



Fachbereichsarbeit zum Medizinischen Fachassistenten MFA

Hochfrequenzchirurgie in der Praxis

Die Risikofaktoren aufzeigen und mögliche Lösungen vermitteln.

Wie hat sich die HF-Chirurgie entwickelt
und welche Risikofaktoren sind zu beachten?

Betreuerin Frau Mag^a Haubitzer Sonja M.Ed

Wolfgang Schmalzl
Radnig 3
9620 Hermagor
E-Mail: wolfgang@mailxl.at

Inhaltsverzeichnis

Ehrenwörtliche Erklärung	3
1 Vorwort	4
2 Geschichte	5
2.1 Die Frühgeschichte der Blutstillung.....	5
2.2 Elektrische Anfänge	6
2.3 Die moderne HF-Chirurgie.....	7
3 Elektrophysiologische Grundlagen	9
3.1 Die Technik	9
3.2 Die verschiedenen Gewebestrukturen	11
3.3 Die Frequenzen	11
3.4 Die Modulation	12
3.4.1 Spraykoagulation	15
3.4.2 Argonassistierte Koagulation	17
4. Die Risiken für PatientInnen und Personal	18
4.1 Neutral-Gegenelektrode.....	18
4.2 Leckstrom	21
4.3 Herzschrittmacher.....	22
4.4 Unbeabsichtigtes Aktivieren.....	23
4.5 Elektrisch leitfähiger Körperschmuck und Implantate	24
4.6 Chirurgischer Rauch als Gefahrenquelle	25
5 Verletzungen durch die HF-Anwendung	26
6 Resümee	29
Literaturverzeichnis	31
Internetverzeichnis	31
Abbildungsverzeichnis.....	32
Abkürzungsverzeichnis.....	34
Anhang	35

1 Vorwort

Technische Geräte und die Verfahren haben mich seit jeher interessiert. Aus diesem Grund stellte die Themenfindung zu einer Fachbereichsarbeit keine große Schwierigkeit für mich dar. Ein sehr vielseitiges und für mich spannendes Verfahren, welches beinahe bei jeder Operation zum Einsatz kommt, ist die Hochfrequenz HF-Chirurgie. Auf diese Technik gehe ich in der folgenden Seiten ein. Vor allem weise ich auf die Risiken und Gefahren hin, die sich bei der Verwendung weisen, welche sich durch die Verwendung von hochfrequentem Strom ergeben. In meiner langjährigen Tätigkeit als Operationsgehilfe in den verschiedensten Krankenhäusern, konnte ich mir ein grundlegendes Wissen über diese Art der Gewebeveränderung aneignen. Die vielen verschiedenen Anwendungsmöglichkeiten, die dieses Thema bietet, machten mir die Recherche und das Ausarbeiten um vieles einfacher und interessanter. In der vorliegenden Arbeit werde ich die technischen Grundlagen, welche für das Verständnis und den sicheren Umgang mit der HF-Chirurgie notwendig sind, verständlich erklären. Um die Anwendung von hochfrequentem Strom im Operationssaal sicherer zu machen, werden neben dem Funktionsprinzip auch einige praktische Beispiele angeführt bei denen ein erhöhtes Verletzungsrisiko für PatientInnen und Personal besteht. Die praxisbezogenen Lösungsvorschläge, welche in dieser Arbeit enthalten sind sollen die Risiken und die Gefahren eliminieren oder sie auf ein notwendiges Minimum beschränken. Zu Beginn gehe ich auf die Entwicklung der HF-Chirurgie von den ersten Versuchen der Blutstillung, die bereits 1600 v Chr. erwähnt wurden, bis hin zu den aktuellen Verfahren und den Geräten ein. Um organisches Gewebe zu verändern, wurden in der Vergangenheit die unterschiedlichsten Methoden angewandt wobei in der Frühgeschichte das Hauptaugenmerk auf die Blutstillung gerichtet war,. Die archaischen Instrumente und deren Anwendungspraktiken mögen uns sehr primitiv vorkommen, jedoch waren sie zu ihrer Zeit revolutionäre Techniken. Erst durch die Verwendung von Elektrizität in der Chirurgie, die im frühen 19. Jhd Einzug gehalten hat, hatte man ein Verfahren entdeckt, welches bis heute, in abgewandelten und modifizierten Varianten, angewendet wird. Um das Prinzip der HF-Chirurgie zu verstehen, werden im Laufe dieser Arbeit viele elektrotechnische und physikalische

Grundlagen aufgegriffen und erklärt. Dadurch lassen sich auch die verschiedenen Modulationsmöglichkeiten, die diese Geräte bieten, gezielt zum Einsatz bringen. Moderne computergesteuerte Multifunktionsgeräte, die heutzutage verwendet werden, sind enorm leistungsfähig und zeichnen sich durch eine hohe PatientInnensicherheit und einen hervorragenden Bedienungskomfort aus. Dennoch gibt es etliche Situationen, in denen den PatientInnen und dem Personal Schaden zugefügt werden kann. Um das zu vermeiden, wird ein Kapitel dem sicheren Umgang mit diesen Geräten gewidmet.

2 Geschichte

Um ein besseres Verständnis für die HF-Chirurgie zu vermitteln und die damit verbundenen Probleme aufzuzeigen, wird in diesem Kapitel auf die Blutstillung mittels Strom eingegangen. Einige historisch wichtige Meilensteine, welche dieser Technik zugrunde liegen, werden im folgenden Abschnitt beschrieben und näher erklärt

2.1 Die Frühgeschichte der Blutstillung

Die ersten Aufzeichnungen über die verschiedenen Methoden der Blutstillung findet man bereits bei den Ägyptern um ca. 1600 vor Christus. In diesen Schriften wurde der gezielte Einsatz von Hitze beschrieben. Die Bandbreite reichte von erhitzten Steinen über den Feuerbohrer einen glühenden Holzkohlestumpf, bis hin zu in siedendem Öl erhitzten Holzspänen, mit welchen zum Beispiel Eiterherde geöffnet wurden. Etwa. 400 v. Chr. bediente sich Hippokrates des Glüheisens (Ferrum candens) als Heilmittel ebenso wie seine Kollegen aus Rom oder die Araber. Bei Amputationen wurden glühende Messer verwendet, um die Blutungen zu stillen oder sie geringer zu halten. (vgl. www.medizinische-papyri.de/PapyrusEbers/html)

Der bei uns sehr verbreitete Begriff „Kauter“ stammt aus dieser Zeit, kommt aus dem Griechischen und bedeutet in der deutschen Sprache Brenneisen oder Verbrenner und ist somit nicht mehr zeitgemäß. (vgl. Zecha/Mayer 2011, S. 60) Die heute verwendete Technik wird als Diathermie, Elektrokauterisation oder HF-

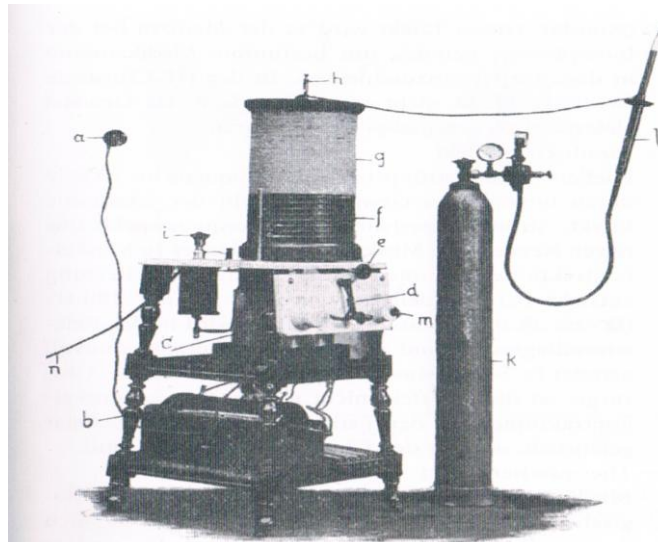
Chirurgie bezeichnet. (vgl. Lange 2003, S. 118) Diese Art der Blutstillung wurde auf unterschiedliche Weise bis in das 19. Jhdt. beibehalten. (vgl. Kramme 2007, S. 515)

2.2 Elektrische Anfänge

Am Anfang des 19. Jhdt. waren es die rasanten Entwicklungen in der Elektrizität, durch welche die Elektrochirurgie mit ihren verschiedenen Methoden entstand. Obwohl es bereits im Jahr 1807 von Sir Humphry Davy, einem englischen Chemiker, empfohlen wurde, die elektrische Energie zur Zersetzung von organischem Gewebe einzusetzen, dauerte es, aufgrund der fehlenden technischen Möglichkeiten, noch 38 Jahre, bis dieses System zur Anwendung kam. Im Jahr 1845 wurde erstmals vom Wiener Zahnarzt Moritz Heider zur Zerstörung der Zahnnerven ein elektrisch erhitzter Platindraht benutzt. Deswegen wird er auch als Erfinder der Galvanokaustik bezeichnet. (vgl. Hilpert 1980, S. 305) Ein weiterer wichtiger Schritt, in der Entwicklung der HF Chirurgie war die Erfindung der Schlingenelektrode von Victor von Bruns. Dieser zusammenziehbare Platindraht konnte im kalten Zustand, also ohne unter Strom zu stehen und somit ohne Gefahr einer ungewollten Verletzung des umliegenden Gewebes genau an der Stelle die behandelt werden sollte, positioniert werden. Anschließend wurde an den Draht eine Gleichstromspannung von der bis sechs Volt bei einer Stromstärke von 10-20 Ampere angelegt, wodurch dieser sich erhitzte und die Wärme an das Gewebe abgab. Dadurch konnte man auch an schwer zugänglichen Stellen operieren und gleichzeitig die thermische Energie einwirken lassen. Somit wurden auch die Voraussetzungen für endoskopische Eingriffe geschaffen. (vgl. Kramme 2007, S. 516)

Auf der Basis des von Walther Nernst aufgestellten „Nernstschen Reizschwellengesetzes“ (1899), welches Aufschluss über die Nervenreizungen im Bezug auf die Stromstärke und die Frequenz gibt, wurde in Paris im Jahr 1900 über erste Erfolge mit Funkenbehandlungen berichtet. (vgl. Kramme 2007, S. 516) Dies war die Geburtsstunde der HF Chirurgie.

