(19) DEUTSCHE DEMOKRATISCHE REPUBLIK

PATENTSCHRIFT

Wirtschaftspatent

ISSN 0433-6461 (11) **206 078**

Erteilt gemaeß § 5 Absatz 1 des Aenderungsgesetzes zum Patentgesetz

Int.Cl.³ 3(51) **A 61 N 5/02**

AMT FUER ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veroeffentlicht

(21) WP A 61 N/ 2418 091 (22) 21.07.82 (44) 18.01.84

(71) siehe (72)
(72) ARDENNE, MANFRED VON, PROF. DR.RER.NAT.H.C. DR.MED.H.C., DD
(73) siehe (72)
(74) SCHMIDT, HORST FORSCHUNGSINSTITUT M. V. ARDENNE 8051 DRESDEN ZEPPELINSTR. 7

(54) EINRICHTUNG ZUR ERWAERMUNG VON KOERPERHOEHLEN DES MENSCHLICHEN KOERPERS

(57) Die Erfindung betrifft eine Einrichtung zur Erwärmung von Körperhöhlen und angrenzender Bereiche durch magnetisch induzierte Ströme bei der Anwendung von Hyperthermieverfahren. Das Ziel der Erfindung ist eine optimale Erwärmung, und die Aufgabe ist es, eine gezielte hohe Tiefenwirksamkeit zu erreichen. Erfindungsgemäß ist in einem durch einen HF-Sender mittels eines Applikators erzeugten Magnet-Wechselfeld in der Körperhöhle ein Konzentrator angeordnet, der aus einem Material hoher Suszeptibilität zur Erhöhung der Feldliniendichte besteht. Er ist plastisch verformbar oder eine Emulsion, um eine Anpassung an die Form der Körperhöhle zu erreichen.

241809 1

Einrichtung zur Erwärmung von Körperhöhlen des menschlichen Körpers

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung ist eine Einrichtung zur gezielten, verstärkten Erwärmung von Körperhöhlen und von an Körperhöhlen angrenzenden Bezirken des menschlichen Körpers, insbesondere von Tumoren in diesen Bereichen. Die Erfindung findet vorzugsweise Anwendung bei Hyperthermie-Verfahren auf der Basis von magnetisch induzierten Strömen (Hyperthermie mittels Wirbelströmen), wie z. B. beim SELECTOTHERM-Verfahren nach dem Krebs-Mehrschritt-Therapie-Konzept (KMT).

Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

Das KMT-Konzept, welches die drei wesentlichsten Schritte, selektive optimierte Übersäuerung des Krebsgewebes, gleichzeitige zweistufige Erzeugung einer Hyperthermietemperatur von etwa 42 °C in den Krebsgeweben und günstige Beeinflussung des Therapiegeschehens durch Sauerstoff-Mehrschritt-Maßnahmen, beinhaltet, bewirkt eine weitgehende Hemmung der Blutmikrozirkulation in den Krebsgeweben. Zur Hyperthermie findet das Dresdener CMT-SELECTOTHERM-Verfahren mit Erfolg Anwendung, welches zweistufig wie folgt arbeitet: In einer ersten Stufe wird die Ganzkörpertemperatur auf z. B. 40,5 °C angehoben und in einer zweiten Stufe im krebsverdächtigen Körperabschnitt die Temperatur um weitere 1,5 bis 2 °C aufgestockt.

21.JUL.1982*024013

Zur Durchführung der Hyperthermie sind Einrichtungen bekannt, die aus einem HF-Leistungs-Generator und einem ggf. über Zwischenglieder an diesen Generator angekoppelten und über dem zu erwärmenden Objekt angeordneten Applikator (Spulensystem) bestehen. Das durch den Stromfluß in dem Applikator erzeugte stark inhomogene Magnet-Wechselfeld erzeugt in dem elektrisch leitenden, zu erwärmenden biologischen Objekt Wirbelströme und damit Joulsche Wärme. Diesem Verfahren haftet allgemein der Mangel einer relativ geringen Tiefenwirksamkeit an.

Zur gewissen Beseitigung dieses Mangels ist es bekannt, unter Beibehaltung dieses Grundprinzips (Induzieren von Wirbelströmen) den Applikator über dem zu erwärmenden Objekt rasterförmig zu bewegen (DD-PS 128 818).

