

Springer-Verlag, Berlin-Göttingen-Heidelberg 1932. — 6. Rein, H., u. M. Schneider, Einführung in die Physiologie des Menschen. Springer-Verlag, Berlin-Göttingen-Heidelberg 1960. — 7. Bykow, K. M., Lehrbuch der Physiologie. VEB Verlag Volk und Gesundheit, Berlin 1960. — 8. Rohracher, H., Naturwiss. 49, 7 (1962). — 9. Theves, B., Zschr. Meteorol. 4, 11/12 (1964). — 10. Wenzel, H. G., Sonderheft der REFA-Nachrichten, Darmstadt 1958. — 11. Büttner, K., Physikalische Bioklimatologie. Akad. Verl. Ges., Leipzig 1938. — 12. Ders., Die Wärmeübertragung durch Leitung. Veröff. Preuß. Meteorol. Inst. Nr. 404 Abh. Bd. X, Nr. 5, Berlin 1934. — 13. Pfeleiderer, H., Zschr. exper. Med. 90 (1933). — 14. Theves, B., Diss. Leipzig 1963. — 15. Marinov, W., Zschr. Meteorol. 5, 6 (1966).

Anschrift des Verfassers:

Dr. B. Theves, 1115 Berlin-Buch, Forschungsinstitut für Bioklimatologie Berlin-Buch, Lindenberger Weg 24

TODOROW ~~BY~~ KARDASCHEW Z, PESCHEW N

206-4

EFFECT OF MICRO-WAVE IRRADIATION ON THE
ULTRAVIOLET BIODOSE (GER)

ARCH PHYS THER (LEIPZIG), 20, 57-60,
JAN-FEB 68

HUMAN, *MICROWAVES, RADAR, *RADIATION
EFFECTS, *SKIN/RADIATION EFFECTS,
ULTRAVIOLET RAYS

NATIONAL LIBRARY OF MEDICINE (MEDLARS)

Arch. Phys. Ther. (Leipzig) Glaser
20, 57-60 (Jan-Feb '68)
"Effect of microwave irradiation on
the ultraviolet
biodose"
P. 57
60

(Aus dem HMI — Sofia, Bulgarien)

Einfluß der Mikrowellenbestrahlung auf die ultraviolette Biodose

Von N. Todorow, Z. Kardaschew und N. Peschew

Von der biologischen Wirkung der Mikrowellen sind die Wärmewirkung und der Einfluß auf das Herz- und Kreislaufsystem die am besten untersuchten Komponenten. Obwohl in den letzten Jahren in vielen Ländern eine Reihe von Publikationen zu diesen Fragen erschienen, sind nicht alle wesentlichen Besonderheiten festgelegt.

Die Einwirkung der Mikrowellen ruft kapillare Reaktionen und Veränderungen im Herz- und Kreislaufsystem hervor, deren Grad von den individuellen Besonderheiten des Kranken, der Lokalisation und der Intensität der Einwirkung abhängt. Eines der deutlich hervortretenden Phänomene ist der gefäßeweiternde Effekt, der hier stärker ist als bei anderen Hochfrequenzstrahlungen. Gleichzeitig kommt es zur Verstärkung der Blutzirkulation in der bestrahlten Zone. Diese Zirkulationsverstärkung erreicht ihr Maximum nach 15minütiger Einwirkung. In 20 bis 30 Min. nach Unterbrechung der Bestrahlung beobachtet man die Rückkehr zum Ausgangszustand. Der menschliche Körper, in dem jede Gewebsschicht andere elektrische Parameter besitzt, erwärmt sich im elektrischen Feld desto gleichmäßiger, je größer die Frequenz der verwandten Wellen ist. Das ist einer der Vorzüge der Mikrowellentherapie. Im bestrahlten Abschnitt ist der Wärmeeffekt gut ausgedrückt. Bei starker Einwirkung mit einer Dauer von 15 bis 20 Min. kann der Temperaturanstieg im bestrahlten Bezirk 5 bis 10°C erreichen. Dabei erhöht sich die allgemeine Körpertemperatur nur um einige Zehntel Grade. Über den Mechanismus der biologischen Wirkung der Mikrowellenbestrahlung existieren verschiedene Ansichten. Einige meinen, es gäbe keine überzeugenden Beweise für eine Nicht-Wärmewirkung und Besonderheiten der Absorption der Energie der elektromagnetischen Wellen. Deshalb herrscht die Vorstellung, daß der primären Wirkung der Radarbestrahlung die Mikroerhitzung ausgewählter Strukturen mit weiteren komplizierten neuro-reflektorischen und hormonellen Einflüssen zugrunde liegt, die zu allgemeinen funktionellen Veränderungen im Organismus führt.

