

Modifikation und Optimierung der Leitungswasser-Iontophorese

Gunnar Schauf¹, Martin Hubert², Stephen Reinauer¹ und Erhard Hölzle³

¹ *Hautklinik (Direktor: Prof. Dr. T. Ruzicka)*

der Heinrich-Heine-Universität, Düsseldorf

² *Institut für Medizintechnik (Direktor: Prof. Dipl.-Ing. G. Schauf)*

der Bergischen Universität, Gesamthochschule, Wuppertal

³ *Hautklinik (Direktor: Prof. Dr. Dr. J. Ring),
Universitätskrankenhaus, Hamburg-Eppendorf*

Zusammenfassung

Die Leitungswasser-Iontophorese ist Therapie der Wahl bei Hyperhidrosis palmoplantaris, doch sind die bisher publizierten Therapie-schemata methodisch unterschiedlich. Das Ziel der vorliegenden Studie war, die wesentlichen methodischen Parameter anhand von systematischen, experimentellen Behandlungsserien zu untersuchen und ein optimales Therapieschema zu entwickeln. Gegenstand der Prüfung waren die Polung des Gleichstromes, die Dauer einer Behandlungssitzung, der Effekt von Elektrolytzugaben zum Behandlungsmedium und die Therapiefrequenz in der Erhaltungsphase. Als Ergebnis wird ein Behandlungsplan vorgeschlagen, bei dem während der Initialphase 3mal wöchentlich 10 min lang therapiert wird. Die Anode wird bis zum Erreichen der Normhidrosis konstant an einer Extremität gehalten. Anschließend erfolgt die Umpolung des Stromes. Die Therapie wird bis zur beidseitigen Normhidrosis weitergeführt (Dauerpolung). In der darauf folgenden Erhaltungsphase werden die Patienten alle 6–8 Tage 10 min lang mit von Behandlung zu Behandlung alternierender Strompolung therapiert (Wechselpolung). Als Behandlungsmedium dient Leitungswasser ohne Zusätze.

Schlüsselwörter

Hyperhidrosis palmoplantaris – Leitungswasser-Iontophorese

Die Leitungswasser-Iontophorese hat sich als Therapie der Wahl bei Hyperhidrosis palmoplantaris durchgesetzt [3, 7, 9]. Sie wurde von Bouman und Grunewald-Lentzer [1] inauguriert und 1968 von Levit [6] in die Dermatotherapie eingeführt. Die Effektivität konnte durch verschiedene Arbeitsgruppen belegt werden [3, 5, 7, 9, 10]. Als Wirkungsmechanismus wird eine postsynaptische Störung des sekretorischen Epithels im Sinne einer Störung der Stimulus-Sekretions-Kopplung diskutiert [8].

Die bislang publizierten Therapie-schemata (Tabelle 1) sind sehr unterschiedlich in ihren Angaben zu den wesentlichen Variablen der Leitungswasser-Iontophorese wie Dauer einer Therapiesitzung, Strompolung, Verwendung von Elektrolytlösungen als Behandlungsmedium und Therapieintervallen in der Erhaltungsphase [2, 3, 5, 7, 9–11].

In der vorliegenden experimentellen Studie wurde der Einfluß der Strompolung, der Dauer einer Therapiesitzung und der Zugabe von Elektrolyten zum Behandlungsmedium auf die Initialtherapie untersucht. Außerdem wurden Patienten katamnestisch zu den Behandlungsintervallen und Nebenwirkungen während der Erhaltungsphase befragt. Aus den Ergebnissen wird ein optimales Therapieschema entwickelt.

Material und Methoden

Patienten

Im Zeitraum von 1984–1991 wurden mehr als 500 Patienten mit Hyperhidrosis palmoplantaris durch unsere Arbeitsgruppe erfolgreich therapiert. 77 Patienten im Alter von 13–57 Jahren nahmen an der vorliegenden Studie zur Initialtherapie teil. Bei den Patienten wurden die wesentlichen Variablen der Initialtherapie der Leitungswasser-Iontophorese wie Dauer einer Therapiesitzung, Strompolung und das Behandlungsmedium entsprechend Tabelle 2 variiert.

28 Patienten im Alter zwischen 14 und 57 Jahren wurden ein Jahr nach Entlassung in die Heimtherapie zu ihren Erfahrungen und den aufgetretenen Nebenwirkungen während der Heimtherapie befragt.

