



# ÍNDICE

<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>04</b>	<b>APLICAÇÕES</b>	<b>18</b>
		Corte e hemostase	
<b>PRINCÍPIO DA CIRURGIA AF</b>	<b>05</b>	Selamento do tecido	
Bases físicas		Desvitalização e ablação	
Alterações do tecido provocadas por influência térmica		Remoção do tecido	
Fatores de influência para o efeito cirúrgico AF			
<b>EFEITOS TECIDUAIS DA CIRURGIA AF</b>	<b>09</b>	<b>GLOSSÁRIO</b>	<b>19</b>
Corte			
Hemostase por coagulação			
Desvitalização e ablação			
Selamento dos vasos por termofusão			
<b>PROCEDIMENTOS CIRÚRGICOS AF</b>	<b>12</b>		
Técnica monopolar			
Técnica bipolar			
Coagulação com árgon-plasma			
<b>BASES PARA A UTILIZAÇÃO SEGURA DA CIRURGIA AF</b>	<b>14</b>		
Efeito térmico da corrente elétrica			
Líquidos e gases inflamáveis			
Interferência com outros aparelhos			
Outras instruções			
<b>INSTRUMENTOS</b>	<b>16</b>		
Instrumentos de corte			
Instrumentos de coagulação			
Instrumentos para a coagulação com árgon-plasma			



#### Nota importante

*A Erbe Elektromedizin GmbH elaborou essa brochura com recomendações de ajuste cuidadosamente. Entretanto, não é possível excluir completamente a possibilidade de erros. As informações e indicações contidas nestas recomendações de ajuste não justificam quaisquer pretensões contra a Erbe Elektromedizin GmbH. Se houver qualquer tipo de responsabilidade resultante de motivos legais obrigatórios, estes se limitarão apenas a dolo e negligência grave.*

*As indicações relativas a recomendações de ajuste, locais de aplicação, duração de aplicação e utilização de instrumentos são baseadas na experiência clínica, podendo haver centros e médicos individuais que preferem outros tipos de ajuste, independente das recomendações dadas. Trata-se apenas de valores de orientação, que devem ser verificados pelo operador quanto à aplicabilidade. Conforme as circunstâncias individuais, pode ser necessário divergir das indicações contidas nesta brochura.*

*Devido à pesquisa e à experiência clínica, a medicina está sujeita a desenvolvimentos constantes. Também por esse motivo pode se tornar recomendável às vezes divergir das indicações contidas aqui.*



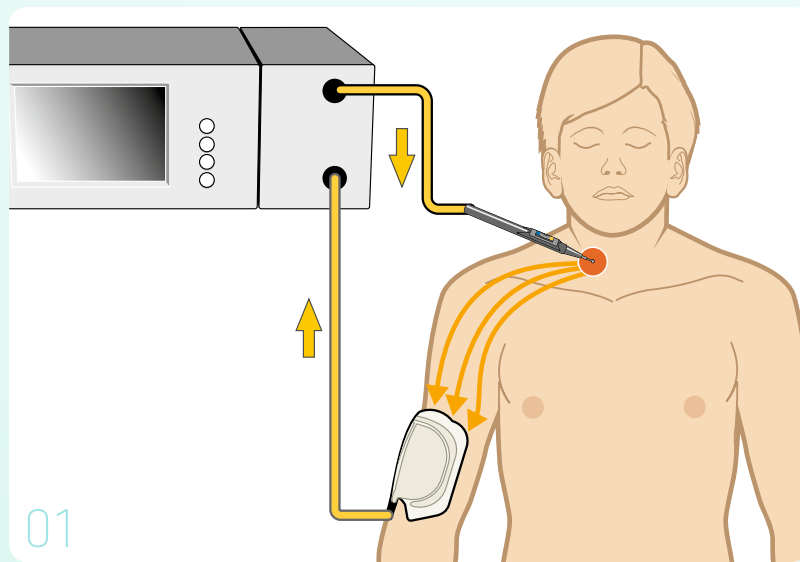
*A técnica da cirurgia de alta frequência (cirurgia AF) tornou-se imprescindível nas disciplinas intervencionistas. Os cirurgiões de todas as especialidades usam este procedimento. As suas vantagens residem, sobretudo, na controlabilidade do efeito cirúrgico de alta frequência, nas múltiplas possibilidades de utilização, em parte novas e únicas, e na grande quantidade de instrumentos e formas de instrumentos assistidos. Nas intervenções convencionais como também na cirurgia minimamente invasiva, a cirurgia AF dá um contributo valioso para a realização eficaz e cuidadosa de intervenções.*

*Esta brochura pretende ajudar a compreender as bases da cirurgia AF. Explica efeitos teciduais e procedimentos cirúrgicos AF, dá indicações e informações contextuais sobre a utilização segura, apresenta instrumentos cirúrgicos AF e fornece uma visão geral das áreas de aplicação. Um glossário no fim da brochura reúne os termos técnicos usados e as respectivas explicações.*

# Princípio da cirurgia AF

A cirurgia AF é a aplicação da corrente elétrica de alta frequência em tecido biológico com o objetivo de criar um efeito térmico que possa ser aproveitado a nível médico.

