

Électrisé, foudroyé

A. Landié*, A. Delahaye

Service de Réanimation, Hôpital Jacques Puel, 12000 Rodez

*Courriel : aureland@gmail.com

POINTS ESSENTIELS

- Électrisés et foudroyés sont considérés et doivent être pris en charge comme des polytraumatisés.
- La compréhension du mécanisme physiopathologique est essentielle à la prise en charge.
- L'atteinte cardiaque est presque systématique.
- Les brûlures cutanées superficielles ne reflètent pas la gravité des lésions internes.
- La prise en charge initiale précoce doit aider à limiter les complications.
- Les traitements entrepris nécessitent une surveillance et un réajustement permanents.
- La surveillance est continue dans le temps.

1. Introduction

Les électrisés et les foudroyés sont tous deux victimes d'un passage de courant électrique à travers l'organisme, d'intensité et de voltage différent (1,2). La prise en charge, les traitements et la surveillance de ces patients « hors normes » en milieu préhospitalier et hospitalier seront similaires. L'électrisation est l'ensemble de manifestations physiopathologiques liées au passage du courant électrique à travers un organisme. En cas de décès on parle d'électrocution. Un foudroiement est une électrisation par la foudre. On précise foudroiement mortel en cas de décès directement lié à la foudre.

2. Physiopathologie

Les lésions occasionnées par le passage du courant électrique dépendent des différentes caractéristiques de celui-ci : l'intensité (en Ampères), la tension (en Volts), la résistance (en Ohms) du conducteur (la victime) soumise à ce courant, la nature de celui-ci (continu ou alternatif) et de sa fréquence (en Hertz). Lors du passage d'un courant électrique au travers d'une victime, en plus de l'effet électrique, il se produit un dégagement d'énergie sous forme de chaleur (effet Joule), responsable des brûlures associées.

1.1 Intensité ou ampérage

Lors de l'électrisation, le seuil de contraction musculaire est d'environ 10 mA. Si l'intensité est plus forte, il apparaîtra un phénomène d'agrippement. Dans ce cas le temps de contact à la source électrique sera d'autant plus long que la source reste active. À partir de 30 mA, on assiste à une asphyxie de la victime par une tétanisation et paralysie des muscles respiratoires (diaphragme, muscles intercostaux) majorée par une sidération des centres bulbaires. Au-delà des 30 mA, le courant électrique peut déclencher un arrêt cardiaque par fibrillation ventriculaire. Pour résumer : « L'intensité tue ».

1.2 Voltage

Le voltage (ou tension) est la seule constante électrique connue lors de la prise en charge des victimes d'accident électrique (AE) par les équipes de secours. La tension électrique conditionne les lésions engendrées. Elle est le dénominateur commun de la loi d'Ohm (notion de résistance) et surtout la loi de Joule (notion électrothermique). Les AE à bas voltage (< 1000 Volts, courant domestique) provoquent des brûlures tissulaires modérées. Les AE à haute tension (> 1000 Volts) sont responsables de brûlures tissulaires profondes et sévères. Pour résumer : « Le Voltage brûle ».

1.3 Résistance corporelle

La résistance corporelle aux AE est différente en fonction de la morphologie de la victime et du degré d'humidité. Le courant électrique a un trajet préférentiel passant par les organes et tissus de moindre résistance, principalement les axes vasculo-nerveux de la victime.

1.4 Autres notions

Le temps de contact, le type (continu ou alternatif), le trajet du courant dans l'organisme sont des facteurs influençant les lésions occasionnées lors d'un AE. Plus le temps de contact augmente, plus le risque de brûlure s'élève. Les trajets longs (transthoraciques) exposent plus particulièrement au risque d'arrêt cardiaque et aux brûlures étendues. Les trajets courts (doigts dans la prise de courant) exposent aux brûlures profondes et invalidantes. Il est à noter que le courant continu occasionne 3 à 4 fois plus de lésions que le courant alternatif à basse tension.

