

Journal für  
**Gastroenterologische und  
Hepatologische Erkrankungen**

Fachzeitschrift für Erkrankungen des Verdauungstraktes

**Radiofrequenzablation von  
Lebertumoren: Indikationen und  
Zukunftsperspektiven**

Sommer 0J

*Journal für Gastroenterologische  
und Hepatologische Erkrankungen*

2004; 2 (4), 29-34

Österreichische Gesellschaft  
für Gastroenterologie und  
Hepatology

[www.oeggh.at](http://www.oeggh.at)



**ÖGGH**

Österreichische Gesellschaft  
für Chirurgische Onkologie

[www.aco-asso.at](http://www.aco-asso.at)

**acoasso**

Österreichische Gesellschaft für Chirurgische Onkologie  
Austrian Society of Surgical Oncology


**Homepage:**

**[www.kup.at/  
gastroenterologie](http://www.kup.at/gastroenterologie)**

**Online-Datenbank mit  
Autoren- und Stichwortsuche**

Indexed in EMBASE/Compendex, Geobase  
and Scopus

[www.kup.at/gastroenterologie](http://www.kup.at/gastroenterologie)

Member of the 

Krause & Pachernegg GmbH · VERLAG für MEDIZIN und WIRTSCHAFT · A-3003 Gablitz

P.b.b. 032035263M, Verlagspostamt: 3002 Purkersdorf, Erscheinungsort: 3003 Gablitz

# Radiofrequenzablation von Lebertumoren: Indikationen und Zukunftsperspektiven

O. J. Sommer

Bei primären und sekundären Lebertumoren wird die chirurgische Resektion als kurative Behandlung eingesetzt. Allerdings steht diese Option aus chirurgisch-technischen oder allgemeinmedizinischen Gründen nur einer geringen Anzahl von Patienten zur Verfügung. Die Radiofrequenzablation (RFA) ist ein effizientes, kostengünstiges und gleichwertiges Alternativverfahren zur effizienten lokalen Tumorbehandlung und zeichnet sich durch eine geringe Komplikationsrate und eine Mortalitätsrate von unter 1% aus. Die RFA dient auch zur Palliation im Rahmen eines onkologischen Gesamtkonzepts. Die grundlegenden Prinzipien, Technik, Patientenselektion, Indikationen, Resultate und Komplikationen der perkutanen RFA werden in diesem Übersichtsartikel präsentiert.

Surgical resection is part of a curative approach to primary and secondary liver tumors. Only a minority of patients, however, qualify for that kind of treatment due to surgical-technical and general medical considerations. Radiofrequency ablation (RFA) is an alternative procedure to achieve local tumor control and is associated with a low number of complications and a mortality rate of under 1%. RFA is also appropriate for palliative therapy wherever senseful in a general oncologic-therapeutic context. Principles, technique, patient selection, indications, results and complications of percutaneous RFA will be presented. *J Gastroenterol Hepatol Erkr* 2004; 2 (4): 29–34.

Beim Leberzellkarzinom und bei Metastasen eines kolorektalen Karzinoms führt die chirurgische Resektion zu einer nachgewiesenen Verbesserung der Prognose und der 5-Jahres-Mortalität. Aufgrund von Faktoren wie Lokalisation und Anzahl der Lebertumoren, Leberfunktion und Allgemeinzustand kann allerdings nur eine begrenzte Anzahl von Patienten von dieser Methode profitieren [1, 2].

Die lokale Tumorthherapie stellt ein wichtiges alternatives bzw. komplementäres Behandlungsverfahren dar. Neben der Chemoembolisation, der Kryotherapie und der perkutanen Ethanolinjektion besitzt die Thermoablation einen hohen Stellenwert als etablierte, minimal-invasive, perkutan durchführbare Methode zur lokalen Tumorkontrolle bei primären und sekundären Lebertumoren. Die Radiofrequenzablation (RFA) und die Laser-Photokoagulation werden üblicherweise unter dem Begriff „Thermoablation“ zusammengefaßt.

In dieser Übersicht werden der technisch-physikalische Hintergrund, Patientenauswahl, Planung und Durchführung des Eingriffes, Ergebnisse und Komplikationen der Radiofrequenzablation diskutiert.

## Physikalische Grundlagen und Methodik

Bei der Radiofrequenzablation wird eine Nadelelektrode bildgebungsgesteuert im Tumor plaziert (Abbildung 1), eine oder mehrere breite Neutralelektroden an der Hautoberfläche (typischerweise an den Oberschenkeln) angebracht und über einen Wechselstromgenerator ein Stromfluß zwischen den Elektroden generiert. Das bewirkt eine Oszillation von Ionen im elektrischen Feld und damit eine Erhitzung des Gewebes durch Friktion. Dieser Effekt nimmt mit der applizierten Energie zu. Die Dichte der Feldlinien und damit die Energieabgabe pro Volumeneinheit ist bei kleinerer Elektrodenoberfläche höher als bei größerer. In unmittelbarer Umgebung der Nadelelektrode besteht daher die höchste Energiedichte bzw. Erwärmung. Mit zunehmender Distanz, abhängig von der Nadelelektrode maximal 3,5 cm, reicht die Energie nicht mehr aus, Gewebe zu schädigen.