In letzter Zeit hält man es für notwendig, daß die Wärmekomponente von der spezifischen klar abzugrenzen ist. Die Wärmekomponente selbst ist spezifisch. Der Wärmeeffekt ist bedingt durch das Zustandekommen von geordneten (kohärenten) Schwankungen der Wassermoleküle und der Ionen in den Geweben, nicht aber durch eine Erhöhung der Energie der Chaotbewegung der Moleküle, wie das bei der gewöhnlichen Erhitzung der Fall ist. Deshalb darf man die biologische Wirkung der Mikrowellen nicht nur auf die Wärme zurückführen, obgleich sie auf den Fond der Gewbeerhitzung zustande kommt. Letztere spielt eine wesentliche, oft entscheidende Rolle bei hoher Intensität. Die Energie der Mikrowellen verstärkt die Braunsche Bewegung der Teilchen im Organismus, und damit erhält man zugleich die gerichtete, kohärente Bewegung der Teilchen. Deshalb spielt hier nicht nur die Übertragung der Wärme eine Rolle.

Der spezifische Effekt wird von einigen Autoren (5 bis 7) wie folgt aufgefaßt: Die Energie der Mikrowellen wird nicht warm auf die Eiweiß- und Wassermoleküle weitergegeben. Eine wahre spezifische Wirkung ist die Resonanz mit eigenen Schwingungen der verschieden großen lebenden Aggregate. Bei einer solchen Resonanz kann z. B. die labile Wasserstoffbindung irgendwo in der Struktur des Eiweißes (oder der Aminosäure) zerrissen werden. Sofort kommt es zu einem funktionellen Umbau, es werden neue Aminosäuren gebildet, das Eiweißmolekül verändert sich strukturell. Seine veränderte Funktion ist der Beginn einer Kette von physiologischen Prozessen. Man stellt sich vor, daß jede verschiedene Frequenz der elektromagnetischen Wellen bestimmte verletzbare Resonanz-Strukturelemente hat. Bei großer Leistung der

Strahlung verdeckt, verwischt der Wärmeeffekt den spezifischen, weil die Braunsche Bewegung die kohärente übersteigt und die Zerstörungen der Eiweiß- und Wasserstrukturiert-heit chaotisch werden.

Der unmittelbare Einfluß der Energie der Mikrowellen auf die Nervenendigungen und die physiko-chemischen Prozesse in den Geweben wird zum auslösenden (Schlüssel-) Moment für den reflektorischen neuro-humoralen Mechanismus der bei der Radarterapie beobachteten Reaktionen. Während der Wärmeeffekt vor allem im bestrahlten Bezirk erscheint, überschreiten die Gefäßreaktionen weit seine Grenzen, was für das Vorhandensein einer reflektorischen Wirkung der Mikrowellen spricht.

