

Wie wirkt die regionale Tiefenhyperthermie?

Die Aufheizung des Tumorgewebes bis auf über 42 °C erwärmt zum Teil auch angrenzendes gesundes Gewebe, das jedoch die Wärme leichter abführen kann, indem es seine Durchblutung steigert, eine Fähigkeit, die das Tumorgewebe aufgrund seiner primitiveren Blutversorgung nicht besitzt. Dies führt im Tumorgewebe zu einem Hitzestau. Daraus resultieren Störungen wichtiger Stoffwechselprozesse bei der Zellteilung und -erhaltung. Die Absenkung des pH-Wertes (erhöhte Temperaturempfindlichkeit) begünstigt die mögliche Schädigung. Ebenfalls fallen durch die thermischen Einflüsse wichtige Reparatursysteme der Krebszellen aus. So können geschädigte Zellbestandteile (Membranen, Proteine) nicht ersetzt werden, was schließlich das Absterben der Tumorzellen begünstigen kann.

Nach neueren Untersuchungen bilden Krebszellen bei einer Erwärmung auf etwa 42 °C, im Gegensatz zu gesundem Gewebe, besonders charakteristische Eiweißstrukturen (so genannte Hitzeschockproteine) auf ihrer Oberfläche. Einige davon stimulieren das Immunsystem, indem sie dessen natürliche Killerzellen zum Angriff auf die Tumorzellen aktivieren.

Das vom Applikator abgestrahlte elektromagnetische Feld greift auch in die Kommunikationsprozesse der bösartigen Zellen untereinander ein. An den Zellmembranen werden chemische und physikalische Vorgänge so beeinflusst, dass Signale, die für die Zellteilung verantwortlich sind, nicht mehr optimal weitergegeben werden können, wodurch das Wachstum des tumorösen Gewebes gehemmt werden kann.

Ergänzende Hinweise zur Therapie

Im Rahmen einer ärztlichen Voruntersuchung werden die für die Erkrankung optimalen Therapiemodalitäten festgelegt. Während der Therapiesitzung liegt der Patient ergonomisch vorteilhaft auf einem angenehm beheizten Wasserbett. Ein schwenkbarer Applikator wird über die betroffene Tumoregion positioniert. Von dieser Sendelektrode durchfluten die computergesteuerten Kurzwellen (13,56 MHz) das gesunde und kranke Gewebe in Richtung der außenseitigen, im Wasserbett integrierten Elektrode. Treffen die Kurzwellen auf tumoröses Gewebe, werden sie durch das erhöhte Energieabsorptionsvermögen stärker als in gesunden Arealen in Wärme umgewandelt. Durch den eng begrenzten Bereich der Überwärmung ist die Belastung für die Patienten gering. Daraus resultiert eine hohe Therapieverträglichkeit. Meist wird die regionale Tiefenhyperthermie in Form von Therapieserien (mindestens 8 Einzeltherapien) angewendet, um eine höchstmögliche Tumorschädigung zu erreichen. Dabei werden häufig Kombinationen mit anderen onkologischen Maßnahmen (z.B. zytostatische Chemotherapie, Strahlentherapie oder Ganzkörperhyperthermie) realisiert. Ergänzende komplementäre Therapien können und sollten fortgeführt werden. Diese schwächen das Ansprechen der Hyperthermie nicht.



Internationales Hyperthermiezentrum

Zur Überwärmungsbehandlung von Tumoren und bei ausgewählten Schmerzsyndromen

Regionale Tiefen- hyperthermie



Internationales Hyperthermiezentrum

Mühlenweg 144 • 26384 Wilhelmshaven
Tel.: 04421-77414 0 • Fax: 04421-77414 10
E-Mail: info@gisunt.de • www.gisunt-klinik.de

Regionale Hyperthermie in der Onkologie

In der Onkologie, der Krebsheilkunde, interessiert man sich seit dem letzten Jahrhundert verstärkt für den Einsatz von Wärme zur Bekämpfung dieser Krankheit und deren Metastasen. Schon lange vorher hatte man festgestellt, dass sich Tumore nach längerem hohen Fieber verkleinern. In den letzten zwei Jahrzehnten des letzten Jahrhunderts konnten die theoretischen Erkenntnisse in praktische Therapien umgesetzt werden. Geeignete Geräte für die gezielte Überwärmung (Hyperthermie) wurden für die tägliche Routine verfügbar.

Neben der Ganzkörperhyperthermie hat die regionale Hyperthermie inzwischen eine große Bedeutung erlangt, weil sie eine nicht operative, besonders schonende, verträgliche, aber dennoch effektive Therapie ist. Es werden nur Teilbereiche des Körpers überwärmt, wobei davon das Tumorgewebe wegen seiner schlechteren Gefäßarchitektur und weiterer physiologischer Besonderheiten (Dielektrizitätskonstante) intensiver reagiert.

Die regionale Hyperthermie wird vor allem bei folgenden Tumoren eingesetzt: Brust- und Unterleibskrebs, HNO- und Lebertumoren, Bauchspeicheldrüsen-, Speiseröhren-, Magen-, Darm-, Nieren-, Blasen- und Prostatakrebs sowie bei Metastasen.