Konstanter Behandlungsablauf

In allen Therapiemodifikationen war der folgende Behandlungsablauf konstant: Metallgegenstände wurden abgelegt und vorhandene kleine Epitheldefekte mit Vaseline abgedeckt, um vor zu hohen Stromdichten mit der Möglichkeit der Stromverbrennung der Haut zu schützen. Die in den Behandlungswannen befindlichen Edelstahl Elektroden wurden mit Schwammtüchern bedeckt, um eine gleichmäßige Verteilung der Stromdichte zu erreichen. Die Menge an Leitungswasser in den Behandlungswannen wurde so bemessen, daß nur die Endglieder von Fingern oder Zehen überdeckt waren. Vor Einbringen der Handflächen oder Fußsohlen in die Behandlungswannen wurde das Gerät eingeschaltet, um die Sicherheitsfunktionen in Gang zu setzen. Die Behandlungsspannung und damit der Behandlungsstrom wurde erst nach dem Eintauchen der Hände oder Füße langsam gesteigert, bis sich ein leichtes Kribbeln an der stromdurchflossenen Haut

Modification and optimization of tap water iontophoresis

G. Schauf, M. Hubert, S. Reinauer and E. Hölzle

Summary

Tap water iontophoresis is the therapy of choice in hyperhidrosis palmoplantaris. Therapeutic regimens, however, vary greatly. The aim of the present study was to develop an optimized therapeutic scheme. The main methodologic parameters subjected to systematic experimental study included the effects of current polarity, the duration of a single treatment session, the addition of electrolytes to the tap water and the treatment interval during maintenance therapy. The following procedure is proposed. During the initial phase, treatments are carried

out three times weekly for 10 min each time. The anode is kept on one extremity until normhidrosis is reached on this extremity. Then, polarity is changed until sweating is reduced to normal on the other extremity (constant polarity). In the subsequent maintenance phase, patients are treated at intervals of 6–8 days for 10 min each time. Polarity is switched from treatment to treatment (alternating polarity). Plain tap water is used without additives.

Key words

Hyperhidrosis palmoplantaris – Tap water iontophoresis

einstellte. Die Toleranz gegenüber der Behandlungsspannung variiert interindividuell, so daß keine allgemeine Empfehlung für die optimalen Stromparameter gegeben werden kann. Die Behandlungsspannung lag meist zwischen 20 und 40 Volt, woraus je nach Hautwiderstand eine Stromstärke von 8–15 mA resultiert. Nach Abschluß der vorgegebenen Therapiezeit wurde die Spannung durch das Gerät langsam auf Null zurückgeregelt. Erst danach konnten die Hände oder Füße ohne die Gefahr eines Stromschlags („Weidezauneffekt“) aus dem Wasserbad genommen werden.

Ebenfalls wurde das folgende Therapie-schemata konstant eingehalten. Die Behandlung der Hyperhidrosis durch Leitungswasser-Iontophorese gliederte sich in eine Initial- und Erhaltungstherapie. In der Initialtherapie fand die Therapie 3–5mal wöchentlich statt. Sie wurde mit Erreichen einer Schweißsekretionsmenge zwischen 10 und 20 Milligramm/min pro Handfläche s.u., was der Normhidrosis entspricht, beendet. Zeigte sich nach 25 Therapiesitzungen keine signifikante Besserung der Hyperhidrosis, so wurde die Therapie als erfolglos angesehen und abgebrochen. Bei erfolgreicher Initialtherapie wurde die Erhaltungstherapie nach Patientenschulung zu Hause durchgeführt [3].

Tabelle 1

Übersicht über bisher in der Literatur beschriebene Therapieschemata

Autor	Dauer einer Therapie-sitzung [min]	Anodenwechsel	Behandlungs-medium	Dauer der Initialtherapie [Tage]	Therapieintervall in der Erhaltungstherapie
Grice et al. [2]	15	Keine Angaben	Leitungswasser oder Poldine-Methosulfatlösung 0,05–0,075%	6–16	Mehrere Wochen bei der Verwendung von Leitungswasser
Hölzle et al. [3]	30	Alternierend oder keinen	Leitungswasser	12	7 Tage
Hölzle et al. [5]	20–30	Während der Therapiesitzung	Leitungswasser	10–11	7–10 Tage
Levit [7]	20–30	Während der Therapiesitzung	Leitungswasser	10 und mehr	7 Tage
Raulin et al. [9]	20–30	Alternierend	Leitungswasser	15	1–2 Sitzungen/Woche
Raulin et al. [10]	15–30	Keine Angaben	Leitungswasser	10–20	1–2 Sitzungen/Woche
Shen et al. [11]	60	Alternierend	Leitungswasser mit Glycopyrrolat (0,01%) und Aluminiumchlorid (2%)	4	Keine Angaben

