

# ElektrosmogReport

Fachinformationsdienst zur Bedeutung elektromagnetischer Felder für Umwelt und Gesundheit

20. Jahrgang / Nr. 8

www.elektrosmogreport.de

August 2014

## Magnetfeldwirkung auf Krebszellen

### Statische Magnetfelder helfen, Krebszellen abzutöten

**Die Wirkung statischer Magnetfelder (SMF) auf das Abtöten von Krebszellen durch Apoptose ist mit dem speziellen Tumornekrosefaktor TRAIL assoziiert, während normale Zellen nicht angegriffen werden. Eine kombinierte Behandlung mit statischen Magnetfeldern und TRAIL könnte eine Erfolg versprechende Strategie zur Bekämpfung von behandlungsresistent gewordenen Brustkrebszellen sein.**

Der Tumornekrosefaktor Alpha (TNF- $\alpha$ )-bezogene Apoptose-induzierende Ligand (TRAIL) ist ein Zytokin und ein Anti-Tumorzell-Faktor, der normale Zellen nicht angreift, aber zur Apoptose von Tumorzellen führt. Er bindet an verschiedene Rezeptoren. Leider können Tumorzellen resistent gegen diesen Faktor werden. Wirkt ein statisches 3-mT-Magnetfeld ein, werden die Zellen wieder empfindlicher für die TRAIL-induzierte Apoptose. Dabei sind u. a. zwei Faktoren beteiligt, die mit dem Zellzyklus zu tun haben: Survivin, ein Apoptose-Protein, das den Verlauf der Zellteilung kontrolliert, und Cdc2 (Cyclin-B-abhängige Kinase), ein Protein, das zum Eintritt in die M-Phase der Zellteilung benötigt wird. Survivin wird in manchen Brustkrebszellen übermäßig gebildet (überexprimiert), so dass die Apoptose verhindert wird, was eine schlechte Prognose zur Folge hat. Um einen effektiven Weg zu finden, die TRAIL-Resistenz aufzuheben, wurden Zellkulturen von zwei menschlichen Brustkarzinom-Zelllinien und Zellen einer normalen Kultur von Brust-Epithelzellen verwendet. Das erzeugte 3-mT-Magnetfeld war horizontal angeordnet in Bezug auf das Erdmagnetfeld und die Zellen. Die Scheinbefeldung erfolgte mit abgeschirmten Spulen. Untersucht wurden Zell-Überlebensrate, Apoptoserate und verschiedene Zellzyklus-Parameter.

Wenn die SMFs allein auf die Tumorzellen einwirkten, zeigte sich bis 3 mT < 10 % Zelltod, aber in Kombination mit TRAIL erfolgte eine signifikant reduzierte Zellüberlebensrate, abhängig von Dosis und Zeit. In den normalen Zellen (Brust-Epithelzellen) betrug die Überlebensrate nach 24 Stunden etwa 80–85 %, bei der einen Zelllinie nur etwa 20 %. (Die andere Zelllinie war, wohl irrtümlich, nicht abgebildet.) D. h. die statischen Magnetfelder werden benötigt, um die Krebszellen für die TRAIL-induzierte Apoptose empfindlich zu machen. Weitere Experimente zeigen: Der TRAIL-induzierte Zelltod erfolgt überwiegend über Apoptose. Die statischen Magnetfelder allein oder in Kombination mit TRAIL induzierten einen Stopp im Zellzyklus in der G<sub>2</sub>/M-Phase; die Magnetfeldwirkung in den Krebszellen greift also in die Zellzyklus-Regulation ein.

Die Ergebnisse der Genanalysen zeigen, dass Survivin eine wichtige Funktion bei der SMF-vermittelten Empfindlichkeit der Brustkrebszellen gegenüber TRAIL-induzierter Apoptose

hat: Die Überexpression von Survivin in den Krebszellen wird signifikant gehemmt. Die verminderte Survivin-Konzentration war Folge der Abnahme der Cdc2-Expression. Hier wird das erste Mal klar bewiesen, dass Magnetfelder die TRAIL-Resistenz verhindern können über Zellzyklus-Regulation.

Zusammen ergeben die Experimente, dass normale Zellen nicht durch die Magnetfeld-geförderte TRAIL-induzierte Apoptose beeinflusst werden, während in den Tumorzellen die Cdc2-Expression und anschließend Survivin gehemmt werden. Survivin sorgt für SMF-vermittelten Sensibilisierung der Brustkrebszellen gegenüber der TRAIL-induzierten Apoptose.

Die mRNA-Konzentration des Survivins wurde durch die statischen Magnetfelder nicht beeinflusst. Das zeigt, dass die SMF-induzierte Survivin-Verminderung nicht auf Transkriptionsebene, sondern auf Proteinebene durch Proteinabbau in den Proteosomen geschehen könnte.

Bisher waren die Mechanismen nicht klar, hier wurde erstmals die biologische Wirkung der 3-mT-Magnetfelder und TRAIL in menschlichen Brustkrebszellen in vitro gezeigt. Das könnte auch in vivo funktionieren. Survivin kontrolliert den Verlauf der Zellteilung, deshalb kann man die Resistenz der Zellen gegenüber verschiedenen Antikrebstherapien aufheben, wenn man das Survivin angreift. Die Brustkrebszellen werden nach SMF-Behandlung in der G<sub>2</sub>/M-Phase des Zellzyklus blockiert. Die Reduktion von Survivin führt zur Wiedererlangung der TRAIL-Empfindlichkeit. Die Kombination von SMFs und TRAIL kann eine sehr wirksame therapeutische Option zur Behandlung von Brustkrebs sein. Sie kann zur Behandlung von resistenten Brustkrebszellen eingesetzt werden, wenn Tierversuche und vorklinische Studien durchgeführt werden und die Ergebnisse der Experimente mit Zellkulturen bestätigt werden.

#### Quelle:

Lin T, Wan L, Qi X, Shi W, Lin J (2014): A Moderate Static Magnetic Field Enhances TRAIL-Induced Apoptosis by the Inhibition of Cdc2 and Subsequent Downregulation of Survivin in Human Breast Carcinoma Cells. *Bioelectromagnetics* 35, 337–346

## Weitere Themen

### Wirkung statischer Magnetfelder, S. 2

Die Behandlung von Ratten-Fibroblasten mit statischen Magnetfeldern lässt Hitzeschockproteine (HSP70) ansteigen.

### Magnetfelder und Medikamente, S. 2

Gepulste Magnetfelder verstärken die Wirkung von Medikamenten gegen Pilzkrankungen.

### Kühe unter 900-MHz-Bestrahlung, S. 3

Wenn Kühe 4 Wochen mit 900 MHz bestrahlt werden, findet man signifikant veränderte Enzymaktivitäten.