

価についても、個々の啓発普及活動についてなされるというよりも、介入プログラム自体の形成的評価、最終的結果評価という形でなされている。

2. 地域における小児事故防止啓発のあり方

東京都北区において、小児事故防止啓発が行われている事業等は、母子健康手帳、両親（母

親）学級、新生児訪問指導、乳幼児健康診査、育児教室であり、その他に児童館、地域での集まり、健康祭、フェスティバル等がこれらの目的のために用いられていた。以下、各種事業における取り組みについて述べる。

表1 母子健康手帳記載の「事故の予防と対策」（東京都特別区、1999）

現在のわが国では、幼児から小学生にかけて、子どもの死亡原因の第一位は不慮の事故になっています。事故の内容は年齢によって特徴がありますが、防げるものが大部分です。発育過程の中で、いつごろ、どんな事故が起こりやすいか知り、前もって確実な事故防止対策をとっておくことが必要です。

月・年齢	重くなりやすい事故	対 策
5～7カ月	誤飲・誤食・中毒	誤飲・誤食を防止するために直径32mm以下の大きさのもの、たばこや灰皿は手の届く所には置かない。
8～12カ月	やけど 溺水	熱いアイロン・ストーブ、ポットのお湯等を手の届く所に置かない。 風呂の残り湯はすてる。 浴室に子どもが入れないように工夫する。
1～4歳	転落・転倒 やけど 溺水 交通事故 熱中症	ベランダには踏み台になる物を置かない。 ベビーベッドの柵を上げる。 食卓にテーブルクロスを使わない。 子どもだけで水あそびをさせない。 チャイルドシートを使用する。 道路への飛び出しに注意する。 車内に乳幼児を放置しない。

1) 母子健康手帳

母子保健は、母子健康手帳の交付から始まるともいえる。各自治体が配布している母子健康手帳は後半部分は内容を自由に工夫することが出来る。特別区で配布している母子健康手帳には月齢、年齢別に起こりやすい事故について記載している（表1）。東京都特別区23区では出生数が平成8年63,384人、平成9年63

422人であり、そのほとんどすべてに、同一の母子健康手帳が配布されている。

2) 母親学級・両親学級

新しい家族を迎えるまでに、大人だけで暮らしていた家の安全面での見直しが必要であることを知らせている。最近父親も参加する両親学級を実施しているところも増えている。この時以外に父親が来所する機会はあまりないので、家の中の安全面での点検や日曜大工での

工夫、灰皿の始末等も父親に知らせておかなければならない。

そのために父親に対して安全面に対する配慮に関する意識調査を行う。

3) 新生児訪問

生後 28 日～40 日以内に、助産婦や保健婦による新生児訪問の事業がある。第 1 子の場合もあるが、乳児を育てる環境の現場を見ることは出来る機会である。ペットを飼っているか、ベッドや布団の回りに危険なものが置かれていないか等を確認する。SIDS（乳幼児突然死症候群）の発生は、6ヶ月までに多いので、3～4ヶ月健診時SIDSの予防についての周知をするのでは遅いことになる。新生児訪問時に寝かせ方や新生児の部屋での喫煙防止等を指導する。

4) 乳幼児健診の場での集団指導

保健所、保健センターにおける乳幼児健診の場を利用した集団指導は、対象者を把握しやすいメリットがある。なぜなら受診率が比較的高い事業であるからである。東京都の場合は3～4ヶ月健診では全体でも 93.9%で区部ではさらに 95.5%と高率である。区部では3～4ヶ月健診時にツベルクリン反応とBCG接種をセットで実施しているためもある。その未来所者に対しては保健婦による電話や家庭訪問によって状況把握し、育児環境を確認することも行っている。

5) 育児教室、小児救急教室

乳幼児の親を対象の各種教室や救急教室として行う場合もある。蘇生の練習をする人形やそれがなければ沐浴実習用の人形を使って、人工呼吸、心マッサージ、異物の吐かせ方等の練

習を行うことが出来る。いざという時にわが子に人工呼吸や心マッサージを行うことが出来ると思っている親は少ないので、講義を聞いたリビデオを見るだけの受け身に終わらず、実習を伴う参加型にするよう努めている。保育のサービスを提供して講座を開くと参加者は多いが、保育の場での安全確保は日頃以上に気を使うこととなる。

6) 児童館、地域での集まり

児童館の場を利用して、地域の母子が集まって交流していることがある。保健婦が保育の話題を提供する際に、事故防止の具体例を個別に対応することもできる。

7) 健康祭り、フェスティバル

不特定多数の人々が対象となるが、乳幼児を取り巻く危険の実際と予防についての周知の場となる。夏場の駐車場の車内での脱水死や浴槽での溺水死など、事例を示して知らせることが効果的である。

