



ELECTRISATION



DEFINITIONS

Electrisation : désigne les différentes manifestations physiopathologiques dues au passage du courant électrique à travers le corps humain.

Electrocution : désigne la mort consécutive à l'électrisation

Arc électrique : c'est un arc lumineux par ionisation des particules de l'air comprises entre 2 conducteurs sous tension

BASES PHYSIQUES:

Pour créer des lésions tissulaires, le courant électrique ou flux d'électrons, pénètre par un point d'entrée et ressort par un point de sortie. Les effets peuvent se diviser en deux catégories : électriques et/ou thermiques (chaleur) avec un impact immédiat ou tardif.

Le passage du courant est régi par la loi d'Ohm:

$$V = R \times I \quad \text{ou} \quad I = V/R$$

V = Voltage (volts) R = Résistance (ohms) I = Courant (Ampères)

Le principal facteur déterminant la gravité est le courant (intensité =amp), et non pas le voltage. La résistance du corps traversé représente le facteur le plus variable, modifiable, qui déterminera le courant (i) réel. Les paramètres physiques caractérisant le courant (tension, intensité, type de courant) sont donc à interpréter en fonction de ceux caractérisant le corps humain.

Résistance :Facteurs liés au sujet : Plus R est élevée, moins les dégâts sont grands. C'est principalement la résistance du revêtement épithélial qui entre en ligne de compte. Celle-ci varie notablement en fonction de paramètres tels que :

- Humidité au point de contact. La peau n'est isolante que si elle est sèche.
 - Résistance du corps: le corps se comporte comme un noyau conducteur (éléments classés du plus au moins conducteur : nerfs, vaisseau sanguin, muscle, peau, tendon, graisse), couvert d'une écorce isolante, la peau. L'impédance/Résistance du corps oscille, entre 70-80Ohms, mais avec des extrêmes de 15-150Ohms
 - L'âge de la personne (plus l'âge est grand, plus la résistance augmente)
 - Isolation électrique: représentée par vêtements, chaussures, type de sol. Danger de l'électrocution en salle de bain où le sujet est en situation de résistance minimale : nu et mouillé.
 - Voltage : au-delà de 1000 volts il y a rupture électrique de la peau et donc baisse de la protection.
 - Trajet du courant. Le courant emprunte des voies conductrices de moindre résistance, riches en électrolytes et en eau telles que les vaisseaux ou les troncs nerveux, pour rejoindre la terre. Le trajet le plus communément décrit va de la main droite au pied gauche. Sa dangerosité vient du fait que le cœur se trouve sur le trajet des électrons.
- Trajet long : à risque d'arrêt cardiaque (main-main, tête-pieds), de brûlure électrothermique profonde sur le trajet. Trajet court : enfant

mettant deux doigts dans la prise = brûlure profonde, localisée, invalidante.

- Temps de contact :Prolongé par les contractions musculaires collant la victime au conducteur. Court : en cas de projection, perte de connaissance ou en cas de coupure de courant
- Surface de contact et pression de contact : Plus elles augmentent, plus la résistance diminue.

L'intensité/ampérage : Sa valeur n'est souvent pas connue, en raison des variations de la résistance au passage du courant.

- 0,02 mA : fibrillation ventriculaire (FV) si appliqués directement sur le myocarde;

- 0,36 mA : Seuil de perception cutané du courant.

- 16 mA : Tétanisation musculaire (prédomine aux fléchisseurs)

- 20 mA : Responsables d'une paralysie diaphragmatique et asphyxie mécanique.

- 80 mA : Fibrillation ventriculaire. (Dès 30 mA : risque de FV si le courant traverse le coeur pendant la phase réfractaire du cycle)

- 200 mA : Asystolie.

- 80 mA : Décès si appliqués sur le thorax pendant une seconde

Le courant électrique peut aussi sidérer les centres bulbaire ou déclencher un laryngospasme.

Défibrillation : Ce sont les ampères qui défibrillent. Le courant optimal nécessaire à une défibrillation se situe entre 30-40amp (l'impédance corporelle = la Résistance oscille, entre 70-80Ohms)

La tension/voltage : Elle est généralement connue. On distingue la Haute tension $\geq 1'000v$ et la Basse Tension $< 1'000v$

Une idée répandue consiste à penser que la basse tension tue et que la haute tension brûle, ce qui est inexact. La haute tension peut très bien tuer par FV et la basse tension être responsable de brûlures importantes (il est cependant vrai que c'est plutôt avec la haute tension que l'on retrouve des brûlures étendues et spectaculaires). On peut tout au plus dire que les courants de basse tension ($< 1000 V$) présentent surtout un risque cardio vasculaire immédiat, alors que les courants de haute tension ($> 1000 V$) sont plus volontiers responsables de brûlures tissulaires profondes et graves qui peuvent engager secondairement le pronostic vital (insuffisance rénale aiguë consécutive à une rhabdomyolyse). La fréquence doit être prise en considération. Le courant domestique européen est alternatif (sinusoïdal) de fréquence 50 Hz (60Hz aux USA) ; La fréquence maximale de survenue de troubles du rythme cardiaque se situe entre 40 et 150 Hz.