Aus dem Zentralröntgeninstitut mit Schnittbildzentrum, Krankenhaus Wien-Lainz

Korrespondenzadresse: Dr. Oliver J. Sommer, Zentralröntgeninstitut mit Schnittbildzentrum, Krankenhaus Wien-Lainz, Wolkersbergenstraße 1, A-1130 Wien, E-mail: oliver.sommer@wienkav.at

Ein zytotoxischer Effekt ist ab Temperaturen von über 42 Grad Celsius nachgewiesen. Über diesem Wert hängt die für die vollständige Gewebeerstörung notwendige Einwirkzeit mit der Höhe der Temperatur zusammen. Während der Zelltod maligner Zellen bei 46° C nach 8 Minuten eintritt, bei 51° C nach 2 Minuten, ist dies bei 70° C praktisch sofort festzustellen [3–6].

Die Mechanismen der temperaturinduzierten Zellschädigung sind nur inkomplett aufgeklärt. Zwischen 40 und 60 Grad Celsius stehen Effekte auf die Zellstabilität und die Proteinsynthese im Vordergrund. Neben den direkten zytotoxischen Einflüssen werden in dieser Phase auch intrazelluläre Prozesse induziert, die zum Zelltod führen. In diesem Zusammenhang spielen „heat shock proteins“ [5, 7] eine Rolle, die über den Weg einer Antigenpräsentation an der Zelloberfläche zusätzlich zu einer den Therapieerfolg eventuell verstärkenden Immunreaktion führen können [5, 8]. Über 60 Grad Celsius erfolgt eine Koagulationsnekrose, bei Temperaturen um 90 bis 100 Grad Celsius karbonisiert das Gewebe.

Die Thermosuszeptibilität des Gewebes steigt mit niedrigerem pH-Wert und Hypoxie [5]. Die geminderte Leberperfusion führt nicht nur über den Weg einer Abnahme der Sauerstoffspannung und Verschiebung des pH-Wertes zu einer Verbesserung des zytotoxischen Effekts der Thermo-

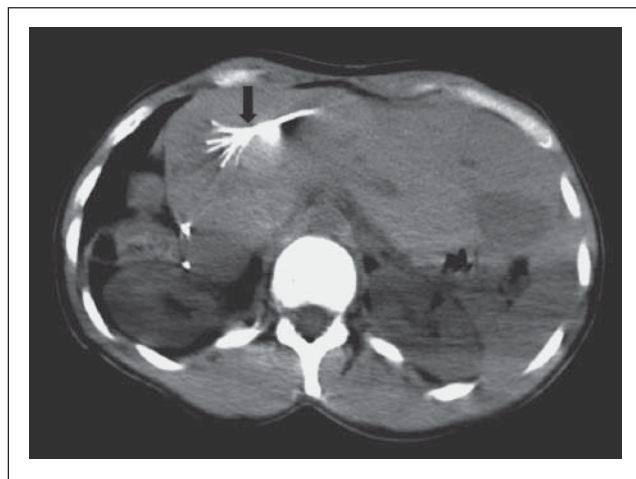


Abbildung 1: Axiale CT-Schicht ohne KM. CT-gezielte Platzierung einer Schirmelektrode im expandierten Zustand (Pfeil).

ablation, sondern auch über die Reduktion der Temperaturkonvektion.

Der gewebeschädigende Effekt der Thermoablation ist durch den von größeren Blutgefäßen bewirkten Wärmeabtransport limitiert, d. h. Tumorzellen, die sich in unmittelbarer Nähe von Lebergefäßen befinden, werden unter Umständen nicht ausreichend genug geschädigt. Dieser Effekt wird „heat sink effect“ genannt und tritt bei Gefäßlumina von über 3 mm auf [9, 10]. Eine thermoinduzierte signifikante Schädigung von Gefäßen über 2 mm Durchmesser wird nicht beobachtet [9].

Die Umkapselung eines Lebertumors, andererseits, verstärkt den lokalen Hitzeeffekt dadurch, daß sie gleichermaßen als Isolator wirkt, was als „oven effect“ Eingang in die Literatur gefunden hat [11].

Um einen Tumor vollständig zu zerstören, muß die gesamte Läsion über einen ausreichenden Zeitraum hinweg einer ausreichenden Temperatur ausgesetzt sein. Gefordert wird weiters die Behandlung eines 1 cm im Durchmesser haltenden Geweberinges um den Tumor herum, korrelierend zu dem in der Chirurgie geforderten Sicherheitsabstand im Rahmen der Resektion. Dieser Forderung wird mit Auswahl einer entsprechenden Elektrode Rechnung getragen, die nach dem Durchmesser der damit zu erzielenden Nekrose klassifiziert ist.

Oben bereits angeführte Gewebefaktoren, der „heat sink“- und „oven“-Effekt, die Tumorheterogenität und die Tumorperfusion beeinflussen die Hitzeübertragung und -verteilung. Daher werden bei allen gebräuchlichen RFA-Systemen Impedanz und/oder Temperatur im Ablationsareal gemessen, um die Energieübertragung optimal zu steuern und zu geringe Erhitzung oder Überhitzung zu vermeiden. Karbonisiertes und vaporisiertes Gewebe wirkt nämlich als potenter Isolator.