Die biologische Wirkung der elektromagnetischen Felder läßt sich meistens aus ihren Einfluß auf die Prozesse der Führung und Wechselverbindungen im lebenden Organismus zurückführen: zwischen den Systemen, zwischen den Zellen, zwischen den Molekülen. Anders gesagt, das elektromagnetische Feld übt seinen Einfluß auf die Informationswechselwirkungen aus, und es scheint, daß die Energie nur als Mittel zur Verwirklichung dieses Einflusses genügt. Nicht sicher ist experimentell festgestellt, ob der Charakter der physiologischen Reaktionen im elektromagnetischen Feld auch bei Variieren der Größen der Energie des Wirkungsfeldes in ziemlich breiten Grenzen praktisch unverändert bleibt. Mehr noch, die Effektivität der Reaktion kann sogar ansteigen bei Verringerung der Intensität der Einwirkung.

Alles das führt zu der Auffassung, daß die biologische Aktivität der elektromagnetischen Felder nicht durch die energetischen, sondern durch ihre Informationswechselwirkungen mit dem lebenden Organismus bedingt ist, d. h., die Hauptsache dieser Wechselwirkung ist nicht die Umformung der elektromagnetischen Energie in andere Energieformen, sondern der Einfluß der elektromagnetischen Felder auf die Prozesse der Umformung, der Übertragung, der Kodierung und der Speicherung der Informationen in den lebenden Systemen (6).

Seit der Zeit der technischen Bewältigung des Mikrowellendiapasons sind mehr als 1 000 Arbeiten publiziert worden, die sich beziehen auf die elektrischen Eigenschaften der lebenden Gewebe bei Mikrowellenbestrahlung, Absorption und Umformung der Energie der Mikrowellen in den Geweben, die Einwirkung auf die Organismen und die biologischen Strukturen, Anwendung in der Physiotherapie, Untersuchung der schädlichen Wirkung und Anwendung der Mikrowellen in den biologischen Untersuchungen.

In der uns zugänglichen Literatur fanden wir keine Angaben über die Benutzung der ultravioletten Biodose als Indikator für die Radareinwirkung auf den Organismus. Die Biodose aber informiert uns nicht nur über die individuelle Empfindlichkeit gegenüber ultravioletten Strahlen, sondern auch über die Reaktionslage des Organismus überhaupt.

Die ultravioletten Strahlen wirken auf neuro-reflektorischem Wege, und die Empfindlichkeit ihnen gegenüber ist ein Anhalt für die Arbeit des vegetativen Nervensystems und des endokrinen Apparates. Die Biodose verliert in ihrer Höhe durch das Wirken vieler Faktoren: Erregungs- und Hemmungsprozesse, Ernährung, Ermüdung, Erkrankungen, einiger Arzneimittel, Menstruation, Schwangerschaft usw. Die gewöhnliche Wärmeapplikation in dem Bezirk, der für die Biodose vorgesehen ist, verringert deren Höhe, d. h. erhöht die Empfindlichkeit gegenüber ultravioletten Strahlen. Eine Reihe von Autoren weist darauf hin, daß das gleiche Phänomen auch bei vorheriger Bestrahlung mit Infrarotlicht und bei vorheriger mechanischer Reizung der Haut (Massage) zu beobachten ist.

Andererseits: „Durch vorherige Anwendung von UV-Strahlen mit nachfolgender Einwirkung von Wärmestrahlen oder eines mechanischen Reizes auf die Haut wird

die Reaktion der Haut auf UV-Strahlen abgeschwächt. In dieser Weise wirken auch andere physikalische Faktoren: warme Bäder, elektrisches Feld mit ultrahoher Frequenz, d'Arsonval'sche Ströme, Paraffin, Heilschlamm usw. (11).“ Interessant ist zu untersuchen, ob das gleiche bei der Bestrahlung mit Radar geschieht.

