

続 ボタン電池の危険と真相

旭小学校 4年 有水 翔汰朗/2年 有水 杏

1.概要

ボタン電池を誤って飲んでしまったときの危険性について研究を始めたのは3年前です。その当時、救急要請から病院に到着するまでの平均時間は約40分かると分かっていました。この時間の長さを考えると、受診するまでに症状が悪化してしまう可能性があります。そこで、ボタン電池の危険性を明らかにするとともに、搬送中に少しでも症状を軽くできる方法がないかを調べようと考えた。

2.方法

(1)実験に使用するもの

- ①ボタン電池
- ②肉片(今回は鶏胸肉とする)
- ③その他(生理食塩水等、実験に使用する液体)

(2)実験方法は2022年とほぼ同じ

ボタン電池を誤飲すると、食道などの粘膜に直接接触し、化学熱傷や電氣的な損傷を引き起こす危険がある。そこで実験では、人体の粘膜と性質が近いとされる鶏の胸肉を用いることで、その変化を安全に再現できると考えた。また、実際に電池を接触させることで、化学熱傷の進行や電池そのものの変化を観察でき、臨床現場に近い状況を実験的に確認できると判断した。

3.実験

- (1)生理食塩水を作り、肉片を浸しておく
- (2)それぞれの肉片を電池に乗せていく
- (3)一部の肉片には(2)の直前に①はみつ②片栗粉水溶液をかける
- (4)一部の肉片には5分後①と②をかける

※この3年間の間に、砂糖水、オレンジジュース、牛乳、乳酸菌飲料、投薬用補助食品等で同様の実験を試みたが、効果は見られなかった。

4.考察

アルカリボタン電池とリウムボタン電池では、リウムボタン電池の電圧が約2倍であるため、単純にリウムボタン電池の方が危険性が高いことが想像できる。電圧が高いと、短時間でアルカリ性の薬液(水酸化ナトリウム(NaOH)や水酸化カリウム(KOH))のような強アルカリが発生することが分かった。

【体内で起きていること】

- ①電池の+極と-極の間に体液を介した電流が流れる。
- ②電流により水が分解され、以下の反応が起こる。
$$2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2 + 2\text{OH}^-$$
- ③生成したOH⁻により、化学やけどが引き起こされる。

リウムイオンボタン電池の方がより危険なため、今回は特にリウムボタン電池について詳しく調べた。

体液を介して電流が流れることは分かっているが、なぜ負極を肉片側に接触させると反応が強いのか考察した。

→リウムボタン電池は直径が大きいため、肉片に広く密着する。体液はイオンを含む導体であるため、負極に触れた部分で電子のやりとり(水の還元反応)が起こる。正極が遠くても体液を介し電気回路が完成し、負極側で局所的にアルカリが集中して発生するため、負極側の危険度が高い。

ここで胃酸(塩酸、HCl)の存在が気になるが、以下の理由で中和は期待できない。

①ボタン電池は直径が大きく食道に引っかかりやすいこと。

②食道には胃酸が存在しないため、中和反応が起こらないこと。

胃に落ちた場合は多少の中和が期待できるが、3Vの高電圧下では電気分解の速度が速いため、仮に胃酸と反応してもアルカリの発生速度に追いつけない。また電池の内容物が漏れ出すと、有機電解液やリウム塩が体内の粘膜に触れ、さらなるリスクとなる。

5.結果

今回の考察を踏まえ、前回までの課題解決策として、誤飲後は1秒でも早く①の処置を行い医療機関へ搬送することが必要である。特に0歳児には代用品として②を使用することが有効と考えられる。あくまで応急処置であり、何もしないよりは良いという位置づけである。

6.まとめ

実験では、家庭にありそうなものを選び継続して実験を行ったが、中和作用は期待できず、救急搬送が必須であることが分かった。従来の他溶液は粘度が低く効果が薄かったと推察される。粘度が高いほど直接食道や粘膜に接触する物質を物理的に遅らせる効果があり、サラサラした液体や流れやすいゼリー状のものは膜を形成できず意味がないと考えられる。

誤飲は時間との勝負であるため、救急搬送から医療機関到着までの「時間稼ぎ」に着目し、①と②の2種類を選定し実験を行った。実験結果では、①で最初から表面を覆った場合、30分経過しても反応は起きなかった。②では反応抑制は少し見られたが大変な変化はなかった。今後は②の粘度を高めるための検討と実験を続けたい。また、粘膜に貼り付いてから5分後に①②を流し込んでも予後に大きな変化は見られなかった。

結果として、誤飲時の対処法実験において、最も有効な「最後の砦」は①のはちみつであると示せた。また、「1秒でも早く」処置する重要性も確認できた。0歳児には②の使用が代替策として有効であり、今後の課題だが方向性が見えたことは大きな成果である。

日本小児科学会の傷害速報にもボタン電池誤飲事故が絶えず報告されており、その詳細な内容からも、この事故をなくすためにさらに検討を重ねる必要性が強く示されている。

7.課題

(1)代用品②の粘度を高め、より効果的に反応を抑えるための改良が必要であるため、0歳児など乳幼児にも安全に使用できる代替品の開発と、具体的な使用指針の作成

(2)ボタン電池誤飲時には「1秒でも早い応急処置」が不可欠であるため、その認知を特に保護者に広げる啓発活動の推進

(3)ボタン電池自体の安全設計に関する研究

(4)より実際の体に近いモデルを使った実験を重ね、科学的根拠を強化すること。これらの課題に取り組み、誤飲事故の軽減を目指す。