

(Aus der Insulinabteilung der Heil- und Pflegeanstalt Egling-Haar.
[Direktor: Obermedizinalrat Dr. Pfannmüller].)

Über mobile Elektrodentechnik bei der Elektrokrampftherapie.

Von

A. von Braunmühl.

Mit 2 Textabbildungen (3 Einzelbildern).

(Eingegangen am 3. Februar 1942.)

Eine einheitliche Technik, die Elektroden zur Auslösung von Elektrokrämpfen am Kopf des zu Behandelnden anzubringen, ist heute noch nicht in Übung. Legt man sich die bisher gebräuchlichen Elektrodenmodelle zurecht und untersucht sie auf ihren prinzipiellen Unterschied, so darf man ihn darin sehen, ob und inwieweit die Elektroden während der Krampfauslösung manuell bedient werden. Wo man die Elektroden mittels verschiedener, mehr oder weniger praktischer Vorrichtungen, sei es nun einer Haube, einem Stirnband, einer Kopfspange oder einem Gummiband mechanisch an den Schädel andrücken lässt, scheidet jede manuelle Bedienung im eigentlichen Sinn aus. Nun spielt schon bei der mancherorts gebräuchlichen *Zangenmethode* die manuelle Bedienung im weiteren Sinne des Wortes eine Rolle, insofern ja die Elektroden letzten Endes durch Händekraft angedrückt werden. Dabei wird freilich zwischen Elektrode und Hand ein Hebelarm eingeschaltet, der die Gewinnung optimalen Kontaktes um so mehr erschwert, je länger er gehalten ist. Zum methodischen Prinzip wird die manuelle Bedienung erst bei der *mobilen Elektrodentechnik* erhoben, da hier grundsätzlich jede mechanische Befestigung der Elektroden wegfällt.

Die mobile Elektrodentechnik wurde bereits im Laufe der ersten 2 Wochen nach Einführung des Elektrokrampfes auf der Insulinabteilung Egling-Haar entwickelt, mußten wir uns doch überzeugen, daß sämtlichen Methoden, die auf eine unmittelbare, rein mechanische Befestigung der Elektroden hinauslaufen, Nachteile innewohnen. So empfanden wir es von Anfang an als unpraktisch, am Kopf von schwer erregten oder triebhaft widerstrebenden Kranken Gummibänder und Bügel anzulegen und für deren Befestigung durch ein Gurtband zu sorgen. Saßen die Elektroden endlich an der richtigen Stelle, so wußten erregte Kranke sehr bald, die unliebsame Apparatur abzuschütteln, jedenfalls aber die Stellung der Elektroden ungünstig zu verändern. In dem Bemühen, die Elektroden wieder an die gewünschte Stelle zu bringen, geht es nun erfahrungsgemäß ohne Wehr und Gegenwehr nicht ab. Gerade dies erhöht für Helfer und Patient die Gefahr, mit den Händen an die stromführenden Elektroden zu kommen. Zudem gelingt es bei mechanisch gehaltenen Elektroden kaum, bei gleichem Zeitaufwand optimalen Kontakt zu erhalten. Kurz, die Verhältnisse waren noch nicht befriedigend und dies veranlaßte uns, die stabile Elektrodentechnik

sehr bald zu verlassen, um sie durch eine mobile Technik zu ersetzen. Unsere ersten mobilen Elektroden waren primitiv: 2 alte Hörmuscheln eines Radioapparates, in die ein Bleikern gegeben war, mußten ausreichen. Im Laufe der letzten 2 Jahre wurde die mobile Elektroden-technik weiter entwickelt und ausgebaut. Nach Einbau einer Rückmelde-einrichtung ist nun die Konstruktion der Elektrode so weit abgeschlossen, daß der Allgemeinheit darüber Mitteilung gemacht und unsere Behandlungstechnik kurz dargestellt werden kann¹.