Der nachfolgend abgebildete Fulgurisationsapparat von de Keating Hart (1908) war das erste Gerät mit dem man die Oberfläche eines Gewebes, vor allem von kleinen Gefäßen, veröden konnte ohne es dabei zu berühren. Dieser Apparat war vom Funktionsprinzip mit einem Argonbeamer, wird im Kapitel 3.4.2 („argonassistierte Koagulation“), vergleichbar.



■ **Abb. 28.1.** Fulgurisationsapparat nach DE KEATING HART zur »Blitzbehandlung (Fulguration) der Krebse«. Einige zehn Minuten lang wurden kräftige »Blitzfunkenbüschel« auf das Tumorgewebe appliziert. Übermäßige Hitzewirkung verhinderte ein koaxial über die Elektrode geleiteter Kohlensäurestrom. (Wiesner 1908)

Abb.1: Fulgurisationsapparat¹

Durch den Kohlensäurestrom, der koaxial über die Elektrode fließt, wird die Rauchentwicklung, die Karbonisierung sowie die Verkohlung des Gewebes verringert und die aktive Elektrode wird gleichzeitig gekühlt.

2.3 Die moderne HF-Chirurgie

Die Apparate, welche am Anfang des 20. Jhd. verwendet wurden, konnten, aufgrund der bescheidenen technischen Möglichkeiten, die Frequenz nicht in einen Bereich modulieren, in dem ein reizfreies operieren gewährleistet werden kann. Diese Probleme zu minimieren bzw. zu eliminieren, waren die Bestrebungen der nächsten Jahrzehnte. Erst zu Beginn des Jahres 1990 wurde mit dem Einsatz von mikroprozessorgesteuerten HF-Chirurgiegeräten, ein weiterer Meilenstein in dieser Entwicklung gesetzt. Nun hatte man eine Vielzahl an Möglichkeiten, die

¹ Kramme, 2007, S.517

verschiedenen Parameter wie die Stromstärke, die Frequenz, die Mischfrequenzen sowie die Applikationsdauer zu modulieren und diese an das Gewebe und die verschiedenen Applikationsgeräte anzupassen. Bildschirmgeräte, wie das unten abgebildete, decken einen Großteil der Anforderungen ab, die an die moderne HF Chirurgie gestellt werden.



Abb.2: Olympus HF-Generator²

Da diese HF-Generatoren frei programmierbar sind, kann der/die BedienerIn auf die aktuellen Bedürfnisse des Chirurgen/ der Chirurgin eingehen, und somit der Komfort und das Ergebnis bei der Anwendung positiv beeinflussen. (vgl. Kramme 2007, S. 518) Dazu gehört eine sichere Versiegelung der Gefäße, geringe Karbonisierung welche sich negativ auf die Wundheilung auswirkt, die Benutzerfreundlichkeit und auch die Geschwindigkeit mit welcher der gewünschte Effekt erzielt wird. Da viele Parameter in einem vorgegebenen Bereich frei programmierbar sind, kann von dem/der BedienerIn des HF-Generators auf die aktuellen Anforderungen des Operateurs/ der Operateurin sowie auf die Eigenschaften des Gewebes eingegangen werden wodurch auch das Ergebnis positiv beeinflusst wird. (vgl. Kramme 2007, S. 518)

² Olympus (Hg.), (o.J.): Thunderbeat. Online: <http://medical.olympusamerica.com/search/content/thunderbeat> [Zugriff am 20.12.2014]

3 Elektrophysiologische Grundlagen

Um die Vorgänge, welche bei einer Applikation von hochfrequentem Wechselstrom im organischen Gewebe stattfinden, verstehen zu können, muss ein Basiswissen vorhanden sein. Die dieser Technik zugrundeliegenden physikalischen Vorgänge beruhen auf der Tatsache, dass die Zellflüssigkeit erhitzt wird und deshalb verdampft.

3.1 Die Technik

Grundsätzlich unterscheidet man zwischen der monopolen und der bipolaren Technik, wobei der Strom durch den Körper oder das zu bearbeitende Gewebe immer nur in einem geschlossenen Kreislauf fließen kann. Der Unterschied zwischen den beiden Techniken liegt lediglich darin, dass bei der schonenderen, also bei der bipolaren Technik, die Ableitung direkt an dem zu operierenden Gewebe liegt. Hingegen fließt der Strom bei der monopolen Technik durch den Körper bis zur Neutralelektrode über welche er dann abgeleitet wird.

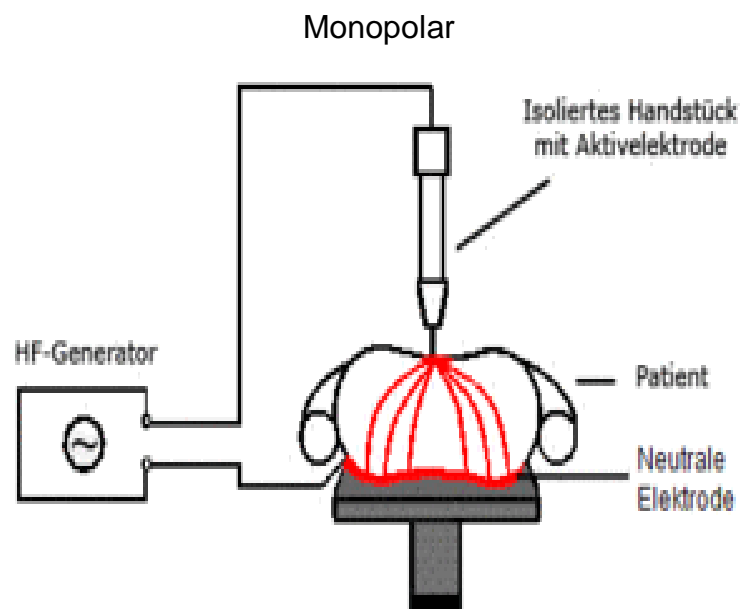


Abb.3: Monopolare Technik³

Wie in der Abb. 3 zu sehen ist, wird bei der monopolen Technik die elektrische Energie über das aktive Handstück appliziert und durch den Körper geleitet. Die

³ Wikimedia Commons, (o.J.), Online: http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Monopolare_anwendungstechnik.gif [Zugriff am 21.12.2014]

elektrische und thermische Energie führt aufgrund der hohen Stromdichte an der Aktivelektrode, zum gewünschten Effekt. Danach verteilt sich der Strom so im Gewebe, dass es zu keiner ungewollten Gewebeveränderung in der Peripherie des Operationsgebietes kommt. Die Ableitung erfolgt dann über die sogenannte Neutral- o. Gegenelektrode. (vgl. Kramme 2007, S. 522) Aktive monopolen Handstücke sind mit jeweils einem gelben (Schneidemodus) und einem blauen (Koagulationsmodus) Taster ausgestattet. Die Farbkennzeichnung und die Positionierung sind international geregelt, weshalb eine Verwechslung ausgeschlossen werden kann. Für die verschiedenen Anwendungen und Anforderungen können unterschiedliche Applikatoren eingesetzt werden, von denen es zahlreiche Arten gibt. (vgl. Gebrüder Martin, Handbuch HF-Chirurgie, o.J., S 15)

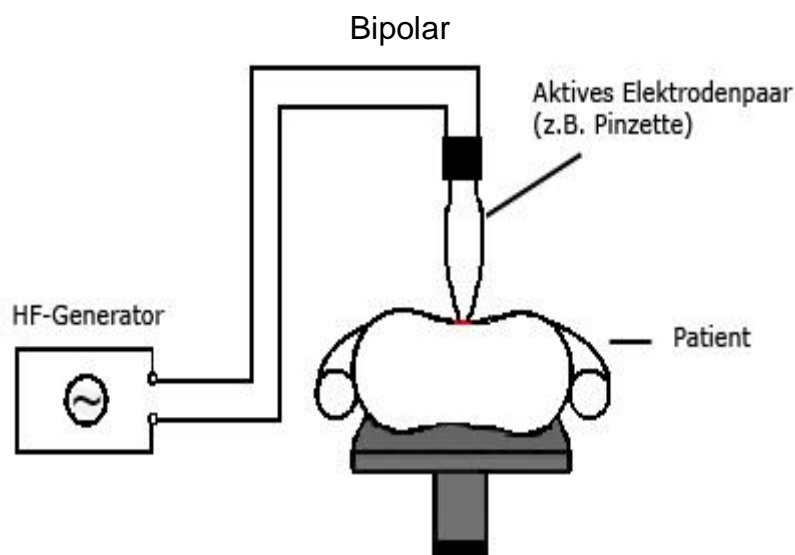


Abb.4: Bipolare Technik⁴

Bei der bipolaren Technik (Abb. 4) werden beide Pole über ein geeignetes Handstück appliziert, wodurch der Strom nur einen minimalen Weg im Körper zurücklegen muss. Das Gefahrenpotential, welches im nächsten Kapitel behandelt wird, ist bei dieser Technik besonders gering und daher, wenn möglich, dem monopolen Verfahren vorzuziehen. (vgl. Kramme 2007, S. 522)