Este primeiro capítulo pretende explicar as bases físicas do aquecimento do tecido pela corrente elétrica. Fornece uma visão geral dos processos provocados pelo aquecimento no tecido e apresenta os fatores de influência mais importantes para o efeito da cirurgia AF no tecido.



Princípio da cirurgia AF. O efeito cirúrgico é provocado pelo aquecimento do tecido devido ao fluxo de uma corrente elétrica (setas amarelas)

## BASES FÍSICAS

01

O princípio da cirurgia AF é representado na Figura 01. O paciente está ligado ao aparelho de cirurgia AF através de dois eletrodos. O aparelho cria uma tensão elétrica entre os eletrodos (ver caixa "Conceitos de base físicos", pág. 6). Uma vez que o tecido biológico é eletricamente condutor, entre os eletrodos passa uma corrente pelo corpo do paciente. Desta forma, o circuito está fechado. A corrente elétrica cria no tecido o calor para o efeito de cirurgia AF. Aqui há uma diferença significativa entre a cirurgia AF e a cáustica. Na cirurgia AF o aquecimento não é exógeno, por exemplo, através de um instrumento aquecido, mas endógeno através do fluxo da corrente no próprio tecido. Para excluir queimaduras provocadas pelos processos eletrolíticos e para evitar irritações de nervos ou músculos, é usada corrente alternada com uma frequência mínima de 200kHz. Daí vem o nome cirurgia de alta frequência.

**Significativo para o efeito da cirurgia AF são a quantidade e a distribuição do calor libertado no tecido.**

A quantidade de calor é determinada pela tensão e pela resistência do tecido. A distribuição do calor resulta da distribuição da resistência do tecido e da geometria do percurso da corrente. Tudo isso é fácil de entender recorrendo a algumas correlações físicas, como se explica a seguir.

A quantidade de calor liberado no tecido por tempo é a potência elétrica, ou seja, o produto de corrente e tensão (ver caixa, pág. 6). A corrente e a tensão estão relacionadas através da resistência que se aplica a todo o tecido entre os eletrodos mas também localmente a qualquer ponto no tecido.

O percurso da corrente é o trajeto que a corrente faz no tecido entre os eletrodos (setas amarelas na Figura 01). Aqui, a corrente, a tensão e a resistência distribuem-se de diversas formas. Para poder ter uma ideia desta situação, imagine o percurso da corrente dividido em discos delgados cuja superfície é a seção transversal. Cada disco é percorrido pela mesma corrente. A resistência pode ser diferente em cada ponto do disco. A corrente é distribuída pelo disco e passa, de preferência, nos locais onde a resistência é pequena. Isto significa que aqui a densidade da corrente é mais elevada do que nas áreas com maior resistência. A resistência total de um disco resulta da distribuição da resistência local na sua superfície, sendo decisiva a área com a resistência mais reduzida. A tensão local em cada disco é igual em cada ponto da seção transversal e resulta da corrente total e da resistência total do disco. As tensões e as resistências dos vários discos são somadas resultando daí a tensão total e a resistência total do tecido entre os eletrodos. A intensidade da corrente resulta da tensão total e da resistência total.

Muito calor é libertado nos pontos onde se verifica uma elevada densidade da corrente ou uma elevada tensão local ou as duas situações ao mesmo tempo. Uma elevada densidade da corrente verifica-se quando a seção transversal do percurso da corrente é pequena ou quando existem apenas pequenas áreas com uma resistência local baixa. Uma tensão local elevada existe quando a corrente não pode se desviar de áreas com uma resistência local mais elevada.

Portanto, a quantidade e a distribuição do calor liberado são determinadas pela tensão e pela resistência do tecido e pela geometria do percurso da corrente.

