

# Het ongeval door elektriciteit

DOOR DR. R. VAN HAMERSVELT, ARTS TE EINDHOVEN

Jaarlijks komen er vele ongevallen door elektriciteit voor, in huis en in het bedrijf. De steeds verder doorgevoerde mechanisatie bij alle vormen van werkzaamheden, waarbij de energiebron uit elektriciteit bestaat, maakt dat dit niet zo verwonderlijk is. In huis wordt steeds meer elektriciteit gebruikt: het gaat niet alleen meer om verlichting, maar ook radio, televisie, strijkbout, stofzuiger, elektrisch keukengereedschap en elektrisch gereedschap voor „knutsel”-werk zijn haast gemeengoed geworden. De hoge werklonen brengen velen er toe zelf reparaties en onderhoudswerkzaamheden aan elektrische apparatuur te verrichten, met alle risico's van dien. Ieder heeft wel eens kleine reparaties uitgevoerd en velen hebben wellicht wel eens een schok gehad. Het totale aantal kleine ongevallen door elektriciteit is dan ook absoluut niet te achterhalen; de ernstige ongevallen met uitgebreide verbrandingen, waarvoor specialistische hulp nodig is, komen waarschijnlijk wel in de statistiek, de dodelijk verlopende ongevallen zeer zeker.

De laatste jaren is het aantal dodelijke ongevallen per jaar tengevolge van elektrische stroom vrijwel constant gebleven, namelijk ongeveer tweeën-twintig. Dit kan zijn oorzaak vinden in ervaring, verbeterde fabricagemethoden, strenge veiligheids-eisen en de KEMA\* keur op vele elektrische artikelen. Hierdoor is vooral in bedrijven waar functionarissen veiligheid stimuleren, het aantal ongevallen door elektriciteit afgenomen. Dit is echter thuis, waar geen controle is, waar zelfs gevaarlijk wordt geëxperimenteerd en waar met nog steeds verkrijgbare inferieure artikelen wordt verlicht en gewerkt, niet het geval. Men kan in eigen huis en in dat van de patiënten ongetwijfeld onveilige elektrische situaties aanwijzen: een gespijkerd snoer, een slechte stekker, een verdroogd en verdraaid snoer, een metalen lampje, waarin een snoer kan doorschuren, onvoldoende randaarding, enzovoort. Op onverwachte momenten, door samenloop van omstandigheden, door momenten van onachtzaamheid, door misverstanden, kunnen dan calamiteiten gebeuren waartegen het zeer moeilijk is een remedie te vinden. Een voorbeeld hiervan is het volgende ongeval.

Een 21-jarige monteur wilde in de middagpauze, terwijl iedereen aan het eten was, in een schakelkast tussen twee machines in, een kleine reparatie verrichten. De produktie behoefde dan niet te worden onderbroken. Mogelijk door onbekendheid

*Samenvatting.* Het ongeval door elektriciteit neemt door oorzaak en zeer complex gevolg een bijzondere plaats in. In eerste instantie zal de medische hulp zijn gericht op herstel van circulatie en ventilatie; de verdere medische behandeling van shock, nieren oogafwijkingen en verbrandingen eisen een goede samenwerking tussen de verschillende specialisten.

met de situatie ter plaatse struikelde de man en viel voorover, precies met het hoofd in de reeds geopende schakelkast. Tijdens de val probeerde hij zich vast te grijpen aan een ijzeren leuning van een machine. Met zijn hoofd raakte hij een blootliggende leiding, waarop een spanning van 360 volt stond. Daar hij bovendien met de hand en met het blootgekomen scheenbeen goed massa maakte, werd de man geëlektrokuteerd. Niemand was echter aanwezig om hulp te bieden, pas na ongeveer twintig minuten werd hij ontdekt. De stroom, die nog steeds door het lichaam ging, werd uitgeschakeld. Van enige mogelijkheid tot redding was natuurlijk geen sprake.

Volgens de wetten van Ohm — (stroomsterkte (in ampère) =  $\frac{\text{spanning (in volt)}}{\text{weerstand (in ohm)}}$  — en de wet

van Joule — in een weerstand wordt stroom in warmte omgezet — was hier een situatie ontstaan waarin van een mogelijkheid tot overleving geen sprake meer was. Wanneer de stroom voldoende sterk is — hier 360 volt —, de weerstand tussen aarde en lichaam klein, de weerstand in het lichaam niet groot (deze wordt bovendien kleiner naarmate de stroom blijft passeren) en de stroombaan in het lichaam ongunstig, dan wordt de kans op een dodelijke afloop groot. In het bovengenoemde geval bleef het lichaam ongeveer twintig minuten lang onder stroom. Door de ontwikkelde warmte had in het gehele lichaam verhitte en stolling van alle eiwitten plaats, het lichaam werd als het ware gekookt, een sterke „rigor mortis” was het gevolg. De vreemde houding waarin het slachtoffer door de val was geraakt vormde een macabere bijzonderheid.

