

Vorzüge der Hochfrequenz-Chirurgie in der Tiermedizin und Vorstellung einer neuen rektal applizierbaren Neutralelektrode

Prof. Dr. Ferenc Kása, Dr. Gerhilde Kása, Dr. Andreas Kása, Dr. Corinna Kása¹
Dr. Bernhard Hug²

¹ Tierärztliche Klinik Kása, Lörrach

² HÜTTINGER Medizintechnik GmbH + Co.KG, Umkirch

In der Humanmedizin sind chirurgische Eingriffe ohne den Einsatz hochfrequenz-chirurgischer Techniken (HF-Chirurgie) schon seit langem nicht mehr vorstellbar. Die Vorzüge für Patienten und OP-Team sind so augenfällig, dass man im Grunde heute nicht mehr darauf verzichten will und kann. Verkürzung der Operationsdauer und geringerer Blutverlust sind dabei nur die hervorstechendsten Eigenschaften; begünstigter Heilungsverlauf und beschleunigte Mobilität der Patienten, reihen sich ebenso in die lange Aufzählung der Vorzüge ein, wie Kostenersparnis durch geringeren Ligatur- und Nahtmaterialverbrauch.

In der Tiermedizin kommen diese Stärken gleichermaßen zum Tragen.

Für die Anwendung kommen Tiere jeglichen Alters in Betracht. Grundsätzlich bestehen keine Einschränkungen, die durch die Größe des Tieres gegeben wären. Vom Großtier – wie Pferd oder Rind – über Hund und Katze bis zum Heimtier wie Kaninchen, Hamster, Meerschwein, Ratte oder Kanarienvogel, lässt sich das gesamte Spektrum der zu operierenden Tiere in der Praxis und Klinik mit Hilfe der HF-Chirurgie effektiv und schonend behandeln. Dabei steht bei allen Eingriffen die zuverlässige Hämostase im Vordergrund. Über die verfügbare Gerätetechnik kann durch die Wahl des geeigneten HF-Stromes der gewünschte Gewebefekt variiert werden. Dies kann von einer reinen Gewebekoagulation mit minimaler oder starker, tiefreichenden oder oberflächigen Verschorfung bis hin zum Gewebescheiden reichen.

Typische Indikationen, die HF-chirurgisch assistiert durchgeführt werden, sind neben der generellen Hämostase, die Epulidektomie, Gingivektomie, Tonsillektomie, Tumorextirpation oder insbesondere auch bei orthopädischen Eingriffen.

Ein allgemein diskutiertes Problem bei der Anwendung der HF-Chirurgie in der Tiermedizin stellt die Applikation der Neutralelektrode (NE) dar. Die hier auftretenden Probleme verhindern teilweise die befriedigende Anwendung.

Relativ problemlos kann die Bipolartechnik angewandt werden. Ein typisches Instrument hierfür ist die Bipolar-Pinzette. Hier fließt der hochfrequente Wechselstrom ausschließlich zwischen den zwei Pinzettenbranchen durch das Gewebe. Bevorzugt wird diese Applikationsform eingesetzt, wenn Gefäßstümpfe mit der Bipol-Pinzette gefasst und dabei gleichzeitig "verschweißt" werden sollen. Nachteilig bei dieser Technik ist in manchen Fällen, dass die Koagulationen prinzipbedingt nicht in die Gewebetiefe "ziehen", sondern oberflächlich bleiben, und dass die HF-Energie ausschließlich über das HF-Instrument ins Gewebe gebracht werden kann.

Diese Einschränkung besteht bei der monopolen Applikationsform nicht. Der HF-Strom fließt hier von einer sogenannten, kleinflächigen Aktivelektrode durch ein großes Gewebevolumen hin zur großflächigen Neutralelektrode. Während es unter der Aktivelektrode gewollt zu einer strominduzierten Gewebeaufheizung kommt, bleibt das Gewebe unter der Neutralelektrode thermisch unbeeinflusst. Vorteilhaft hierbei ist, dass die Koagulation auch größere Gewebetiefen unter der Aktivelektrode erreichen kann, und dass die Energie von einer "beliebigen" HF-Elektrode (Nadel-, Kugel-, Messer- oder Lanzettelektrode) direkt, oder von der HF-Elektrode indirekt über ein konventionelles chirurgisches Instrument (chirurgische Pinzette, Arterienklemme, Skalpell, ...) auf das Gewebe übertragen werden kann.