---

## CONCEITOS DE BASE FÍSICOS

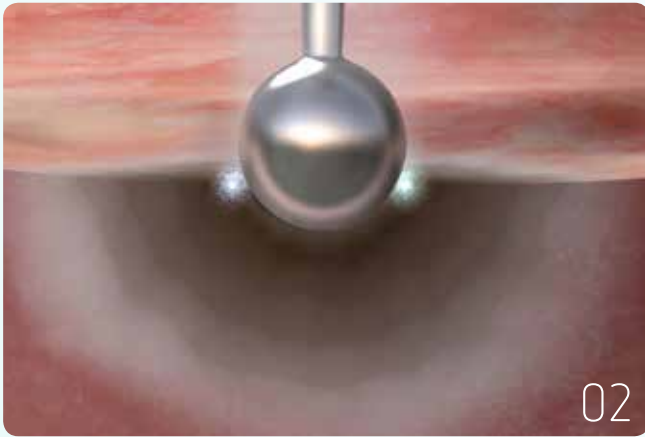
---

*As cargas elétricas positivas e negativas atraem-se, ou seja, exercem uma força uma sobre a outra. Para separá-los ultrapassando esta força, é preciso usar **energia (unidade: Joule)**. A **tensão elétrica (unidade: Volt)** entre cargas positivas e negativas é a energia necessária para a sua separação por carga. Se houver uma ligação eletricamente condutora, as cargas movem-se uma em direção à outra: Verifica-se uma **corrente elétrica (unidade: Ampere)**. Ao longo do condutor atravessado pela corrente elétrica, o débito de corrente mantém-se igual. A densidade de corrente é o débito de corrente por área de seção transversal do condutor. Cada condutor reage à corrente elétrica com uma **resistência (unidade: Ohm)** que depende da geometria e do material. Se a resistência for maior, a corrente elétrica diminui enquanto a tensão se mantém igual ou então uma corrente elétrica igual requer uma tensão mais elevada. A tensão*

*total e a resistência total são sempre a soma das tensões locais e das resistências ao longo do condutor. Aumentando a resistência local, por exemplo devido à alteração das características de material ou a uma área de seção transversal menor, aumenta também a tensão local.*

*A corrente elétrica produz **calor**. A energia que foi necessária para a separação da carga é, assim, liberada em forma de calor. A energia liberada por unidade de tempo (segundo) chama-se **potência (unidade: Watt)**. É o produto de corrente e tensão.*

*Uma **corrente contínua** flui sempre na mesma direção. Quando a corrente e a tensão alteram periodicamente a sua direção, fala-se de **corrente alternada** e **tensão alternada**. Um período contém duas alterações de direção. A quantidade de períodos por segundo chama-se **frequência (unidade: Hertz)**.*



Alterações no tecido biológico (esquemático)  
em caso de aplicação da cirurgia AF

## ALTERAÇÕES DO TECIDO PROVOCADAS POR INFLUÊNCIA TÉRMICA

02

Em caso de aquecimento ocorrem no tecido vários processos (ver Tabela direita e Figura 02). Estes são determinados, em primeiro lugar, pela temperatura atingida. O mais importante para a cirurgia AF são a desnaturação das proteínas a partir de aprox. 60 °C (coagulação) e a evaporação do líquido tecidual a aprox. 100 °C. A rapidez e o nível de perfeição destes processos dependem da velocidade de aquecimento e do tempo de atuação da temperatura elevada.

## EFEITO DE AQUECIMENTO EM TECIDO BIOLÓGICO

37-40°C

nenhuma

a partir ~ 40°C

### Hipertermia:

danos iniciais aos tecidos, formação de edema, conforme a duração da aplicação o tecido pode se recuperar ou desvitalizar

a partir ~ 60°C

### Desvitalização (morte)

das células, encolhimento do tecido conjuntivo através da desnaturização

~ 100°C

Vaporização do líquido tecidual. Conforme a velocidade de evaporação:

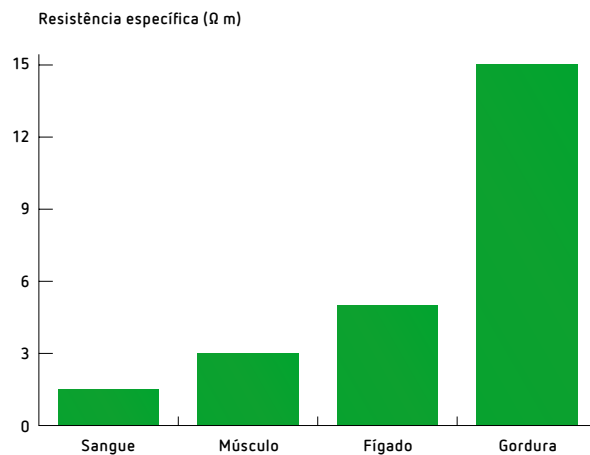
- Encolhimento tecidual através de dessecação (ressecamento) ou
- Corte devido à ruptura mecânica do tecido

a partir ~ 150°C

Carbonização

a partir ~ 300°C

Vaporização (evaporação de todo o tecido)



03

*Resistência específica (parte que depende do material sem fator de geometria) para diversos tipos de tecido a cerca de 300 kHz*