1.5 Cas particulier de la foudre

En cas de foudroiement, le corps humain se comporte comme une résistance incluse accidentellement dans un circuit électrique. Au moment de la décharge, le champ électrique est de l'ordre d'un million de volts et fournit une puissance équivalente à environ 100 millions d'ampoules électriques ordinaires. Durant cette fraction de seconde, l'énergie électrostatique est transformée en énergie électromagnétique (phénomène lumineux), en énergie acoustique (tonnerre) et enfin en chaleur. Une grande majorité du courant s'écoule habituellement et naturellement le long de ce que l'on appelle « l'arc de contournement » (chemin de moindre résistance). D'après la loi d'Ohm, le courant traversant le corps est donc au maximum de l'ordre de 10 A (en moyenne 3 à 4 A), et cela pendant seulement quelques millièmes de seconde. L'arc de contournement et la brièveté de l'électrisation ont un effet « salvateur », distinguant particulièrement le foudroiement et ses conséquences de l'électrisation

domestique ou industrielle (fortes intensités sur de longues périodes). C'est cet arc électrique de contournement, qui s'écoule à la surface de la peau, qui brûle poils et cheveux, qui fait littéralement « exploser » les vêtements, et fondre les objets métalliques portés en surface (collier, fermeture éclair, boucle de ceinture) à l'origine de brûlures de contact.

3. Mécanismes lésionnels

1.6 Lésions cardio-vasculaires

Dans 1/3 des cas, une lésion cardiaque est observée lors d'AE. Cela dépend du trajet emprunté par le courant électrique. Lors d'un trajet transthoracique, l'arrêt cardiaque peut survenir par fibrillation ventriculaire ou asystolie. L'infarctus du myocarde (IDM), sans trouble de la perfusion myocardique, est à redouter chez l'électrisé, même asymptomatique. Les signes ECG apparaissent jusqu'à quelques jours après l'accident ce qui justifie la répétition de l'examen à la phase initiale puis dans le temps. Des troubles de la repolarisation peuvent survenir, et peuvent être réversibles en quelques jours. Les lésions vasculaires sont fréquentes. Elles peuvent être à l'origine de thrombose surtout pour les artères de petits calibres. La fragilisation de la paroi des vaisseaux de gros calibre entraîne des hémorragies secondaires à la constitution d'un anévrysme (3).

3.2 Lésions musculaires

Les lésions musculaires sont une physiopathologie double : électrothermique (par dégagement de chaleur) et électrique (par action directe du courant sur les membranes cellulaires) (3). L'atteinte musculaire est toujours beaucoup plus étendue que ne le laisse supposer l'atteinte cutanée. Elle est initialement indolore. Le passage du courant électrique provoque un œdème lésionnel rapidement responsable d'un syndrome de loge, puis d'une nécrose cellulaire entraînant une élévation des CPK (4).

3.3 Lésions neurologiques.

Les lésions neurologiques peuvent apparaître immédiatement après le traumatisme ou de manière retardée. Elles vont d'atteintes neurologiques variées à une destruction totale du cerveau, du cervelet et du tronc cérébral par un courant de forte intensité à haut voltage (décès instantané du patient). Leur évolution n'est pas toujours favorable et peut laisser des séquelles invalidantes.

3.4 Lésions de brûlure (3,5,6)

Les brûlures électrothermiques sont principalement représentées par : le point d'entrée marqué par une zone de nécrose centrale marbrée ou blanchâtre, légèrement déprimée, cartonnée, insensible et ne saignant pas à la scarification ; le point de sortie qui se présente souvent comme une petite zone bien limitée de nécrose blanche ou grise, formant une petite ulcération. Les brûlures cutanées apparentes dès le traumatisme ne sont que la partie émergée de l'iceberg (3). Les brûlures par arc électrique se produisent pour des courants de haute tension et en l'absence de contact direct avec le conducteur électrique. Ce sont le plus souvent

des brûlures cutanées profondes. Les brûlures par flash électrique sont la conséquence d'un dégagement de chaleur (jusqu'à 30 000 °C) qui est responsable de brûlures thermiques cutanées, prédominant au niveau des zones découvertes, sans aucun caractère spécifique.