Praktizierte und bewährte NE-Applikationsformen in der Tiermedizin sind:

- Applikation über die Zunge des Tieres (Abb. 1)
- NaCl-getränkter Tupfer zwischen NE und rasierter Brust-/Bauchwand (s. Abb. 2)

- Flüssigkeits-Neutralelektrode (die Gummi-NE wird in einer flachen Wanne mit physiologischer NaCl-Lösung bedeckt. Auf diese Anordnung wird der Patient platziert. Auskühlung kann durch permanente Temperierung der Kontaktflüssigkeit verhindert werden.)
- NE-Anlage am Operateur oder Assistenten (der Operateur/Assistent legt die NE an sich selbst an und hält den kleinen Patienten während der HF-Energieabgabe innig mit der Hand fest.

Voraussetzung für die sichere monopolare Applikationsform ist, dass die Neutralelektrode großflächig am Patienten anliegt. Die wichtigste Bedingung, die eine Neutralelektrode erfüllen muss ist es, im Anlagebereich eine unzulässige Erwärmung zu vermeiden [1]. Sofern die Kontaktfläche zu klein ist, kann es auch unter der Neutralelektrode zu thermischen Gewebeschäden kommen.

Durch die vom AAMI Standard [3] für Elektrochirurgiegeräte vorgeschlagenen Tests von Neutralelektroden resultieren heute in der Humanmedizin Neutralelektroden mit wirksamen Elektrodenflächen von 120 bis über 200 cm² [4]. Diese Elektrodenflächen berücksichtigen, dass man die maximal zulässige Ausgangsleistung eines HF-Generators von 400 W auf den Patienten überträgt. In der Praxis kommen derart hohe Leistungen nicht zur Anwendung. Der höchste Leistungs- und Energiebedarf besteht heute bei der Anwendung eines sog. Rollerbars zur Vaporisation bei urologischen Anwendungen und liegt in Extremfällen bei ca. 250 W. Hinsichtlich des Energiebedarfs zur Beherrschung einer Blutung ist es unerheblich, wie groß oder wie klein ein Patient ist. Ausschlaggebend ist die Blutungsquelle und -stärke (arteriell, venös), sowie die Umgebungsbedingungen (unter Spülung, an Luft).

Beim Gros der hochfrequenzchirurgischen Anwendungen sind Leistungen im Bereich von 30 - 70 W ausreichend. In diesen Fällen sind auch deutlich kleinere Neutralelektroden als die o.g. sicher und zuverlässig einsetzbar. Dabei ist die Größe der Elektrodenfläche allein nicht maßgebend für die Beurteilung des Gefährdungspotentials einer Neutralelektrode. Einen wesentlich stärkeren Einfluss als die Elektrodengröße nehmen die Verhältnisse am Anlageort hinsichtlich der Gewebedurchblutung, der Dicke des Unterhautfettgewebes, dem Vorhandensein elektrodennaher knöcherner Strukturen, feuchter oder trockener Haut und nicht zuletzt die Verhältnisse hinsichtlich der Behaarungsstärke. Diese Gegebenheiten sind individuell stark verschieden und u. a. eine Erklärung dafür, warum die Berichte über Gewebeschäden im Anlagebereich der Neutralelektrode sehr diffus sind und keine eindeutige Korrelation zu einer Ursache zulassen. Eine kleine Neutralelektroden-Anlagestelle mit hoher spezifischer Gewebe-Wärmekapazität und guter Durchblutung ist sehr viel günstiger und effektiver, als eine großflächige Anlagestelle mit physiologisch bedingt schwacher oder NE-Anlage bedingt behinderter Durchblutung [6].

Häufig rühren Verbrennungen daher, dass die Haut vor der NE-Anlage nicht rasiert wurde. Im nicht rasierten Bereich ist die vollständige Anlage der NE verhindert, was einen hohen Elektroden/Haut Übergangswiderstand zur Folge hat. Im Normalfall liegen die Übergangswiderstände (Impedanz) zwischen Neutralelektrode und Gewebe - abhängig vom Anlageort der NE und korrespondierender Lage zum OP situs - typisch im Bereich zwischen 40 bis 150 Ohm [2]. Wenn dieser Widerstand - z.B. durch Behaarung - stark erhöht ist, führt dies zu einer verstärkten Erwärmung oder gar zu einer Funkenbildung unter der Neutralelektrode [5].

Der erhöhte Übergangswiderstand verhindert den für die Blutstillung erforderlichen Energiefluss - man spricht auch von "schlechter Ankopplung". Die Konsequenz hieraus ist häufig, dass der Anwender die Leistungswerte am HF-Generator erhöht, was mit erhöhten Spannungen einhergeht, die ihrerseits die Funkenbildung begünstigen.

