

TCVN

TIÊU CHUẨN QUỐC GIA

**TCVN 9621-4:2013
IEC/TR 60479-4:2011**

Xuất bản lần 1

**ẢNH HƯỞNG CỦA DÒNG ĐIỆN LÊN NGƯỜI VÀ GIA SÚC –
PHẦN 4: ẢNH HƯỞNG CỦA SÉT**

*Effects of current on human beings and livestock –
Part 4: Effects of lightning strokes*

HÀ NỘI – 2013

Mục lục

	Trang
Lời nói đầu	4
Lời giới thiệu	5
1 Phạm vi áp dụng và mục đích	7
2 Tài liệu viện dẫn	7
3 Thuật ngữ và định nghĩa	7
4 Tính chất vật lý của sét	11
5 Tác động của sét với người và gia súc	13
6 Ảnh hưởng sét lên cơ thể người và gia súc	18
Thư mục tài liệu tham khảo	24

Lời nói đầu

TCVN 9621-4:2013 hoàn toàn tương đương với IEC/TR 60479-4:2011;

TCVN 9621-4 :2013 do Ban kỹ thuật tiêu chuẩn Quốc gia TCVN/TC/E1 *Máy điện và khí cụ điện* biên soạn, Tổng cục Tiêu chuẩn Đo lường Chất lượng đề nghị, Bộ Khoa học và Công nghệ công bố.

Bộ TCVN 9621 (IEC 60479) *Ảnh hưởng của dòng điện lên người và gia súc* gồm các phần sau:

TCVN 9621-1:2013 (IEC/TS 60479-1:2005), Phần 1: Khía cạnh chung

TCVN 9621-2:2013 (IEC/TS 60479-2:2007), Phần 2: Khía cạnh đặc biệt

TCVN 9621-3:2013 (IEC/TR 60479-3:1998), Phần 3: Ảnh hưởng của dòng điện chạy qua cơ thể gia súc

TCVN 9621-4:2013 (IEC/TR 60479-4:2011), Phần 4: Ảnh hưởng của sét

TCVN 9621-5:2013 (IEC/TR 60479-5:2007), Phần 5: Giá trị ngưỡng điện áp tiếp xúc đối với ảnh hưởng sinh lý

Lời giới thiệu

TCVN 9621-1 (IEC/TS 60479-1), TCVN 9621-2 (IEC/TS 60479-2) và TCVN 9621-3 (IEC/TR 60479-3) đề cập đến ảnh hưởng của điện giật được sinh ra từ hệ thống điện trên cơ thể người và gia súc. Tiêu chuẩn mô tả sự tác động và ảnh hưởng của hiện tượng điện tự nhiên ở dạng chùm sét trong các cơn giông bão. Dòng điện sét có thể chứa một vài xung một cực và/hoặc xung hai cực có giá trị đỉnh và thời gian khác nhau; Điều 6 của TCVN 9621-2:2013 (IEC/TS 60479-2:2007) [24]¹ không đề cập đến các ảnh hưởng này.

Sự tương tác của sét với cơ thể nạn nhân hoàn toàn khác xa với kinh nghiệm thông thường về điện giật xuất phát từ hệ thống điện. Trong các tai nạn về sét, tuyến dòng điện thường gồm cả đầu. Đã ghi nhận tầm quan trọng của các lỗ sọ chính là các điểm đi vào của dòng điện sét và các điểm này rất gần tuyến dòng điện đến thân não. Thân não gồm cả trung tâm hô hấp, trái ngược với tuyến dòng điện giật sinh ra từ hệ thống điện. Nói chung, cần phải lưu ý đến sự khác biệt giữa các tai nạn gây ra bởi chùm sét trực tiếp so với tương tác tác gây ra bởi các điện áp bước. Thậm chí các xung đơn rất ngắn của sét có thể gây ra sự ngừng tim phổi [5], [6], [15] và [16].

Một cách đáng ngạc nhiên trong nhiều trường hợp, sự tương tác lớn về điện với các sinh vật sống là rất nguy hiểm nhưng không phải luôn gây chết người. Thừa nhận rằng hơn 90 % các tai nạn do sét liên quan đến người đều không gây chết người [1], [2]. Các số liệu tin cậy tương ứng trên gia súc chưa được biết. Sẽ có những thay đổi lớn về tác động của sét khi các môi trường khác nhau, các hoạt động khác nhau của người và kiến thức về sơ cứu và chất lượng của dịch vụ chăm sóc y tế khác nhau [1], [5].

Do đó cần có tiêu chuẩn riêng liên quan đến các ảnh hưởng đặc biệt của sét. Tiêu chuẩn riêng đó sẽ mô tả đáp ứng vật lý của sét như một cơ sở. Tiêu chuẩn riêng đó cũng sẽ mô tả tác động với cơ thể sống và hậu quả đối với tuổi thọ của nạn nhân.

¹ Các con số trong ngoặc vuông tham chiếu đến Thư mục tài liệu tham khảo.

Ảnh hưởng của dòng điện lên con người và gia súc – Phần 4: Ảnh hưởng của sét

*Effects of current on human beings and livestock –
Part 4: Effects of lightning strokes*

1 Phạm vi áp dụng và mục đích

Tiêu chuẩn này đưa ra các thông số cơ bản về sét và tính chất biến thiên của các thông số này trong chừng mực mà chúng tác động lên người và gia súc.

Tiêu chuẩn này đưa ra các tương tác trực tiếp và gián tiếp có thể có của sét đến cơ thể sống và mô tả ảnh hưởng gây ra bởi dòng điện sét đối với sinh vật sống.

Mục đích của tiêu chuẩn này là trình bày sự khác nhau giữa các ảnh hưởng trên cơ thể người và gia súc do sét với các ảnh hưởng của điện giật phát sinh từ hệ thống điện.

2 Tài liệu viện dẫn

Các tài liệu viện dẫn sau đây là cần thiết cho việc áp dụng tiêu chuẩn. Đối với các tài liệu viện dẫn ghi năm công bố thì áp dụng bản được nêu. Đối với các tài liệu viện dẫn không ghi năm công bố thì áp dụng phiên bản mới nhất (bao gồm cả các sửa đổi).

TCVN 9621-1:2013 (IEC/TS 60479-1:2005), Ảnh hưởng của dòng điện lên người và gia súc – Phần 1: Khía cạnh chung

3 Thuật ngữ và định nghĩa

Trong tiêu chuẩn này, áp dụng các thuật ngữ và định nghĩa cho trong TCVN 6921-1 (IEC/TS 60479-1) và các định nghĩa sau.