1. Wir benutzten folgende Methodik. Am 1. Tag machten wir die Biodose bei den entsprechenden Versuchspersonen, indem wir die rechte Seite des Abdomens aus einer Entfernung von 50 cm mit einer Quarzlampe bestrahlten. Wir benutzten den Biodosimeter nach Gorbatschow-Dalfeld, indem wir die einzelnen Quadrate entsprechend 6, 5, 4, 3, 2 bzw. 1 Min. mit UV-Licht bestrahlten. Am nächsten Tag lasen wir die Biodose ab. Am 2. Tag machten wir die Biodose auf einem benachbarten Hautbezirk, nachdem wir unmittelbar zuvor die Stelle der Biodose mit Mikrowellen bestrahlt hatten. Wir benutzten den Apparat „Radarmed“ mit einer Mikrowellenlänge von 12,4 cm. Die Mikrowellen applizierten wir im Verlauf von 5 Min. aus einem Abstand von 10 cm bei einer Leistung von 60 W; wir benutzten die runde Elektrode. Am nächsten Tag lasen wir die Biodose nach Radarbestrahlung ab. Diese Untersuchungen nahmen wir an Patienten der I. Inneren Klinik der HMI Sofia vor, bei denen die Applikation von Radar nicht kontraindiziert war, als auch an gesunden Personen.

Untersucht wurden insgesamt 30 Personen im Alter von 16 bis 70 Jahren, darunter 16 Männer und 14 Frauen. 23 der untersuchten Personen litten an verschiedenen Erkrankungen, hauptsächlich an Silikose, Arthritiden, Bronchopneumonien.

2. Wir benutzten die gleiche Methodik, nur führten wir erst die Biodose aus und bestrahlten danach sofort den gleichen Hautbezirk mit Radar.

Schlußfolgerungen

1. Vorheriges Bestrahlen des Hautbezirkes mit Radar bedingt die Tendenz zur Erhöhung der Biodose, d. h. setzt die Empfindlichkeit der Haut gegenüber UV-Strahlen herab. Dieser Effekt ist gleich bei Gesunden und bei den von uns beobachteten Kranken.

2. Entgegen den Erwartungen erhöht nachfolgende Bestrahlung mit Radar die Empfindlichkeit gegenüber UV-Strahlen.

3. Die festgestellten Fakten sind unerklärbar, wenn wir die biologische Wirkung der Mikrowellen auf den Wärmefaktor zurückführen. Die durchgeführten Versuche erhärten die Auffassung von der spezifischen Wirkung der Mikrowellen.

Schrifttum

1. Beier, W., u. E. Dörner, Die Physik und ihre Anwendung in Biologie und Medizin, Leipzig 1957. — 2. Pätzold, B., Strahlentherapie 92, 2 (1953). — 3. Wiske-man, A., Strahlentherapie 22, 196. — 4. Bruner, G. D., J. F. Lehmann, J. A. Mc-Millan, V. S. Johnston u. A. W. Guy, Ann. phys. med. 7, 4 (1963). — 5. Пресс-ман, А. С., Ж. Зарубежная радиоэлектроника 1964. — 6. Прессман, А. С., Успехи физических наук т. 86 вып. 2 (1965). — 7. Скурихина, Л. А., К механизму лечебного действия микроволн кн. Гигиена труда и биол. действие электромагн. радиочастот М. 1963. — 8. „О биологическом действии сверхвысокочастотного электромагнитного поля“ под ред. А. В. Трунцова и В. Ю. Ралли Л. 1957. — 9. Бычков, М. С., О механизме действия свч в кн. Вопр. биол. д. СВЧ Л. 1962. — 10. Комарова, Л. А.,

Лечебное и профилактическое применение ультрафиолетовых лучей Л. 1958. — 11. Кирчева, С., К. Кирчев и Ст. Михайлов, Обща физиотерапия, София 1959. — 12. Йонков, Ст., Радар-терапия Пловдив 1964. — 13. Тодоров, Н., Ц. Кардашев и Н. Пешев, Влияние на предварително облъчване с радар върху биодозата „Медицински архив“ т. II кн. 8 (1964).