Geometrie und Größe der erzielbaren Nekrose sind durch die eingesetzte Elektrode bzw. das verwendete System definiert [12]. Dies ist anhand von Resektionspräparaten auch pathologisch-anatomisch dokumentiert [13]. Neben Einzelnadeln finden Cluster- und Schirmelektroden Anwendung. Die derzeit verfügbaren Systeme lassen eine Einmalablation von maximal 7 cm Durchmesser zu. Größere Läsionen sind nur durch mehrmaliges Neupositionieren der Elektrode zu erzielen. Ansätze zur technischen Verbesserung inkludieren lokale Deposition geringer Mengen von Kochsalzlösung zur Verbesserung der Konduktion und Kühlung der Elektrodenspitze, um Karbonisation und Vaporisation zu begrenzen und dadurch eine bessere und homogenere Erhitzung des Zielgewebes zu erreichen [6]. Angiographisch-interventionelle bzw. chirurgische Okklusion von Tumorgefäßen erhöht den Wirkgrad der RFA, weil die Tumorperfusion verringert wird.

Nach Ablation des Zielvolumens wird die Nadel zurückgezogen und dabei der Stichkanal ablatiert, um Implantatmetastasen zu vermeiden.

## Patientenselektion

Die RFA von Lebertumoren ist bei all jenen Patienten indiziert, die für eine kurative operative Therapie aufgrund chirurgisch-technischer oder allgemeinmedizinischer Gründe nicht qualifiziert sind, und dort, wo eine Tumorreduktion

unter dem Aspekt der Palliation oder komplementär bei gleichzeitiger Chemotherapie und/oder Radiotherapie sinnvoll erscheint. Diese Forderung impliziert die enge Zusammenarbeit des Kliniklers und des klinisch tätigen Radiologen.

Aus rein technischer Sicht ist die RFA bei Tumoren von über 5 cm Durchmesser bei Wahrung des 1 cm breiten Sicherheitsrandes nur begrenzt erfolgversprechend, weil der max. Durchmesser der mit den verfügbaren Systemen derzeit erzielbaren Ablationsvolumina auf 7 cm beschränkt ist. Bei größerem Tumor ist die Anzahl der erforderlichen Positionswechsel und wiederholten Ablationen unvergleichlich höher als der zu erzielende thermale Schaden und die Wahrscheinlichkeit einer insuffizienten Ablation höher, weshalb die kurative Ablation von über 5 cm großen Lebertumoren derzeit nur begrenzt erfolgversprechend ist [14]. Die Ablation von Herden bis 15 cm Durchmesser ist in der Literatur dokumentiert [1].

Die Anzahl der Leberherde ist ein relativ limitierender Faktor und allgemeingültige Empfehlungen sind derzeit nicht verfügbar. Von bis zu 15 ablatierten Läsionen in einem Patienten wurde berichtet [15]. Kettenbach et al. empfehlen, nicht mehr als 3 bis 4 Tumoren pro Sitzung zu behandeln [16].

Als Kontraindikationen gelten die nicht korrigierbare Koagulopathie (Quick < 50%, Thrombozyten < 60.000  $\mu$ l) und akute Leberinsuffizienz. Eine obstruktive Cholestase mit Bilirubin von über 3 mg/dl ist jedenfalls als absolute Kontraindikation anzusehen [16]. Das Vorhandensein einer biliodigestiven Anastomose erhöht das Risiko einer Cholangitis und eines Abszesses und wird von einigen Autoren als relative Kontraindikation genannt. Zumindest muß in diesem Fall eine adäquate Antibiose gesichert werden [17].

## Planung und Durchführung des Eingriffs

Die Indikation zur RFA wird gemeinsam von den behandelnden Ärzten und dem klinischen Radiologen anhand rezenter Bildgebung gestellt. Dabei wird geklärt, mit welcher bildgebenden Methode – Sonographie, CT oder MRT – die Zielläsion optimal dargestellt werden kann und welche daher als geeignetes Führungsinstrument zur Elektrodenpositionierung zu verwenden ist. Entsprechend wird die Raum- und Zeit-Planung gestaltet. In den meisten Zentren nutzt man Sonographie und/oder CT.

Aktuelle Laborwerte (Gerinnung, Leber- und Nierenfunktionswerte) müssen erhoben werden und der Patientenaufklärung und -einwilligung ein entsprechender Zeitraum beigemessen sein. Bezüglich einer möglichen Antibiose und der eventuellen Kontrastmittelgabe sind Kontraindikationen abzuklären (Allergie, Hyperthyreose, Nierenfunktionsstörung, Metformin) und ggf. zu modifizieren.

Die Platzierung der Elektrode erfolgt unter sterilen Bedingungen in Lokalanästhesie unter Analgosedierung in Narkosebereitschaft oder primär in Vollnarkose. Für die primäre Vollnarkose sprechen die völlige Schmerzfreiheit während der Ablation, was insbesondere bei der Behandlung mehrerer Läsionen in einer Sitzung (mit eventuell verschiedenen Zugängen) hilfreich ist, und die geminderte Leberperfusion in der Vollnarkose, was die Energieabgabe ans Gewebe verbessert [18].

Art und Länge der Elektrode sowie Zugangsweg werden vorab geplant und der Patient für den Eingriff entsprechend gelagert. Extrahepatische Strukturen, die bei kapselnahe gelegenen Tumoren unter Umständen durch die Geweberhitzung geschädigt werden könnten, werden durch Kochsalzdepots verlagert. Nach Positionierung der Nadel-elektrode ist für eine singuläre Ablation mit einem Zeitaufwand von 15 bis 30 Minuten zu rechnen.