1. Die Elektroden.

Die mobilen Elektroden setzen sich im wesentlichen aus einer Metallkapsel mit Elektrodenfläche (Elektrodenkopf), der Sicherheitskontakteinrichtung, dem Isolierhandgriff und dem Stromzuführungskabel zusammen (vgl. Abb. 1a und b). In der Metallkapsel befindet sich eine

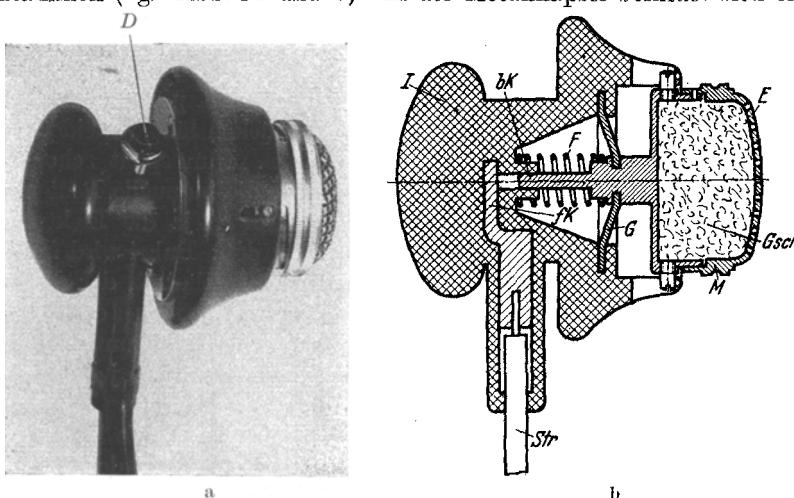


Abb. 1. Bei a mobile Elektrode in Seitenansicht; bei b mobile Elektrode auf dem Längsschnitt (Werkzeichnung von Siemens-Reiniger). Für die Schnittzeichnung gilt: E Elektrodenfläche, Gsch. Gummischwamm, M Metall, G Gummidichtung, F Feder, bK beweglicher Kontakt, I Isolation, fK fester Kontakt, Str Stromzuführung. Die Rückmeldeeinrichtung ist im Schnitt nicht eingezeichnet. Der Druckknopfkontakt der Rückmeldeeinrichtung ist bei Seitenansicht (D) kenntlich.

mit Salzwasserlösung getränktes Gummischwammeinlage, die ein sehr schmiegiges Metallschuppengeflecht mit glatter Oberfläche, die eigentliche Elektrodenfläche, polsterartig spannt. Das Oberteil der Metallkapsel mit dem Schuppengeflecht kann durch Lösen eines Bajonettverschlusses leicht abgenommen und der Gummischwamm zum Anfeuchten bequem herausgenommen werden. Der Elektrodenkopf schiebt sich beim Anpressen der Elektroden in den Isolierhandgriff um etwa 7 mm federnd hinein und stellt erst in der Endlage die Verbindung zwischen

¹ Den Siemens-Reiniger-Werken in Erlangen sei für die verständnisvolle Zusammenarbeit auch hier gedankt. Für die mobile Elektrode hat genannte Firma Gebrauchsmusterschutz angemeldet.

Elektrodenfläche und Stromzuführung im Innern des Isolierhandgriffes her, so daß die Sicherheit gegen unbeabsichtigte Berührung spannungsführender Teile der Elektroden wesentlich erhöht wird. Der Isolierhandgriff wurde bei dem neuen Serienmodell entsprechend unserer Anregung kurz und knaufartig gestaltet. Dabei ist der Isolierkörper zwischen knaufförmigen Griff und Elektrodenkopf in Form und Größe so gehalten, daß eine unbeabsichtigte Berührung der Elektrodenfläche während der Behandlung nahezu unmöglich ist. Das Stromzuführungs-kabel setzt sich an die Elektrode im rechten Winkel zur Elektrodenachse an. Ein Isolierschlauch versteift das Gummikabel vom Handgriff aus auf eine Länge von etwa 25 cm; damit wird eine Beschädigung des Kabels durch Knickung tunlich verhindert. Der ursprünglich lang gehaltene Elektrodenhandgriff mit zentral in Richtung der Elektrodenachse geführtem Kabel mußte aus rein praktischen Gründen, nämlich im Hinblick auf die von uns geübte *seitliche Lagerung* der zu Behandelnden, fallen. Die Handgriffform des nunmehrigen Serienmodells ist äußerst griffig.