Les seuils d'apparition des lésions par courant continu sont 3-4x plus élevés qu'avec le courant alternatif ; vrai pour la tension basse. Pour les hautes tensions, ces seuils s'égalisent. Le courant alternatif induit une dépolarisation de la membrane cellulaire responsable d'une libération d'acétyl-choline synaptique ; il en résulte une tétanie musculaire prédominant sur les fléchisseurs et responsable du "Cannot let go" (maintien de la préhension du conducteur par la victime). Les sources de courant continu se retrouvent en milieu industriel ou dans les transports en commun (1500 V des caténaires ferroviaires, 750 V du métro)

COURANT DOMESTIQUE (110 OU 220 V)

La fibrillation ventriculaire est la conséquence médicale la plus sérieuse à redouter. D'autres troubles du rythme peuvent être rencontrés : extrasystoles ventriculaires ou auriculaires, arythmie complète par fibrillation auriculaire, flutter. Ils sont le plus souvent transitoires, ne durent que quelques heures.

Des angors secondaires sont apparus chez des sujets antérieurement sains (angina pectoris electrica)

Des signes électriques d'ischémie myocardique sont observables dans les jours suivant l'électrisation.

Quelques rares infarctus du myocarde ont été rapportés. Ils sont en règle générale asymptomatiques et ne s'accompagnent pas d'élévation enzymatique (spasme coronarien, ischémie myocardique diffuse).

Les brûlures sont rares, superficielles et peu étendues. Il n'y a pas d'atteinte neuromusculaire.

Au cours d'une grossesse, le risque d'avortement spontané est grand au premier trimestre. On rapporte des taux de mortalité de 50 % au troisième trimestre (intérêt de la surveillance des mouvements foetaux).

☀ COURANT DE HAUT VOLTAGE

● Brûlures et nécroses tissulaires sont les lésions principales. Trois mécanismes sont évoqués :

- L'arc électrique qui s'établit entre l'individu et un conducteur à haute tension lorsque la couche d'air isolante n'est plus assez épaisse. Il enflamme les vêtements et calcine la peau en profondeur.
- La flamme.
- Le passage du courant à haute tension qui suit le trajet des nerfs et vaisseaux. Il est responsable de lésions de nécrose musculaire avec afflux massif de sang dans la zone lésée et extravasation plasmatique dans un premier temps, suivi d'hypo-perfusion avec ischémie locale au bout de 8 heures et de chute du débit cardiaque.

◆ Atteintes osseuses : Nécrose périostée ± destruction de la trame osseuse. Fractures pendant la tétanisation musculaire.

◆ Système nerveux central : Ramollissements cérébraux en regard du point d'entrée céphalique du courant. Des thromboses vasculaires avec présence de foyers nécrotiques cavitaires ont été décrites. Le tableau clinique comporte un état stuporeux accompagné quelquefois de crises comitiales et / ou de coma.

◆ Système nerveux périphérique : Polyradiculonévrites, paraplégie, myélite transverse, paralysie spinale progressive, atteintes médullaires par rupture du mur postérieur pendant la tétanisation musculaire.

◆ Cataractes

◆ Atteintes digestives : Ulcères de stress, d'apparition retardée, sur tout le tube digestif, pouvant se compliquer de perforations. Possibles pancréatites, perforations nécrotiques de la vésicule biliaire, nécrose de la paroi abdominale. Cytolyse hépatique. Augmentation de la gastrinémie et risque d'ulcère.

◆ Atteintes pulmonaires : Peuvent conduire au SDRA (syndrome de détresse respiratoire aiguë).

◆ Anomalies biologiques : Variations de l'insulinémie (augmentée pour des brûlures de moyenne étendue et diminuée pour des brûlures plus grandes). Augmentation de la sécrétion des catécholamines. Baisse transitoire de l'immunité pendant 5 jours, avec risque de complications infectieuses.

☀ L'ARC ELECTRIQUE

Il n'y a pas de contact, mais il existe une distance d'amorçage qui, lorsqu'elle est franchie, place la victime dans la même situation que si elle touchait le conducteur.

Les effets de l'arc électrique sont au nombre de 4 :

Thermiques, produits lorsque la température s'élève au delà de 3000 degrés Celsius;

Mécaniques constitués par des projections (les projections d'aluminium sont les plus dangereuses)

Lumineux, constitués par des radiations ultra-violettes qui peuvent entraîner des lésions oculaires, c'est ce qui est appelé communément le "coup d'arc"; (peut entraîner une cataracte différée de quelques mois)

Effets acoustiques qui peuvent entraîner des lésions tympaniques par détonations.