Nach dem Eingriff empfiehlt sich eine stationäre Aufnahme über Nacht und die engmaschige Überwachung (Vitalfunktionen, Blutbild und der Gerinnung) über zumindest 6 Stunden. Eine CT oder Sonographie des Abdomen und die Durchführung eines Lungenröntgen am Abend des Eingriffstages und am Entlassungstag sind obligat, um mögliche Frühkomplikationen zu erfassen.

Der Erfolg der Ablation läßt sich unmittelbar während bzw. nach der RFA durch die Bildgebung erfassen (Abbildung 2). Welches bildgebende Verfahren dabei die höchste Zuverlässigkeit besitzt, wird in der Literatur kontroversiell diskutiert. Die MRT zeigt wahrscheinlich die beste radiologisch-pathologische Übereinstimmung [19, 20]. Allerdings erlauben auch CT – ohne oder nach intravenöser Kontrastmittelgabe – und Sonographie eine verlässliche Abschätzung der erzielten Nekrose [21, 22]. Kontrastmittel-unterstützte CT- und MR-Kontrollen sollen in einem Monat und anschließend dreimonatlich nach der Ablation angesetzt werden [6] (Abbildung 3). Eine Re-Ablation kann jederzeit durchgeführt werden.

## Ergebnisse

Die Analyse der Literaturstellen bezüglich ihrer klinischen Resultate ist beeinträchtigt, weil neben differenten Endpunkten und Beobachtungszeiten Unterschiede in den verwendeten Techniken, der Histologie der Tumoren (bei Metastasen) und eventueller komplementärer Behandlungsverfahren (Chemotherapie und Radiotherapie) bestehen. Was die für den Eingriff erforderliche stationäre Aufenthaltsdauer angeht, besteht zumindest in der rezenten Literatur mit 12 bis 48 Stunden Übereinstimmung, also deutlich geringer als für eine chirurgische Resektion (29–42 h). Der Langzeiteffekt der Radiofrequenzablation auf die Überlebenszeit von Patienten mit primären oder sekundären Lebertumoren kann aus heutiger Sicht nicht zu-

verlässig eingeschätzt werden, weil diesbezüglich keine randomisierten Studien vorliegen.

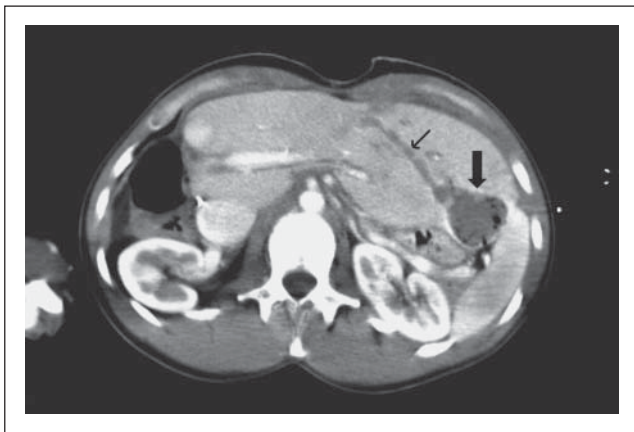
## Metastasen

Ein positiver Effekt auf die Überlebensrate von Patienten mit kolorektalem Karzinom und Lebermetastasen ohne extrahepatische Manifestation ist nach Entfernung der Lebermetastasen nachgewiesen. Die durchschnittliche Lebenserwartung bei unbehandelten Lebermetastasen liegt in dieser Patientengruppe bei 9,6 Monaten (3,8 bis 21,3 Monate) [23–25]. Nach chirurgischer Resektion finden sich Überlebensraten von 85–91% nach einem Jahr, 35–43% nach 3 Jahren und 21–37% nach 5 Jahren [23, 26–28]. Die Operabilität von Lebermetastasen ist sowohl aus chirurgisch-technischen als auch allgemeinmedizinischen Gründen in der Mehrzahl der Patienten eingeschränkt. Zudem muß die Indikationsstellung zur Operation aufgrund der perioperativen Mortalität eng gefaßt werden.

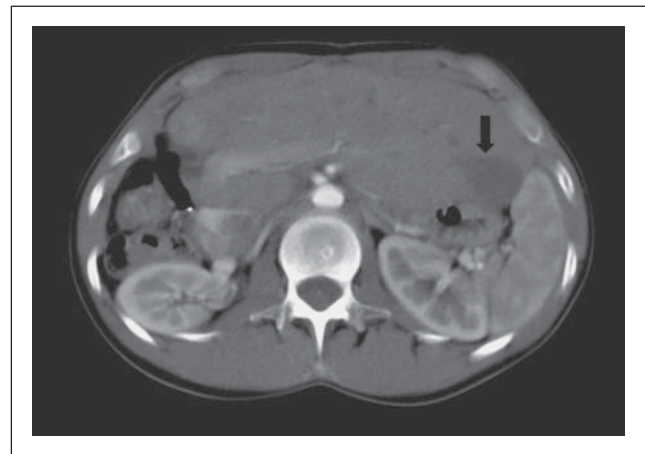
Auf der Suche nach einem lokalen Therapieverfahren mit ähnlichem Erfolg wie die chirurgische Resektion, aber niedriger Komplikationsrate sowie weniger Restriktionen in der Indikationsstellung, hat die Radiofrequenzablation schon in den frühen 90er Jahren Interesse erweckt.