山梨県塩山市においては、乳幼児健康診査を利用して小児事故防止についての保健指導が行われており、特に法制化が検討されている小児用カーシートの着用の普及に重点を置いている。普及効果をあげるための準備に着手し、次年度以降その成果を分析検討する予定になっている。

D. 考察

1. 諸外国における事故防止啓発普及

これまでに、地域において、異なるいくつかのコミュニケーション技法を組み合わせ、対象者個々にメッセージを伝達する手段として安全教育が位置づけられ、実施されてきた。それらの評価の結果判明したことは、教育プログラ

ムそれ自体の効果はむしろ小さいということも指摘されてきている。たとえば、スウェーデンでは、路上事故防止のための子どもへの教育効果が検討され、上述のような結論を得ている。それでは教育プログラムは全く意味を持たないのかというと、幅広い介入計画や住民参加が盛り込まれた事故防止プログラムは評価の結果有効とされてきている。啓発普及の効果を得るという限定された目標を掲げるのではなく、システム・アプローチを採用することが、介入が成功するための鍵となっている。

2. 地域における小児事故防止啓発のあり方

平成9年度より母子保健事業の大半が市区町村の事業となったが、それらの中に小児事故防止のための啓発をいかに位置づけることができるかを検討することを本年度は行った。既存の事業の中でも積極的活用を図れば、かなり多様な展開が可能であることが理解される。これらが相互に有機的関連を持ちながら教育効果をどのくらい上げることができるか、また事故防止に直接結びつく人々の日常生活における態度や行動の変容がどのように起こることが期待できるかなどについては検討がまだまだ不十分であり、今後の研究課題として残されている。

小児の事故防止対策の中で特に重要性の高い具体的課題の一つとして、自動車乗車時のチャイルドシートの正しい着用の普及があげられる。山梨県塩山市において今後展開される介入研究の中で、その効果判定がなされるであろう。比較的人口規模の小さな小都市においてきめ細かなフィールド研究を実施することにより、机上では予見することのできなかつた新た

な問題点も発見できることが期待できる。

E. 結論

事故防止対策に早期より取り組んでいるスウェーデン等の国においては、事故のサーベイランスを行うと共に、各種事故に対する防止のための介入を組織的に実施し、それらの中に啓発活動が位置づけられていた。組織的、計画的な取り組みにより介入の評価も可能となっていた。

わが国の市区町村において実施されている母子保健事業の中で、小児事故防止のための啓発がどのように位置づけ可能かどうかを東京都北区において検討した。母子健康手帳、両親（母親）学級、新生児訪問、乳幼児健康診査、育児教室等数多くの活用場面があること、このほか児童館、地域の集まり、健康まつり等、関連する事業等の活用も可能であることなどが明らかにされた。

諸外国の動向も踏まえ、各種事業、行事の有機的関連を見通して、計画的および組織的に健康政策としての小児事故防止対策を位置づけていくことが課題である。

F. 研究発表

1. 論文発表

岩松洋一，衛藤 隆： 幼児の浴室での溺水防止対策に関する検討. 小児保健研究, 57(4): 581-585, 1998.

2. 学会発表

斉藤麗子，小林祐子，田中哲郎，衛藤 隆： 家庭内事故予防への配慮. 第45回日本小児保健学会, 1998年10月2日，東京都，抄録：講演集, p.660-661

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た。その結果、乾電池誤飲早期（約4時間）より組織障害が発生し、電池の陰極に発生するアルカリが障害の中心であり、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た。本研究により、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が示唆された。

【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、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のところに対応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

新品の3.19V、126mA(n=8)の電池が3時間の実験後には2.8V、51mA(n=4)となり9時間の実験後には2.46V46mA(n=8)と低下していた。起電力(V)、電流(mA)ともに時間の経過により低下した。(Fig1)

pHについては陰極を気管側に向けて挿入した群の3時間の群では食道の陰極側接触部はpH10.99(n=4)を示し、陽極側接触部はpH4.26(n=4)を示しており、電池非接触部位である食道粘膜はpH6.79(n=4)であった。9時間の群では陰極側接触部はpH10.93(n=8)を示し、陽極側接触部は

pH3.84(n=8)を示しており、電池非接触部位である食道粘膜はpH5.48(n=8)であった。気管内腔の正常部位のpHは7.20(n=8)であるのに対して気管黒変部のpHは、3時間では6.60(n=4)であったが、9時間では食道と同様に9.80(n=8)を示しアルカリ性を呈していた。一方、反対に陽極を気管側に向けて挿入した群のpHも同様に食道の陽極側接触部はpH3.50(n=4)と酸性にシフトしており、陰極側接触部はpH11.35(n=4)とアルカリ性にシフトしており、同様の結果が得られた。気管はpH7.0(n=4)であり異常が認められなかった(Fig2)。