Weiterhin ist eine Einrichtung bekannt, die einen Fokussierungseffekt am Zielort, im Tumorbereich, ermöglicht. Der elektromechanische Antrieb, der die Rasterbewegung des Applikators ausübt, ist derart programmiert, daß in einer ersten Stufe der ganze Körper des Patienten in einer Ebene in einstellbarem Abstand über dem Körper abgerastert wird. Dadurch wird der gesamte Körper erwärmt. Daran schließt sich die zweite Stufe, die Lokalhyperthermie, an, in der der Antrieb so programmiert ist, daß er den Applikator in einem kleineren Rasterformat über den Bereich des Körpers bewegt, in dem sich das Krebsgewebe befindet (Deutsches Ärzteblatt, H. 33, 1981, S. 1560 ff.). In den Fällen, in denen sich der Tumor nicht in der oberen Ebene des Körpers, d. h. nicht parallel zur Rasterebene befindet, also an der Seite des Rumpfes oder in der Tiefe der seitlichen Bereiche oder auch an den Extremitäten, wo der Abstand von der Rasterebene des Applikators ständig wechselt, erfolgt keine maximale und homogene Energiezufuhr im gesamten Tumorbereich, und somit ist die Temperaturerhöhung unterschiedlich und bei tiefliegenden Krebsgeweben nicht ausreichend.

Zur Beseitigung dieses Nachteils wurde vorgeschlagen, die Ra-

sterebene zur Anpassung an die Tumorlokalisation und zur Erzielung eines Fokussiereffektes um den Tumor, d. h. im wesentlichen um seinen Mittelpunkt, zu schwenken (WP A 61 N/237 393).

Diese Lösungsvariante ist jedoch noch mit dem Mangel behaftet, daß Tumore in Körperhöhlen nicht ausreichend mit Energie beaufschlagt werden, d. h., die Erwärmung tiefer liegender Tumore und angrenzender Gebiete nicht optimal ist. Der Grund dafür ist, daß der Abstand von der Rasterebene relativ groß sein kann und auch unterschiedlich ist.

Ziel der Erfindung

Es ist eine Einrichtung zur Hyperthermie des menschlichen Körpers zu schaffen, die im Zusammenhang mit bekannten Hyperthermieverfahren auf der Basis induzierter Wirbelströme nach dem KMT-Konzept optimal zur Heilung führt.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Einrichtung zu schaffen, die im Zusammenhang mit dem bekannten Prinzip der Wirbelstromhyperthermie eine hohe Tiefenwirksamkeit gewährleistet. Sie soll besonders dazu geeignet sein, Tumore in Körperhöhlen und angrenzende Gebiete gezielt und verstärkt zu erwärmen.

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe mit einem HF-Sender, mit einer Frequenz von ca. 27 MHz, der einen Applikator (Spulensystem) speist, der im Körper des Menschen ein Wirbelfeld erzeugt, dadurch gelöst, daß in die Körperhöhle, in der sich der Tumor befindet, in deren Bereich auch das vom Applikator erzeugte Wirbelfeld wirksam ist, ein Körper hoher magnetischer Suszeptibilität, Konzentrator genannt, eingeführt wird, der der Körperhöhle leicht anpaßbar ist. Dieser Konzentrator bewirkt infolge seiner hohen Suszeptibilität eine Erhöhung der Feldintensität und Feldinhomogenität in seiner unmittelbaren Nachbarschaft und damit

eine erhöhte Wirbelstromdichte und erhöhte Energieabsorption in diesem Gebiet. Der Konzentrator kann sowohl plastisch verformbar (knetbar) oder auch flüssig, eine Suspension mit Ferriten, sein.

Eine zweckmäßige Ausgestaltung besteht auch darin, daß der Konzentrator in einer rohr- oder schlauchförmigen Hülle, welche in die Körperhöhle eingeführt ist, angeordnet ist und in dieser in einem bestimmten, der Ausdehnung bzw. Lage des Tumors angepaßten Bereich hin- und herbewegbar ist.

Weiterhin kann es zweckmäßig sein, diesen Konzentrator zur Ableitung bzw. Steuerung der Wärme zu kühlen. Dies erfolgt derart, daß der Konzentrator von Kühlflüssigkeit durchströmt oder umströmt wird. Die Kühlflüssigkeit wird über dünne Schläuche zu- und abgeführt.

Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung besteht darin, daß der vorzugsweise quasi-flüssige Konzentrator in einer schlauchförmigen Hülle pneumatisch oder hydraulisch hin- und herbewegbar ist.

Ausführungsbeispiel

Das Beispiel zeigt die Anwendung der Erfindung im Zusammenhang mit dem SELECTOTHERM-Verfahren.

Über dem auf einer Liege befindlichen Patienten ist in bekannter Weise ein aus einer Windung bestehender Applikator in der Ebene (x- und y-Richtung) bewegbar angeordnet. Der Applikator ist an einem elektromechanischen Antriebssystem angeordnet, welches von einem Steuergerät entsprechend dem vorgegebenen Programm über dem ganzen Körper oder nur einem Bereich desselben rasterförmig bewegt wird. Diese Rasterebene ist auch um den Körper schwenkbar und in seiner Höhe, d. h. dem Abstand zur Körperoberfläche, verstellbar. Ein HF-Sender mit einer Frequenz von 27,12 MHz und

einer Leistung von ca. 8 kW speist den Applikator.