Nach ersten Arbeiten von Rossi [29], Livraghi [30] und Solbiati [31, 32] folgten Übersichten über größere Patientenkollektive [33–38] (Tabelle 1). Der Großteil der Daten stammt von Patienten mit Lebermetastasen von kolorektalen Karzinomen. Allerdings sind in mehreren Studien kleinere Kollektive anderer metastasierender, vorwiegend gastrointestinaler Tumoren, inkludiert. Livraghi et al. [38] beschreiben die Effektivität der RFA bei Lebermetastasen von Mammakarzinomen. Die Daten betreffend der lokalen Tumorkontrolle und der Rate von Lokalrezidiven sind mit denen der Hepatom-Patienten vergleichbar [39–42]. Die lokale Tumorkontrolle kann mit sehr hoher Frequenz erreicht werden, wobei der Prozentsatz mit der Größe des Tumors negativ korreliert. Gleiches gilt für die lokale Rezidivrate, die zwischen 0% und 56,1% liegt [37]. Mit der technischen Weiterentwicklung der RFA-Elektroden können zunehmend auch Tumoren größeren Durchmessers sicher ablatiert werden.

Inwieweit die RFA zur Verlängerung der Überlebenszeit tatsächlich beiträgt, ist nur in wenigen Studien dokumentiert: die Nachbeobachtungszeiten liegen in den meisten



**Abbildung 2:** Axiale CT-Schicht nach i.v. KM-Gabe in der frühen portalvenösen Phase. Unmittelbar nach RFA Darstellung kleiner Gasbläschen und eines Perfusionsdefektes, der Nekrose entsprechend (dicker Pfeil). Der ablatierte Stichkanal ist gut zu erkennen (dünner Pfeil).



**Abbildung 3:** Gleicher Patient wie in Abb. 2. Axiale CT-Schicht nach i.v. KM-Gabe in der portalvenösen Phase. Gewebenekrose 12 Monate nach RFA eines Hepatoms (Pfeil). Kein Rezidiv.

Studien unter 3 Jahren und andere Therapieverfahren, insbesondere chemotherapeutische Schemata, wurden bisher nicht konsistent evaluiert. Im Hinblick auf die zitierte mögliche Immunmodulation könnte die Mortalitätsenkung durch die RFA [8] höher sein, als die Ergebnisse der chirurgischen Resektion erwarten lassen. Ein Synergieeffekt von RFA und Chemotherapie wird diskutiert.

### Hepatom

Die RFA zeigt eine vergleichbare bzw. höhere Effektivität hinsichtlich der lokalen Tumorkontrolle bei gleicher bis geringerer Komplikationsrate als die perkutane Ethanolinjektion (PEI). Lencioni et al. [43] beschreiben eine rezidivfreie 2-Jahres-Überlebensrate von 98 % in der RFA-Gruppe gegenüber 88 % in der PEI-Gruppe. Nach einmaliger Behandlung durch PEI wurden 82 % der Hepatome vollständig zerstört, mit RFA 91 %. In einer Studie an 112 Hepatomen von unter 3 cm im Durchmesser beschreiben Livraghi et al. [11] eine Lokalrezidivrate von 17 % nach PEI gegenüber 4 % nach RFA. Die Anzahl der therapeutischen Sitzungen war in derselben Studie mit 4,8 bei der PEI höher als bei der RFA (1,2 Sitzungen). Der zeitliche und finanzielle Aufwand ist für die RFA höher als für die PEI. Aus pragmatischer Sicht liegt der Stellenwert der RFA beim Hepatom daher in erster Linie in der Möglichkeit, Läsionen zu behandeln, die der PEI nicht oder nur schwer zugänglich sind (z. B. gefäßnahe Tumoren).

### Komplikationen

Was die Komplikationen der RFA angeht, sind zwei Gruppen zu unterscheiden:

- Komplikationen, die mit der Platzierung der Elektrode zusammenhängen (Blutung, Infektion, Tumorverschleppung, Verletzung angrenzender Organe) und
- Komplikationen, die mit der Radiofrequenzablation im engeren assoziiert sind (Hitzeschäden an angrenzenden Organen, Hautverbrennungen).

Der Großteil der Komplikationen ist während bzw. innerhalb der ersten Stunden nach der Ablation zu erwarten. Leberabszeß und die thermoinduzierte Perforation eines gastrointestinalen Hohlorgans machen sich als Spätkomplikationen erst Tage später bemerkbar.

In der Literatur wird die Häufigkeit von schweren Komplikationen mit 0–20 % angegeben, wobei die Definition nicht einheitlich ist. Zumeist wird eine Komplikation als schwerwiegend angesehen, wenn sie therapiebedürftig ist, wie eine massive Blutung, die Perforation eines gastrointestinalen Hohlorgans, ein Pneumothorax, ein Hämatothorax oder ein Leberabszeß. Subkapsuläre Hämatoome treten häufig auf und sind selten behandlungsbedürftig. Biliäre Komplikationen, wie Cholangitis, Gallengangstrikturen und Kurzschlußverbindungen mit Lebergefäßen, Myoglobinämie [44], Koagulopathie und Implantatmetastasen im Einstichkanal sind seltene Spätkomplikationen. Die Mortalität liegt bei 0 bis 1 % [41].