L'énergie de l'arc électrique est fonction de la durée: une 1/2 seconde à 1 seconde est nécessaire pour produire des lésions importantes cutanées. Sa puissance est fonction de la tension et de l'intensité : tension d'au moins 400 volts et une intensité de 4000 ampères qui est l'intensité pour produire un court-circuit.

☀ FOUROIEMENT

Entre les cumulonimbus chargé positivement à leur face inférieure et le champ électrique terrestre de plusieurs centaines de volts par m², peut se produire un arc électrique : un canal ionisé lie le sol au nuage et conduit l'électricité. 200 000 Ampères, 30 000°, plusieurs millions de Volts, en un dixième de seconde seulement. L'air, violemment chauffé se détend brutalement, c'est le tonnerre. Localement, c'est une explosion avec blast.

LA CAUSE DE DECES N°1 EST EVIDEMMENT L'ARRET CARDIAQUE (AS OU FV). L'ENSEMBLE DU MYOCARDE EST DEPOLARISE D'UN SEUL COUP. TOUTEFOIS L'IMPACT SUR LE CERVEAU ET LA RESPIRATION PERSISTE ALORS MEME QUE LES BATTEMENTS

CARDIAQUES ONT REPRIS ; SANS AIDE, UN SECOND ARRET, CETTE FOIS D'ORIGINE RESPIRATOIRE SURVIENT.

☀ CONDUITE A TENIR LORS D'ELECTRISATION

Couper le courant sans toucher le corps de la victime :
Risque de sur-accident

Dès la coupure du courant : mise en PLS si inconscient, ventilation si la victime ne respire pas. Ventilation artificielle et massage cardiaque externe en cas de pouls absent.

Le SMUR sera engagé sur tout accident électrique à haute tension, ainsi que sur les accidents électriques à basse tension avec atteinte des fonctions vitales (troubles de la conscience, symptomatologie cardio-respiratoire). L'hospitalisation sera systématique en cas de tension > 380 V, de troubles de l'ECG et de la présence de tout signe ou symptôme anormal à l'examen. Transport médicalisé en raison des risques des troubles du rythme. La femme enceinte, même asymptomatique, sera hospitalisée en raison du risque foetal. Outre le ABC, le bilan lésionnel cherchera les brûlures et à localiser les points d'entrée et de sortie du courant électrique. Les lésions associées (trauma) seront suspectées et recherchées. La surveillance électro-cardioscopique permanente est essentielle et un tracé ECG initial sera réalisé systématiquement.

Toute femme enceinte électrisée doit subir une surveillance maternelle et fœtale (maternité).

En cas de détresse vitale : L'ACR justifie la mise en route immédiate d'une RCP de base par les premiers témoins Attention possible lésion rachis. La réanimation spécialisée sera entreprise dès que possible, avec choc électrique externe si FV (défibrillateurs semi-automatiques).

Les brûlures graves sont évaluées par la "règle des 9" en sachant que cette méthode sous-estime les lésions profondes. Un abord vasculaire par deux voies veineuses périphériques de bon calibre (posées en dehors des zones lésées) permet un remplissage vasculaire sur la base de 4 ml par kg par pourcentage de surface corporelle brûlée (Parkland) au cours des 24 premières heures, la moitié dans les 8 premières heures. La sédation-analgésie est indispensable et la ventilation contrôlée est indiquée d'emblée si le pourcentage de surface corporelle brûlée atteint 60 %. Le traitement local initial se réduit à l'emballage des lésions (champs stériles) et à la lutte contre l'hypothermie (couverture isotherme).

Pas d'adaptation nécessaire du protocole d'intubation par le fait qu'il y a une hyperkaliémie potentielle.

En l'absence de détresse vitale : Le recueil anamnestique est essentiel auprès de la victime et des témoins. Un accident sérieux peut se traduire par une perte de connaissance initiale à rechercher systématiquement à l'interrogatoire. La possibilité de survenue d'une arythmie ventriculaire après un intervalle libre impose par ailleurs une surveillance continue de tout électrisé pendant 24 heures .

Le traitement et la surveillance hospitalière

Selon la gravité et la nature des lésions, l'orientation de la victime se fera vers une unité de soins intensifs cardiologiques (absence de lésions cutanées) ou vers un centre de grands brûlés (brûlures graves).

Bon pronostic des arrêts circulatoires rencontrés lors des accidents d'électrification (FV) à condition que la chaîne des secours soit efficace !



Bûlures électrothermiques (brûlures électriques vraies), visibles au points d'entrée et de sortie du courant ; zone de nécrose blanchâtre ou marbrée, légèrement déprimée, cartonnée, insensible et ne saignant pas à la scarification. Leur aspect clinique dépend de la durée d'exposition au passage du courant et de la résistance cutanée. L'étendue des lésions dépend du trajet du courant. Les masses musculaires et les trajets vasculo-nerveux (zones de moindre résistance) sont particulièrement exposés (risque rénal et métabolique des rhabdomyolyses). **Les atteintes profondes, non visibles sont sous-estimées !!!**