2. Die Behandlungstechnik.

Der Kranke wird bei uns zur Krampfsetzung in rechte Seitenlage gebracht (vgl. Abb. 2). Die Beine werden maximal an den Rumpf angezogen, der Kopf gebeugt, die Wirbelsäule zum „Katzenbuckel“ geformt und die übereinandergeschlagenen Arme in den freibleibenden Raum vor Brust und Rumpf gelegt (*embryonale Lagerung*)¹. Dem Patienten wird ein gefaltetes großes Taschentuch in den Mund gegeben, auf das er beißt. Dann tritt die Pflegerin vom Kopfende des Bettes her an den Kranken heran, legt die Elektroden rechts und links an die Schläfen an und drückt kräftig ein. Damit ist Kontakt hergestellt und der Krampf kann nach Einschaltung des Apparates zur Auslösung gebracht werden.

Einige methodische Einzelheiten dürfen angeführt werden.

Besondere *Vorbereitungen* des Patienten für die Krampfbehandlung kennen wir nicht, es sei denn, daß man bei besonnten Kranken auf Entleerung der Blase dringt. Rasieren oder gar Auftragen einer Leitpaste in der Schläfengegend sind ganz überflüssig. Solche Prozeduren sollten in den Gebrauchsanweisungen für technisch gut durchgearbeitete Elektrokrampfgeräte nicht mehr empfohlen werden. Das Abreiben der Kopfstellen oberhalb der Schläfe mit Alkohol kann aus Spar-samkeitsgründen unterbleiben; Anfeuchtung mit 20%iger Kochsalzlösung genügt vollauf. Bei dem guten Kontakt, den die manuell bedienten mobilen Elektroden gewähren, ist auch vorheriges Anfeuchten entbehrlich.

Schwitzende Hypoglykämische werden an der Schläfe gut mit Alkohol abgerieben und dann mit der Kochsalzlösung genetzt. *Das Eintauchen der ganzen Elektrodenkappen in die Kochsalzlösung soll unterbleiben.*

Werden die Krämpfe nicht innerhalb kurzer Zeit serienmäßig gesetzt, so wird man für Neuanfeuchtung des Schwammes Sorge tragen. Langes Liegen der Elektroden mit angefeuchtetem Schwamm ist zu vermeiden. Alle Metallteile, die mit

¹ Diese *Kauerbewegung* ist nicht nur physiologisch, sie ist unseres Erachtens die biologisch eindeutig *reflektorische Schutzstellung* gegen solche und ähnliche elementare Einwirkungen. Vgl. dazu meinen Aufsatz: *Aus der Praxis der Krampftherapie (Lagerung usw.)* in Allg. Z. Psychiatr. 119 (1942). Im Erscheinen.

der Salzlösung in Berührung kommen, müssen stets gründlich gereinigt und sorgfältig getrocknet werden.

Verfügt man bei der Krampfbehandlung über 2 Hilfskräfte, so kommt es der zweiten zu, das gefaltete Taschentuch im Mund des Krampfenden zu halten. Ist es an einer Hilfskraft, sowohl die Elektroden zu bedienen wie sich nach Krampfauslösung um den Patienten zu kümmern, so bereitet auch das keine Schwierigkeiten. Man legt nach der Krampfsetzung die Elektroden schnell beiseite und findet genug Zeit, für Zungenschutz zu sorgen.