3.1 Định nghĩa về thuật ngữ kỹ thuật

3.1.1

Chùm sét (lightning flash)

Sự phóng điện khí quyển gồm một hoặc nhiều phóng điện sét.

TCVN 9621-4:2013

3.1.2

Sét (lightning stroke)

Phóng điện đơn nằm trong chùm sét.

3.1.3

Kênh sét (lightning channel)

Đường dẫn của dòng điện sét.

3.1.4

Tiên đạo sét từng bậc và tiếp nối (stepped and connecting leader)

Tiên đạo sét từng bậc hạ xuống từ đám mây và tiên đạo tiếp nối ngược lên từ các điểm tập trung trường phía dưới, chú ý rằng chúng là qui trình không phát sáng có dòng điện thấp dẫn đến sét đánh trở lại khi hai tiên đạo nối với nhau.

3.1.5

Sét chính (main stroke)

Sét trở lại

Sét sáng chói có phóng điện mạnh, được bắt đầu tại thời điểm khi mà tiên đạo sét từng bậc và tiếp nối trở nên tiếp xúc đất.

3.1.6

Chùm sét hướng xuống (downward flash)

Chùm sét được bắt đầu bởi tiên đạo sét hướng từ đám mây xuống đất.

3.1.7

Chùm sét hướng lên (upward flash)

Chùm sét được bắt đầu bởi tiên đạo sét hướng từ đất lên đám mây; phần của sét khi tiên đạo phóng từ đất lên đám mây.

3.1.8

Dòng điện liên tục (continuing current)

Dòng điện trung bình có thành phần kéo dài của dòng điện sét.

3.1.9

Giá trị đỉnh của dòng điện (peak value of current)

Giá trị cực đại của dòng điện sét.

CHÚ THÍCH: Giá trị được cho trên Bảng A.2 và Hình A.5 của IEC 62305-1:2010 [7].

3.1.10

Điện tích của chùm sét (flash charge)

Tích phân theo thời gian của dòng điện sét trong toàn bộ khoảng thời gian tồn tại sét.

CHÚ THÍCH: Giá trị này nằm trong dải từ 0,2 C đến 350 C đối với phần lớn phóng điện sét dương và phóng điện sét âm [7].

3.1.11

Điện tích xung (impulse charge)

Điện tích của sét ngắn

Tích phân theo thời gian của dòng điện sét đối với phần xung của khoảng thời gian tồn tại sét.

CHÚ THÍCH: Giá trị này nằm trong dải từ 0,22 C đến 150 C đối với phần lớn phóng điện sét dương và phóng điện sét âm [7].

3.1.12

Năng lượng riêng (specific energy)

Năng lượng bị tiêu tán bởi dòng điện sét trong một điện trở đơn vị.

CHÚ THÍCH: Tích phân của căn bậc hai của dòng điện sét trong thời gian tồn tại sét. Dải giá trị này từ $6 \times 10^3 \text{ J}/\Omega$ đến $1,5 \times 10^7 \text{ J}/\Omega$ đối với phần lớn phóng điện sét dương và sét âm [7].

3.1.13

Độ dốc trung bình của đầu sóng dòng điện (average steepness of current wave front)

Tốc độ trung bình thay đổi dòng điện được tính từ 10 % đến 90 % biên độ đỉnh của đầu sóng [7].

CHÚ THÍCH: Dải giá trị từ 0,2 kA/ μ s đến 99 kA/ μ s đối với phần lớn phóng điện sét dương và phóng điện sét âm.

3.1.14

Thời gian tồn tại sét (stroke duration)

Thời gian từ khi bắt đầu phóng điện khí quyển cho đến thời điểm sét đã bị tắt (dài thời gian ở 3.1.5) và từ 15 μ s đến 2 000 μ s đối với phần lớn phóng điện sét dương và phóng điện sét âm [7].

3.1.15

Khoảng thời gian sét (stroke interval)

Khoảng thời gian giữa thời điểm bắt đầu của các sét liên tiếp.

3.1.16

Tổng thời gian tồn tại chùm sét (total flash duration)

Thời gian tính từ khi bắt đầu sét đầu tiên đến khi kết thúc sét cuối cùng nằm trong dải từ 0,1 ms đến 1 100 ms đối với phần lớn các phóng điện sét dương và phóng điện sét âm [7].

CHÚ THÍCH 1: Kinh nghiệm cho thấy rằng sự phân bố thống kê các thông số về tổng thời gian tồn tại chùm sét được thể hiện ở định nghĩa 3.1.16, có thể được thừa nhận để có sự phân bố chuẩn theo hàm logarit.

CHÚ THÍCH 2: Chùm sét được cấu thành từ số lượng lớn các sét. Dòng điện liên tục có thể xuất hiện và liên tục trong một thời gian. Thời gian tồn tại chùm sét phụ thuộc vào thời gian tồn tại sét, số lượng các sét của chùm sét và thời gian tồn tại của dòng điện liên tục bất kỳ. Tất cả chúng đều có thể thay đổi và được mô tả theo thống kê.

TCVN 9621-4:2013

3.2 Định nghĩa về các tác động

3.2.1

Sét đánh trực tiếp (direct stroke)

Tương tác mà nhờ đó đầu của tiên đạo sét từng bậc và tiếp nối được đặt trực tiếp lên vật thể sống (xem Hình 2).

3.2.2

Điện áp tiếp xúc (contact voltage)

Điện thế khác nhau giữa các điểm có thể tiếp cận được khi một vật thể sống đồng thời chạm vào các điểm đó (xem Hình 3).

CHÚ THÍCH: Trong một số tài liệu, khái niệm này đã bị gọi một cách không chính xác là “điện thế tiếp xúc” hoặc “điện áp chạm”.

3.2.3

Chùm sét tạt ngang (side flash)

Hồ quang điện giữa hai vật thể, có ít nhất một vật thể bị tiếp xúc với sét (xem Hình 4 và Hình 7).

3.2.4

Điện áp bước (step voltage)

Điện áp giữa hai điểm trên bề mặt đất.

[IEC 60065-195:1998, 195-05-12, có sửa đổi] [25]

CHÚ THÍCH: Hình 5 và Hình 7 biểu diễn các dòng điện có khả năng được tạo ra.

3.2.5

Luồng dòng điện (streamer current)

Dòng điện chạy qua một cá thể khi cá thể đóng vai trò là điểm khởi đầu của luồng đi lên mà về cơ bản luồng này không tham gia vào tiên đạo sét từng bậc để tạo thành kênh dẫn điện (xem Hình 8).