Tabelle 2

a. Modifikation der Strompolung. Versuch 1 galt als bisherige Standardtherapie

Versuch	n	Dauer einer Therapiesitzung	Anodenwechsel	Behandlungsmedium
1	8		Vor jeder Sitzung	
2	10	30 Minuten	Einmal nach einseitiger Normhidrosis	Leitungswasser
3	6		Nach 15 Minuten während jeder Sitzung	

b. Modifikation der Dauer einer Therapiesitzung. Versuch 5 ist das von uns vorgeschlagene Therapieschema der Wahl

Versuch	n	Dauer einer Therapiesitzung	Anodenwechsel	Behandlungsmedium
2	10	30 Minuten		
4	11	15 Minuten	Einmal nach einseitiger Normhidrosis	Leitungswasser
5	12	10 Minuten		
6	5	5 Minuten		
7	5	2 Minuten		

c. Zugabe von Elektrolyten in das Behandlungsmedium. Versuch 8 (wie Versuch 1) dient als Vergleichsgruppe

Versuch	n	Dauer einer Therapiesitzung	Anodenwechsel	Behandlungsmedium
8	9			Leitungswasser
9	5	30 Minuten	Vor jeder Sitzung	Na Cl Lösung 0,93%
10	6			NH ₄ Cl Lösung 0,85%

beantworteten den katamnästischen Fragebogen, der die Behandlungsfrequenz, den Therapieerfolg und die Nebenwirkungen der Leitungswasser-Iontophorese während der Erhaltungstherapie betraf.

Bewertung der therapeutischen Wirksamkeit und Meßmethoden der Schweißsekretion

Als Parameter für die Wirksamkeit der Therapie galt die Dauer der Initialtherapie gemessen an der Anzahl der Behandlungssitzungen bis zum Erreichen der Normhidrosis. Wurde die Normhidrosis nicht erreicht, diente die prozentuale Ansprechquote dieser Therapieform als Parameter. Die Schweißsekretion wurde gravimetrisch anhand der pro Handfläche abgegebenen Schweißmenge bestimmt. Vor jeder Behandlungssitzung wurde die Handfläche mit einem Handtuch getrocknet und dann eine Minute lang auf ein Din-A4-Kopierpapier gelegt. Die vom Papier absorbierte Schweißmenge wurde mit einer Präzisionswaage (Präzisa Typ 250/9200, Pag Oerlikon AG, Zürich, Schweiz) als Gewichtszunahme unmittelbar anschließend bestimmt.

Therapiegeräte

Zur Behandlung dienten die Geräte HIDREX A2, HIDREX H1a und HIDREX H1p (HIDREX GmbH, Wuppertal), die einen kontinuierlichen Gleichstrom bis zu 30 mA bei maximal 63 Volt erzeugen und der Klasse 3 der medizinischen Geräteverordnung entsprechen. Die Therapiegeräte arbeiten durch Akkubetrieb netzgetrennt. Sowohl der Maximalstrom als auch die Geschwindigkeit der Stromänderung sind limitiert, um den Patienten, selbst bei Behandlungsfehlern, unbedingt vor unangenehmen Stromschlägen zu schützen. Durch einen externen Bedienungsschalter (Fußschalter) kann der Patient den Behandlungsstrom während der Therapie seinem subjektiven Empfinden anpassen.

Ergebnisse*Strompolung*

In unseren Untersuchungen erwies sich die Anode immer wirksamer als die Kathode. Es war jedoch kein signifikanter Einfluß auf den Gesamttherapieeffekt zu beobachten, gleich ob die Anode von Behandlung zu Behandlung zwischen den Händen gewechselt wurde oder ob die Stromrichtung bis zur einseitigen Normhidrosis konstant gehalten wurde und nach einmaligem Wechsel erneut bis zur vollständigen Normhidrosis bei-

Experimentelle Therapiemodifikationen

Strompolung. Zur Untersuchung des Effektes der Strompolung auf die Wirksamkeit (Tabelle 2a) wurden 8 Patienten in Versuch 1 mit der bisher üblichen Standardtherapie behandelt, d.h. die Anode wurde von Therapie zu Therapie zwischen den Händen gewechselt (Wechselpolung).

In Versuch 2 wurde bei 10 Patienten die Anode bis zum Erreichen der einseitigen Normhidrosis konstant gehalten. Anschließend wurde die Stromrichtung gewechselt und die Anode erneut bis zur vollständigen Normhidrosis beider Hände konstant gehalten (Dauerpolung).

Bei 6 Patienten in Versuch 3 wurde die Stromrichtung während einer Therapiesitzung nach 15 min gewechselt. Alle übrigen Behandlungsparameter wurden konstant gehalten. Die Dauer einer Therapiesitzung betrug jeweils 30 min, und als Behandlungsmedium diente Leitungswasser ohne Zusätze.