Niet elk ongeval door elektrische stroom verloopt echter dodelijk; vaak blijft het bij een klap, enkele, soms zeer diepe brandwonden en een flinke schrik. Hiervoor kunnen de volgende redenen worden opgegeven.

De weerstand van het lichaam is variabel: een

\* KEMA: Keuring Elektrische Materialen en Apparaten.

droge huid kan een weerstand hebben van 50000 tot 100000 ohm, bij een vochtige huid — bijvoorbeeld wanneer men zich in de badkamer bevindt of in de keuken tijdens de was — behoeft deze weerstand slechts 1000 ohm te bedragen. Bij een hoge weerstand zal de stroom niet zo gemakkelijk het lichaam „binnendringen” en vitale organen beschadigen.

De stroombaan door het lichaam is niet altijd fataal, dat wil zeggen het hart ligt niet altijd in de stroombaan. De duur van het contact met stroomdraad en aarde is vaak maar kort en het contact is vaak onvolledig.

Koeppen, die zeer veel experimenteel werk op dit gebied heeft gedaan, heeft een tabel opgesteld, (tabel 1), waarbij de stroomsterkten in vier groepen worden ingedeeld.

*Tabel 1. Indeling van stroomsterkten volgens Koeppen.*

Groep	Stroomsterkte	Symptomen
I	25 mA	Spiercontractie, lichte tensieverhoging
II	25 - 80 mA	Stoornissen in hart- en ademhalingsritme, soms ademhalingsstilstand
III	80 mA - 3 A	Atrium- en ventrikel-fibrilleren
IV	3 A	Als II, soms ook met hartstilstand, vaker echter overslaan van stroom over huid

Ieder weet uit ervaring dat ventrikel-fibrilleren zeer gevaarlijk is en snel wordt gevolgd door hartstilstand in diastole, zeker indien geen poging wordt gedaan het fibrilleren te doen ophouden. Het is dus vooral stroomsterkte III die gevaarlijk is. Een kleine berekening leert, dat tot deze stroomsterktegroep de veel gebruikte spanning van 220 volt behoort. Als voorbeeld kan het veel voorkomende ongeval met de defecte of verkeerd aangesloten wasmachine dienen: de huidweerstand is laag, 1000 ohm, de lichaamsweerstand is eveneens ongeveer 1000 ohm, de spanning 220 volt. De stroom-

sterkte is  $\frac{220}{2000} = 110$  mA, met andere woorden

gelijk aan stroomsterkte III. Gelijkstroom — in huis zelden toegepast — heeft een geheel andere, ongeveer vier- tot vijfmaal hogere gevarengrens. Naast de directe, het leven bedreigende, gevaren van hartfibrilleren en van hart- en ademhalingsstilstand, zijn er bij het ongeval door elektriciteit de vaak zeer diepe, tot in het centrale zenuwstelsel doorgaande verbrandingen, met onder meer als latere optredende complicatie het „lower-nephron syndrome” en verder, door de lichtflits en hitteontwikkeling, de kans op de zogenaamde bliksemstaar.

Voor de praktiserende arts rijst de vraag wat te doen bij een ongeval door elektriciteit. Het belangrijkste wat hij dient te weten is: wanneer gebeurde het ongeval, hoe lang is er al een hart- en

ademhalingsstilstand? Is de vier-minutengrens ruim overschreden, dan kan de arts slechts de dood constateren. Is de arts er binnen vier minuten of heeft het fibrillerende hart het langer volgehouden, dan kan worden gepoogd het slachtoffer te redden. De behandeling richt zich dus geheel op het circulatoire en respiratoire apparaat. Vanzelfsprekend dient eerst de stroompassage te worden onderbroken. Het fibrilleren kan men trachten te onderbreken met een zogenaamde cardiacpunch, een stomp in de hartstreek, niet geheel zonder risico's, doch snel en soms effectief werkend; ook kan men proberen intracardiaal 0,5 mg (1 ml) orciprenaline sulfas (Alupent) in te spuiten. De injectie moet worden gegeven in de vijfde intercostaalruimte op twee vingers afstand links naast het sternum, naar de rugzijde gericht en ongeveer vijf cm diep. Alvorens te injecteren moet eerst geaspireerd worden.