In der Humanmedizin trägt man diesem Sicherheitsrisiko Rechnung, indem zweigeteilte Neutralelektroden eingesetzt werden. Dabei handelt es sich in der Regel um selbstklebende Einmalektroden, die auf die Haut des Patienten aufgeklebt werden. Bei diesen Elektroden lässt sich die Qualität der NE-Anlage über die beiden Elektrodenflächen überwachen. Der Übergangswiderstand von der einen Elektrodenfläche auf das Hautgewebe und vom Hautgewebe zurück auf die zweite Elektrodenfläche lässt sich so permanent überwachen.

Sofern der HF-Generator einen kritischen Widerstands-Schwellenwert registriert, wird automatisch ein Alarmsignal aktiviert und die weitere Energieabgabe verhindert. Die hierfür erforderliche qualitativ gute Anlage der Neutralelektrode ist in der Tiermedizin naturbedingt in den meisten Fällen nicht möglich oder zumindest nur sehr problematisch herzustellen. Der hohe und nicht definierte Übergangswiderstand zwischen Elektrode und Fell, Haaren oder Gefieder verhindert dies. Häufig bleibt nur die Applikation auf der Zunge des Tieres. Diese weist zwar grundsätzlich günstige Impedanzverhältnisse für eine NE-Applikation auf, aber aufgrund der nicht definierten Kontaktfläche, der unsicheren Befestigung und des fehlenden NE-Anlage-Monitoring, kann diese Applikationsform zu Verbrennungen auf der Zunge führen (zweigeteilte selbstklebende Einmalelektroden scheiden hier aus).

Wenn Zungenkontakt nicht möglich ist, wie z.B. bei Operationen in der Mundhöhle oder bei kleinen Patienten, kann der Kontakt nur über das Fell hergestellt werden. Der Kontakt kann in diesem Fall zwar durch einen mit physiologischer NaCl-Lösung befeuchteten Tupfer oder Schwamm zwischen Gummi-Neutralelektrode und Patient verbessert werden, ein homogener Kontakt ist allerdings nicht zu erreichen - hot spots und hieraus resultierende Verbrennungen unter dem Fell können die Folge sein. Ein NE-Monitoring ist aufgrund der undefinierten Impedanzverhältnisse nicht möglich. Zudem müssen - wie oben erwähnt - die Leistungswerte am HF-Generator höher gewählt werden, was ein weiteres Sicherheitsrisiko beinhalten kann.

Ein alternativer Applikationsort beim Tier kann der Mastdarm sein. Eine rektal applizierbare **Neutralelektrode (RENE)** ist vergleichsweise niederohmig an das Gewebe angekoppelt. Das relativ feuchte und elektrolythaltige Milieu der Fäzes und die starke Durchblutung der Darm-Schleimhaut bilden ideale Rahmenbedingungen für den sicheren Betrieb einer Neutralelektrode.

Um den anatomischen Gegebenheiten Rechnung zu tragen, werden drei verschiedene RENE-Größen vorgestellt (Abb. 4).

Neutralelektrode	Schaftdurchmesser	Elektrodenfläche	Applikationslänge
RENE 5	5 mm	6,3 cm ²	50 mm
RENE 10	10 mm	25,0 cm ²	95 mm
RENE 25	25 mm	63,0 cm ²	115 mm

Die in der Literatur diskutierten Ergebnisse aus Untersuchungen zur Erwärmung unter der auf die Haut applizierten Neutralelektrode [1, 4] können auf die spezielle Applikationsform der RENE nicht übertragen werden. Da die "RENE 5" Neutralelektrode vor dem Hintergrund der flächenbezogenen, sicherheitstechnischen Diskussion einer worst case Betrachtung entspricht, wurden Untersuchungen zur unzulässigen Erwärmung im Anlagebereich speziell mit dieser Neutralelektrodengröße durchgeführt. Weder makroskopische Untersuchungen mit dem Endoskop im Elektroden-Anlagebereich (Abb. 4), noch histologische Untersuchungen zeigten thermisch induzierte Gewebeveränderungen. Dies wurde bis zu einer maximalen HF-Ausgangsleistung von 80 W bewertet.

Die oben diskutierten Problemfelder führten in der Vergangenheit nicht selten zur Ablehnung der gesamten Methode der HF-Chirurgie in der Tiermedizin.