Dauer einer Therapiesitzung. In den Therapiemodifikationen der Versuche 4-7 wurde die Dauer der Therapiesitzung verändert (Tabelle 2b). Alle übrigen Behandlungsparameter blieben konstant. Als Standardtherapie diente die Methode in Versuch 2, wobei die Polung nur einmal nach Errei-

chen einer einseitigen Normhidrosis an der Anode gewechselt wurde. Als Behandlungsmedium wurde Leitungswasser verwendet und eine Behandlungssitzung dauerte 30 min. In den Vergleichsgruppen wurde die Dauer einer Behandlungssitzung auf 15, 10, 5 und 2 min verkürzt.

Elektrolytlösungen als Behandlungsmedium. Um den Effekt von Elektrolytzusätzen zu untersuchen, wurde dem Leitungswasser Natriumchlorid oder Ammoniumchlorid zugegeben. Die weiteren Behandlungsparameter waren konstant und entsprachen prinzipiell dem Versuch 1 (Tabelle 2c). 9 Patienten wurden als Vergleichsgruppe mit Leitungswasser-Iontophorese behandelt (Versuch 8). Die Stromrichtung wurde vor jeder Sitzung von je 30 min gewechselt und als Behandlungsmedium diente Leitungswasser.

5 Patienten wurden mit 0,93%iger physiologischer Natriumchloridlösung und 6 Patienten mit 0,85%iger Ammoniumchlorid-Lösung, isomolar in Bezug auf 0,93%ige Kochsalzlösung, behandelt.

Erhaltungstherapie

Zur Ermittlung der Wirksamkeit und Verträglichkeit der Dauertherapie wurden 50 Patienten ein Jahr nach Entlassung in die Heimtherapie angeschrieben. 28 Patienten

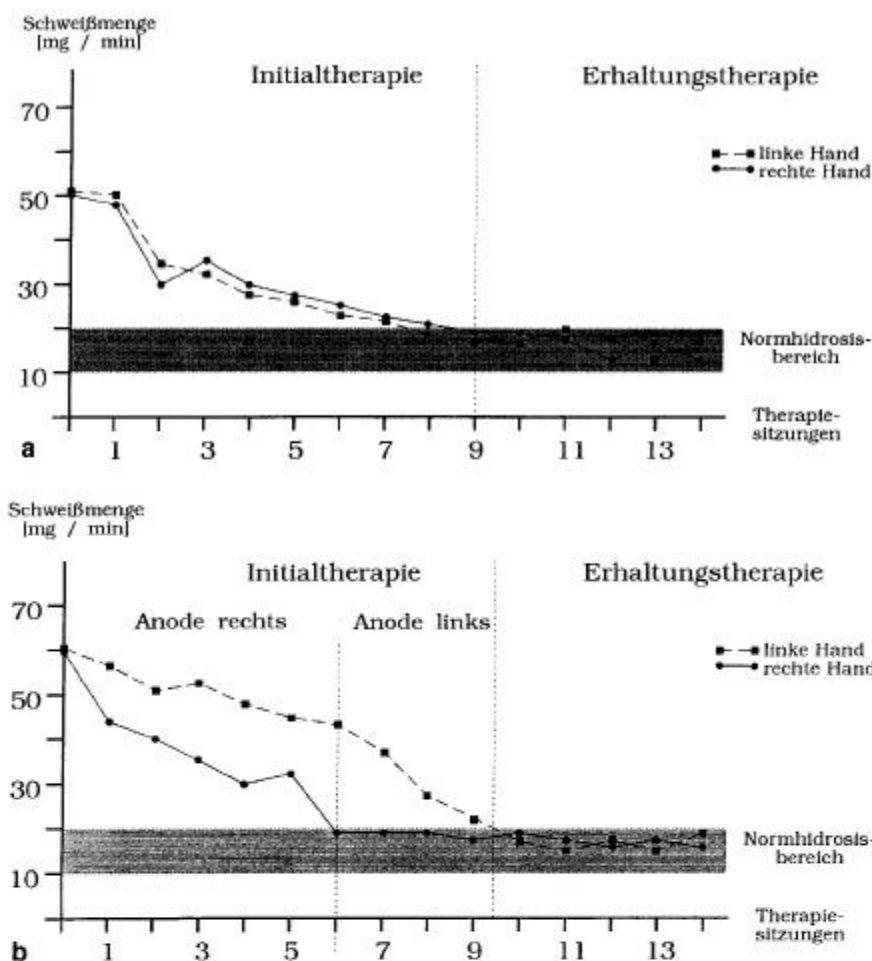


Abb. 1. a Reduktion der Schweißsekretion während einer Wechselelektrolyse. Die Schweißsekretion nimmt gleichmäßig an beiden Händen ab. Die Normhidrosis ist an beiden Händen nach 9 Behandlungstagen erreicht. $n=8$. b Reduktion der Schweißsekretion während einer Dauerpolungstherapie. Bei der Dauerpolungstherapie wird die stärkere Wirkung der Anode deutlich. Diese Hand wird nach 6 Tagen normhidrotisch. Die Gesamtbehandlungszeit ist mit der Wechselelektrolyse (Abb. 1a) annähernd identisch. Die beidseitige Normhidrosis wird nach 9,4 Behandlungssitzungen erreicht. $n=10$