3.2.6

Phóng điện bề mặt (flashover)

Hồ quang điện phóng trên bề mặt cơ thể mà hồ quang này đang mang tỷ lệ dòng điện đáng kể.

CHÚ THÍCH: Hiện tượng này có thể xảy ra với các phối hợp khác ở trên (xem Hình 2).

3.3 Định nghĩa về các ảnh hưởng lên cơ thể

3.3.1

Ảnh hưởng sinh lý (physiological effects)

Tác động do sự kích thích điện bên ngoài ở các tế bào dễ bị kích thích, ví dụ như các loại cơ xương, cơ trơn của động mạch và tĩnh mạch, cơ tim, dây thần kinh và tất cả các cấu trúc của não

CHÚ THÍCH: Các ảnh hưởng này thoáng qua và gây kích thích mô trong phạm vi giới hạn của chức năng sinh lý.

3.3.2

Ảnh hưởng về sinh lý bệnh học (pathophysiological effects)

Ảnh hưởng kích thích hoặc ức chế dẫn đến rối loạn chức năng phục hồi được hoặc không phục hồi được của các cấu trúc bị ảnh hưởng của cơ thể.

CHÚ THÍCH 1: Các ảnh hưởng này tồn tại trong thời gian dài và được tạo bởi kích thích nằm ngoài biên độ sinh lý thông thường.

CHÚ THÍCH 2: Nhóm ảnh hưởng này gồm có cả bại liệt chi do sét, đó là sự co thắt mạch của các kết cấu cơ trên đường đi của dòng điện. Nguyên nhân gây ra bại liệt sét còn chưa rõ ràng.

3.3.3

Ảnh hưởng về nhiệt (thermal effects)

Ảnh hưởng sinh lý bệnh học của dòng điện do phát nóng bên trong và truyền qua các kết cấu bị ảnh hưởng đến nhiệt độ mà ở các bộ phận của tế bào và tế bào cơ thể trở nên biến đổi.

CHÚ THÍCH: Ảnh hưởng của hiện tượng bốc hơi vẫn cần được chứng minh [17].

4 Tính chất vật lý của sét

Sự giải thích về cơ chế vật lý cơ bản đối với sự tấn công và động lực của sét là rất phức tạp. Sự giải thích mới đây có tính đến đám mây có ba lớp cực được tạo bởi sự di chuyển của điện tích cực nhỏ giữa các hạt mưa đá mềm (cũng được gọi là graupel) và các tinh thể băng [3].

Sét là dạng phóng điện nhanh, có dòng điện cao, chiều dài đường đi của nó được đo theo kilômét. Hơn nửa số chùm sét xuất hiện hoàn toàn nằm trong đám mây và được gọi là phóng điện trong đám mây (IC). Sét từ mây xuống đất (CG) được nghiên cứu nhiều hơn các dạng sét khác do tầm quan trọng thực tế của nó (ví dụ như nguyên nhân gây ra tổn thương và chết, gây nhiễu hệ thống điện và viễn thông và là mối lửa gây cháy rừng) và do sét dưới đám mây dễ nghiên cứu hơn bởi phương pháp kỹ thuật quang học. Phóng điện từ mây đến mây và từ mây xuống không khí xuất hiện với tần suất ít hơn là sét trong đám mây và sét từ mây xuống đất. Tất cả dạng phóng điện không phải là phóng điện từ mây xuống đất, thường được kết hợp với thuật ngữ chung "phóng điện đám mây".

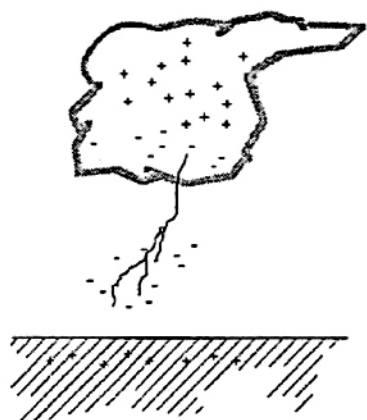
Đã xác định được bốn loại phóng điện khác nhau giữa mây và đất (Hình 1). Các chùm sét âm từ mây xuống đất chiếm khoảng 90 % phóng điện từ mây xuống đất trên toàn thế giới (Hình 1), và ít hơn 10 % là phóng điện sét được xuất phát từ các tiên đạo sét dương di chuyển từ trên xuống (Hình 1c) [4]. Phóng điện từ đất lên mây được xuất phát từ các tiên đạo sét di chuyển lên từ mặt đất (Hình 1b và Hình 1d). Các chùm sét được xuất phát từ dưới lên là khá hiếm và thường xảy ra từ các đỉnh núi và các công trình nhân tạo cao [3].

Các thông số vật lý quan trọng khác là năng lượng riêng của mỗi sét, độ dốc trung bình của dòng điện tăng trong mỗi sét, cũng như thời gian tồn tại sét và tổng thời gian tồn tại chùm sét trong trường hợp có nhiều hơn một xung sét trong một chùm sét.

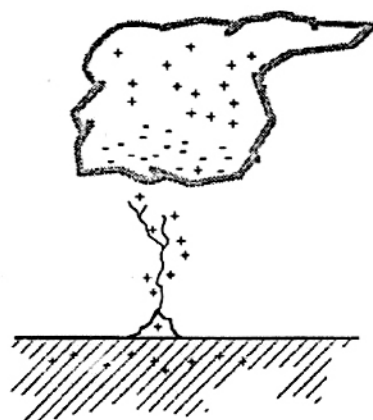
Ảnh hưởng về cơ có liên quan đến giá trị đỉnh của dòng điện và năng lượng riêng. Ảnh hưởng về nhiệt có liên quan đến năng lượng riêng khi có sự tham gia của cầu nối điện trở và liên quan đến điện tích tổng hoặc điện tích xung khi phóng điện xuất hiện. Giá trị đỉnh cao nhất, năng lượng riêng và năng lượng xung đều xuất hiện trong các sét mang điện tích dương.

Cầu nối dẫn điện có liên quan đến độ dốc của đầu sóng dòng điện sét. Giá trị cao nhất của thông số này xảy ra trong cú sét mang điện tích âm đến sau [5].

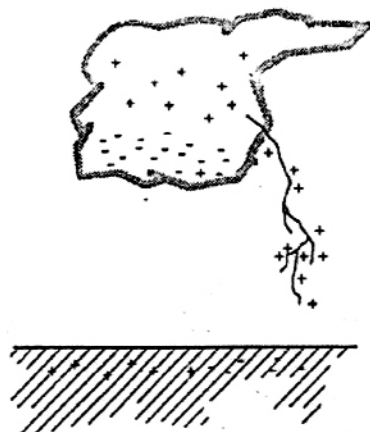
Tiếng sấm đi cùng sét và được sinh ra bởi luồng khí cực nóng tại kênh dẫn, gây ra làn sóng áp suất không khí.