肉眼所見

コントロール群；コントロールとしての0ボルト、0アンペアに放電させた電池を27時間食道入口部に留置したが肉眼下組織の変色、変性は見られず、組織学的にも異常を認めなかった。pHについては食道の電池陰極側接触部も陽極側接触部も正常粘膜側も気管内腔もpH7.4~7.6であり、場所による変化は見られなかった。

3ボルト群；肉眼所見では陰極を気管側に向けて挿入した群の3時間の所見でも、食道は陽極側接触部の粘膜は菲薄化し軽度赤色を呈しており、また食道の陰極側接触部の粘膜は黒変し深緑色の沈着物を認め、そこに接している気管壁膜様部の黒変も認めた。9時間では同様かつより強い障害を認め、深緑色の沈着物の増加を認めた。反対に陽極を気管側に向けて挿入した群の所見は同様に、食道の陽極側接触部の粘膜は菲薄化し軽度赤色を呈しており、そこに接している気管壁膜様部の異常所見は見られなかった。また食道の陰極側接触部の粘膜は黒変し深緑色の沈着物を認め、そこに接している椎前筋膜部の黒変も認めた。9時間では同様かつより強い障害を認め、深緑色の沈着物の増加を認めた(Fig3)。

組織病理所見 (Table1)

食道の陽極側接触部は、粘膜上皮の剥離、脱落を認め coaguration necrosis の所見が見られた。粘膜下組織、食道腺の破壊を認め、また筋層までの炎症細胞浸潤を認めた。食道の陰極側接触部も、粘膜上皮の剥離、脱落と、粘膜下組織、食道腺の破壊を認め、一部解離した粘膜上皮層内を主体とした茶褐色の物質の沈着 (brown precipitate) を認め、fat saponification、liquefaction necrosis の所見が見られた。また筋層までの炎症細胞浸潤と気管膜様部への炎症細胞浸潤、組織壊死 (tissue necrosis) を認めた。

【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。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場合がある。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た。特にリチウム電池は、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いる。近年の技術力の進歩に伴い、従来よりも強い障害が起こりうるので注意を要する。

今回我々の行った実験で、27時間起電力のない電池を留置しても、粘膜組織に大きな障害は認められなかったことから、電池による組織のうっ血、壊死などの組織圧迫の影響はないと考えられた。

生体内ではリチウム電池は以下の反応が起こりうる。

陽極反応 ; 陽極反応 ; $\text{Cl}^- \rightarrow \text{Cl} + \text{e}^-$, $2\text{Cl}^- \rightarrow \text{Cl}_2$

クロールイオンが存在しクロール分子となり、体液中の H_2O が加わると OH^- 、 H^+ が出現し NaCl と反応し、 HCl を産生すると考えられる。

陰極反応 ; $\text{H}_2\text{O} + \text{e}^- \rightarrow \text{H} + \text{OH}^-$, $2\text{H} \rightarrow \text{H}_2$, $\text{Na}^+ + \text{OH}^- \rightarrow \text{NaOH}$

発生した電子(e^-)が水素イオンと結合し水素分子(H_2)を形成し気体となりガスの発生をおこす。残りの水酸イオン(OH^-)は体液中の NaCl と反応して NaOH が出現すると考えられる。従って、陽極側では酸の産生が、陰極側ではアルカリの産生がありうると考えられる。

肉眼的に、陰極側は、気管壁にも黒変が認められる。組織学的に食道の陽極側接触部と陰極側接触部を比較すると、陰極側にのみ粘膜上皮に茶褐色の沈着物を認めることと、脂肪組織の変性 (fat saponification) と、粘膜上皮の液化変性 (liquefaction necrosis) を認め、陽極側は粘膜上皮の層状の剥離、脱落を認めるため、陰極側と陽極側では別の反応を起こしていることが確認された。陰極側の所見はアルカリによる皮膚障害の組織所見と同様であり、アルカリによる食道粘膜障害と考えられる。また、陽極側の所見も酸の皮膚障害の組織所見と同様であり酸による食道粘膜障害と考えられる。3時間と9時間を比較すると障害の程度が大きく進んでおり、また3ボルト群と6ボルト群で比較しても障害の程度が大きく進んでいた。気管への浸潤は時間と電力が増す程、強くなっており比較しても膜様部への破壊、浸潤の程度が進んでいたと考えられる。(Data not shown)