⁴ Wikimedia Commons, (o.J.), Online: http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Bipolare_anwendungstechnik.jpg [Zugriff am 21.12.2014]

3.2 Die verschiedenen Gewebestrukturen

Die Eigenschaften des zu bearbeitenden menschlichen Gewebes sind, aufgrund der unterschiedlichen Leitfähigkeit und des daraus resultierenden spezifischen Widerstandes, sehr verschieden. Um diesen Umstand Rechnung zu tragen, ist eine Anpassung an die jeweiligen Gegebenheiten notwendig. So liegt zum Beispiel der Widerstand von gut durchblutetem Muskelgewebe in einem Bereich von 150–300 Ohm. Diejenigen Gewebestrukturen mit einer geringeren Durchblutung, wie zum Beispiel die Knochen, die Sehnen, die Knorpel oder das Fettgewebe, haben eine weitaus schlechtere Leitfähigkeit. Bei dem Fettgewebe liegt der Widerstand zwischen 500 und 1000 Ohm. Diese unterschiedlichen Voraussetzungen werden, durch die Regelung von der Stromform, der Stromdichte, der Spannung, der Leistung sowie der Einwirkzeit beeinflusst (vgl. Kramme 2007, S. 520).

3.3 Die Frequenzen

Beim Applizieren des elektrischen Wechselstroms auf einem organischem Gewebe, stellen die unerwünschten Gewebereaktionen, also die Zuckungen, ein Problem dar. Sie werden durch die Reizung der Nerven und des Muskelgewebes bewirkt und sind bei einer Frequenz von 10 bis 100 Hertz am stärksten ausgeprägt (siehe Abb. 5). Abgesehen von den unangenehmen und zum Teil auch gefährlichen Folgen für den Patienten/ die Patientin, welche durch die Muskelkontraktionen verursacht werden, ist dieser Zustand auch für den Operateur/ die Operateurin hinderlich. (vgl. Kramme 2007, S. 516) Bei Gleichstrom würden diese Kontraktionen zwar wegfallen, jedoch ist der dabei auftretende elektrolytische Effekt ebenfalls unerwünscht. Dabei würden nämlich die positiv geladenen Ionen im Körper zu der Kathode und die negativ geladenen Ionen zu der Anode wandern. Diese Ionenverschiebung hätte demnach eine elektrolytische Gewebeschädigung zur Folge. (vgl. Zecha/Mayer 2011, S. 61)

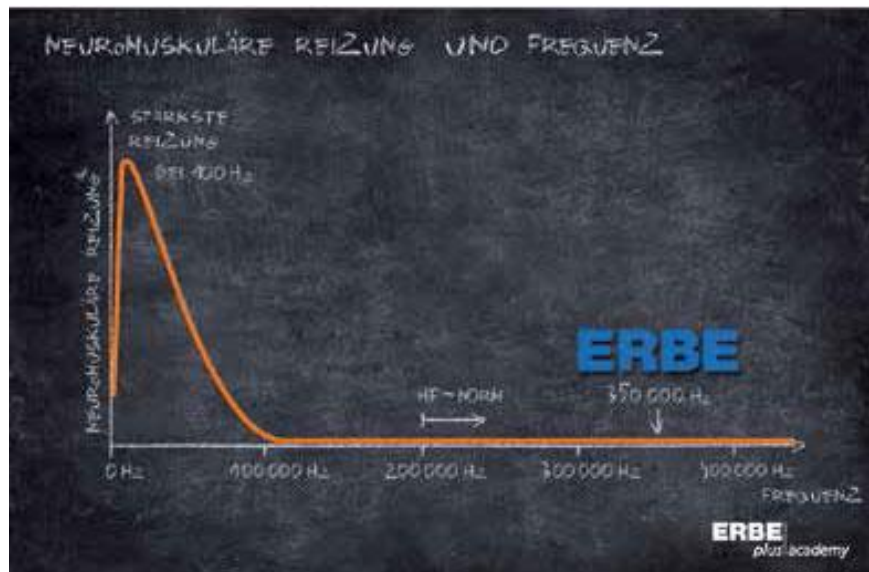


Abb.5: Neuromuskuläre Reizung⁵

Aufgrund der von Michael Faraday (1791–1867) entdeckten Auswirkungen des Wechselstroms auf elektrisch erregbare Zellen, wie Nerven- und Muskelzellen, welche durch diesen gereizt werden, musste nun die Frequenz (Hertz) auf mindestens 100.000 Hz erhöht werden, damit reizfreies operieren möglich ist. Der kürzeste Reiz, der noch in der Lage ist einen Nerv zu stimulieren, beträgt 0,01ms. (vgl. Lange 2003, S. 118) Da bei medizintechnischen Produkten eine dreifache Sicherheit vorgeschrieben ist, wird erst ab einem Bereich von ca. 300 kHz (300.000 Hz/0,3 MHz) und mehr gearbeitet. Das zu verändernde Gewebe wird durch den Stromfluss, der nun keine neuromuskulären Reaktionen mehr hervorruft, erwärmt. Dieser thermische Effekt, den der Strom endogen im Gewebe erzeugt, kann nun dazu verwendet werden, um die Zellen entweder gezielt zu zerstören (schneiden) oder um sie, durch ein langsames Verdampfen der Zellflüssigkeit, zum Kollabieren zu bringen (koagulieren). (vgl., Mach Engelbert, o. J. S 5. Grundlagen der HF-Chirurgie)

3.4 Die Modulation

Um den Anforderungen der modernen HF Chirurgie zu entsprechen, genügt es bei weitem nicht die verschiedenen Gewebe ausschließlich zu zerstören oder sie zu

⁵ ERBE Elektromedizin GmbH, 2014, Online: <http://ausbildung.erbe-med.com/azubiportal/Einblicke/Hochfrequenz-Chirurgie.php> [Zugriff am 24.2.2015]

koagulieren. Damit man den Ansprüchen des Bedienungskomforts und der Qualität der Versiegelung ebenso gerecht werden kann, müssen die Generatoren beide Stromformen in einem Arbeitsgang erfüllen. Demnach ist es notwendig, die dafür ausschlaggebenden Faktoren, wie die Stromstärke, die Stromform, die Frequenz, die Gewebeimpedanz und die Applikationsdauer, an die jeweilige Situation anzupassen. Anhand der Anpassungsoptionen von modernen Mikroprozessor gesteuerten HF-Geräten, können die grundlegenden Parameter, in einem vorgegebenen Bereich, frei verändert werden und wodurch das Ergebnis positiv beeinflusst wird. (vgl. Kramme 2007, S. 518)



Abb. 6: Schneiden des Gewebes⁶

Ein unmodulierter sowie hochfrequenter Strom wird, durch seine hohe Dichte und Frequenz, die flüssigen Bestandteile der Zelle so schnell erhitzen, dass sie keine Zeit haben durch die Zellmembran zu entweichen. Der dadurch entstehende Dampfdruck bringt die Zelle zum Platzen. (siehe Abb. 7) Diese Art des Stroms ist ein klassischer Schneidestrom, ohne oder nur mit einer sehr geringen Koagulationswirkung. Mit dieser Form der HF-Chirurgie ist eine besonders schnelle Gewebetrennung möglich, jedoch ist sie nur in sehr geringem Ausmaß zur Blutstillung geeignet.

⁶ Hochschule Esslingen, Dipl.-Ing. (FH) Joachim Hiller, (2005), Online:
<http://www2.hs-esslingen.de/~johiller/hf-chirurgie/pics/hf02.jpg> [Zugriff am 21.12.2014]