der Hände konstant blieb. Sowohl beim ständigen Wechsel der Stromrichtung (Wechselelektrolyse) als auch bei einmaligem Wechsel (Dauerpolung) wurde der Therapieerfolg in allen Fällen an beiden Händen nach durchschnittlich 9,0 (SA 2,4) bzw. 9,4 Behandlungssitzungen (SA 3,0) erreicht (Abb. 1).

Bei der Dauerpolungstherapie war eine Hand bereits nach 6 Behandlungen normhidrotisch (Abb. 1b). Die Wechselelektrolyse führte an beiden Händen nach 9 Behandlungen zu einer gleichmäßigen Verminderung der Schweißsekretion (Abb. 1a). Beim Wechsel der Stromrichtung nach der Hälfte einer jeden Behand-

lungssitzung klagten die Patienten häufiger über Schmerzen, Erytheme und Brennen entlang der Wasserlinie nach der Umpolung und tolerierten dann in der zweiten Hälfte der Therapie nur geringere Behandlungsspannungen. Die Hemmung der Schweißsekretion war daher insgesamt geringer, die Anzahl der notwendigen Behandlungen bis zur Erscheinungsfreiheit größer.

Dauer einer Therapie Sitzung

Vergleichend wurden Behandlungszeiten von 30 min, 15 min, 10 min, 5 min und 2 min bei Dauerpolungstherapie untersucht. Wurde die Dau-

er einer Therapie Sitzung zwischen 10 und 30 min variiert, zeigte sich kein Unterschied in der Wirksamkeit, was durch die Anzahl der Behandlungssitzungen in der Initialtherapie belegt wird. Die Normhidrosis wurde nach 9,0–9,9 (SA 3,0) Behandlungssitzungen erreicht. Die Ansprechquote als Parameter für die Wirksamkeit der Therapie lag bei 100% (Abb. 2). Die statistische Auswertung anhand des T-Testes für unverbundene Stichproben ergab eine hochsignifikante Übereinstimmung der Ergebnisse ($\alpha=0,001$) bei Sitzungen von 10 bis 30 min Dauer.

Bei der 5minütigen Therapie wurde in 2 von 5 Fällen (Ansprechquote 60%) und bei der 2minütigen Therapie bei 3 der 5 Patienten (Ansprechquote 40%) das Behandlungsschema ohne Erfolg abgebrochen (Abb. 2).

Elektrolytlösungen als Behandlungsmedium

In der Standardgruppe (Versuch 8) wurde Leitungswasser ohne Zusätze als Behandlungsmedium für die Iontophorese-Therapie verwendet. In diesem Fall konnte eine Ansprechquote von 100% erreicht werden.

Wurde physiologische Kochsalzlösung (Versuch 9) verwendet, so konnte bei keinem der Patienten eine Normhidrosis erreicht werden (Abb. 2). In allen Fällen stellten sich bei den Patienten während der Therapie schmerzhafte interdigitale Fissuren und Erosionen ein, und es wurde eine geringere Stromstärke toleriert als bei der Standardgruppe.

Bei der Verwendung von in Bezug auf physiologische Kochsalzlösung isomolarer Ammoniumchlorid-Lösung (Versuch 10) wurde die Normhidrosis in 66,6% der Fälle erreicht (Abb. 2), und etwa die Hälfte der Patienten klagte über Nebenwirkungen wie Schmerzen, Brennen und Erytheme. Die durchschnittlich tolerierte Stromstärke war niedriger als bei der Verwendung von reinem Leitungswasser, aber höher als bei Zusatz von Natriumchlorid.