以上の結果より、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いると考えられるのである。従来の報告の分類上は低電圧火傷の機序の範疇に含まれると考えられてきたが、厳密に言えば直接の電流の作用ではなく、低電圧火傷という言葉は適切な用語ではなく、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。

さらに問題となるのは、電池の陰極がどちらかを向いているかということである。我々の実験結果から考察すると、電池を摘出しても、その後症状が進行している症例が多く認められ、電流ではなく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引き起こされていると考えられる。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ることが十分に考えられる。症例としては乳幼児が殆どであり、摘出術後の洗浄を十分にできないことと、部位的に気管に誤嚥を来しやすいこともあり、積極的な治療としての洗浄ができないということが、合併症を防ぎきれない原因と考えられる。

【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。今後は、アルカリ残留による進行性の合併症の病態解析と、その早期予防および治療法の確立が肝要と考えられる。

【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)

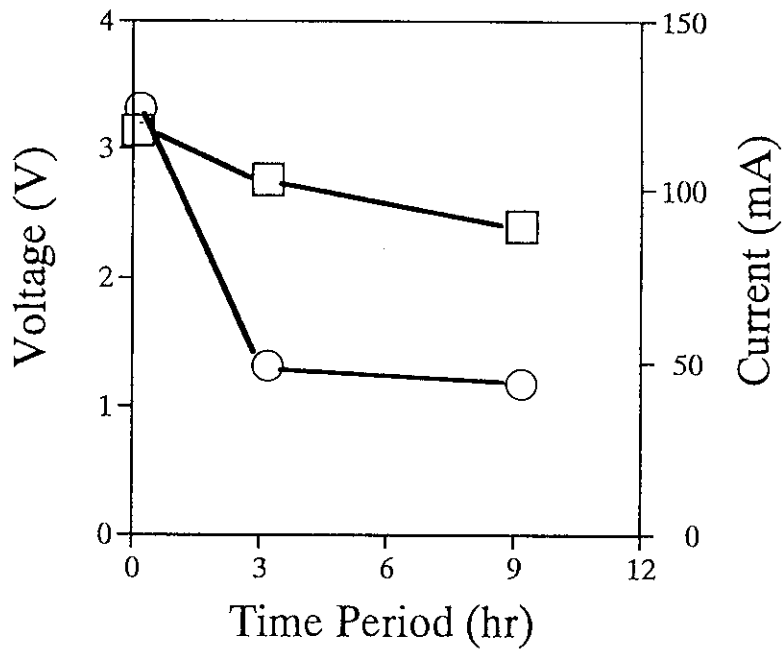


Fig. 1 乾電池挿入後3時間、9時間後の起電力 V (□)、電流 mA (○) の変化。

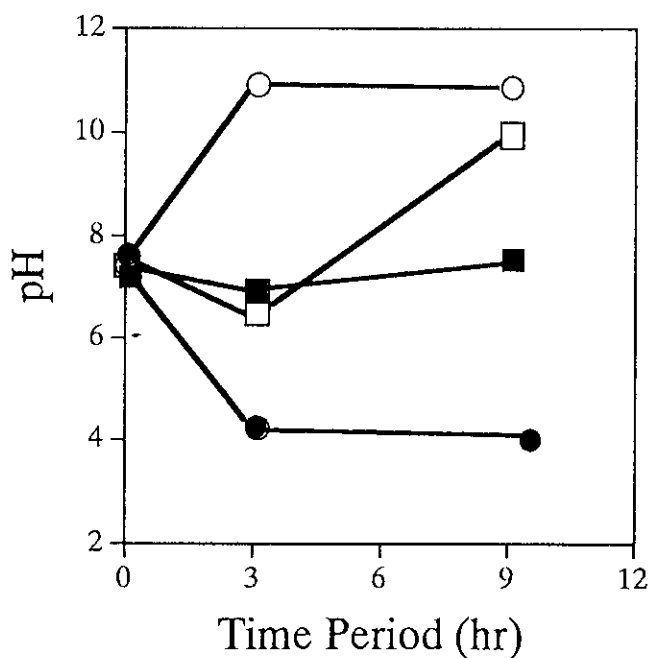


Fig. 2 電池挿入時の極性も向きによる食道粘膜及び、気管内側の pH の変化。電池挿入後3時間で食道粘膜の陰性側 (○) はアルカリ性になり、陽性側 (●) は、酸性になった。9時間後では、気管内側への pH の浸潤変化は、陽性 (酸性) (■) では、著変は認められなかったが、陰性 (アルカリ) (□) は、変化を認めた。