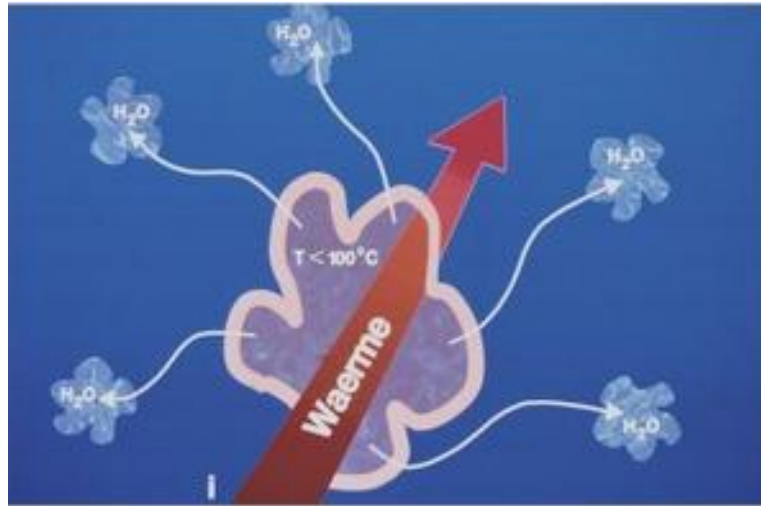
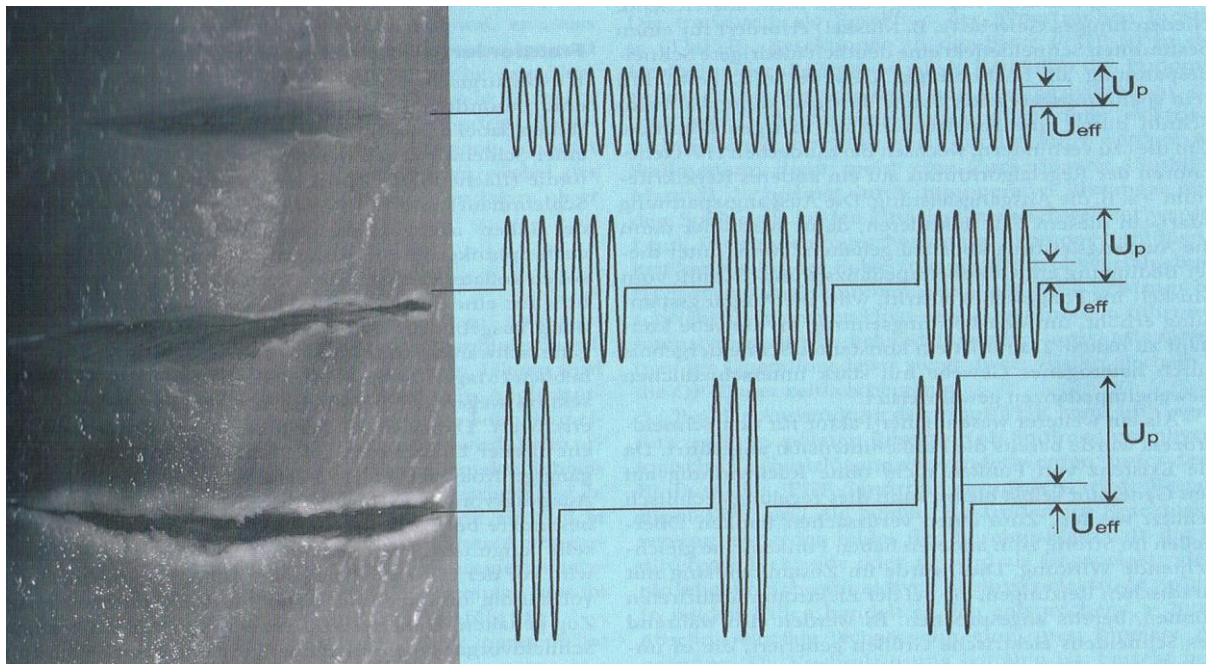


Abb. 7: Koagulieren des Gewebes⁷

Beim Koagulieren muss die Zelle ausreichend und langsam erhitzt werden, damit das Wasser darin verdampfen und durch die Zellmembran entweichen kann. Dadurch kollabiert die Zelle und die festen Bestandteile und verkleben miteinander. (siehe Abb. 8) Bei dieser Art der Modulation ist die Gewebedurchtrennung allerdings nur sehr beschränkt möglich. Deshalb werden verschiedene Mischströme, die den jeweiligen Anforderungen entsprechen, angeboten und auch verwendet. (vgl. Zecha/Mayer 2011, S. 62) Bei gleichzeitiger Verwendung von Schneide- und Koagulationsfrequenzen ist es möglich, eine zügige Schnittleistung mit einer ausreichenden Hämostase zu erreichen. In der folgenden Abbildung acht sind die unterschiedlichen Gewebeveränderungen im Bezug auf die Frequenzmodulationen besonders gut erkennbar.

⁷ Hochschule Esslingen, Dipl.-Ing. (FH) Joachim Hiller, (2005), Online: <http://www2.hs-esslingen.de/~johiller/hf-chirurgie/pics/hf03.jpg> [Zugriff am 21.12.2014]

Abb. 8: Modulation⁸

Die glatten Wundränder, welche die erste Modulation in der Abbildung aufweist, sind auf eine rasche Schnitfführung zurückzuführen, wobei hier die Hämostase ausbleibt. Die Modulation, die bei der zweiten Variante verwendet wird, kann mit einem relativ guten Ergebnis zum Schneiden verwendet werden und hat bereits eine Koagulationswirkung auf das umliegende Gewebe. Jedoch reicht diese Wirkung nur zur Blutstillung bei kapillaren Gefäßen. Die als letzte vorgestellte Variante der Modulation hat, aufgrund der tiefer in das Gewebe eindringenden Hämostase eine gute Koagulationswirkung, welche aber auf die Kosten der Schnittgeschwindigkeit geht und somit nur sehr bedingt zur Gewebetrennung geeignet ist. (vgl. Kramme 2007, S. 525) Neben den beiden Standardanwendungen, also dem Schneiden und dem Koagulieren, werden auch einige Sonderformen für spezielle Anforderungen angewendet. Die gebräuchlichsten werden in den nachstehenden Kapiteln vorgestellt.

3.4.1 Spraykoagulation

Diese Art der Anwendungsmöglichkeiten ist zwar die älteste Applikationsform, aber durchaus noch sehr weit verbreitet. Dabei handelt es sich um eine monopolare Form der HF-Chirurgie, bei welcher kein direkter Kontakt der aktiven Elektrode

⁸ Kramme 2007, S 525

zum Patienten/zur Patientin erforderlich ist. Für diffuse und oberflächliche Blutungen eignet sich diese Variante besonders gut, da eine große Gewebeoberfläche behandelt werden kann. Sie wird vor allem in der Leber und Mammachirurgie besonders gerne eingesetzt. Eine weitere Indikation ergibt sich bei den Gewebestrukturen, die eine besonders schlechte Leitfähigkeit haben, wie z.B. die knöchernen Blutungen im Bereich des Thorax. Durch die hohe Impedanz des Gewebes kann in diesem Bereich mit einer herkömmlichen mono- oder bipolaren Anwendung, keine ausreichende Koagulation erzielt werden.

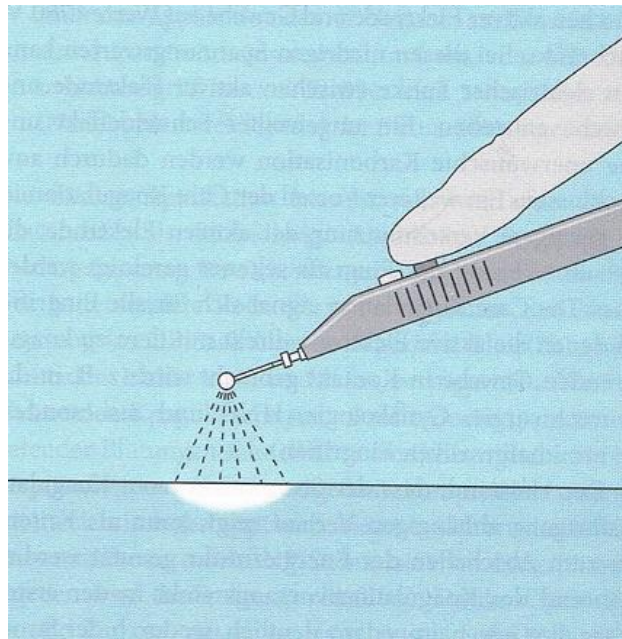


Abb. 9: Spraykoagulation⁹

Bei der Spraykoagulation, auch Fulguration genannt, wird die Ausgangsspannung auf bis zu 8.000 Volt erhöht, wodurch die Luft ab einem Abstand von ca. drei bis vier Millimeter ionisiert und somit leitfähig wird. Bei der Annäherung der aktiven Elektrode, unter diesem Abstand, setzt die Funkenentladung ein und besprüht das Gewebe oberflächlich. Durch die hohe Spannungsleistung des Generators ist ein besonderes Augenmerk auf eine korrekte Patient/Innenlagerung zu legen. Bei einem Kontakt mit dem OP Tisch oder sonstigen leitenden Gegenständen, ist die Gefahr einer Verbrennung nämlich um etliches höher als bei einer normalen Koagulationsspannung. Demnach wäre es empfehlenswert die Extremitäten, jene sich in der Nähe von Metallteilen des OP-Tisch befinden, in trockene Tücher einzuwickeln. So kann einerseits das Verbrennungsrisiko ausgeschlossen werden,

⁹ Kramme 2007, S 530

wenn der Patient/die Patientin mit metallischen Gegenständen in Berührung kommt und andererseits wird auch der Gefahr eines Lichtbogenkontaktes vorgebeugt. (vgl. Kramme 2007, S 530).

3.4.2 Argonassistierte Koagulation

Das Funktionsprinzip ist das gleiche, wie bei der zuvor beschriebenen Spraykoagulation. Der Unterschied liegt lediglich darin, dass koaxial zum Applikator ein Strom aus ionisiertem Argongas geleitet wird. Durch die ca. fünfmal höhere Leitfähigkeit dieses Gases, kann die notwendige Spannung, die zum Überbrücken der Distanz zum Gewebe, notwendig ist, verringert werden. Das aktive Handstück kann deshalb auch in einem wesentlich größeren Abstand zur Applikationsstelle geführt werden. Durch die kontrollierte Aufbringung ist zudem die Qualität des Oberflächenschorfes deutlich höher.