3.5 Lésions rénales, troubles métaboliques

Elles touchent entre 3 et 15 % des électrisés, peuvent être directes (par le courant électrique) ou plus souvent secondaires à une rhabdomyolyse. Leurs conséquences sont majorées par l'hypovolémie associée dans ce contexte de brûlure (3). Dans le contexte d'AE une hyperkaliémie, multifactorielle, peut mettre en jeu le pronostic vital (arrêt cardiaque).

3.6 Lésions digestives

Un iléus paralytique, une atrophie gastrique sont fréquemment rencontrés à la phase aiguë. Plus rarement sont observés : ulcérations gastro-intestinales, perforations intestinales, fistulisations, nécrose ou perforation de la vésicule biliaire, pancréatite aiguë, voire nécrose hépatique (3). Enfin la paroi abdominale peut être rompue par effet électrique direct.

3.7 Particularités chez la parturiente

Le liquide amniotique étant un excellent conducteur, la mort fœtale peut survenir même en cas d'AE bénin.

4. Accès aux victimes

4.1. En cas de foudroiement

Pas de risque d'AE pour les sauveteurs en rentrant en contact avec la victime. Les seuls risques pour les secouristes sont les conditions orageuses persistantes et le risque d'être foudroyés à leur tour. Par temps d'orage, il convient de respecter la règle des « 30-30 » qui fait état du risque majoré en début et fin d'orage : au premier coup de tonnerre, il faut s'abriter (se protéger de l'impact direct) dans les 30 secondes et y rester jusqu'à 30 minutes après le dernier éclair ou coup de tonnerre perçu.

Des recommandations peuvent être rappelées aux témoins et/ou intervenants lors du secours, il faut : garder son calme, chercher un abri bas, dans un endroit ayant un toit relié électriquement à la terre ou un abri métallique (voitures...), se tenir à l'écart des endroits élevés (effet de pointe), éviter le contact ou la proximité des structures métalliques et descentes de paratonnerres, éviter ou limiter l'utilisation du téléphone traditionnel, ne pas brandir en l'air et poser au sol tout objet métallique faisant saillie. La position de sécurité pour la victime et/ou témoin: position accroupie ou couchée sur le côté, recroquevillé, jambes et pieds joints, tête rentrée dans les épaules, bras croisés au-dessus de la tête, ou fléchis avec mains sur les oreilles.

Si l'orage est toujours actif, l'intervention des secours spécialisés doit, particulièrement en montagne, obéir à certaines précautions, il faut : travailler dans un lieu clos et large (les tentes

et lieux étroits ne protègent pas), à savoir qu'un véhicule complètement fermé bien que métallique procure également un abri sécurisé contre la foudre (cage de Faraday), s'éloigner le plus possible des portes et fenêtres ouvertes, éviter tout contact avec des installations de plomberie ou électriques ou tout objet métallique, éviter de s'adosser à une paroi, de se glisser dans une fissure, de s'abriter à l'entrée d'une grotte ou tout endroit où se situe un ruissellement, s'isoler du sol par une corde ou un sac et de s'assurer par une corde fixée perpendiculairement à la ligne de pente, respecter une distance de sécurité idéalement supérieure à 2 mètres entre chaque individu.

4.2. En cas d'électrisation

Il est important de caractériser l'accident (domestique ou professionnel), de rechercher la tension du courant (basse ou haute), d'évaluer la modalité du contact (direct, indirect), savoir si la victime a été ou est agrippée / projetée, évaluer la résistance (atmosphère humide, pression, surface et durée de contact), s'il existe des protections éventuelles (gants, vêtements ...), et la qualité du sol (humide), évaluer le trajet (longueur et cheminement) du courant électrique (trajet « long » ou vertical type main – pied ou tête – pied ;trajet « court » ou horizontal type main – main).