Anschrift des Verfassers:
Dr. med. N. Todorow, Sofia/Bulgarien, HMI

(Aus der Heilanstalt Prießnitz, Bad Jeseniky [Gräfenberg], Chefarzt: Dr. O. Gr ünner CSc)

Eine Wertung des Grades der Neurosen und einiger anderer Erkrankungen des ZNS mit Hilfe der sensorischen *i/t*-Kurve, die den Schwellenreiz für Phosphene ausdrückt

Von O. Gr ünner

Mit 6 Abbildungen

Die Feststellung der sensorischen *i/t*-Kurve bei den Neurosen und einigen organischen Erkrankungen des ZNS zeigte sich auf Grund der bisherigen Erfahrungen als einfache und in bezug auf die Zeit wenig anspruchsvolle Untersuchungsmethode. Aus diesem Grund haben wir uns entschlossen, einen Bericht über ihre Durchführung und Ergebnisse zusammenzustellen.

Methodik

Die Feststellung des sensorischen Schwellenreizes im optischen Analysator bei der Phosphnenbildung in Neurosen und damit auch den Verlauf der *i/t*-Kurve führten wir mit Hilfe des Apparates TÜR RS 24 vom VEB Transformatoren und Röntgenwerk Dresden durch. Der Apparat ist für die Modifikation folgender Werte adaptiert: a) Intensität des Reizstroms, b) Impulsdauer, c) Steilheit des Impulsanstiegs, d) Dauer der Pause zwischen zwei aufeinanderfolgenden Impulsen, e) Steilheit des Impulsabfalls zum Nullwert. Der Test wurde unter Impulsbenutzung von einer Höchstdauer von 1000 m/s begonnen, dann wurden die Impulse auf 500, 100, 50, 10, 5, 4, 3, 2, 1, 0,5 m/s verkürzt. Die Impulsintensität wurde so lange von niedrigen Werten erhöht, bis der Patient die Phosphnenbildung angab. Dann wurde die Intensität auf solche Werte herabgesetzt, bei denen Phosphnenbildung nicht mehr registriert wurden. Erst der nächsthöhere Wert, bei dem es wieder zu einer Phosphnenregistrierung kam, wurde als Grenzwert für die Phosphnenbildung gewertet und in die Angaben über die Kurvenentstehung eingetragen. Um alle Beeinflussungsmöglichkeiten zu beseitigen, wurde eine Einrichtung mit Selbststeuerung benutzt, bei der die Frequenz unregelmäßig geändert wurde. Die Impulsenstehung wurde dem Untersuchenden durch ein Lichtsignal an dem Instrument angezeigt, und wenn es zur Phosphnenbildung kam, wurde zur gleichen Zeit vom Patienten ein „ja“ gemeldet. Nach Feststellung der sensorischen *i/t*-Kurve für rechtwinklige Impulse wurde von 0,5 m/s zu 1000 m/s der sensorische Schwellenreiz für Phosphnen bei Dreieckimpulsen exponentiellen Stroms festgestellt. Der Impulsanstieg entsprach praktisch der wirksamen Impulsdauer. Der Schwund des Exponentialimpulses war nicht rechtwinklig und dauerte durchschnittlich $\frac{1}{3}$ der Anstiegszeit. Auf diese Art und Weise vermieden wir eine größere Verzerrung des Schwellenreizes, die sonst bei unserer Einschaltung entstehen könnte. Falls der Impuls länger als 10 m/s dauerte, hat die von uns benutzte Intensität 4 mA nicht überschritten. Bei kürzeren Impulsen mit einer Dauer von 1 bis 0,5 m/s konnten wir in vielen Fällen, falls dies notwendig war, bis zu 8 bis 12 mA gehen, ohne eine ausgesprochen unangenehme Wirkung bei dem Patienten verzeichnen zu müssen. Wir haben diese Erhöhung natürlich überall dort, wo ein niedriger sensorischer Schwellenreiz für Phosphnen vorhanden war, vermieden. Bei so durchgeführten Versuchen fand sich kein