Voor velen zal echter de uitwendige hartmassage volgens Kouwenhoven gemakkelijker uitvoerbaar zijn. Lange tijd is deze methode beperkt gebleven tot toepassing in operatiekamer en ziekenhuis; meer en meer durft men echter thans buiten het ziekenhuis uitwendige hartmassage toe te passen. Ongetwijfeld zijn er risico's aan verbonden maar deze moeten worden genomen. Men kan de Kouwenhovense methode toepassen ondanks het blijven bestaan van fibrilleren. De patiënt maakt dan tenminste kans levend het ziekenhuis te bereiken. Tijdens het transport moet vanzelfsprekend worden doorgemasseerd. Dit is geen gemakkelijke opgave wanneer men bedenkt dat meestal gelijktijdig ook moet worden beademd (met mond op mond of mond op neus). In het ziekenhuis kan worden getracht elektrisch te defibrilleren of met een elektrische „pacemaker” de hartactie te herstellen.

Gelukkig wordt de huisarts niet te vaak met deze zware elektrische ongevallen geconfronteerd. Meestal zijn het de brandwonden waarvoor de patiënt komt of zijn bezoek houdt verband met de schrikreactie. Men moet deze brandwonden met enige argwaan bezien en met grote zorg behandelen. Vaak gaan zij diep en excisie, gevolgd door sluiting of huidtransplantatie zal in bepaalde gevallen nodig zijn. Soms blijkt dan dat zelfs het onderliggende bot necrotisch is. Profylaxe van shock en infectie zijn de daarbij komende te treffen maatregelen. Indien de patiënt vertelt toch even een „black-out” te hebben gehad na de shock, verdient het zeker aanbeveling een electrocardiogram te laten maken om hartritme stoornissen uit te sluiten. Dit is een betrekkelijk kleine, doch veilige voorzorgsmaatregel om latere moeilijkheden te voorkomen.

Neurologische stoornissen, ontstaan door en na een elektroshock, eisen een uitgebreid specialistisch onderzoek. Zowel perifeer als centraal kan zenuwweefsel zijn beschadigd. Ook zal ofthalmologisch onderzoek soms noodzakelijk zijn. De verbrandingen met kansen op vorming van contracturen eisen weer de speciale zorg van de revalida-

tie-arts, terwijl eerst nog de internist zijn zorgen aan de nieren heeft moeten besteden en soms zelfs de kunstmatige nier heeft moeten gebruiken.

Het ongeval door elektriciteit is dus een zeer complex geval, complex soms van oorzaak, meer echter wat betreft de gevolgen. Een goede samenwerking tussen de verschillende specialisten is nodig om de patiënt door alle moeilijkheden heen te helpen. De consequenties van het elektrische ongeval zijn dan ook niet alleen voor de patiënt groot, financieel wordt het voor de verzekeringsmaatschappijen veelal een kostbare zaak. Vanuit dit standpunt bezien is er een zekere parallel te trek-

ken tussen het ongeval door elektriciteit en het verkeersongeval. Ook dit is een vaak zeer gecompliceerd gebeuren met grote medische en financiële consequenties.

Eigenlijk moest het ongeval door elektriciteit kunnen worden uitgebannen: met een verandering in de netspanning zou dit mogelijk zijn. Helaas is het volkomen overbodig te hoog gestelde voltage van 220 volt zo algemeen toegepast, dat overschakeling onmogelijk is zonder enorme financiële offers. Met deze wetenschap aanvaardt men dan ook met een bezwaard hart de twee-en-twintig doden per jaar.

## REFERATEN

VERZORGD DOOR DE STUDIEGROEP ARTIKELENDOCUMENTATIE

**1966-57 Drugs against viruses. Leading article. (1966)**  
*Brit. med. J. II, 600.*

Het onderzoek naar de mogelijkheid van chemotherapie bij virusinfecties is in volle gang. Reeds zijn duidelijke successen geboekt, met name in de strijd tegen variola major, alastrim, vaccinia en herpes simplex, terwijl de vooruitzichten ten aanzien van influenza en luchtweginfecties veelbelovend zijn.

Het best is het chemotherapeuticum methisazon (Marboran) onderzocht. In 1963 heeft men er een proef mee genomen als profylactisch middel in de strijd tegen pokken tijdens een epidemie in Madras. Het middel werd aan 2287 personen gegeven, die in nauw contact waren geweest met pokkenlijders. Slechts bij zes (0,26%) van hen ontwikkelden zich pokken, van wie twee overleden. Onder 2665 personen die in even sterke mate in contact waren geweest met pokkenlijders, doch die niet waren behandeld met methisazon traden 105 gevallen (3,94%) van pokken op met achttien sterfgevallen. Het verschil tussen deze twee groepen, wat betreft het krijgen van pokken en het percentage sterfgevallen is duidelijk statistisch significant. De voornaamste bijwerking van Marboran was braken.