Die häufigste Nebenwirkung ist das Post-Ablations-Syndrom, welches durch subfebrile Temperaturen, Abgeschlagenheit und Schmerzen [16] charakterisiert ist, und üblicherweise nicht länger als 14 Tage anhält. Eine passagere Verschlechterung der Leberfunktion ist zu erwarten.

### Diskussion

Die Radiofrequenzablation ist eine sichere und komplikationsarme Methode zur lokalen Tumorthherapie von Hepatomen und Lebermetastasen. Zur Indikationsstellung und Behandlungsplanung bedarf es einer multidisziplinären Zusammenarbeit, welche individuell auf den Patienten abgestimmt ist. Derzeit sind Tumoren mit einem Durchmesser von bis zu 5 cm unter Wahrung eines 1 cm breiten Sicherheitsrandes mit einer einmaligen Ablation zuverlässig.

Tabelle 1: RFA von Lebertumoren: Ausgewählte Literaturübersicht.

Autor	Patientenzahl (Tumorzahl)	Tumor	Tumorgröße (Durchschnitt) cm	Erfolg (%)	Lokalrezidiv (%)	Relevante Komplikationen (%)	Überlebensrate
Rossi et al. 1996 [29]	39 (41)	HCC	< 3,5 cm	95	5		HCC: 1a: 94 %;
Livraghi et al. 1997 [30]	11 (13)	Metastasen			18		3a: 68 %; 5a: 40 %
Livraghi et al. 1997 [30]	14 (24)	GIT	1,2–4,5	52			
Solbiati et al. 1997 [31]	16 (27)	Metastasen	1,2–7,5	66,6		0	
Solbiati et al. 1997 [32]	29 (44)	GIT	1,3–5,1	91	34	0	
Rossi et al. 1998 [39]	23 (26)	Metastasen					
Rossi et al. 1998 [39]	23 (26)	HCC	3,5 (median)	100	20	0	
Curley et al. 2000 [40]	110 (146)	HCC	3,4 (median)	95	3,6	12,7	
Livraghi et al. 2000 [41]	114 (126)	HCC	3,1–9,5	47,6 komplett 99 fast komplett		1,8	
Siperstein et al. 2000 [33]	66 (250)	gemischt	k.A.	88	12		
De Baere et al. 2000 [34]	68 (121)	Gemischt	0,5–4,2	90–94	9–21		
Wong et al. 2001 [35]	40 (122)	Metastasen					
Wong et al. 2001 [35]	40 (122)	Gemischt	k.A.	95	15	20	
Solbiati et al. 2001 [36]	117 (179)	Kolorektale	0,9–9,6	k.A.	39	1	1a: 93 % 2a: 69 %
Solbiati et al. 2001 [37]	109 (172)	Metastasen					3a: 46 %
Solbiati et al. 2001 [37]	109 (172)	k.A.	1,0–5,0	70,4	29,6 (< 3 cm: 16,5 %; > 3 cm: 56,1 %)	0,6	2a: 67 % 3a: 33 %
Livraghi et al. 2001 [38]	24 (64)	Mamma	1,0–6,6	92		0	
Livraghi et al. 2001 [42]	k.A.	Metastasen					
Livraghi et al. 2001 [42]	k.A.	HCC	k.A.	< 3 cm: 90 3–5 cm: 71 5–9 cm: 45	k.A.		Für < 5 cm und Child A 3a: 85 %

sig behandelbar. Auch größere Läsionen können ablatiert werden, allerdings bei höherem Risiko von Resttumor. Eine wiederholte Ablation und die Behandlung mehrerer Herde in einer Sitzung sind möglich. Im Vergleich mit der chirurgischen Behandlung ist die RFA durch eine wesentlich kürzere Aufenthaltsdauer, deutlich geringere Kosten und eine niedrigere Komplikationsrate gekennzeichnet – bei vergleichbar effektiver lokaler Tumorkontrolle. Ein positiver immunmodulatorischer Effekt der RFA auf eine Tumorerkrankung wird diskutiert. Im Vergleich zur PEI weist die RFA in der Therapie des Hepatoms eine höhere Erfolgsrate auf, insbesondere was die Lokalrezidive angeht. Die Anzahl der notwendigen Eingriffe ist deutlich geringer und die Erhöhung der Überlebenszeit ist in der Literatur klar dokumentiert.

Weitere Studien sind notwendig – und derzeit im Laufen –, um den Stellenwert und die Effektivität der RFA von Metastasen im Kontext mit bestimmten Chemotherapie-Schemata und anderen Therapieverfahren besonders in Hinblick auf die Überlebenszeit zuverlässig einordnen zu können.