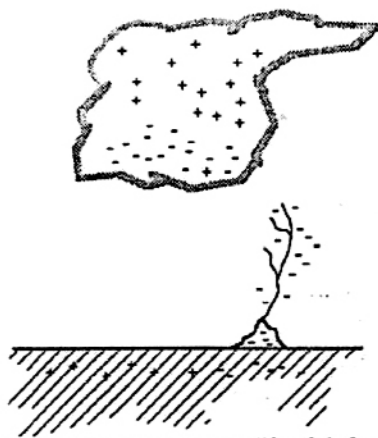
Hình 1a – Sét bắt đầu với tiên đạo điện tích âm di chuyển từ trên xuống



Hình 1b – Sét có tiên đạo điện tích dương và sau tiên đạo này là tiên đạo mang điện tích âm thấp hơn có hiệu quả



Hình 1c – Phóng điện được bắt đầu bằng tiên đạo dương di chuyển từ trên xuống



Hình 1d – Tiên đạo được nạp điện tích âm và điện tích dương thấp hơn có hiệu quả

Hình 1 – Phân loại sét [4]

5 Tác động của sét với người và gia súc

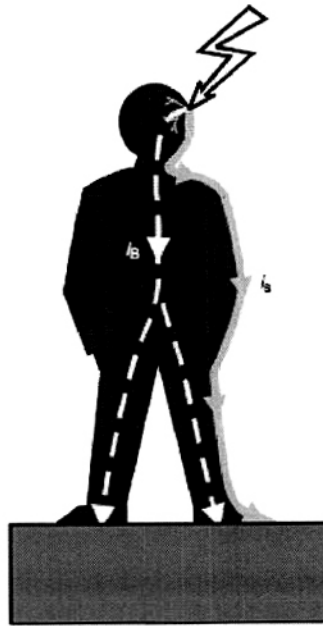
5.1 Qui định chung

Tương tác của sét có thể xảy ra với người và gia súc phụ thuộc vào thời gian và đường đi của dòng điện trong cơ thể và trên bề mặt cơ thể. Vì sự phân bố dòng điện theo thời gian và trong không gian của các sét là khác nhau, nên các ảnh hưởng lên cơ thể sống là khác nhau. Ảnh hưởng của trường từ phát sinh từ sét lên cơ thể sống được cho là không đáng kể [23].

5.2 Mô tả về sét đánh trực tiếp

Khi đầu của tiên đạo sét từng bậc đi xuống đạt đến chiều cao vài chục mét trên mức mặt đất, cường độ trường tạo ra đạt đến giá trị tới hạn để có thể bắt đầu dòng đi lên trong thời gian ngắn từ vật dẫn điện hoặc người bị nạn. Luồng dòng điện của toàn bộ điện tích phóng điện sẽ đi trực tiếp qua cơ thể người bị nạn (Hình 2).

Mô tả về tác động của sét đánh trực tiếp được đưa ra ở 5.6.



CHÚ DẪN

- i_B dòng điện qua cơ thể
- i_s dòng phóng điện bề mặt

Hình 2 – Sét đánh trực tiếp

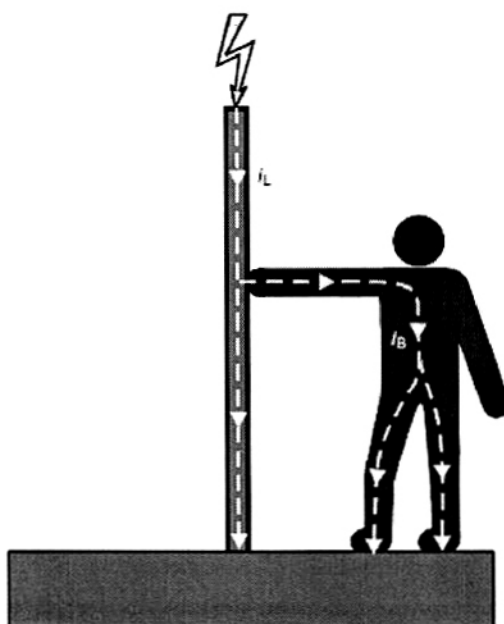
5.3 Mô tả về điện áp tiếp xúc

Khi một vật, không nhất thiết phải là kim loại, bị sét đánh, các điểm trên bề mặt của nó được tăng điện thế. Khi người tiếp xúc một trong các điểm này và các điểm khác, có thể là đất, để hoàn chỉnh một mạch điện, thì một phần dòng điện sét sẽ chạy qua người này. Điện áp tiếp xúc này được xác định bởi thành phần điện trở và thành phần điện cảm [5] (Hình 3).

$$u = i_L R + L di_L / dt$$

trong đó:

- u là điện áp tiếp xúc tạo ra;
- i_L là dòng điện qua kết cấu thẳng đứng;
- R là điện trở giữa các điểm tiếp xúc;
- L là điện cảm giữa các điểm tiếp xúc.



CHÚ DẪN

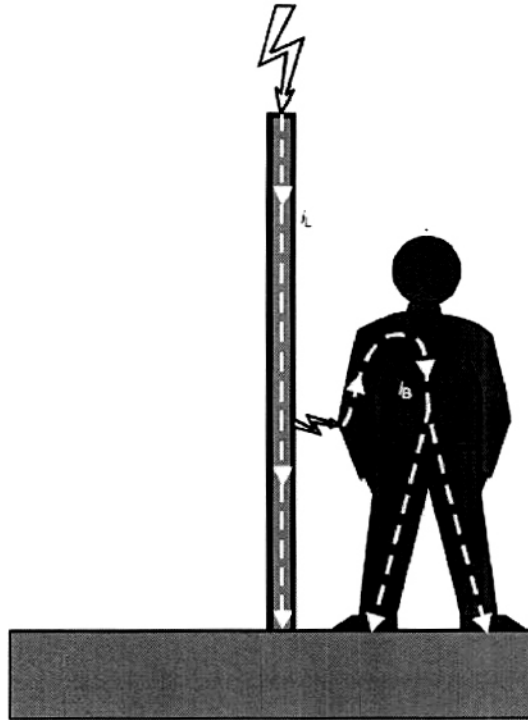
- i_L dòng điện sét
- i_B dòng điện qua cơ thể

Hình 2 – Điện áp tiếp xúc

5.4 Mô tả về chùm sét tạt ngang

Trong trường hợp một kết cấu thẳng đứng dẫn dòng điện sét và người ở gần, nhưng không chạm vào kết cấu này, điện thế tích tụ trên vật thể theo cùng một cách như với điện áp tiếp xúc. Sự chênh lệch

điện thế tạo ra có thể vượt quá cường độ điện đánh thủng của khoảng hở giữa vật thể và người đứng gần. Khi đó xảy ra chùm sét tạt ngang (Hình 4).