In Sao Paulo werd het middel toegepast bij de bestrijding van een alastrim-epidemie. Aan 384 personen, die in contact waren geweest met alastrimlijders, werd het middel verstrekt (in een lagere dosis dan bij het Madras-experiment); acht van hen kregen alastrim. Onder 520 niet behandelde contacten kwamen 42 ziektegevallen voor. Van beide groepen was ongeveer 90 procent nooit gevaccineerd.

Het ontbreken van succes bij vroegere proeven met chemotherapeutica tegen virusinfecties kan misschien worden verklaard door het feit dat men het middel steeds als therapeutisch toepaste. Men heeft van een ander antiviraal chemotherapeuticum (behorende tot de thiosemicarbazongroep) kunnen vaststellen dat het pas werkzaam is wanneer het virus zich reeds in de cellen bevindt en zich actief vermeerdert. Vermoedelijk is hetzelfde het geval met methisazon. Het werkt dus door een infectie te onderdrukken die reeds bezig is zich in het lichaam te ontwikkelen, maar nog niet klinisch manifest is. In feite is toepassing van deze middelen dus therapie in een vroeg stadium en geen profylaxe, maar voor de buitenwereld lijkt het alsof het een voorbehoedend middel is. Als de ziekte reeds klinisch manifest is, bereikt men niet veel, want de dan benodigde veel hogere dosis wordt slecht verdragen en meestal uitgebraakt.

Ook bij enkele andere virusziekten zijn successen behaald. Methisazon deed vaccinia gangrenosa genezen. Duidelijk succes had het ook bij de behandeling van eczema vaccina-

tum. Idoxuridine heeft zijn vaste plaats gekregen in de strijd tegen herpesulcera van de cornea. Het is eveneens werkzaam bij vaccinia-infectie. Andere middelen die nog in ontwikkeling verkeren zijn onder meer amantidine hydrochloride, dat een profylactisch effect tegen influenza schijnt te hebben en statolon, een stof die de cellen aanzet interferon te maken.

L. J. Bastiaans.

**1966-58 Active management of the third stage of labour.**  
*Fliegner, J. R. en M. M. Hibbard (1966) Brita med. J. II, 622-623.*

Er bestaat een duidelijk verband tussen de lange duur van het derde stadium van de bevalling (het nageboortetijdperk) en het optreden van haemorrhagia post partum. Om dit risico te verminderen worden tegenwoordig op grote schaal en met succes oxytocinen toegepast, voordat de placenta wordt geboren. Uit vrees voor complicaties, zoals inversie van de uterus, wordt toepassing van tractie aan de navelstreng echter nagelaten. Maar toch, indien men de noodzakelijkheid van snelle verwijdering van de nageboorte erkent, is het logisch dat men niet alleen chemische, maar ook mechanische middelen toepast.

De schrijvers brengen rapport uit over hun ervaringen met deze gecombineerde methoden, toegepast in de Mill Road Maternity Hospital te Liverpool. In de periode van 1953-1962 werden 33149 patiënten volgens de traditionele methode behandeld. Wanneer er tekenen waren dat de nageboorte los lag werd manuele expressie toegepast (uitschrijven). Meestal werd na geboorte van de placenta 0,5 ml ergometrine intramusculair toegediend. In de laatste jaren dezer periode werd aan sommige patiënten deze injectie reeds toegediend bij geboorte van de voorste schouder. Manuele placenta-verwijdering werd toegepast wanneer de nageboorte na een uur nog niet los lag of wanneer het bloedverlies groter was dan ongeveer 570 ml.

Vanaf april 1963 werd een actievere behandeling toegepast. Eén ml Syntometrine (0,5 ergometrinemaleaat en 5 eenheden synthetisch oxytocine) werd onmiddellijk na geboorte van het hoofd, of zo spoedig mogelijk daarna ingespoten. Na uitdrijving van het kind en zodra men een flinke uteruscontractie waarnam werd tractie aan de navelstreng toegepast. Wanneer de placenta niet binnen 15 minuten werd geboren of het bloedverlies ongeveer 400 ml overtrof, werd manuele verwijdering toegepast, althans ernstig overwogen.

Deze actievere behandeling werd toegepast bij 10082 vrouwen. In de wijze van leiding van het eerste en tweede