#### Literatur:

1. Parikh AA, Curley SA, Fornage BD, et al. Radiofrequency ablation of hepatic metastases. *Semin Oncol* 2002; 29: 168–82.
2. McGahan JP, Dodd GD 3rd. Radiofrequency ablation of the liver: current status. *AJR Am J Roentgenol* 2001; 176: 3–16.
3. Goldberg SN. Radiofrequency tumor ablation: principles and techniques. *Eur J Ultrasound* 2001; 13: 129–47.
4. Dickson JA, Calderwood SK. Temperature range and selective sensitivity of tumors to hyperthermia: a critical review. *Ann NY Acad Sci* 1980; 335: 180–205.
5. Schlemmer M, Lindner LH, Abdel-Rahman S, et al. Principles, technology and indication of hyperthermia and part body hyperthermia. *Radiologe* 2004; 44: 301–9.
6. Goldberg SN, Gazelle GS, Mueller PR. Thermal ablation therapy for focal malignancy: a unified approach to underlying principles, techniques, and diagnostic imaging guidance. *AJR Am J Roentgenol* 2000; 174: 323–31.
7. Hendrick JP, Hartl FU. Molecular chaperone functions of heat-shock proteins. *Annu Rev Biochem* 1993; 62: 349–84.
8. Multhoff G, Botzler C, Jennen L, et al. Heat shock protein 72 on tumor cells: a recognition structure for natural killer cells. *J Immunol* 1997; 158: 4341–50.
9. Lu DS, Raman SS, Vodopich DJ, et al. Effect of vessel size on creation of hepatic radiofrequency lesions on pigs: assessment of the heat sink effect. *AJR Am J Roentgenol* 2002; 178: 47–51.
10. Goldberg SN, Hahn PF, Tannabe KK et al. Percutaneous radiofrequency tissue ablation: does perfusion-mediated tissue cooling limit coagulation necrosis. *J Vasc Interv Radiol* 1998; 9: 101–11.
11. Livraghi T, Goldberg SN, Lazzaroni S, et al. Small hepatocellular carcinoma: treatment with radiofrequency ablation versus ethanol injection. *Radiology* 1999; 210: 655–63.
12. Denys AL, DeBaere T, Kuoch V, et al. Radio-frequency tissue ablation of the liver: in vivo and ex vivo experiments with four different systems. *Eur Radiol* 2003; 13: 2346–52.
13. Scudamore CH, Lee SI, Patterson EJ, et al. Radiofrequency ablation followed by resection of malignant liver tumors. *Am J Surg* 1999; 177: 411–7.
14. Dodd GD 3rd, Frank MS, Aribandi M, et al. Radiofrequency thermal ablation: computer analysis of the size of the thermal injury created by overlapping ablations. *AJR Am J Roentgenol* 2001; 177: 777–82.
15. Curley SA. Radiofrequency ablation of malignant liver tumors. *Oncologist* 2001; 6: 14–23.
16. Kettenbach J, Blum M, Kilanowicz C, et al. Percutaneous radiofrequency-ablation of liver cell carcinoma: a current overview. *Radiologe* 2004; 44: 330–8.
17. Shibata T, Yamamoto N, Ikai I, et al. Cholechojejunostomy: possible risk factor for septic complications after percutaneous hepatic tumor ablation. *AJR Am J Roentgenol* 2000; 174: 985–6.
18. Kettenbach J, Kostler W, Rucklinger E, et al. Percutaneous saline-enhanced radiofrequency ablation of unresectable hepatic tumors: initial experience in 26 patients. *AJR Am J Roentgenol* 2003; 180: 1537–45.
19. Stroszczyński C, Gaffke G, Gnauck M, et al. Laser ablation of tumors: current concepts and recent developments. *Radiologe* 2004; 44: 320–9.
20. Leyendecker JR, Dodd GD 3rd, Halff GA, et al. Sonographically observed echogenic response during intraoperative radiofrequency ablation of cirrhotic livers: pathologic correlation. *AJR Am J Roentgenol* 2002; 178: 1147–51.
21. Raman SS, Lu DS, Vodopich DJ, et al. Creation of radiofrequency lesions in a porcine model: correlation with sonography, CT, and histopathology. *AJR Am J Roentgenol* 2000; 175: 1253–8.
22. Cha CH, Lee FT, Gurney JM, et al. CT versus sonography for monitoring radiofrequency ablation in a porcine liver. *AJR Am J Roentgenol* 2000; 175: 705–11.
23. Lehnert T, Otto G, Herfarth C. Therapeutic modalities and prognostic factors for primary and secondary liver tumors. *World J Surg* 1995; 19: 252–63.
24. Stangl R, Altendorf-Hofmann A, Charnley RM, et al. Factors influencing the natural history of colorectal liver metastases. *Lancet* 1994; 343: 1405–10.
25. Steele G, Ravikumar TS. Resection of hepatic metastases from colorectal cancer. Biologic perspective. *Ann Surg* 1989; 210: 127–38.
26. Fegiz G, Ramacciato G, Gennari L, et al. Hepatic resections for colorectal metastases: the Italian multicenter experience. *J Surg Oncol* 1991; 2: 144–54.
27. Gayowski TJ, Iwatsuki S, Madariaga JR, et al. Experience in hepatic resection for metastatic colorectal cancer: analysis of clinical and pathologic risk factors. *Surgery* 1994; 116: 703–11.
28. Petrelli NJ, Gupta B, Piedmonte M, et al. Morbidity and survival of liver resection for colorectal adenocarcinoma. *Dis Colon Rectum* 1991; 34: 899–904.
29. Rossi S, Di Stasi M, Buscarini E, et al. Percutaneous RF interstitial thermal ablation in the treatment of hepatic cancer. *AJR Am J Roentgenol* 1996; 167: 759–68.
30. Livraghi T, Goldberg SN, Monti F, et al. Saline-enhanced radio-frequency tissue ablation in the treatment of liver metastases. *Radiology* 1997; 202: 205–10.
31. Solbiati L, Ierace T, Goldberg SN, et al. Percutaneous US-guided radio-frequency tissue ablation of liver metastases: treatment and follow-up in 16 patients. *Radiology* 1997; 202: 195–203.
32. Solbiati L, Goldberg SN, Ierace T, et al. Hepatic metastases: percutaneous radio-frequency ablation with cooled-tip electrodes. *Radiology* 1997; 205: 367–73.
33. Siperstein A, Garland A, Engle K, et al. Local recurrence after laparoscopic radiofrequency thermal ablation of hepatic tumors. *Ann Surg Oncol* 2000; 7: 106–13.
34. De Baere T, Elias D, Dromain C, et al. Radiofrequency ablation of 100 hepatic metastases with a mean follow-up of more than 1 year. *AJR Am J Roentgenol* 2000; 175: 1619–25.
35. Wong SL, Edwards MJ, Chao C, et al. Radiofrequency ablation for unresectable hepatic tumors. *Am J Surg* 2001; 182: 552–7. ➔