Mit der neu vorgestellten rektal zu applizierenden Neutralelektrode (RENE) ist gewährleistet, dass eine gute Ankopplung zwischen dem Patienten und der indifferenten Elektrode erfolgt. Der Anlageort beeinträchtigt dabei in den seltensten Fällen den Zugang zum OP-Situs. Die Größenverhältnisse zwischen der Aktiv- und der Rektal-Neutralelektrode in Kombination mit den Leistungsparametern von HF-Generatoren mit einer Ausgangsleistung bis 80 W gewährleisten, dass es im Bereich der Anlagefläche der Neutralelektrode zu keinen Verbrennungen kommt.

Die Segmentierung der Elektrode in zwei Kontaktflächen erlaubt das Monitoring der zuverlässigen Kontakanlage. Dies ist eine Grundvoraussetzung für eine gesteigerte Patientensicherheit. Wenn - narkosebedingt – die Vigilanz des Tieres zu einer gesteigerten

Darm-Peristaltik führen sollte oder die Rektal-Neutralelektrode anderweitig delokalisiert würde, erkennt das Monitoring moderner HF-Generatoren dies (z.B. Minicutter 80 der Fa. Hüttinger Medizintechnik) und verhindert eine weitere Energieabgabe, bis die Rektal-Neutralelektrode wieder korrekt angelegt ist (Abb. 5).

Die einfache und zuverlässige rektale Applikation der Neutralelektrode mit der implementierten Sicherheitstechnik bedeutet für die Anwendung der HF-Chirurgie in der Tiermedizin eine deutliche Verbesserung und erleichtert dem OP-Team das tägliche Arbeiten außerordentlich.

Literatur:

- [1] Reidenbach, H.-D.
Prinzip der dynamischen Neutralelektrode in der Hochfrequenztomie.
Biomed Tech (Berl). 1988 Nov; 33(11):266-70.
- [2] Neufeld GR, Foster KR.
Electrical impedance properties of the body and the problem of alternate-site burns during electro surgery.
Med Instrum. 1985 Mar-Apr; 19(2):83-7.
- [3] AAMI.
American National Standard ANSI/AAMI HF18-1993, Electrosurgical Devices.
Association for the Advancement of Medical Instrumentation, Arlington, Virginia, 1993.
- [4] Kim Y, Webster JG.
A proposed standard for evaluating the thermal performance of pediatric dispersive electrodes.
Med Instrum. 1986 Nov-Dec;20(6):327-30
- [5] [keine Autoren aufgeführt].
ESU burns from poor dispersive electrode site preparation.
Health Devices. 1993 Aug-Sep;22(8-9):422-3.
- [6] Irnich W.
How to avoid surface burns during electro surgery.
Med Instrum. 1986 Nov-Dec; 20(6):320-6.

Abbildungen



Abbildung 1: Anwendung einer konventionellen Neutralelektrode unter der Zunge. Zusätzlich ist der Sensor des Pulsoximeters an der Zunge befestigt.



Abbildung 2: feuchter Tupfer auf Neutralelektrode zur Verbesserung der Leitfähigkeit, Patient sollte möglichst an der Kontaktfläche rasiert sein.



Abbildung 3: rektal applizierbare Neutralelektrode (RENE, zum Patent angemeldet).

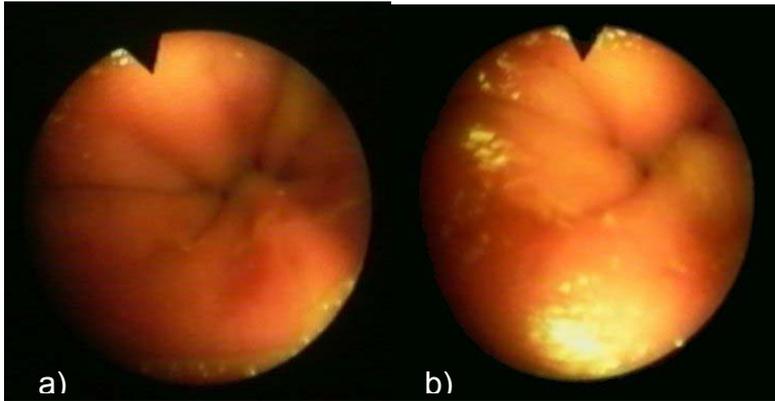


Abbildung 4: endoskopische Aufnahme des Colon vor der Op. und nach Einsatz der rektal applizierten Neutralelektrode (RENE).



Abbildung 5: Anwendung der rektal applizierbaren Neutralelektrode.



JPEG-Format der Abbildung 3