Gemäß der Erfindung ist im Bereich des HF-Feldes, welches vom Applikator ausgeht, in der Körperhöhle, in der sich der Tumor befindet, der Konzentrator angeordnet. Er besteht aus einer knetbaren Masse, in welcher Ferrite mit einer Korngröße von 5 bis 8μ eingelagert sind. Diese Masse ist von einer elastischen doppelwandigen Hülle umgeben, zwischen deren Wandung über dünne Schläuche eine Kühlflüssigkeit geleitet wird.

Die Wirkungsweise der Einrichtung ist folgende:

Der Applikator rastert in einer ersten Hyperthermiestufe den gesamten Körper ab und erzeugt eine Ganzkörpertemperatur von 40,5 °C. Im Falle eines Tumors in der Speiseröhre wird der Konzentrator in den Bereich des Tumors in die Speiseröhre eingebracht. Dieser krebsverdächtige Körperabschnitt wird in einer zweiten Stufe, der Lokalhyperthermie, um weitere 1,5 bis 2 °C in seiner Temperatur erhöht. Der Konzentrator mit seiner hohen Suszeptibilität bewirkt, daß Stärke und Inhomogenität des vom Applikator ausgehenden Magnetfeldes in Konzentratornähe erhöht werden und damit in seinem Bereich die absorbierte Energie erhöht wird. Durch die sich der Geometrie der Körperhöhle anpassende Form des Konzentrators, indem er dadurch unmittelbar am Tumor bzw. im krebsverdächtigen Bereich anordenbar ist, erfolgt durch die hohe Feldliniendichte die Temperaturaufstockung im krebskranken- bzw. krebsverdächtigen Körperbereich.

Eine andere Ausgestaltungsform des Konzentrators besteht darin, daß sich in einem schlauchförmigen, elastischen Gebilde eine Emulsion aus Ferriten der Fe-Co-Ni-Gruppe befindet. Die Menge ist so groß, daß sie nur einen Teil des Volumens des schlauchförmigen Gebildes ausfüllt. An beiden Enden ist ein Schlauch angebracht, der über ein pneumatisches System die Emulsion in bestimmter Geschwindigkeit hin- und herbewegt und damit die gebündelten Feldlinien entlang des schlauchförmigen Gebildes lenkt.

Durch seine Anpassung an den Tumorbereich in der Körperhöhle wird somit der Tumorbereich annähernd homogen beaufschlagt und erwärmt, ohne daß das Normalgewebe thermisch geschädigt wird. Der enge Kontakt des Konzentrators bewirkt eine konzentrierte Wärmeübertragung direkt auf den Tumor.

Erfindungsanspruch

1. Einrichtung zur Erwärmung von Körperhöhlen des menschlichen Körpers, bestehend aus einem HF-Sender und einem von ihm gespeisten Applikator, dadurch gekennzeichnet, daß im Bereich des Magnet-Wechselfeldes, insbesondere der mit dem Tumor angesiedelten Körperhöhle, ein Konzentrator angeordnet ist, der aus Material hoher Suszeptibilität zur Erhöhung der Feldlinieninhomogenität besteht und in seiner Form der Körperhöhle anpaßbar ist.

2. Einrichtung nach Punkt 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Applikator nach dem SELECTOTHERM-Verfahren außer über dem Tumor auch über dem gesamten Körper zur Erhöhung der Ganzkörpertemperatur bewegbar ist.

3. Einrichtung nach Punkt 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Konzentrator plastisch verformbar ist.

4. Einrichtung nach Punkt 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Konzentrator eine Emulsion von Ferriten ist, die von einer vorzugsweise schlauchförmigen Hülle umgeben ist.

5. Einrichtung nach Punkt 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Konzentrator von einer Hülle umgeben ist und das die Feldlinieninhomogenität erhöhende Material in der Hülle bewegbar ist oder die gesamte Hülle mit dem darin angeordneten Material bewegbar ist.

6. Einrichtung nach Punkt 1, 2, 4 und 5, dadurch gekennzeichnet, daß das Volumen der schlauchförmigen Hülle größer ist als das der Emulsion und dadurch in der Hülle hin- und herbewegbar ist und daß die Enden der Hülle über Schläuche zum Verlagern der Emulsion entlang der Hülle mit einer pneumatischen oder hydraulischen Steuereinrichtung verbunden sind.

7. Einrichtung nach Punkt 1, 2, 4 und 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Hülle doppelwandig ist und zum Durchfluß eines Kühlmittels durch den Doppelmantel Schläuche angebracht sind.

8. Einrichtung nach Punkt 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß direkt in dem Konzentrator eine Leitung zum Durchfluß eines Kühlmittels angeordnet ist, die über Schläuche angeschlossenist.