4.3. Lors de l'accès aux victimes

Le principe de précaution est d'éviter le sur accident. Pour cela il faut toujours : s'assurer de la mise hors tension de l'installation électrique avant intervention (couper ou faire couper le courant), suivre les instructions des équipes de la compagnie de distribution électrique, identifier et évaluer les dangers (chute, explosion, incendie). Pour une victime piégée dans une structure électrisée (dans un véhicule, sous un arbre, centrale ou poste de distribution...) il faut pour les secouristes avant la mise hors tension : stationner les véhicules d'intervention à distance, établir un périmètre de sécurité d'environ 10 mètres autour de la source électrique, rassurer les victimes, sauf urgence demander aux victimes de ne pas descendre du véhicule, ou de rester immobile pour éviter tout contact. En cas de nécessité urgente d'extraire les victimes sans mise hors tension, on peut : dégager la ou les victimes inconscientes à l'aide de matériaux isolants, faire sauter les victimes du véhicule à pieds joints sans jamais toucher le véhicule et le sol en même temps (potentiel de touche), demander aux victimes de s'éloigner de la source par petits sauts, pieds joints pour n'avoir qu'un seul appui (potentiel de pas).

5. Stratégie de prise en charge médico-soignante en préhospitalier

5.1 Électrisé

Le patient électrisé doit être minutieusement examiné exactement comme le serait un patient polytraumatisé (6) après immobilisation, déshabillage prudent, séchage. Il est mobilisé comme un polytraumatisé potentiel. La prise en charge des détresses vitales (respiratoire, neurologique, hémorragique...) n'est pas spécifique.

5.2 Foudroyé

Les équipes de secours, sur place, doivent prendre en charge un patient : électrisé, souvent brûlé, blasté, éventuellement polyfracturé, voire polytraumatisé, mais aussi hypotherme et psychologiquement choqué. Rien dans sa prise en charge n'est spécifique, mais tous ces aspects doivent être considérés. En conséquence, le bilan clinique initial est exhaustif pour une prise en charge complète essentiellement symptomatique.

5.3 En cas d'arrêt cardiaque

En cas d'AE l'état de mort apparente, justifie (dès la coupure du courant) une réanimation cardio-pulmonaire classique. L'arrêt cardiaque par courant de basse tension est le plus souvent une FV et donc de bon pronostic. En cas d'AE multivictimes, les patients en arrêt cardiaque, souvent jeunes et sans comorbidité, font l'objet d'une prise en charge en priorité, avec une réanimation cardio-pulmonaire prolongée (6).

Chez le patient foudroyé en arrêt cardiaque, la prise en charge n'a rien de spécifique, mais comme pour l'électrisé, la réanimation est volontiers prolongée, surtout si elle a pu être initiée tôt, en raison du (relatif) bon pronostic de l'arrêt cardiaque dans ces circonstances (sujets souvent jeunes sans comorbidité) et de l'hypothermie fréquente (4,10). Une mydriase aréactive dans ce contexte n'a pas obligatoirement une valeur pronostique péjorative, et ne doit en aucun cas justifier un arrêt précoce de la réanimation (7,8).

5.4 Éléments de prise en charge

Tout patient électrisé/foudroyé est considéré comme brûlé et doit être examiné déshabillé, séché, réchauffé. Précocement la profondeur des brûlures est souvent sous-estimée, mais l'évaluation de la surface brûlée se fera par la règle des 9 de Wallace. Les brûlures « internes » ne peuvent pas être estimées, mais on considère dans cette situation que les apports hydriques doivent être majorés de 50% par rapport au calcul habituel (formule de Parkland) pour un patient un brûlé « classique » (3). A la phase préhospitalière, les apports liquidiens sont réalisés uniquement avec des solutés cristalloïdes. Le traitement local à la phase préhospitalière se limite à l'enveloppement de la victime dans des champs stériles, puis dans une couverture isotherme. Chez le foudroyé, les figures de Lichtenberg, pigmentation transitoire en forme de fougère au niveau de la peau, n'est pas une véritable brûlure et ne nécessite aucun traitement local (noter leur présence sur la feuille d'intervention).

Il faut lutter contre l'hypothermie. Selon les circonstances (incendie), il faut rechercher les signes d'une intoxication associée par inhalation de fumées. L'ECG est systématique et dans les meilleurs délais. L'oxygénothérapie est systématique. L'antalgie doit être débutée rapidement en fonction de l'estimation par les échelles habituelles et peut être multi modale.

5.5 Transport et relais hospitalier

La qualité de la mise en condition préalable est la meilleure garantie pour un transport dans de bonnes conditions : chauffage de la cellule sanitaire du véhicule pour lutter contre

l'hypothermie, surveillance clinique et multiparamétrique.