Neben der alleinigen Anwendung mit der Zielstellung einer Attacke auf das Tumorstadium und möglichst zur Verkleinerung der Tumormassen sowie Auslösung immunologischer Effekte sind Kombinationen mit onkologischen Standardmethoden (Chemotherapie und Bestrahlung) möglich und besonders sinnvoll. Durch die Kombinationen kommt es zu einer deutlich über der Summe der Einzelwirkungen liegenden Gesamtwirkung auf den Tumor. Eine weitere interessante Kombinationsmöglichkeit ist die Kombination der regionalen mit einer Ganzkörperhyperthermie. Das kann zur höheren und gleichmäßigeren Temperatur im Tumor oder den Metastasen führen, wenn die regionale nach der Ganzkörperhyperthermie realisiert wird. Im Falle der extremen Ganzkörperhyperthermie kann die vorherige regionale Behandlung des Haupttumors oder der größten Metastase zur Vorschädigung dieser geeignet sein, bevor die komplexe Wirkung des systemischen Ansatzes zum Tragen kommt.

Regionale Hyperthermie bei Schmerz

Ein interessanter und für die Patienten meistens nützlicher Ansatz ist diese Hyperthermie bei hartnäckigen Schmerzen, z.B. bei Arthrose, Lumbalgie, Hexenschuss und Bandscheibenverfall oder Regeneration als physikalische Therapie einzusetzen. Wir konnten in der **gisunt®** Klinik sehr gute Erfahrungen damit sammeln und schon vor Jahren eine erste kleine wissenschaftliche Erhebung^{1,2} publizieren. Häufig werden zur Linderung der Beschwerden nur einzelne Therapiesitzungen notwendig.

Grundlage der regionalen Tiefenhyperthermie

Wenn elektromagnetische Wellen, wie sie beispielsweise von der Antenne eines Radiosenders abgestrahlt werden, auf einen elektrischen Leiter treffen, werden sie absorbiert, und ein Strom wird induziert. Durch den elektrischen Widerstand des Leiters entsteht Wärme. Da auch biologisches Gewebe ein Leiter für den elektrischen Strom ist, kann man es auf diese Weise erwärmen (Beispiel: Mikrowellengerät).

Es gibt verschiedene Systeme mit unterschiedlichsten Frequenzen. Wir nutzen vorzugsweise ein System mit 13,56 MHz mit möglicher niederfrequenter Modulation.



Hyperthermieanlage EHY 2000 (Oncotherm) für regionale Behandlung. Mit Geräten von Oncotherm, celsius42 oder Thermotron (Japan) können Hirn- und Lungentumore sowie Metastasen in diesen Organen behandelt werden.

Technik der regionalen Tiefenhyperthermie

Die in der **gisunt®**-Klinik verwendete Anlage EHY 2000 arbeitet mit einem Elektrodenpaar (auf die Tumorregion ausrichtbarer Applikator und über die Liegefläche im Wasserbett integrierte Gegenelektrode) und modulierten Kurzwellen (13,56 MHz), die das Körpergewebe durchfluten. Eine optimale Erwärmung des Tumorgewebes ist bis zu einer Tiefe von 10 bis maximal 14 cm bei enger und verlustarmer Energiebündelung gewährleistet. Das wurde von uns in nicht lebendem und in lebendem Gewebe überprüft. Ein computergesteuertes Überwachungssystem verhindert Überspannungen an den Elektroden, um Rötungen und Verbrennungen an der Hautoberfläche möglichst zu vermeiden. Wir ergänzen diese Bemühungen durch eine thermometrische Überwachung.

Die Wärmezufuhr beruht auf dem Prinzip der kapazitiven Ankopplung. Ein beschriebener Autofokuseffekt beruht auf dem erhöhten Energie – Absorptionsvermögen von malignem Gewebe im Vergleich zum gesunden. Verantwortlich dafür sind vor allem eine höhere Ionenmobilität und eine größere Dielektrizitätskonstante in der ungeordneten, polarisierten Struktur der wässrigen Tumorumgebung. Außerdem gelingt dem Tumor durch seine schnell gewachsene und unausgereifte Gefäßarchitektur kaum eine Regulation im Gegensatz zum gesunden Gewebe. Somit kommt es eher im erkrankten als im gesunden Gewebe zu einer thermischen Schädigung.

Die Temperaturkontrolle im Tumor erfolgt nicht-invasiv über eine speziell entwickelte, im System integrierte Messeinrichtung, die im Gegensatz zur invasiven Temperaturüberwachung nicht die Gefahr einer Infektion und Tumorzellverschleppung in sich birgt und schmerzfrei ist. Wir wenden das o.g. thermometrische Verfahren (Verwendung von Rechengrößen) an. Für Studien erfolgt die invasive Messung durch Glasfaser-optische Verfahren. Damit der Patient während der Therapiesitzung (60 bis 120 Min) nicht auskühlt, ist das Wasserbett, auf dem er liegt, temperaturstabil (30 °C) beheizt.

Quellenverzeichnis:

- 1 Dr. med. Wehner, Holger et al.: Temperaturmessung unter lokoregionaler Tiefenhyperthermie (kapazitive Kopplung, 13,56 MHz am nicht perfundierten Gewebe (Schweineschinken), 2008.
- 2 Dr. med. Wehner, Holger et al.: Temperaturmessung unter lokoregionaler Tiefenhyperthermie (kapazitive Kopplung, 13,56 MHz am perfundierten Gewebe (Glutaeus maximus), 2008.