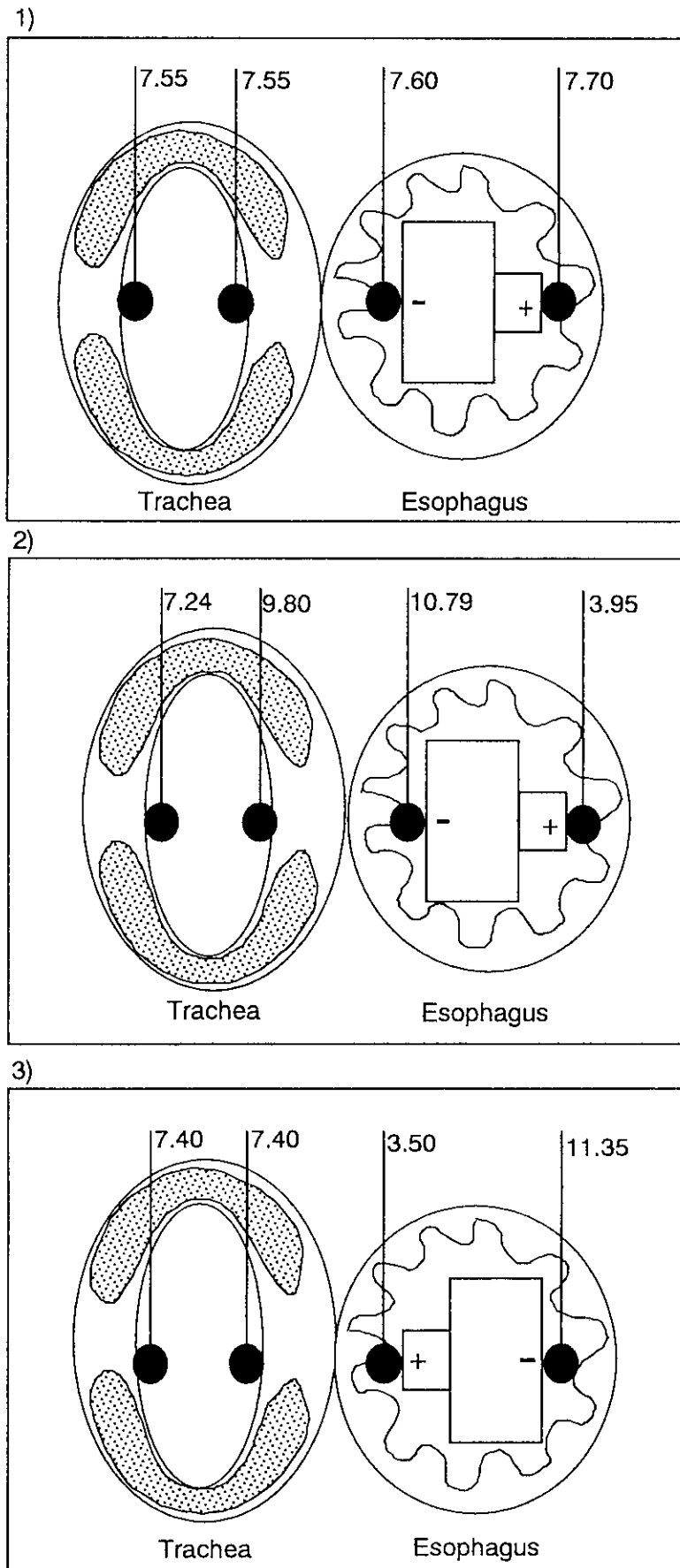


Fig. 3 電池挿入9時間後の食道粘膜および気管内壁のpHの変動。
 1) 完全放電 (0 V)、2) 新品電池 (3 V) の陰極を気管方向に向けて挿入。
 3) 新品電池 (3 V) の陽極を気管方向に向けて挿入。

Table 1. Summary of histological changes in battery acid and alkaline induced tissue damage. Anode site macroscopic and microscopic injuries were similar to those produced by acid. Cathode site macroscopic and microscopic changes were similar to those seen with alkaline injury.

	mucosal color	surface appearance	mucosal abrasion	inflammatory invasion	coagulation necrosis	liquefaction necrosis	fat saponification	pH
acid	red	erythematous	mild	shallow (inner layer)	+	-	-	↓
alkaline	black	brown	severe	deep	-	+	+	↑