Nun ist es gewiß empfehlenswert, das Elektrokrampfgerät so aufzustellen, daß der Arzt während der Behandlung sowohl den Patienten

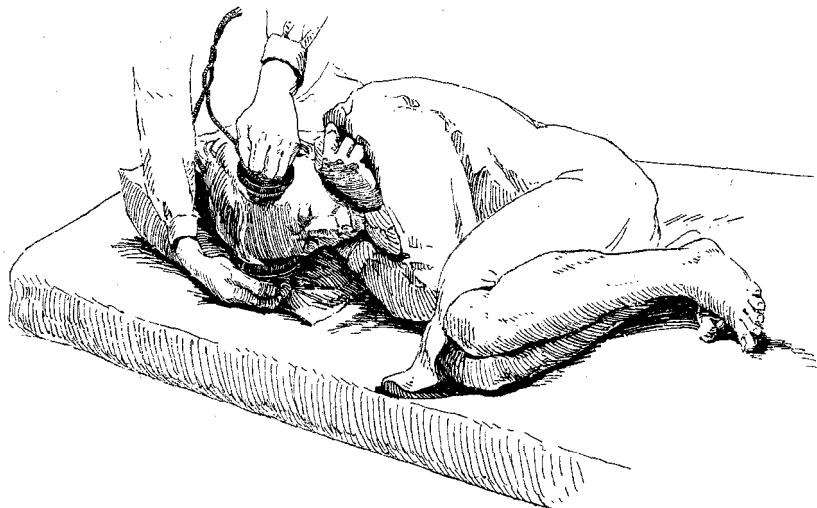


Abb. 2. Lagerung des Kranken zur Krampfbehandlung. Die mobilen Elektroden werden manuell an die Schläfen des Patienten gedrückt.

wie die in Nähe der Elektroden befindlichen Hilfspersonen überschaut. Praktisch läßt sich das überall dort leicht durchführen, wo einige wenige Kranke in einem kleinen Zimmer zur Behandlung kommen, ganz und gar jedoch nicht an Orten, die über einen langen Behandlungsraum (noch dazu mit Nebenzimmern) verfügen, in dem bzw. in denen in verhältnismäßig kurzer Zeit Serien von Krämpfen verabreicht werden müssen. Das ist auf unserer Insulinabteilung der Fall und es hat sich dabei die Technik herausgebildet, den Apparat an Ort und Stelle zu belassen, während die an einem 23 m langen Kabel angebrachten Elektroden „mobil“ sind. Nun ist es unmöglich, sich auf weite Strecken hin über die Umgebung des zu Behandelnden zu vergewissern; ja schon auf allernächste Entfernung hin fällt es schwer, den Sitz der Elektroden zu überschauen. Wer die mobilen Elektroden bedient, weiß als Nächststehender am besten Bescheid, ob alles zum Krampf fertig ist. Deshalb muß die Fertigmeldung von der Elektrodenbedienung kommen. Eine unten näher zu beschreibende Rückmeldeeinrichtung gibt uns heute die Möglichkeit, die Fertigmeldung unmittelbar zum Elektrokrampfgerät zu geben. Diese Fertig- oder Rückmeldung ist dann von ganz besonderer Wichtigkeit, wenn sich bei erregten oder widerstreben den Kranken eine

Mehrzahl von Hilfspersonen in Elektrodennähe befinden. Hier liegt die Verantwortung für etwaige Unfälle ganz bei der Elektrodenbedienung. Deswegen soll der Arzt oder eine wohlgeschulte, umsichtige Pflegeperson die Elektroden halten und Rückmeldung erstatten. Die Tätigkeit am Gerät ist ja keineswegs so schwierig, als daß nicht eine geschulte Insulinpflegerin in Gegenwart des Arztes die Schalter bedienen könnte. Gilt es doch lediglich auf einen Knopf zu drücken, bei Nichtauslösung des Anfalles dies zu wiederholen und bei weiterem Versagen um $\frac{2}{10}$ bis $\frac{3}{10}$ Sek. zu steigen. Dies hat jedenfalls für unsere Arbeitsstätte Geltung, wo wir konstant 350 mA. und $\frac{8}{10}$ Sek. voreinstellen, ausgenommen bei Tiefhypoglykämischen, wo das Zeitrelais auf 1 Sek. gestellt wird¹.