Die geringere Wirksamkeit von Ammoniumchlorid-Lösung und die noch schlechtere Wirksamkeit der Natriumchlorid-Lösung gegenüber

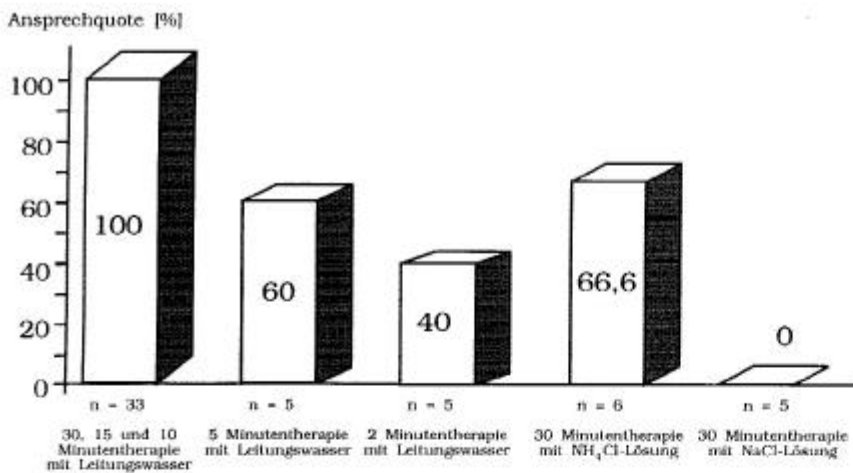


Abb. 2. Ansprechrate der verschiedenen Therapiemodifikationen. Nur die Iontophorese mit Leitungswasser bei einer Sitzungsdauer zwischen 10 und 30 min führt zum vollständigen Therapieerfolg. Verkürzung der Behandlungszeit oder Zusatz von Salzen vermindern die Wirksamkeit. n = Anzahl der Patienten

reinem Leitungswasser war darauf zurückzuführen, daß beim Zusatz von Salzen aufgrund der geringeren Verträglichkeit nur schwächere Stromstärken toleriert wurden.

Erhaltungstherapie

Alle 28 Patienten bestätigten den bleibenden Therapieerfolg in der Erhaltungstherapie. 8 Patienten (29%) orientierten die notwendige Behandlungsfrequenz an der subjektiven Einschätzung ihrer Hautfeuchtigkeit und behandelten in unterschiedlichen Intervallen, die von wenigen Tagen bis zu einigen Wochen reichten. Die restlichen 20 Patienten therapierten im Durchschnitt alle 6,5 (SA 3,5) Tage. 6 der Befragten (21%) gaben eine leichte Hautrötung entlang der Wasserlinie während oder kurz nach der Leitungswasser-Iontophorese-Behandlung an. 2 Patienten (7%) beschrieben eine starke Austrocknung der Haut mit pityriasiformer Hautschuppung und ein Patient (3%) klagte über Juckreiz in den behandelten Hautarealen.

Besprechung

Die in der Literatur beschriebenen Therapieschemata sind sehr unterschiedlich in ihren methodischen Ansätzen und variieren in der Dauer einer Therapiesitzung, der Strompolung, der Verwendung von Elektrolytlösungen als Behandlungsmedium

und den Therapieintervallen in der Erhaltungstherapie (Tabelle 1). Die Länge einer Behandlungssitzung reicht von 15 min [2, 10]–60 min [11]. Die Stromrichtung wird entweder während der Therapiesitzung [5, 7] oder von Behandlung zu Behandlung [3, 9, 11] gewechselt, oder sie wird konstant gehalten [3]. Die Behandlungsintervalle in der Erhaltungsphase variieren zwischen 2 Behandlungen pro Woche [9, 10] und einer Therapiesitzung in mehreren Wochen [2]. Von mehreren Autoren wird die stärkere Wirkung der Anode hervorgehoben [1, 3, 5–7, 9]. Eine Erklärung hierfür ist nicht bekannt. In Bezug auf die Strompolung führen unsere Untersuchungen zu einem neuen Behandlungsschema. Es empfiehlt sich, die Anode so lange konstant zu halten, bis sich eine einseitige Normhidrosis einstellt. Nach anschließender Umpolung und erneuter Konstanthaltung der Stromrichtung wird die Behandlung bis zur beidseitigen Normhidrosis fortgesetzt. Es ist günstig, die stärker wirksame Anode beim Rechtshänder zuerst an die rechte und beim Linkshänder an die linke Hand zu legen. Dadurch ist im Gegensatz zu bisher üblichen Therapieschemata gewährleistet, daß die vorzugsweise genutzte, dominante Hand des Patienten bereits nach durchschnittlich 6 Behandlungen normhidrotisch wird, ohne daß sich

die Dauer der Gesamttherapie verlängert. Das schnelle Erleben des Therapieerfolges, wenn auch nur an einer Extremität, verstärkt das Vertrauen des Patienten in die Therapie und beeinflusst die Patienten-Compliance positiv. In unseren Untersuchungen wird die beidseitige Normhidrosis nach 9–10 Behandlungen erreicht, was mit den Ergebnissen anderer Autoren vergleichbar ist (Tabelle 1). Das Wechseln der Stromrichtung während einer Therapiesitzung ist aufgrund verstärkt auftretender Nebenwirkungen und einer geringeren Stromtoleranz mit daraus resultierender verminderter Schweißsekreteionshemmung ungünstig. Aus den vorliegenden Untersuchungen geht ferner hervor, daß die Dauer einer Behandlungssitzung ohne den Verlust der Effektivität der Therapie bis auf 10 min verkürzt werden kann. Der zeitliche Aufwand der Therapie wird daher für Patienten, Arzt und Hilfspersonal wesentlich geringer.

