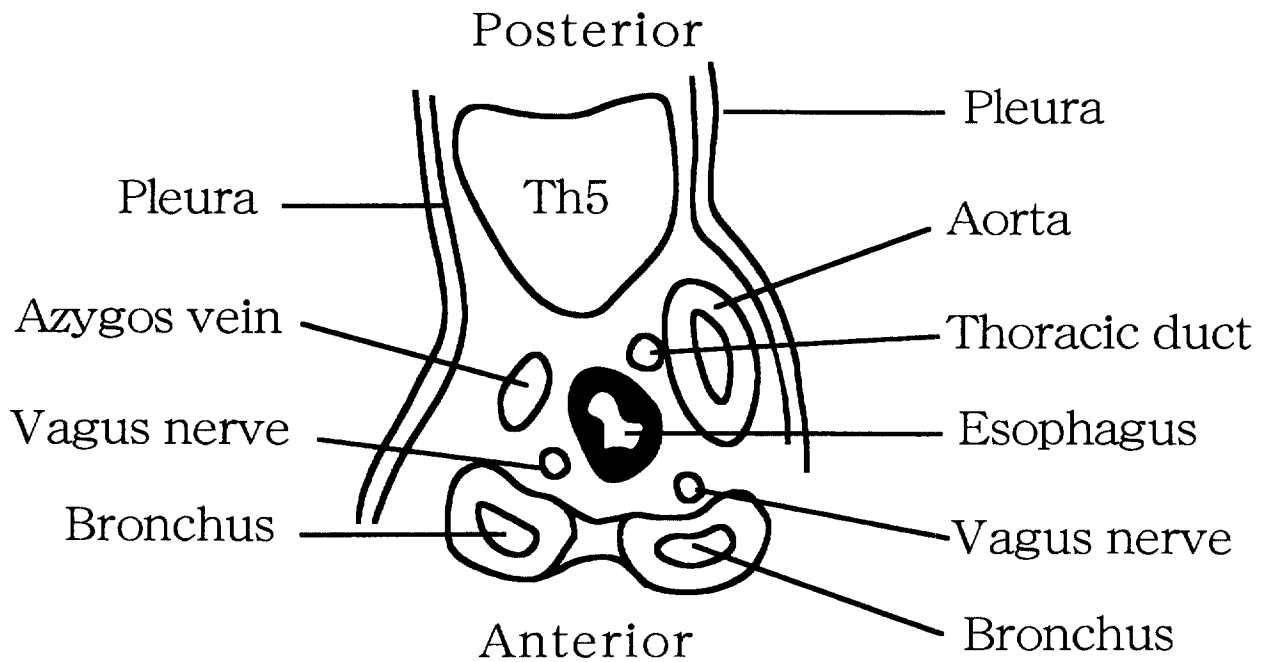
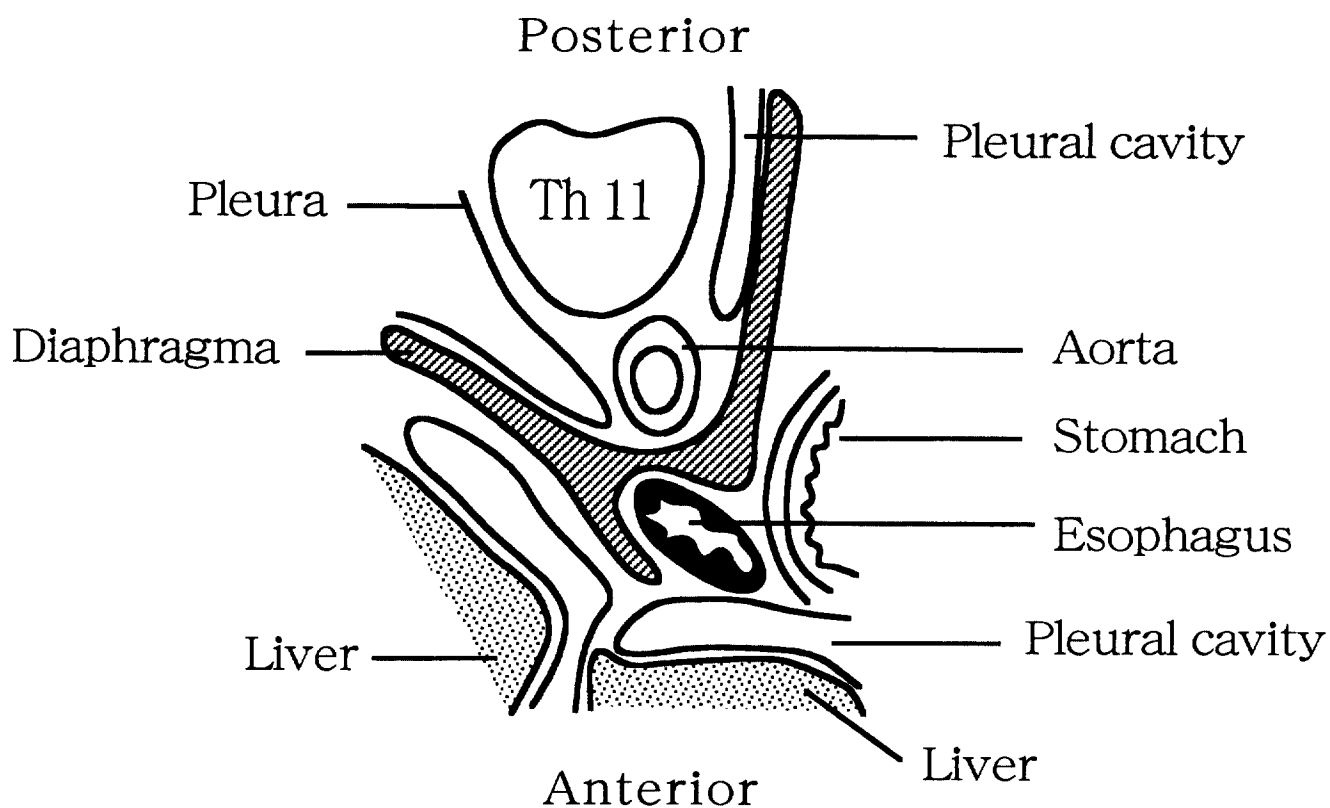
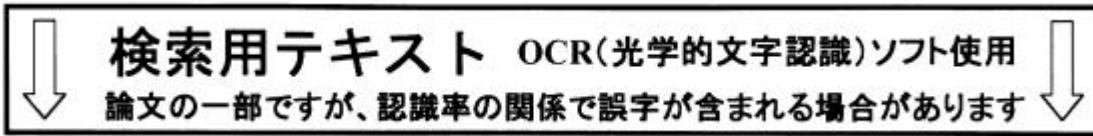


図 2 C 食道第 3 狭窄部位の解剖学的配置図 (横断面)





研究要旨

近年の技術進歩により、起電力の強い小型電池が汎用されるようになり、乳幼児の誤飲事故が増加している。誤飲後、電池が食道狭窄部に停留した場合、小型電池の停留時間や停留部位によっては、数時間に重症化し、死亡例も報告されていることから、乳幼児による小型電池の誤飲事故は社会的問題になっている。我々は、麻酔下のウサギの食道に人工的に小型電池を停留し実験的に食道潰瘍を作成し、この障害モデルを用いて、小型電池起電力の違いや停留時間による食道潰瘍の病態やその合併症の進行具合など、より詳細な病態生理について検討を行ってきた。平成 10 年度の研究結果から、乾電池誤飲早期（約 4 時間）より組織障害が発生し、停留電池陰極側からのアルカリの産生が合併症の主な原因であることを明らかにし、電池による食道異物除去後の経過観察の重要性と初期治療の必要性を示唆した。この結果を踏まえ、平成 11 年度は、臨床症例の検討を含め、合併症の病態生理について研究考察を行った。