Die *Rückmeldeeinrichtung* als solche besteht aus einem kleinen Transformator mit 6V-Sekundärspannung, einer Signallampe für 6V, einem Steckkontakt, einem doppeladrigen Verbindungsleitung zwischen Konvulsator und einer der Elektroden und einem Druckknopfkontakt. Die angeführten Einzelteile sind in Serie geschaltet. Die Bedienung der Einrichtung gestaltet sich sehr einfach. Ist im Elektrodenbereich alles in Ordnung, wird durch kurzen Druck auf den Knopf (D) der rechten Elektrode (vgl. Abb. 1a) der Sekundärstromkreis des Transformators geschlossen, wodurch die Signallampe unter der grünen Decklinse am Elektrokrampfgerät aufleuchtet.

Der Druckknopf ist an der rechten Elektrode grifffgerecht angebracht; er kann mit dem rechten Zeigefinger, der die Elektrode fest umfassenden Hand, ohne Schwierigkeiten bedient werden. Kommt kein Krampf zustande, *blinkt* man mittels der Rückmeldelampe.

Die Beschreibung vermittelt nur ein unvollständiges Bild der mobilen Elektrodentechnik, die man praktisch geschen haben muß, um sich von ihrer Einfachheit, Schnelligkeit und Ungefährlichkeit zu überzeugen. Ich sage ausdrücklich Ungefährlichkeit, wenn alle Beteiligten, die in die Nähe der Elektroden kommen, immer wieder eingeschärft bekommen: *Hände weg vom Kopf des Patienten.* Kranken, die sich gegen die Behandlung wehren, müssen die Hände von vornherein zuverlässig gehalten werden. Hat man Gelegenheit, Widerstrebende zum Zweck der Krampfsetzung in die Hypoglykämie zu legen, so fallen alle Schwierigkeiten weg.

Wer aber bei der mobilen Technik die Elektroden bedient, ist fürs erste durch die *hochwertige Isolation des Handgriffs* gesichert. Als weitere Schutzmaßnahme sind im Konvulsator selbst zwei in besonderer Weise parallel zum Behandlungskreis geschaltete *Überspannungsableiter* eingebaut. Sie bewirken, daß niemals eine höhere Spannung an den Behandlungsklemmen auftreten kann, als beim größten, praktisch vorkommenden Widerstand zwischen den Elektroden (Schädel — + Übergangswiderstand) für die Erreichung der jeweils eingestellten Behandlungsstromstärke notwendig ist.

¹ *Anmerkung.* Da wir wegen des Gleichstromnetzes mit einem Umformer arbeiten müssen, der bei Belastung durch das Gerät seine Spannung erniedrigt und bei Netzspannungsschwankungen seine Tourenzahl und damit die Frequenz des erzeugten Wechselstromes ändert, müssen die wahren Strom- und Zeitwerte einem besonderen Diagramm entnommen werden. Sie liegen niedriger als das auf Grund der Voreinstellung gewonnene Produkt aus Stromstärke und Zeit.