CHÚ DẪN

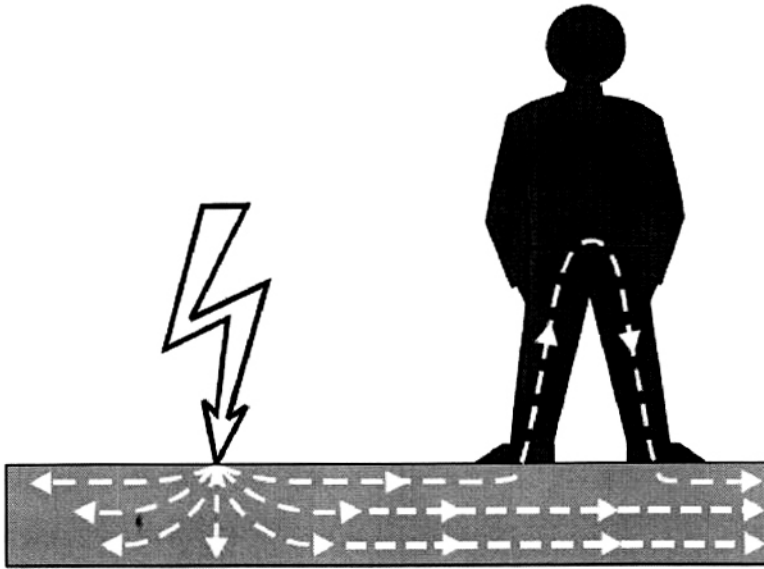
- i_L dòng điện sét
- i_B dòng điện qua cơ thể

Hình 4 – Chùm sét tạt ngang

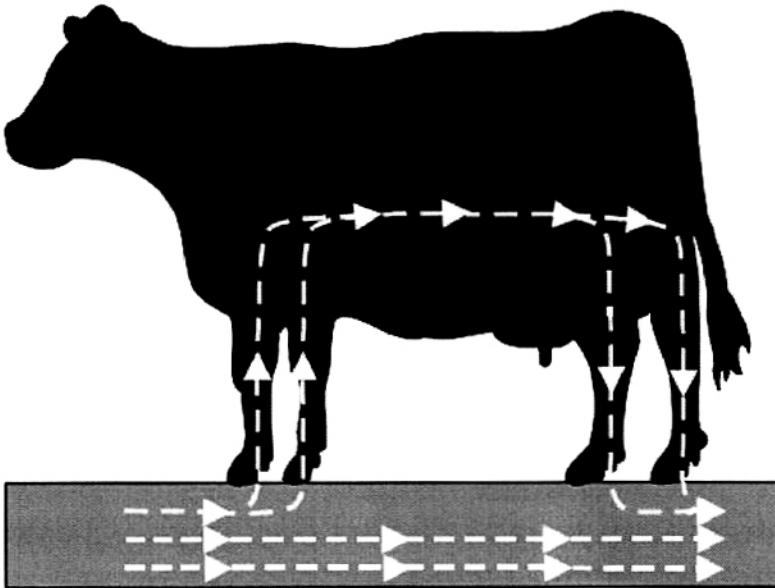
5.5 Mô tả về điện áp bước

Dòng điện sét đi qua đất có thể dẫn đến điện áp bước (Hình 5). Đường đi của dòng điện qua cơ thể động vật bốn chân đi qua tim (Hình 6). Một nguyên nhân khác về việc động vật bốn chân có nhiều khả năng bị chết hơn là do chúng thường đứng ở đất lầy nên chân của chúng tiếp xúc đặc biệt tốt với đất. Ngay cả con người hai chân, dòng điện cũng có thể chạy qua tim (Hình 7) [5]. Thông thường, nếu đường đi của điện áp bước đối với người là không đi qua tim thì nạn nhân thường bị tê liệt tạm thời từ vùng thắt lưng trở xuống (bại liệt chi do sét).

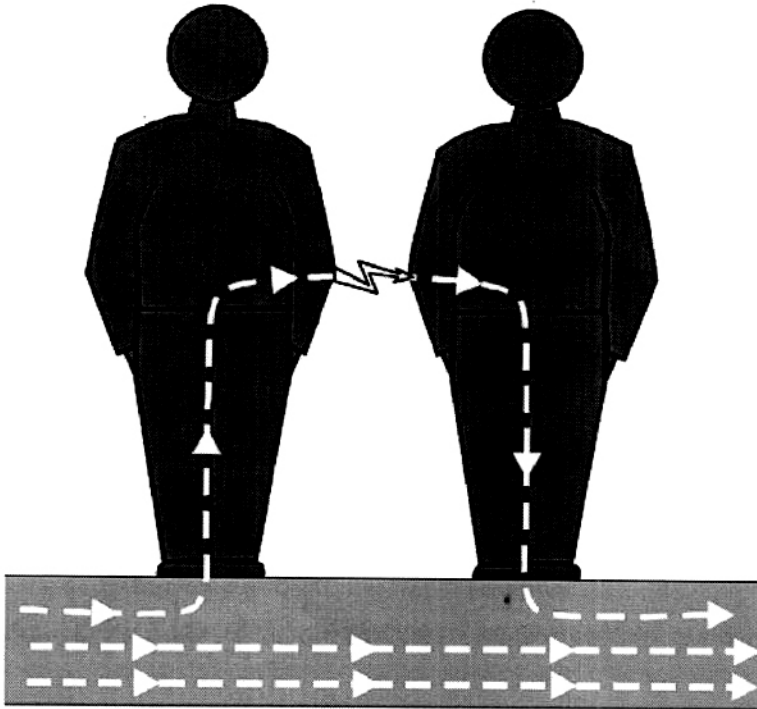
Sự phân bố dòng điện có thể đặc biệt không đều tùy thuộc vào tính chất không đồng nhất của điện trở trong đất.