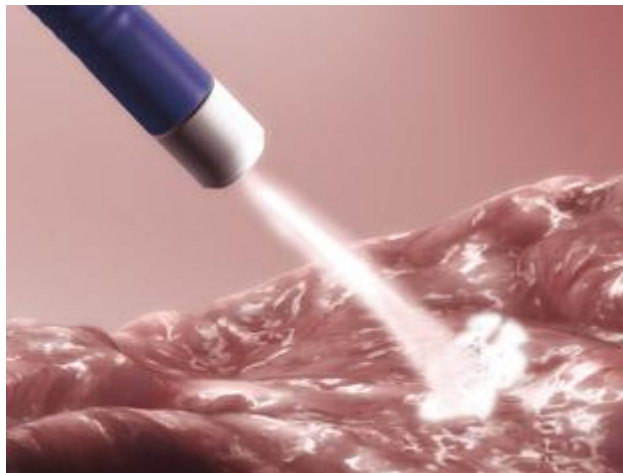


Abb. 10: Argonbeam¹⁰

Die Abbildung zeigt, dass die Applikation beim Argonbeam deutlich gezielter und kontrollierter erfolgt als bei der herkömmlichen Vulgurisation. (vgl. Kramme 2007, S. 531)

¹⁰ Lasermed AG Frohheimstr. 2 9325 Roggwil TG, (o. J.), Online:
<http://www.lasermed.ch/de/spectrum-elektrochirurgie-argon-plasma.html> [Zugriff
am 23.2.2015]

4. Die Risiken für PatientInnen und Personal

Mindestens genauso wichtig, wie das Basiswissen über die Funktion der HF-Geräte ist auch das Wissen über die Verletzungsgefahren, welche damit verbunden sind. In diesem Kapitel werden die wichtigsten Gefahrenquellen erklärt und die Möglichkeiten zu deren Prävention aufgezeigt.

4.1 Neutral-Gegenelektrode

Um den Strom abzuleiten, der über die aktive Elektrode auf den Körper einwirkt, gibt es vier verschiedene Elektrodenarten. Grundsätzlich wird zwischen Einwegneutralelektroden und wiederverwendbaren Neutralelektroden unterschieden, wobei die Einmalprodukte aus Gründen des Applikationskomforts und der Hygiene vorzuziehen sind. Wegen diesen Vorteilen, rückt der wirtschaftliche Aspekt in den Hintergrund. Beide Systeme sind als Einflächen- und Mehrflächenelektroden erhältlich, wobei die ungeteilte Form, aufgrund der fehlenden Überwachungsmöglichkeit gegen ein unbeabsichtigtes Ablösen, immer mehr an Bedeutung verliert. (vgl. Gebrüder Martin, Handbuch Elektrochirurgie, S. 23)



Abb. 11: Neutralelektrode¹¹

¹¹ Schmalzl 2015

Die Abb. 11 zeigt eine geteilte Neutralelektrode, bei welcher der Übergangswiderstand zwischen den beiden Kontaktflächen kontinuierlich gemessen wird. Übersteigt dieser einen vorprogrammierten Wert, z. B. durch ein teilweises Ablösen der Elektrode, so schaltet der Generator die Energiezufuhr ab und löst ein akustisches Alarmsignal aus. Wenn die Ableitung der elektrischen Energie die gleiche Größe hätte wie das aktive Handstück, würde an dieser Stelle der gleiche Effekt der Gewebeveränderung auftreten. Da dies natürlich nicht erwünscht ist, wird die Ableitungsfläche dermaßen vergrößert, so dass die Stromdichte an der Neutralelektrode schließlich zu gering ist, um Gewebeschäden zu verursachen. Somit wird eine der häufigsten und schwersten Verletzungsursachen, die bei älteren Geräten auftritt, beseitigt. Eine international verpflichtende Vorgabe verlangt von allen GeräteherstellerInnen, dass HF-Generatoren, die eine höhere Ausgangsleistung als 50 Watt haben, mit einer permanenten Überwachungseinrichtung ausgestattet sein müssen, die eine Unterbrechung in der Neutralelektrodenzuleitung erkennt. Beim Auftreten eines Fehlers, wird durch sie die Stromabgabe verhindert, sowie optisch und akustisch auf eine Störung hingewiesen. Eine weitere Vorgabe verlangt, von den HerstellerInnen der HF Geräte eine permanente Messung des Übergangswiderstandes an der Neutralelektrode. Aufgrund dieser Sicherheitsvorschriften ist die Gefahr von Verbrennungen, welche bis zum 3. Grad keine Seltenheit waren, beinahe nicht mehr gegeben. (vgl. Kramme 2007, S. 521) Kommt es jedoch zu einer Fehlfunktion des Generators oder der Überwachungseinrichtungen, so können diese Verletzungen nicht ausgeschlossen werden. Die verschiedenen GeräteherstellerInnen haben zwar unterschiedliche Überwachungssysteme, welche jedoch können diese durch einen Kurzschluss oder einen Produktionsfehler der Neutralelektrode funktionslos gemacht werden. Um dieses Risiko auszuschließen, gibt es Überwachungssysteme, die darauf ausgerichtet sind, den Übergangswiderstand nur in einem Bereich zu halten, der auch dem Hautwiderstand entspricht. Bei einer Überbrückung oder Fehlfunktion der geteilten Elektroden wäre eine Aktivierung nicht möglich, weil der Widerstand dann nicht zwischen den vorgegebenen Parametern liegt. Der vollflächige Kontakt zwischen der Haut und der Neutralelektrode darf nicht unterbrochen werden, da es ansonsten zu Verbrennungen, durch die erhöhte Stromdichte, kommt/kommen

kann. Aus diesem Grund sollten an der Applikationsstelle die Haare entfernt werden. Um Hautirritationen und die damit verbundene Infektionsgefahr zu minimieren, empfiehlt es sich diese Stelle nicht zu rasieren, sondern die Körperbehaarung mit einem Clipper zu kürzen. Weitere Kontaktprobleme ergeben sich dadurch, dass manche PatientInnen mit einer Körperlotion eingecremt sind, wodurch die Haftung der Neutralelektrode entsprechend erschwert wird. Dies lässt sich nur mit einer Entfettung der betreffenden Hautpartie wie z. B. durch Wundbenzin oder mit einer alkoholischen Lösung beheben. In diesem Fall muss aber darauf geachtet werden, dass die Stelle gut abgetrocknet wurde, bevor die Elektrode angebracht wird. Ansonsten kann es nämlich zu einer Entzündung der Dämpfe und somit auch zu Verbrennungen kommen. Die Flüssigkeitsansammlungen unter der Ableitung verursachen Hautirritationen und sind ebenfalls als Folge einer zu früh oder an der falschen Stelle angebrachten Neutralelektrode anzusehen. (vgl. Mach Engelbert o. J., S. 8, Grundlagen der HF-Chirurgie) Die Ausrichtung der Elektrode sollte so gewählt werden, dass die lange und die geteilte Seite zum OP-Gebiet zeigen. Dadurch ist die Stromkonzentration an der Ableitung am geringsten und die Überwachungseinrichtungen können am effektivsten arbeiten. Um eine Stromverschleppung zu vermeiden, sollte die Distanz zwischen dem Operationsgebiet und der Ableitung möglichst gering gehalten werden. (vgl. Kramme 2007, S. 536)

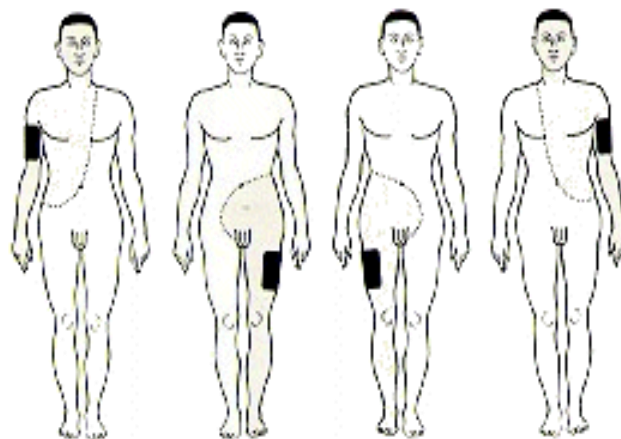


Abb. 12: Neutralelektroden Applikationsempfehlung¹²

¹² Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, 69469 Weinheim/Germany, (o.J.),
Online: <http://www.management-krankenhaus.de/produkte/medizintechnik/mrt-sicherer-herzschrtrittmacher> [Zugriff am 23.2.2015]

Die Entscheidung über die beste und sicherste Stelle, an der die Neutralelektrode angebracht werden sollte, muss von dem/der OperationsassistentIn getroffen werden. Einige Risikofaktoren, durch welche die Entfernung zum OP-Gebiet möglicherweise vergrößert wird, müssen bei der Entscheidung berücksichtigt werden. Auf vernarbtem Gewebe ist, aufgrund seiner Beschaffenheit eine gleichmäßige Stromverteilung nicht gewährleistet und deshalb ist hier von einer Anbringung der Neutralelektrode abzuraten. Ebenso sollte eine Anbringung an knöchernen Strukturen, wie der Thoraxbereich oder der Kopf sowie Hautpartien mit massivem Unterhautfettgewebe, vermieden werden, da diese Stellen schlecht ableiten. Die Nähe der Ableitung zu den EKG Elektroden der Anästhesie stellt eine weitere Kontraindikation dar, weil diese durch Interferenz gestört werden können und somit falsche Überwachungsergebnisse anzeigen. (vgl. Zecha/Mayer 2011, S. 67) Ein weiteres Ausschlusskriterium, für die Platzierung der Elektroden, sind Metallimplantate im Bereich der Ableitung. Durch deren Leitfähigkeit nimmt die Stromdichte in diesem Bereich zu und durch die daraus resultierende Temperaturerhöhung wird sowohl das Gewebe, als auch die Verankerung in Mitleidenschaft gezogen. In diesem Fall muss die Ableitung so gewählt werden, dass der direkte Stromfluss nicht im Bereich des Implantates, sondern in der entgegengesetzten Richtung angebracht wird. Unter der Berücksichtigung all dieser Kriterien bleibt für eine korrekte Platzierung nur noch der Bereich der Extremitäten. Vorzugsweise der oberen, denn die Unterarme und die Unterschenkel sind aufgrund ihrer anatomischen Beschaffenheit und ihrer Größe, meist nicht dazu geeignet, die Elektroden faltenfrei anzubringen. (vgl. Kramme 2007, S. 535-536)