Diese Spannung beträgt, wie die *Siemens-Reiniger*-Werke mitteilen, je nach der eingestellten Behandlungsstromstärke maximal 60—240 V. Als obere Grenze der praktisch möglichen Widerstände zwischen den Elektroden werden bei 40 mm Elektrodendurchmesser etwa $500\ \Omega$ angenommen (der Mittelwert der Widerstände beträgt nach früheren Messungen etwa $300\ \Omega$). Sind die zwischen den Elektroden liegenden Widerstände größer als $500\ \Omega$ oder bei der niedrigsten Behandlungsstromstärke größer als $1000\ \Omega$, so tritt eine Relaischaltung in Tätigkeit, welche die Spannung an den Behandlungsklemmen innerhalb $\frac{1}{25}$ Sek. abschaltet. Daraus ergibt sich ein weiterer Schutz für die mit dem Konvulsator arbeitenden Personen für den grob fahrlässigen und sehr unwahrscheinlichen Fall, daß vor Anlegen oder nach Abnehmen der Elektroden die beiden Elektrodenflächen gleichzeitig mit den Händen berührt, die beiden Elektrodenköpfe bis zum Anschlag in den Isolierhandgriff gedrückt werden und eine weitere Person versehentlich den Druckknopfschalter für den Behandlungsstrom betätigter. Da der Körperwiderstand für 50 periodigen Wechselstrom von Hand zu Hand größer als $1000\ \Omega$ ist, wird in einem solchen Fall gehäuft fahrlässigen Verhaltens die Spannung an den Patientenklemmen innerhalb $\frac{1}{25}$ Sek. selbsttätig abgeschaltet. Dabei kann durch den Körper im ungünstigsten Fall, d. h. bei der höchsten Stufe des Behandlungsstromstärkewählers und unter Annahme eines Körperwiderstandes von $1000\ \Omega$ (Spannung an den Behandlungsklemmen etwa 240 V) ein Strom von maximal 240 mA fließen. Nach den Untersuchungen von *Koeppen*¹, die an Hunden bei einer Stromstärke von 200—400 mA durchgeführt wurden, besteht erst dann Lebensgefahr, wenn der Stromdurchgang länger als etwa $\frac{1}{5}$ Sek. erfolgt. Man kann annehmen, daß beim Menschen die Verhältnisse ähnlich liegen. Es kann also wohl damit gerechnet werden, daß beim Konvulsator auch bei dem geschilderten sehr unwahrscheinlichen Fall infolge der sehr kurzen Stromdauer von $\frac{1}{25}$ Sek. der Strom nicht tödlich wirkt, jedoch muß selbstverständlich vor einem Versuch an Menschen dringend gewarnt werden.

Das Relais schaltet auch dann selbsttätig ab, wenn der Widerstand an den Elektroden aus einem anderen Grunde größer als 500 bzw. $1000\ \Omega$ ist, z. B. bei ungenügendem Kontakt der Elektroden am Kopf des Patienten oder bei etwaiger Unterbrechung der Elektrodenzuleitungen.

Nicht zuletzt liegt in der *Rückmeldeeinrichtung* eine ausgezeichnete Sicherung für unsere Arbeit. Wer über mobile Elektroden mit Rückmeldeeinrichtung verfügt, mache es sich zum Grundsatz, nur dann Strom zu geben, wenn durch Aufleuchten der grünen Signallampe am Konvulsator Fertigmeldung eintrifft. Ich kann mir nicht denken, wie bei der Beachtung der angeführten Arbeitsanweisung und den vorgesehenen Sicherheitseinrichtungen ein Unfall eintreten könnte. Die Firma empfiehlt schließlich noch die Sicherung durch Gummihandschuhe.

Wir fassen zusammen: Die mobile Elektrodentechnik erlaubt einfaches, schnelles und ungefährliches Arbeiten bei der Elektrokrampfbehandlung. Eine von der Elektrode her zu bedienende Rückmeldeeinrichtung bedeutet für alle Beteiligten eine besondere Sicherung. Für die Behandlung widerstrebender und erregter Kranker darf die mobile Elektrodentechnik als Methode der Wahl angesehen werden. Sie empfiehlt sich für alle übrigen Fälle allein schon durch den optimalen Kontakt, den man mittels der manuell zu bedienenden Elektroden erhält.

¹ Kreislauf und Atmung bei Gleichstrom- und Wechselstromeinwirkungen. Naunyn-Schmiedebergs Arch. 173 (1933).