Hình 5 – Điện áp bước



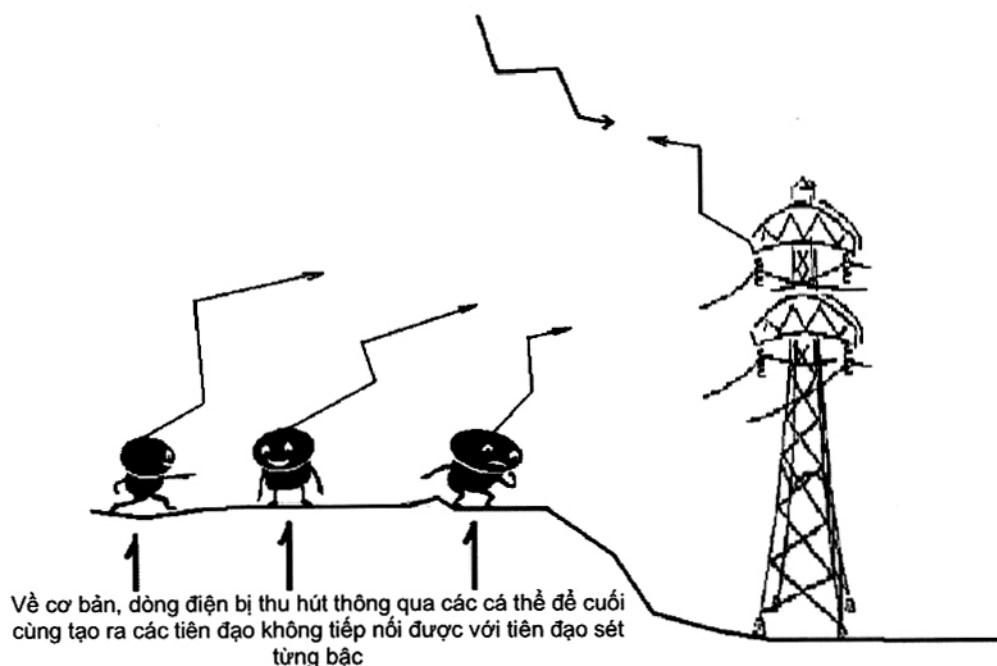
Hình 6 – Điện áp bước ở động vật bốn chân



Hình 7 – Điện áp bước với chùm sét tạt ngang

5.6 Mô tả về điện giật do luồng dòng điện

Trong trường hợp người bị nạn nằm trong phạm vi của tiên đạo sét từng bậc từ trên xuống thì có thể sinh ra một tiên đạo sét ngắn đi lên, tuy nhiên về cơ bản không nối với tiên đạo sét từng bậc để hình thành kênh dẫn. Dòng điện phải chạy qua nạn nhân trong khoảng thời gian ngắn và có khả năng gây thương tích (Hình 8).



Hình 8 – Luồng dòng điện đánh phóng lên

5.7 Mô tả về phóng điện bề mặt

Phóng điện bề mặt xuất hiện một cách nhanh chóng sau hai quá trình phát triển. Dòng điện tiên đạo nhỏ chạy trong khoảng $50 \mu\text{s}$, sau đó một dòng điện lớn do sự tham gia của sét quay trở lại, xảy ra trong khoảng $0,5 \mu\text{s}$. Sau đó phóng điện bề mặt bên ngoài xảy ra dẫn đến giảm điện áp và dòng điện bên trong. Phóng điện bề mặt, do đường đi của dòng điện sét chạy dọc theo bề mặt cơ thể, đóng vai trò như dòng rẽ mạch đối với dòng điện qua các bộ phận bên trong cơ thể. Vùng plasma giữa các điểm tiếp xúc ($10\text{-}20 \text{ V/cm}$) kéo dài trong khoảng $0,1 \text{ s}$. Sự chênh lệch điện áp qua các điểm tiếp xúc cơ thể là đủ cao để đánh thủng về điện tiếp tục xảy ra trong không khí. Sau khi đánh thủng, dòng điện xuyên qua cơ thể giảm xuống chỉ còn vài ampe (Hình 1).

6 Ảnh hưởng của sét lên cơ thể người và gia súc

6.1 Qui định chung

Nếu dòng điện chạy qua cơ thể sống thì có thể xảy ra tổn hại hoặc rối loạn chức năng. Rõ ràng là sét đánh trực tiếp gây ra tổn hại lớn nhất trong khi đó cơ chế tăng điện thế của đất là ít nguy hại nhất. Tổn thương do điện áp tiếp xúc và chùm sét tạt ngang là ở mức trung bình và có thể gây tổn thương giống như sét đánh trực tiếp.

6.2 Ảnh hưởng sinh lý

Sự kích thích điện bên ngoài do sét gây ra tác động ở tất cả các loại cấu trúc cơ thần kinh, bao gồm cơ thất trong vùng mạch máu, ngừng tim, nhiều khả năng suy tim hoặc, hiếm khi, rung tim.

Hoạt động dẫn truyền của tim cũng có thể bị phá vỡ, dẫn đến thiếu khả năng bơm tim phối hợp, đó là chức năng thiết yếu của tim. Tổn hao luồng máu sinh ra có thể gây tử vong [19].

Sự ngừng thở cũng xảy ra và kéo dài lâu hơn nhiều so với ngừng tim. Trong khi tim có thể phục hồi, xảy ra ngừng tim còn do thiếu oxy và hoạt động bơm tim bị mất một lần nữa, trừ khi làm thổi ngạt.

Có thể xảy ra các phản ứng về cơ bắp một cách không chủ ý, điều này có thể dẫn đến các cơn co giật mạnh mà có thể gây ra ảnh hưởng phụ.

6.3 Ảnh hưởng sinh lý bệnh học

Các ảnh hưởng này bao gồm cả tổn thương mang tính chất phi nhiệt lên các tế bào để kích động và không dễ kích động. Có khả năng xảy ra dập màng, thậm chí là thủng. Việc phục hồi có thể không diễn ra ngay lập tức hoặc có thể không bao giờ xảy ra. Các ảnh hưởng phụ có thể có hậu quả nghiêm trọng. Bảng 1 tóm tắt các tính chất thương tích cụ thể do sét và hậu quả đối với sinh lý cơ thể.

6.4 Ảnh hưởng về nhiệt

Bảng 1 cũng tóm tắt phạm vi tổn thương nhìn thấy được do sét đánh và thể hiện các thay đổi sinh lý bệnh học. Các ảnh hưởng về nhiệt của dòng điện sét, ví dụ như các vết bỏng, không để lại dấu vết và điều này được cho là do khoảng thời gian rất ngắn của xung sét.