4.2 Leckstrom

Leck- oder Fehlströme werden dadurch verursacht, indem sich der Strom immer den kürzesten Weg sucht, der aber nicht zwingend der wünschenswerteste ist. Sie können ebenfalls Verbrennungen verursachen, die durch einen Kontakt des Patienten/der Patientin mit den leitfähigen Anbauteilen des Operationstisches oder der Infusionsständer und ähnlichem Zubehör entstehen. Auch der Kontakt von

Haut zu Haut ist eine Indikation für Fehlströme. Als klassisches Beispiel sei hier eine Operation im Unterschenkelbereich erwähnt, wo die Stromableitung am gegenüberliegenden Oberschenkel befestigt ist. Wenn sich in dieser Situation die Knie des Patienten/der Patientin berühren, fließt die Energie durch die Engstelle, und verursacht, durch die erhöhte Stromdichte in diesem Bereich, möglicherweise Verbrennungen. Das gleiche Risiko ist natürlich auch bei Operationen gegeben, bei denen sich der Leckstrom zwischen den Armen und dem Thorax, oder zwischen den Fingern bilden kann. Feuchte Tücher stellen, aufgrund ihrer relativ guten Leitfähigkeit, ein Gefahrenpotential dar, das unbedingt vermieden werden sollte. Besondere Aufmerksamkeit sollte der PatientInnenunterlage zukommen, die bei der Desinfektion des OP Gebietes mit alkoholischen Lösungen kontaminiert wird. Diese Gefahrenquelle birgt, neben der möglichen Hautirritation, auch ein großes Gefahrenpotential für Leckströme. Dem kann nur durch eine sorgfältige Lagerung und durch die Isolierung der gefährdeten Stellen mittels trockenen Tüchern oder anderen Lagerungsbehelfen, entgegengewirkt werden. Eine abschließende Lagerungskontrolle, im Bezug auf mögliche ungewollte Kontakte des Patienten/der Patientin mit leitfähigen Anbau- und Zubehörteilen, ist nach der Desinfektion, aber noch vor der sterilen Abdeckung durchzuführen. Diese präventive Maßnahme sollte standardmäßig von der mit der Lagerung des Patienten/der Patientin, betrauten Person durchgeführt werden. Dadurch lassen sich die Gefahren, welche durch einen unkontrollierten Stromfluss entstehen, auf ein Minimum reduzieren. (vgl., Gebrüder Martin GmbH & Co. Kg, Patientensicherheit, o. J. S.18.)

4.3 Herzschrittmacher

Ein sehr heikles Thema in Verbindung mit der Verwendung von hochfrequentem Strom, sind Herzschrittmacher. Grundsätzlich ist darauf zu achten, dass dieses Gerät und die damit verbundene Sonde, nicht im direkten Stromfluss zwischen der aktiven Elektrode und der Neutralelektrode liegt. Abgesehen von den Störungen durch die Spannung, die bei einer ungünstigen Platzierung der Neutralelektrode über das implantierte Gerät läuft, ist auch die Erwärmung der Katheterspitze eine Indikation, welche zu Verletzungen führen kann. Aufgrund der Leitfähigkeit des

Gerätes und der Sonde, muss die Ableitung der HF-Energie in der entgegengesetzten Richtung zu diesen Bauteilen angebracht werden. Dadurch lassen sich Störungen und Erwärmungen, dieser elektrischen sowie leitfähigen Bauteile vermeiden. Die zu koagulierenden Gefäße sollten mit einem geeigneten Instrument erfasst und anhand einer einmaligen Aktivierung versiegelt werden. Somit lassen sich unnötige Spannungsspitzen, die bei jeder Aktivierung auftreten, auf ein Minimum reduzieren. Durch die, von den HerstellerInnen der HF-Geräte, als auch von den HerstellerInnen der Herzschrittmacher, dringend angeratene Verwendung der bipolare HF-Technik, lassen sich die Gefahren einer Verletzung auf ein verschwindend kleines Restrisiko herabsetzen. Sollte das nicht möglich sein, ist vor dem Eingriff mit der jeweiligen Firma Kontakt aufzunehmen, um die Risiken abzuklären und andere Möglichkeiten in Erwägung zu ziehen. Das Hinzuziehen eines Kardiologen/einer Kardiologin und das Bereitstellen eines Defibrillators, wird bei diesen Operationen dringend angeraten. (vgl. Anhang Fa. Erbe, 2010) (vgl. KLS Martin Handbuch HF-Chirurgie, 2006)

4.4 Unbeabsichtigtes Aktivieren

Ein weiteres Gefahrenpotential liegt bei der ungewollten Stromabgabe durch den Generator vor. Diese kann zu massiven Verbrennungen sowohl bei dem Patienten/der Patientin als auch beim OP-Team führen. Ein unbeabsichtigtes Aktivieren des HF-Gerätes kann durch verschiedene Fehler hervorgerufen werden, wie etwa durch das versehentliche Aktivieren des Fußschalters oder des Handstückes. Außerdem kann das Kabel defekt sein oder die leitfähigen Flüssigkeiten können in den Fuß- oder Handschalter eindringen. Um das Risiko einer längeren Stromabgabe und somit einer Schädigung des Patienten/der Patientin zu verringern, wird dringend angeraten, die akustische Warneinrichtung der HF-Geräte nicht zu deaktivieren, sondern auf eine gut wahrnehmbare Lautstärke einzustellen. Besondere Vorsicht ist bei endoskopischen Operationen geboten, sobald die aktive Elektrode durch eine Fehlfunktion aktiviert wird. In diesem Fall kann das Instrument nur nach Abschaltung des Generators kontrolliert entfernt werden. Die aktive Elektrode kann, auch wenn sie keinen direkten Kontakt zur Haut hat, durch nasse Tücher oder durch elektrisch leitfähige Gegenstände, Strom über diese Gefahrenquellen

abgeben und folglich zu Verbrennungen führen. (vgl. Mach Engelbert o. J. o. S Grundlagen der HF-Chirurgie)

4.5 Elektrisch leitfähiger Körperschmuck und Implantate

Körperschmuck und Implantate, wie Ketten, Ringe, Piercings, Herzschrittmacher und elektrisch leitfähige Implantate, stellen ein Risiko dar, dem besondere Aufmerksamkeit geschenkt werden muss. Die erhöhte Stromdichte in diesem Bereich kann Verbrennungen und Hautschädigungen hervorrufen. Um dieses Risiko auszuschließen, empfiehlt es sich, die PatientInnen diesbezüglich aufzuklären und vor der Operation jeglichen Schmuck abzulegen. Eine OP-Checkliste, wie sie in vielen Krankenhäusern üblich ist, sollte auf diese Gefahrenquelle hinweisen und von der verantwortlichen Pflegefachkraft noch vor dem Transport in den Operationssaal kontrolliert und unterzeichnet werden. Sollte die Entfernung des Körperschmuckes nicht oder nur unter sehr erschwerten Bedingungen möglich sein, so hat ein Vermerk im PatientInnen Übergabeprotokoll zu erfolgen damit das OP-Personal über das zusätzliche Risiko informiert ist. In erster Linie muss darauf geachtet werden, dass diese leitfähigen Teile, keinen direkten Kontakt mit der aktiven Elektrode oder mit der Gegenelektrode haben. Weiters ist darauf zu achten, dass sich diese Gefahrenquellen nicht in der unmittelbaren Nähe von der aktiven oder der passiven Elektrode befinden. Durch deren, um ein Vielfaches höhere elektrische Leitfähigkeit, würde sich die Stromdichte in diesem Bereich erhöhen und damit eine Schädigung des betroffenen Areals zur Folge haben. Deshalb ist penibelst darauf zu achten, dass diese potentiellen Risikofaktoren nicht im direkten Stromfluss liegen. Die aktive Elektrode und die Gegenelektrode müssen in diesem Fall so angeordnet werden, dass die Stromableitung in die entgegengesetzte Richtung zu dem Schmuck oder dem Implantat liegt. Unter der Einhaltung dieser Sicherheitsmaßnahmen stellt die HF-Chirurgie, entgegen der weit verbreiteten Meinung, keine Kontraindikation dar. (vgl. Erbe DE, Anwenderbroschüre Gastroenterologie, o.J.)