#### Dr. Oliver J. Sommer

Geboren 1969 in Eisenstadt. Medizinstudium an der Universität Wien 1987 bis 1993. 1993 Promotion zum Doktor der gesamten Heilkunde. 1993 bis 1996 Ausbildung zum Arzt für Allgemeinmedizin. 1996 bis 2001 Ausbildung zum Facharzt für Radiologie im Krankenhaus Wien-Lainz bei Univ.-Prof. Dr. H. Czembirek. Anschließend Oberarzt an der Univ. Klinik für Radio-diagnostik I in Innsbruck. Seit Herbst 2002 wieder im Krankenhaus Wien-Lainz tätig. Wissenschaftliche Schwerpunkte: Thermoablation, muskuloskelettale Radiologie, kardiovaskuläre Bildgebung.



36. Solbiati L, Livraghi T, Goldberg SN, et al. Percutaneous radio-frequency ablation of hepatic metastases from colorectal cancer: long-term results in 117 patients. *Radiology* 2001; 221: 159–66.
37. Solbiati L, Ierace T, Tonolini M, et al. Radiofrequency thermal ablation of hepatic metastases. *Eur J Ultrasound* 2001; 13: 149–58.
38. Livraghi T, Goldberg SN, Solbiati L, et al. Percutaneous radio-frequency ablation of liver metastases from breast cancer: initial experience in 24 patients. *Radiology* 2001; 220: 145–9.
39. Rossi S, Buscarini E, Garbagnati F, et al. Percutaneous treatment of small hepatic tumors by an expandable RF needle electrode. *AJR Am J Roentgenol* 1998; 170: 1015–22.
40. Curley SA, Izzo F, Ellis LM, et al. Radiofrequency ablation of hepatocellular cancer in 110 patients with cirrhosis. *Ann Surg* 2000; 232: 381–91.
41. Livraghi T, Goldberg SN, Lazzaroni S, et al. Hepatocellular carcinoma: radio-frequency ablation of medium and large lesions. *Radiology* 2000; 214: 716–68.
42. Livraghi T, Lazzaroni S, Meloni F. Radiofrequency thermal ablation of hepatocellular carcinoma. *Eur J Ultrasound* 2001; 13: 159–66.
43. Lencioni RA, Allgaier HP, Cioni D, et al. Small hepatocellular carcinoma in cirrhosis: randomized comparison of radio-frequency thermal ablation versus percutaneous ethanol injection. *Radiology* 2003; 228: 235–40.
44. Shankar S, Tuncali K, vanSonnenberg E, et al. Myoglobinemia after CT-guided radiofrequency ablation of a hepatic metastasis. *AJR Am J Roentgenol* 2002; 178: 359–61.

# Mitteilungen aus der Redaktion

## Besuchen Sie unsere zeitschriftenübergreifende Datenbank

[Bilddatenbank](#)

[Artikeldatenbank](#)

[Fallberichte](#)

## e-Journal-Abo

Beziehen Sie die elektronischen Ausgaben dieser Zeitschrift hier.

Die Lieferung umfasst 4–5 Ausgaben pro Jahr zzgl. allfälliger Sonderhefte.

Unsere e-Journale stehen als PDF-Datei zur Verfügung und sind auf den meisten der marktüblichen e-Book-Readern, Tablets sowie auf iPad funktionsfähig.

[Bestellung e-Journal-Abo](#)

## Haftungsausschluss

Die in unseren Webseiten publizierten Informationen richten sich **ausschließlich an geprüfte und autorisierte medizinische Berufsgruppen** und entbinden nicht von der ärztlichen Sorgfaltspflicht sowie von einer ausführlichen Patientenaufklärung über therapeutische Optionen und deren Wirkungen bzw. Nebenwirkungen. Die entsprechenden Angaben werden von den Autoren mit der größten Sorgfalt recherchiert und zusammengestellt. Die angegebenen Dosierungen sind im Einzelfall anhand der Fachinformationen zu überprüfen. Weder die Autoren, noch die tragenden Gesellschaften noch der Verlag übernehmen irgendwelche Haftungsansprüche.

Bitte beachten Sie auch diese Seiten:

[Impressum](#)

[Disclaimers & Copyright](#)

[Datenschutzerklärung](#)