6.5 So sánh các ảnh hưởng của điện giật phát sinh từ hệ thống điện và sét

Cần nhấn mạnh rằng tổn thương do sét là khác biệt rõ ràng so với các tổn thương do điện áp thấp hoặc điện áp cao bắt nguồn từ hệ thống điện, ở nhà dân hoặc khu công nghiệp. Bảng 2 tóm tắt các điểm khác biệt này. Tuy nhiên, đây không phải là cơ sở để tin rằng có sự phục hồi sau khi ngừng tim xảy ra "lâu hơn bình thường". Chi tiết về tính chất cụ thể của các tổn thương do sét được đưa ra ở [11], [13], [15], [16] và [19].

6.6 Phần trăm xuất hiện

Kiến thức hiện nay cho thấy các cơ chế khác nhau của cú sét đánh xảy ra như sau:

- sét đánh trực tiếp 3 % - 5 %;
- chùm sét tạt ngang 20 % - 25 %;
- điện thế tiếp xúc 15 % - 20 %;
- điện áp bước 40 % - 50 %;
- luồng dòng điện dưới lên 10 % - 15 %.

Kiến thức hiện nay cho rằng tỷ lệ tử vong là xấp xỉ 10 %.

**Bảng 1 – Nguyên nhân chết do sét và các rối loạn chức năng
được báo cáo điển hình nhất [11-16], [20]**

CHẾT DO SÉT	Phần lớn là suy tim, đôi khi do rung tâm thất Quá trình từ phổi đến tim (xem 6.1) Tổn thương nhiều hệ thống thứ cấp
TÔN THƯƠNG TIM PHỔI	Loạn nhịp tim Thay đổi áp suất động mạch Thay đổi điện tim đồ, thường tăng Liệt tim Dập và phù nề phổi
	Mất ý thức Rối loạn chức năng thân não Xuất huyết hạch nền và tiểu não Co thắt thần kinh-mạch ngoại biên. Bại liệt chi do sét Xuất huyết não Lên cơn tai biến
ẢNH HƯỞNG THẦN KINH LÂU DÀI	Dị cảm Hội chứng đau Bệnh thần kinh Hội chứng liệt rung Pakinson Biến đổi cột sống
ẢNH HƯỞNG TÂM THẦN TỨC THỜI	Bối rối Mất trí nhớ Lo âu Mất ngôn ngữ và các biến đổi kích động
ẢNH HƯỞNG TÂM THẦN LÂU DÀI	Buồn rầu, cơ thể có khả năng nhận thức Tình trạng lo lắng Ám ảnh Bệnh loạn tâm thần, vừa sinh bệnh vừa có biến đổi bệnh hiện tại Rối loạn bộ nhớ Rối loạn giấc ngủ Mất khả năng nhận biết Suy nhược và mệt mỏi Rối loạn căng thẳng do chấn thương
BÔNG VÀ VẾT THƯƠNG BỀ MẶT DA	Bông trong và ngoài (thường sâu và có hình tròn) Cháy xém Bông dài Bông hình cây (hình Lichtenberd, cây dương xỉ) Bông giống bông hoa đóm (có thể là một biến thể của bông hình cây) Bông tiếp xúc
THƯƠNG TÍCH DO NÓ DẬP	Quần áo bị xé vụn, bị rách và nổ tan Đụng dập cơ thể (da, não, phổi, ruột, v.v...)
CHẤN THƯƠNG	Rách, thâm tím, gãy Gãy xương Đây có thể các chấn thương chính làm dập hoặc là chấn thương thứ cấp do sự vận động gây ra

Bảng 1 (kết thúc)

GIÁC QUAN ĐẶC BIỆT	Thủng màng nhĩ Gây điếc Ù tai và chóng mặt Gây mù Viêm võng mạc Bong võng mạc và điểm vàng và võng mạc xuất hiện đốm Đục thủy tinh thể Viêm màng mạch nhỏ
---------------------------	--

Bảng 2 – Sự khác nhau giữa các tổn thương ở điện áp thấp và điện áp cao từ hệ thống điện và các tổn thương do sét [1], [11-16], [20]

Mục	Điện áp thấp	Điện áp cao	Sét
Điện áp	< 1 000 V xoay chiều hoặc < 1 500 V một chiều	> 1 000 V xoay chiều hoặc > 1 500 V một chiều	Phức tạp và mạnh, có hoặc không có phóng điện bề mặt
Vị trí	Nhà ở và khu công nghiệp kể cả nơi làm việc Vùng nông thôn Có trẻ em	Khu công nghiệp – hầu hết là công nhân điện	Ngoài trời, thường xuất hiện nhiều hơn trong thời gian nghỉ ngơi Trong nhà, điện thoại hoặc đường dây trung gian khác
Cơ chế chung	Có sự can thiệp của các thiết bị và các thiết bị điện khác Các thiết bị bị sự cố Hệ thống đi dây không chính thống, nhất là các dây kéo dài Thang tiếp xúc với bộ phận mang điện	Dịch vụ lắp đặt và sửa chữa Thực tiễn hoặc các quy trình không đủ an toàn Sử dụng sai thiết bị	Sét đánh trực tiếp Chùm sét tạt ngang hoặc điện thế tiếp xúc Điện áp bước Khởi đầu luồng dòng điện
Loại dòng điện	Dòng điện xoay chiều tần số 50/60 Hz	Dòng điện xoay chiều tần số 50/60 Hz	Phóng điện xung, thường là nhiều và có thể liên tục
Nguồn	Ô cắm, đường dây và thiết bị khu nhà ở và nơi làm việc	Cơ chế mất lưới, lắp đặt cung cấp và điều khiển	Phóng điện khí quyển tự nhiên
Thời gian tiếp xúc	Có thể bị kéo dài nếu ngưỡng thả tay bị vượt quá	Ngắn hoặc dài, thời gian tiếp xúc ngắn có nhiều khả năng xảy ra hơn nếu bị ngã	Có thể xuất hiện mạnh và siêu nhanh qua dòng điện liên tục
Kiểu gây tử vong	Rung tâm thất (VF)	Nhiều khả năng gây ra rung tâm thất hơn là suy tim	Khả năng xảy ra suy tim nhiều hơn rung tâm thất
Bóng	Thường nặng, sâu và rộng cần phải phẫu thuật cắt cụt và/hoặc <u>cắt mạc</u>	Có thể nghiêm trọng tương tự	Không nặng
Hình lichtenberd	Không xuất hiện	Có thể có	Bình thường
Electro-poration	Đã được chứng minh	Đã được chứng minh	Chưa xác định
Tác động đến cơ bắp	Bình thường	Có thể có	Hiếm khi xảy ra
Gây hậu quả cho thận	Myoglobin–niệu bình thường	Myoglobin–niệu đã biết	Hiếm khi xảy ra
Tổn thương trực tiếp đến mô sau chấn thương (do dòng điện)	Bình thường	Bình thường	Đã có nhưng hiếm khi xảy ra
Tổn thương mô sau chấn thương phụ (do bị ngã)	Bình thường	Bình thường	Đã có nhưng hiếm khi xảy ra
Phòng tránh	Thiết bị bảo vệ và thiết kế Thực hành cá nhân	Thiết bị bảo vệ và thiết kế Mã bảo vệ	Mã hóa hành vi cá nhân Bảo vệ kết cấu Bảo vệ đám đông