Bei einer Verkürzung der Dauer einer Behandlungssitzung auf 5 bzw. 2 min wurde das Therapieschema in 40% bzw. 60% der Fälle erfolglos abgebrochen. Die Patienten wurden danach dem Standardschema (Dauerpolung, 10minütige Sitzungsdauer) zugeführt und in allen Fällen wurde dann eine Normhidrosis erreicht. Das Versagen der Therapie bei einer Behandlungssitzung von 5 bzw. 2 min bei diesen Patienten ist also auf die zu kurze Behandlungszeit und nicht auf eine Therapieresistenz der Patienten an sich zurückzuführen.

Die von anderen Autoren [10] als mögliche Therapievereinfachung beschriebene gleichzeitige Behandlung von Händen und Füßen ist als ungünstig zu beurteilen. Durch das gleichzeitige Eintauchen von Händen und Füßen steigt der Gesamtwiderstand im Stromkreis an, woraus ein geringerer Behandlungsstrom der einzelnen Extremität mit möglicherweise sinkender Ansprechquote resultiert. Zusätzlich werden Thorax und Abdomen in den Stromkreis miteinbezogen, was zusätzliche Nebenwirkungen, auch am Herzen, verursachen könnte. Durch das gleichzeitige Eintauchen von Händen und Füßen wird eine selbstständige Anpassung

des Behandlungsstromes durch externe Bedienschalter unmöglich.

Als Behandlungsmedium wird in Literaturangaben am häufigsten Leitungswasser verwendet [3, 5, 7, 9, 10]. Vorliegend haben sich Zusätze von Salzen wie Natriumchlorid oder Ammoniumchlorid als ungünstig erwiesen. Sie erhöhen das Auftreten von Nebenwirkungen und verringern den Erfolg der Therapie. Physiologische Kochsalzlösung ist ungünstiger als isomolare Ammoniumchlorid-Lösung. Eine Erklärung dafür ist möglicherweise in der Ionengröße zu suchen. Die kleineren Natriumchlorid-Ionen führen häufiger zu Nebenwirkungen und zu einer geringeren Ansprechquote der Therapie.

Anticholinergische Zusätze, wie von Shen et al. [11] und Grice et al. [2] vorgeschlagen werden, sind aufgrund ihrer möglichen lokalen und systemischen Nebenwirkungen abzulehnen. Ein etwaiger Zusatz von Aluminiumchlorid [11] wirkt sich negativ aus, da sich die Wirkungsmechanismen von Aluminiumchlorid [4] und Leitungswasser-Iontophorese [8] gegenseitig behindern. Aluminiumchlorid verschließt die distalen Ausführungsgänge der Schweißdrüsen im Bereich der Akrosyringien [4], die bei der Leitungswasser-Iontophorese für den Stromfluß und Ionentransport durchgängig sein müssen [8]. Dieses wird durch eigene Erfahrungen an Patienten bestätigt, da bei gleichzeitiger lokaler Anwendung von Aluminiumchlorid-Lösungen die Wirksamkeit der Leitungswasser-Iontophorese deutlich verringert wird. Außerdem ist darauf zu achten, daß nicht entionisiertes Wasser verwendet wird. Bei zwei Patienten unserer Versuchsreihe ließ sich der Verlust des Therapieeffektes in der Heimtherapie auf das verwendete ionenarme, häusliche Leitungswasser zurückführen. Eine Entionierungsanlage, installiert zur Senkung des Kalkgehalts, entfernte fast das gesamte Ionenvorkommen im Leitungswasser, so daß ein für die Therapie ausreichender Stromfluß auch durch die maximale Spannung des Gerätes von 63 Volt nicht mehr erzielt werden konnte.

Für das rezidivfreie Intervall nach der Initialtherapie oder die Behand-

lungsfrequenz in der Erhaltungstherapie werden in der Literatur Zeiträume bis zu mehreren Wochen angegeben [2, 6]. Unsere Untersuchungen haben gezeigt, daß für die Aufrechterhaltung der Normhidrosis in der Erhaltungstherapie durchschnittlich alle 6,5 Tage therapiert werden muß. Dabei sollte die Stromrichtung von einer Behandlungssitzung zur nächsten gewechselt werden, um einen gleichmäßigen Therapieeffekt beizubehalten. Eine Erhaltungstherapie muß auf Dauer fortgesetzt werden. Sie verliert auch nach Jahren nicht ihre Wirksamkeit. Langzeit-Nebeneffekte sind nicht bekannt.