4.6 Chirurgischer Rauch als Gefahrenquelle

Die Rauche, die bei der Anwendung der HF-Chirurgie entstehen, beinhalten eine erhebliche Menge an Schadstoffen, die auf das exponierte OP-Personal gesundheitsschädigende Auswirkungen haben. Die Zusammensetzung des chirurgischen Rauches variiert sehr stark und ist von den angewandten Verfahren, sowie von dem behandeltem Gewebe abhängig. Grundsätzlich besteht er aus ca. 95% Wasserdampf, der auch als Transportmedium für die anderen schädlichen Inhaltsstoffe dient. Zu diesen Schadstoffen zählt unter anderem das Benzol, das Toluol, der Ammoniak, das Ethylbenzol, das Acetylen, das Methan, das Kohlenmonoxyd, das Phenol, der Cyanwasserstoff und das Formaldehyd, aber auch die Schwefeloxide und Xylole gehören dazu. Deren Auswirkungen auf den menschlichen Organismus sind sehr vielseitig. Die vorrangigen Symptome sind jedoch Kopfschmerzen, Schwindel, Übelkeit, eine Depression des Zentralnervensystems, Reizungen der Haut, der Augen und der Atemwege, Schlafstörungen sowie Schädigungen der Leber, der Nieren und der Lunge. (vgl. Eickmann 2011, S. 8ff.) Das toxische Potential, das bei der Verbrennung von einem Gramm organischen Gewebe freigesetzt wird, ist mit dem Konsum von drei bis sechs filterlosen Zigaretten gleichzusetzen. (vgl. Vedernjak o.J., S. 11) Die Toxikologie des chirurgischen Rauches wurde, aufgrund von in vitro Untersuchungen und Tierversuchen, zweifellos erwiesen. Die Auswirkungen auf das OP-Personal, welches im exponierten Bereich arbeitet, wurde bisher nur in geringem Ausmaß erforscht.

Der beste Schutz vor diesen Giftstoffen basiert auf einer umfassenden Information über das Gefahrenpotential der chirurgischen Rauche. Der im OP verwendete Mundschutz bietet lediglich einen hygienischen Schutz und ist in keiner Weise dazu geeignet die Inhaltsstoffe des Rauches abzuhalten. Somit ist die einzige wirkungsvolle Methode sich zu schützen, eine Rauchgasabsaugung. (vgl. Eickmann 2011, S. 38ff.) Diese sollte, um effektiv zu funktionieren, so nahe als möglich an der Quelle des Rauches positioniert werden. Die Luftrückführung sollte, sofern keine zentrale Absauganlage vorhanden ist, über ein geeignetes Filtersystem, das zumindest mit einem hoch effizienten HEPA Filter ausgestattet ist, erfolgen. (vgl. Eickmann 2011, S. 24ff.) Aus der arbeitsmedizinischen Sicht

sind, aufgrund der schwer nachzuweisenden Zusammenhänge zwischen den Pyrolyseprodukten im chirurgischen Rauch und einer Erkrankung, keine speziellen Vorkehrungen zu treffen. Es obliegt daher jedem/jeder, im Gefahrenbereich arbeitenden MitarbeiterIn selbst, sich vor diesen toxischen Substanzen zu schützen. (vgl. Eickmann 2011, S. 39ff.)

5 Verletzungen durch die HF-Anwendung

In einer Studie des deutschen Bundesministeriums für Arzneimittel und Medizinprodukte, wurden alle gemeldeten Vorkommnisse in den Jahren 1996 bis 2002 erfasst und ausgewertet. Diese 113 Vorkommnisse, bei der Verwendung der HF-Chirurgie, wurden in verschiedene Kategorien, nach der Art der Schädigung, eingeteilt und ausgewertet.

Es wird vermutet, dass nur ein Bruchteil aller Vorkommnisse gemeldet werden, da die meisten AnwenderInnen nicht von einem Funktionsmangel des Gerätes oder des Zubehöres ausgehen. Die vorliegenden Meldungen geben aber wichtige Hinweise auf die leider noch immer vorhandenen Probleme bei der Handhabung. (vgl. Bundesinstitut für Arzneimittel und Medizinprodukte, o.J.)

So stellt es sich heraus, dass die meisten Schädigungen unter der Neutralelektrode auftreten. Diese 31 Meldungen berichten über Verbrennungen, Blasenbildungen und Hautrötungen, vor allem im Randbereich der Neutralelektroden. In keinem dieser Fälle konnte ein Defekt am HF-Gerät nachgewiesen werden. Die eindeutige Häufung der Schädigungen bei der Verwendung von einteiligen Elektroden, gibt dem Trend zur Verwendung der geteilten Elektrode, welche heute beinahe ausschließlich verwendet wird, in jeder Hinsicht recht. Die vereinzelt beobachteten Schädigungen, die bei geteilten Elektroden beobachtet wurden, lassen sich auf andere Ursachen zurückführen, wie zum Beispiel auf Verätzungen durch nicht verdunstete Desinfektionsmittel.



Abb. 13: Verbrennung unter einer Neutralelektrode¹³

Ein typisches Beispiel für das menschliche Versagen ist in der Abbildung 13 zu erkennen. Die Auswertung, welche durch die Fa. KLS Martin erfolgte, hat ergeben, dass diese Verletzungen wegen zwei grundlegenden Fehlern entstanden sind. Zum einem wurde die Hautstelle, an der die Neutralelektrode befestigt war, nicht rasiert, obwohl sie offensichtlich stark behaart war. Zum anderen befanden sich unter der Elektrode Feuchtigkeitsreste, welche vermutlich von einem Desinfektionsmittel stammten. Der abfließende Strom hat an diesen Stellen einen geringeren Widerstand, konzentriert sich daher in diesem Bereich und verursacht somit durch die hohe Dichte Verbrennungen. (vgl. Gebrüder Martin GmbH & Co Kg, Handbuch Elektrochirurgie, o.J, S. 25) Schädigungen im Steiß- oder Rückenbereich wurden in 23 Fällen gemeldet. Die von den AnwenderInnen als Verbrennung gemeldeten Verletzungen waren aber allesamt auf Verätzungen oder Entzündungen zurückzuführen, was die Untersuchung der HerstellerInnen und die Auswertung der mitgelieferten Bilder ergab. (vgl. Bundesinstitut für Arzneimittel und Medizinprodukte, o.J.) Durch die hohe Druckbelastung in diesem Bereich und der daraus resultierenden verminderten Perfusion dieses Areal, sind bereits kleine Erwärmungen oder die Ansammlung von Schweiß oder des

¹³ Gebrüder Martin GmbH & Co. KG, Handbuch HF, (o.J.), Online:
http://www.klsmartin.com/fileadmin/Inhalte/Downloads_Prospekte/HF-Geraete/Handbuch_HF_2006_DE.pdf [Zugriff am 23.2.2015]

Desinfektionsmittels ausreichend, um eine Schädigung des Gewebes herbeizuführen. Die 17 gemeldeten Verbrennungen und Verätzungen im Operationsfeld, sind größtenteils durch mechanische Fehler, wie beispielsweise defekte Isolierungen, entstanden. Erwähnt sollten aber auch die drei Vorkommnisse werden, bei denen es zu einer Entzündung durch nicht abgetrocknete und brennbare Desinfektionsmittel gekommen ist. Bei den sieben gemeldeten Verletzungen von einem/einer AnwenderIn, waren versehentliche Berührungen der aktiven Elektrode die Hauptursache. Eine weitere, wenn auch geringe, Schädigung wurde durch einen punktuellen PatientInnenkontakt verursacht. Da die Handschuhe keine ausreichende Isolierung bieten, kann es vereinzelt durch Fehlströme zu einer Ableitung über den/die AnwenderIn kommen. Deshalb wird angeraten, den Patienten/die Patientin möglichst großflächig und mit einem festen Griff anzufassen. Vereinzelt Schädigungen, die auf andere Ursachen zurückzuführen sind, werden an dieser Stelle wegen ihrer mangelnden Aussagekraft nicht näher erörtern. Aus der Sicht des BfArM wurden vorwiegend AnwenderInnenprobleme gemeldet, welche nicht auf eine Fehlfunktion der Geräte zurückzuführen sind. (vgl. BfArM, o.J.,o.S.)

„Es ist bei einer derartigen Verteilung der Vorkommnisse allgemein festzuhalten, dass offenbar noch immer Defizite bei der Anwendung des Verfahrens bestehen“.
(zit. Schröder, BfArM, o.J., S.7)

6 Resümee

Die HF-Chirurgie wurde erstmals im Jahre 1900 vorgestellt und angewendet. Alle modernen Generatoren, die zurzeit im OP verwendet werden. Wegen der stetigen Weiterentwicklung dieser Geräte wurden der Bedienungskomfort und die Sicherheit dermaßen erhöht, sodass eine Anwendung mit einem Aufgrund der fehlenden technischen Möglichkeiten dauerte es jedoch nochmals 90 Jahre, bis, durch den Einsatz von mikroprozessorgesteuerten Generatoren, die Etablierung dieser Technik, in den OP-Sälen, gelang. Auf der Basis dieser Technologie funktionieren hohen Qualitätsstandard und minimalen Risiken gewährleistet werden kann.

Bei der Verwendung von modernen und zeitgemäßen HF-Geräten ist das Gefahrenpotenzial für die PatientInnen und das Personal verschwindend gering. Sofern alle Richtlinien für eine sichere Anwendung der HF-Chirurgie eingehalten werden und alle mit der Verwendung betrauten Personen gut eingeschult wurden, ist, abgesehen von einem technischen Gebrechen, von keinem unvorhersehbaren Gefahrenpotenzial auszugehen. Bei den dokumentierten PatientInnen- und Personalschädigungen sind keine technischen Mängel oder Verfahrensmängel nachweisbar. Die Verletzungen sind ausschließlich auf AnwenderInnenfehler zurückzuführen. Qualifizierte Ersteinschulungen und periodisch wiederkehrende Nachschulungen sind deshalb nicht nur wünschenswert und vorgeschrieben, sondern auch für die Qualität und die Sicherheit im Operationssaal notwendig. Die Einschulung, von allen mit der Verwendung der HF-Geräte betrauten Personen, sollte auf zwei Säulen basieren.