6. Stratégies et prise en charge pluridisciplinaire en milieu hospitalier

Pour l'infirmier d'orientation et d'accueil (IOA) lors de la prise en charge de patients victimes d'une AE arrivant non médicalisés au SAU, il faut rapidement réaliser un ECG et rechercher la présence d'éléments de gravité potentielle qui sont: sensation de passage électrique, estimation d'un trajet transcardiaque, patient accroché à la source > 1 seconde, notion de perte de connaissance, une source de > 1000 Volts (6). La présence, d'un ou plusieurs de ces signes, doit faire considérer la victime comme « grave » et nécessite une surveillance cardiaque continue durant au moins 24 heures.

Lors d'une médicalisation extrahospitalière la prise en charge se poursuit par un passage en SAUV où l'attention de l'équipe se portera sur : un nouvel examen clinique approfondi complété d'imagerie selon les lésions suspectées, la réfection « hospitalière » des pansements pour réévaluation des surfaces brûlées, la surveillance multiparamétrique et la répétition des ECG avec dosage des enzymes cardiaques, la surveillance de la diurèse avec sondage précoce pour évaluer les entrées-sorties associées à un suivi biologique de la fonction rénale, la lutte contre l'hypothermie, la poursuite ou le renforcement des traitements antalgiques. De nombreux intervenants (réanimateur, chirurgien, etc.) peuvent être appelés à participer à la prise en charge du patient, ce qui conditionnera l'orientation d'hospitalisation ultérieure.

7. Conclusion

Les AE, dont le foudroiement, sont des accidents, domestiques ou professionnels, multi facettes. Ils peuvent être à l'origine de lésions très diverses avec des délais d'apparition variables. Le pronostic vital et fonctionnel peut être mis en jeu précocement et secondairement selon des mécanismes différents, souvent associés. Ainsi une prise en charge exhaustive, à la fois clinique, paraclinique et surtout pluridisciplinaire, qui n'a rien de spécifique, reste primordiale. Dès les premiers secours, parfois en milieu périlleux, un AE répond à quelques règles sécuritaires à connaître.

Références

1. Delahaye A, Colonna A, Szternberg A, Boudes D, Chillou C. Electrisés, Pathologies circonstancielles. Journées Thématiques Interactives de la SFMU, Brest 2012. Société française d'Éditions médicales 2013
2. Delahaye A, Colonna A, Szternberg A, Boudes D, Chillou C. Foudroyés, Pathologies circonstancielles. Journées Thématiques Interactives de la SFMU, Brest 2012. Société française d'Éditions médicales 2013
3. Gueugniaud PY. Accidents d'électrisation, Conférence d'actualisation SFAR 1997
4. Kopp J, Loos B, Spiler G, Horch RE. Correlation between serum creatinine kinase levels and extent of muscle damage in electrical burns. *Burns* 2004;30:680-3.
5. Karadaş S. The effects on complications and myopathy of different voltages in electrical injuries. *Ulus Travma Acil Cerrahi Derg* 2011; 17:349-53
6. Spies C, Trohman RG. Narrative review: Electrocutation and life-threatening

electrical injuries. *Ann Intern Med* 2006 ; 145:531-7

7. Zafren K, Durrer B, Herry JP, Brugger H, ICAR and UIAA MEDCOM. Lightning injuries: prevention and on-site treatment in mountains and remote areas. Official guidelines of the International Commission for Mountain Emergency Medicine and the Medical Commission of the International Mountaineering and Climbing Federation (ICAR and UIAA MEDCOM). *Resuscitation* 2005;65:369-72.
8. Zimmermann C, Cooper MA, Holle RL. Lightning safety guidelines. *Ann Emerg Med* 2002 ;39:660-4.
9. Baptiste O, Girer A, Foray J, Marsigny B. Les accidents de fulguration en haute montagne. *Chirurgie*, 1990 ; 116 : 60
10. Marcus MA, Thijs N, Meulemans AI. A prolonged but successful resuscitation of a patient struck by lightning. *Eur J Emerg Med* 1994; 1:199-202.

Les auteurs ne déclarent aucun conflit d'intérêts en relation avec cet article.