Im Gegensatz zur Iontophorese mit Natriumchlorid- oder Ammoniumchlorid-Lösungen treten bei Iontophorese mit Leitungswasser nur in wenigen Fällen akute Nebenwirkungen auf. Sie beschränken sich auf leichte Rötung oder Juckreiz der behandelten Hautareale während oder kurz nach der Therapie. Korrekte Behandlungsdurchführung, die vor allem den Schutz vor zu hohen Stromdichten gewährleisten soll, verhindert stärkere Hautschäden, wie die Entstehung von Strommarken. Bei bestehender Nickel-Sensibilisierung mit klinischer Relevanz können ersatzweise Kupfer- oder Aluminiumelektroden Verwendung finden. Starke Austrocknung mit pityriasiformer Hautschuppung entsteht aufgrund einer zu häufig durchgeführten Behandlung. Sie kann durch Verlängerung der Therapieintervalle und Hautpflege mit fettenden und hydrierenden Externa beseitigt werden.

Schlußfolgerung

Anhand der geschilderten experimentellen Untersuchungen kann folgendes optimiertes Therapieschema vorgeschlagen werden: In der Initialtherapie wird 3–5 mal wöchentlich jeweils 10 min lang behandelt. Dabei wird die Anode bis zum Erreichen der einseitigen Normhidrosis konstant gehalten. Anschließend erfolgt die Verlagerung der Anode an die andere Extremität und erneute Konstanthaltung bis zur vollständigen beidseitigen Normhidrosis. Es schließt sich die Erhaltungstherapie an,

in der die Therapie alle 3–9 Tage bei einer Sitzungsdauer von 10 min durchgeführt wird, wobei die Anode alternierend von Therapie zu Therapie gewechselt wird. Als Behandlungsmedium dient normales, nicht-entionisiertes Leitungswasser.

Das angeführte Therapieschema kann im Analogschluß auch für die Therapie der Hyperhidrosis plantaris angewendet werden, was unsere Erfahrungen an zahlreichen Patienten zeigen.

Mit teilweiser Unterstützung des Ministers für Wissenschaft und Forschung des Landes Nordrhein-Westfalen, Nummer des Vorhabens FA 9665, sowie der Gesellschaft für Medizin und Technik, Düsseldorf und Wuppertal.

Literatur

1. Bouman HD, Grunewald-Lentzer EM (1952) The treatment of hyperhidrosis of hand and feet with constant current. *Am J Phys Med* 31:158–169
2. Grice K, Sattar H, Baker H (1972) Treatment of idiopathic hyperhidrosis with iontophoresis of tap water and poldine methosulfate. *Br J Dermatol* 86:72–78
3. Hölzle E, Alberti N (1987) Long-term efficacy and side effects of tap water iontophoresis of palmar hyperhidrosis – the usefulness of home therapy. *Dermatologica* 175:126–135
4. Hölzle E, Kligman AM (1979) Mechanism of anti-perspirant action of aluminum salts. *J Soc Cosm Chem* 30:279–295
5. Hölzle E, Pauli M, Braun-Falco O (1984) Leitungswasser-Iontophorese zur Behandlung von Hyperhidrosis manuum et pedum. *Hautarzt* 35:142–147
6. Levit F (1968) Simple device for treatment of hyperhidrosis by iontophoresis. *Arch Dermatol* 98:505–507
7. Levit F (1980) Treatment of hyperhidrosis by tap water iontophoresis. *Cutis* 26:192–196
8. Reinauer S, Schauf G, Hubert M, Hölzle E (1992) Wirkungsmechanismus der Leitungswasser-Iontophorese: Funktionelle Störung des sekretorischen Epithels. *Z Hautkr* 67:622–626
9. Raulin C, Rösing St, Petzoldt D (1988) Heimbehandlung der Hyperhidrosis manuum et pedum durch Leitungswasser-Iontophorese. *Hautarzt* 39:504–508
10. Raulin C, Rösing St, Petzoldt D (1988) Iontophorese: Therapiekonzept bei Hyperhidrosis manuum et pedum. *Dtsch Derm* 36:969–970
11. Shen JL, Lin GS, Li WM (1990) A new strategy of iontophoresis for hyperhidrosis. *J Am Acad Dermatol* 22:239–241

Eingegangen am 6. Oktober 1993
Angenommen am 19. Januar 1994

Prof. Dr. E. Hölzle
Hautklinik
Universitäts-Krankenhaus
Hamburg-Eppendorf
Martinistraße 52
D-20246 Hamburg