Einerseits sollte, um das Verständnis für diese Technik und das damit verbundene Gefahrenpotenzial zu vermitteln, eine von dem/der GeräteherstellerIn unabhängige Basisschulung angestrebt werden. Gerade wegen der PatientInnen- und AnwenderInnensicherheit, wäre es dringen zu empfehlen, wenn im Zuge dieser Schulung eine praxisbezogene Risikoerfassung und deren Vermeidung thematisiert werden.

Andererseits sollte eine gerätespezifische Ersteinschulung durch die Herstellerfirma stattfinden. Diese Ersteinweisungen vermitteln Wissen über die relevanten Faktoren des Generators und dessen Leistungsfähigkeit.

Die Tatsache, dass bei vielen Operationen mit HF-Geräten gearbeitet wird und somit eine gewisse Routine, hinsichtlich dieser Technik, eingekehrt ist, birgt die Gefahr einer Desensibilisierung gegenüber den bekannten Gefahrenquellen. Aufgrund der Auswertung durch das Bundesministerium für Arzneimittel und Medizinprodukte, ist ersichtlich, dass die Schulungen, in Bezug auf die Sicherheit bei der Anwendung der HF-Technik, nicht ausreichend sind oder die Bedeutung der Risiken nicht vermittelt werden konnte.

Literaturverzeichnis

Kramme, Rüdiger: Medizintechnik. Verfahren, Systeme, Informationsverarbeitung. 3. Auflage, Springer Medizin Verlag, Heidelberg 2007.

Lange, Armin: Physikalische Medizin. Springer Verlag Berlin, Heidelberg 2003.

Zecha, Hermann / Mayer, Helene: Der Operationsgehilfe. Theorie und Praxis. 2. überarbeit. Auflage, Wilhelm Maudrich Verlag, o. O. 2011.

Internetverzeichnis

Bundesinstitut für Arzneimittel und Medizinprodukte, Schröder Dietrich, Kurt-Georg-Kiesinger-Allee 3 53175 Bonn, (o.J., S 7), Online:

file:///C:/Users/Wolfgang/AppData/Local/Temp/hf-Chirurgie-VorkommTUEV-1.pdf
[Zugriff am 3.6.2015]

Eickmann, Udo (2011): Internationale Sektion der IVSS für die Verhütung von Arbeitsunfällen und Berufskrankheiten im Gesundheitswesen D 22089 Hamburg, Pappelallee 33/35/37 Deutschland, Online: http://www.google.at/url?sa=t&q=&esrc=s&source=web&cd=2&ved=0CCUQFjAB&url=http%3A%2F%2Fwww.spec-taris.de%2Fftp%2FManuskript_Rauchgase_Version_Endfassung_250211.pdf&ei=vQkkVemsOpHoaN-ngbgP&usg=AFQjCNEeAU9rZ8pvZfHxIEK9KvoTK Zoemw&bvm=bv.89947451,d.d2s&cad=rja [Zugriff am 7.4.2015]

ERBE Elektromedizin GmbH, 2012, Online: http://www.erbe-med.com/erbe/media/Marketingmaterialien/85800-031_ERBE_DE_Anwenderbroschuere_Gastroenterologie__D064043.pdf [Zugriff am 23.2.2015]

Gebrüder Martin GmbH & Co Kg (Hg.), (o.J.): Handbuch Elektrochirurgie. Online: http://www.wienkav.at/_toolpages/ZeigeDoku.aspx?dokuid=345170621597&ext=1

[Zugriff 22.05.2015].

Gebrüder Martin GmbH & CO KG (Hg.), (o.J.): Patientensicherheit bei HF-Chirurgie. Online: file:///C:/Users/Wolfgang/AppData/Local/Temp/90-805-01-04_01_00_patientensicherheit_15512-4.pdf [Zugriff 15.02.2015].

Hiller, Joachim (2005): Fachhochschule für Technik Esslingen/ Außenstelle Göppingen, Online: <http://www2.hs-esslingen.de/~johiller/hf-chirurgie/prinzip.htm> [Zugriff 21.12.2014].

Hilpert, Wilhelm (o.J.): Bayerische Staatsbibliothek, Online: <http://www.deutsche-biographie.de/sfz28769.html> [Zugriff 21.12.2014].

Mach, Engelbert (o.J.): Grundlagen der HF-Chirurgie. KAV Wiener Krankenanstalten Verbund (Hg.),
Online: http://www.wienkav.at/_toolpages/ZeigeDoku.aspx?dokuid=307170577774&ext=1 [Zugriff 20.12.2014].

Vedernjak, Jörg (o.J.): Österreichischer Gesundheits- und Krankenpflegeverband Wilhelminenstraße 91/1160 Wien. Online:
https://www.oegkv.at/fileadmin/user_upload/Veranstaltungen/2014/Vedernjak_Chirurgische_Rauchgase.pdf [Zugriff 17.5.2015].

Abbildungsverzeichnis

Abb 1: **Kramme, Rüdiger** (2007): Fulgurationsapparat. In: Medizintechnik. Verfahren, Systeme, Informationsverarbeitung. 3. Auflage, Springer Medizin Verlag, Heidelberg, Seite 517.

Abb 2: **Olympus** (Hg.), (o.J.): Thunderbeat. Online: <http://medical.olympusamerica.com/search/content/thunderbeat> [Zugriff am 20.12.2014].

Abb 3: **Wikimedia Commons**, (o.J.), Online: http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Monopolare_anwendungstechnik.gif [Zugriff am 21.12.2014]

Abb. 4: **Wikimedia Commons**, (o.J.), Online: http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Bipolare_anwendungstechnik.jpg [Zugriff am 21.12.2014]

Abb. 5: **ERBE** Elektromedizin GmbH, 2014, Online: <http://ausbildung.erbe-med.com/azubiportal/Einblicke/Hochfrequenz-Chirurgie.php> [Zugriff am 24.2.2015]

Abb. 6: **Hochschule Esslingen**, Dipl.-Ing. (FH) Joachim Hiller, (2005), Online: <http://www2.hs-esslingen.de/~johiller/hf-chirurgie/pics/hf02.jpg> [Zugriff am 21.12.2014]

Abb. 7: **Hochschule Esslingen**, Dipl.-Ing. (FH) Joachim Hiller, (2005), Online: <http://www2.hs-esslingen.de/~johiller/hf-chirurgie/pics/hf03.jpg> [Zugriff am 21.12.2014]

Abb. 8: **Kramme, Rüdiger** (2007): Medizintechnik.Verfahren, Systeme, Informationsverarbeitung.3. Auflage, (Seite 525), Springer Medizin Verlag, Heidelberg.

Abb. 9 **Kramme, Rüdiger** (2007): Spraykoagulation. In: Medizintechnik.Verfahren, Systeme, Informationsverarbeitung.3. Auflage, Springer Medizin Verlag, Heidelberg, Seite 530.

Abb.10 **Lasermed AG** Froheimstr. 2 9325 Roggwil TG, (o. J.), Online: <http://www.lasermed.ch/de/spectrum-elektrochirurgie-argon-plasma.html> [Zugriff am 23.2.2015]

Abb. 11: **Schmalzl** (2015), Eigenes Foto Privatklinik Villach

Abb. 12: **Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA** Boschstraße 12, 69469 Weinheim/Germany, (o.J.), Online: <http://www.management->

krankenhaus.de/produkte/medizintechnik/mrt-sicherer-herzschrmmacher [Zugriff am 23.2.2015]

Abb. 13: **Gebrüder Martin** GmbH & Co. KG, Handbuch HF, (o.J.), Online: http://www.klsmartin.com/fileadmin/Inhalte/Downloads_Prospekte/HF-Geraete/Handbuch_HF_2006_DE.pdf [Zugriff am 23.2.2015]

Abkürzungsverzeichnis

%	Prozent
BfArM	Bundesinstitut für Arzneimittel und Medizinprodukte
EKG	Elektrokardiogramm
HEPA-Filter	High Efficiency Particulate Airfilter
HF	Hochfrequenz
Jhdt	Jahrhundert
OP	Operation

Anhang

CUSTOMER SUPPORT

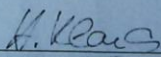
HERZSCHRITTMACHER

Bezüglich ihrer Anfrage, welche Vorkehrungen getroffen werden müssen, um das Risiko, bei einer HF-Anwendung, in Verbindung mit einem Herzschrittmacher, so gering wie möglich halten zu können, können wir folgendes mitteilen:

- Die Lage der Neutralelektrode muss so gewählt werden das kein direkter Stromfluss über den Herzschrittmacher möglich ist.
- Die Neutralelektrode muss mit einen Mindestabstand von 15cm zum Herzschrittmacher appliziert werden.
- Die Neutralelektrode sollte so nah wie möglich am Operationsfeld angebracht werden.
- Bipolare Verfahren sollten den Monopolaren wenn möglich bevorzugt werden.
- Der Herzschrittmacher sollte vor, während und nach der OP auf mögliche Fehlfunktionen überwacht und untersucht werden. Eine Umprogrammierung bis hin zum totalen Funktionsverlust ist theoretisch möglich.
- Kurze Aktivierungsstöße sollten vermieden werden, da der ICD diese als Herzrhythmusstörungen implementieren könnte und als Reaktion ein Reizsignal abgeben würde.
- Es ist zu prüfen, ob die Deaktivierung des ICD während der Anwendung von HF möglich ist.

Es wird aber auf jeden Fall empfohlen, einen Kardiologen zu konsultieren.

Tübingen, den 15. Oktober 2010


Marketing, Heinrich Klaus

Waldhörmestraße 17, 72072 Tübingen, www.erbe-med.com

ERBE
Perfection for Life