Bảng 2 (kết thúc)

Mục	Điện áp thấp	Điện áp cao	Sét
Sơ cứu	Tránh tổn thương để cứu bằng cách tách nạn nhân khỏi nguồn Một cách khác, cắt dòng điện CPR (hồi phục tim phổi) theo cách đã biết Kêu gọi trợ giúp về y tế	Tránh tổn thương để cứu bằng cách tách nạn nhân khỏi nguồn Một cách khác, cắt dòng điện CPR (hồi phục tim phổi) theo cách đã biết Kêu gọi trợ giúp về y tế	CPR ngay lập tức (hồi phục tim phổi) Triệu tập trợ giúp y tế

Thư mục tài liệu tham khảo

- [1] LOPEZ, R.E., HOLLE, R.L., "Changes in the Nature of Lightning Deaths in the United States during the Twentieth Century", Journal Climate (1997) 11, 2070-2077
- [2] BERGER, K., "Blitzforschung und Personen-Blitzschutz", ETZ (1971) A92, 508-511
- [3] WILLIAMS, E.R., "The Electrification of Thunderstorms", Scientific American (1988) November, 47-65
- [4] UMAN, M.A., KRIDER, E.P., "Natural and Artificial Initiated Lightning", Science (1989) 246, 457-464
- [5] GOLDE, R.H., LEE, W.R., "Death by Lightning", Proc. IEE (1976) 123, 1163-1180
- [6] KAROBATH, H., "Der Blitzunfall" (1975) Verlag Gerhard Witzstock, Baden-Baden
- [7] IEC 62305-1:2010, Protection against lightning – Part 1: General principles (Bảo vệ chống sét – Phần 1: Nguyên lý chung)
- [8] IEC 62305-2:2010, Protection against lightning – Part 2: Risk management (Bảo vệ chống sét – Phần 2: Quản lý rủi ro)
- [9] IEC 62305-3:2010, Protection against lightning – Part 3: Physical damage to structures and life hazard (Bảo vệ chống sét – Phần 3: Hư hại về vật lý đến các kết cấu và nguy hiểm về tuổi thọ)
- [10] IEC 62305-4:2010, Protection against lightning – Part 4: Electrical and electronic systems within structures (Bảo vệ chống sét – Phần 4: Hệ thống điện và điện tử trong kết cấu)
- [11] ANDREWS, C., COOPER, M.A. et al., Disease-a-month (1997) 43, 871-891
- [12] BERGER, K., BIEGELMEIER, G., KAROBATH, H., "Über die Wahrscheinlichkeit und den Mechanismus des Todes bei Blitzeinwirkungen", Bull. SEV, (1978) 69.8, 361-366
- [13] ANDREWS, C., DARVENIZA, M., MACKERRAS, D., "Lightning injury-Review of Clinical Aspects, Pathophysiology and Treatment": Adv Trauma 4 (1989) Year Book Medical Publishers Inc., 241 – 287, YBMP, III. USA
- [14] GOURBIÈRE, E., "Lightning injuries to humans in France – 11th international conference on atmospheric electricity" (Tổng thương do sét đến người ở Pháp – Hội nghị quốc tế thứ 11 về điện tích trong khí quyển)
- [15] COOPER, M.A., ANDREWS, C.-J., "Lightning injuries", in Auerbach, P., (ed), Management of Wilderness and Environmental Emergencies, ed 4, Mosby Will Wilk, 2000 (Tổng thương do sét)
- [16] ANDREWS, C.J., COOPER, M.A., "Lightning injuries: Electrical, Medical and Legal Aspects", CRC Press, Boca Raton, Fla., 1992, 193pp (Tổng thương do sét: Khía cạnh điện, y tế và pháp lý)
- [17] LEE, W.R., CRAVALHO, E., BURKE, J.F., "Electric Trauma", Cambridge University Press, 1992, 440pp (Các chấn thương về điện)

- [18] ISHIKAWA, T., "Prevention Against Lightning Accidents in Japan", Nihon Univ. J. Med., 24:1-14, 1982 (Biện pháp phòng ngừa chống tai nạn về sét ở Nhật Bản)
- [19] ANDREWS, C.J., "Structural Changes after Lightning Strike, with Special Emphasis on Special Sense Orifices as Portals of Entry", Semin, Neurol, Thieme Med Publ., 15(3):296-303, 1995 (Sự thay đổi kết cấu sau khi bị sét đánh, đặc biệt với các giác quan như các cổng đầu vào)
- [20] GOURBIERE, E., LAMBROZO, J., FOLLIOU, D., GARY, C., "Complications Et Séquelles Des Accidents Dus À La Foudre", Rean Soins Intens Med Urg, 11:138-161, 1995
- [21] COOPER, M.A., "A fifth mechanism of lightning injury" 9 Acad Emerg Med 172-4, 2002 (Cơ chế thứ năm của tổn thương do sét)
- [22] ANDERSON, R.B., JANDRELL, I. and NEMATSWERANI, H., "The Upward Streamer mechanism versus step potentials as a cause of injuries from close lightning discharges":2002, Trans SA Inst Elec Eng 33-43 (Cơ chế luồng dòng đi lên phụ thuộc vào các điện thế bước là nguyên nhân gây thương tích từ các phóng điện sét ở gần)
- [23] ANDREWS, C., COOPER, M.A., KITAGAWA, N., MACKERRAS, D., and KOTSOS, T., "Magnetic Effects of Lightning Return Stroke Current", J. Lightn. Rsch. (online journal), 1(1) (Ảnh hưởng từ trường của dòng điện sét trở về)
- [24] TCVN 9621-2 (IEC/TS 60479-2), Ảnh hưởng của dòng điện lên người và gia súc – Phần 2: Khía cạnh đặc biệt
- [25] IEC 60050-195:1998, International Electrotechnical Vocabulary – Part 195: Earthing and protection against electric shock (Tự vựng kỹ thuật điện quốc tế - Phần 195: Nối đất và bảo vệ chống điện giật)
-