## FATORES DE INFLUÊNCIA PARA O EFEITO CIRÚRGICO AF

03

Decisivo para o efeito cirúrgico são a temperatura atingida no tecido e seu tempo de atuação, bem como a velocidade de aquecimento. A velocidade de aquecimento e o tempo de atuação da temperatura elevada são determinados pelo valor e a evolução temporal da potência aplicada ao tecido. A energia (potência vezes tempo) é também decisiva para o valor da temperatura atingida. A distribuição local do aquecimento depende da densidade da corrente e da distribuição da resistência tecidual. Daí resultam diversas grandezas de influência para o efeito cirúrgico AF:

### Forma do eletrodo e superfície de contato:

Devido à elevada densidade de corrente, as pequenas superfícies de contato entre o eletrodo e o tecido provocam um aquecimento rápido e forte. Com a mesma potência, mas superfícies de contato maiores, a densidade de corrente é reduzida e o aquecimento é mais lento e fraco. O aquecimento mais forte é conseguido com a superfície mais pequena, ou seja, com um contato pontual entre o eletrodo e o tecido.

### Velocidade de movimento do eletrodo e incisão:

A duração do contato entre o eletrodo e o tecido influencia a temperatura atingida e seu tempo de atuação. Movimentando o eletrodo na medida em que, por exemplo, se aumenta a profundidade, pode ser alterada também a superfície de contato.

### Características do tecido:

Diferentes tipos de tecido, por exemplo, músculo, gordura ou vasos sanguíneos, admitem aquecimentos diferentes, devido às suas características elétricas e térmicas e também podem reagir de forma diferente a este aquecimento. Essencial aqui é a resistência elétrica que determina a potência aplicada. Uma vez que o fluxo de corrente elétrica é provocado por movimentos de íons no líquido tecidual eletrolítico, a resistência depende essencialmente do teor de água do tecido que, conforme o tipo de tecido, é diferente (ver Figura 03). Com o início da desidratação devido à evaporação do líquido tecidual a resistência aumenta rapidamente, o que pode provocar um aquecimento mais forte das áreas de tecido desidratadas.

### Modo de operação do aparelho cirúrgico AF:

A corrente e a tensão dependem, sobretudo, das características do tecido, do tamanho da superfície de contato e das características do gerador de alta frequência no aparelho cirúrgico AF. Nessas condições, é difícil de conseguir um efeito reprodutível. A introdução da cirurgia AF regular pela Erbe nos anos 80 foi aqui um grande progresso. Os aparelhos cirúrgicos AF modernos controlam permanentemente a corrente e a tensão, calculam a partir daí grandezas como a potência e a resistência do tecido, e procedem à sua avaliação. Através de uma unidade de comando e regulação e conforme o efeito desejado, podem manter os parâmetros de serviço constantes ou alterá-los. Podem compensar diferenças entre os diversos tipos de tecido, reagir a alterações das características do tecido, por exemplo, através da desidratação por aquecimento, e garantir a reprodutibilidade do efeito cirúrgico.



# Efeitos teciduais da cirurgia AF

Os dois efeitos clássicos na cirurgia AF são a separação do tecido (corte) e a paragem de hemorragias (hemostase) sendo a hemostase equiparada, frequentemente, à coagulação. Os elementos de operação e os indicadores dos equipamentos cirúrgicos AF são marcados uniformemente com as cores amarelo, para o corte e azul, para a coagulação. A partir do procedimento para a hemostase foram desenvolvidos os procedimentos para a desvitalização e a ablação de tecidos e para o selamento de vasos sanguíneos que também fazem parte dos efeitos de coagulação e foram atribuídos à cor azul.



Corte por cirurgia AF. O eletrodo está envolto numa camada de vapor. A corrente é transmitida por arcos elétricos

## CORTE

01

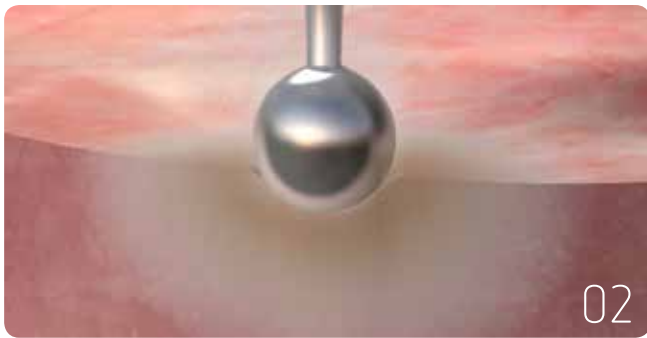
Para cortar o tecido, este tem de ser aquecido rapidamente para uma temperatura superior a 100 °C, de modo que o seu líquido evapore de repente e a estrutura do tecido rompa. A elevada densidade de corrente necessária para esta situação é realizada por breves arcos elétricos (faíscas) que surgem com tensões de pico a partir de cerca de 200 V entre o eletrodo e o tecido. Os arcos, raios muito pequenos, proporcionam uma alimentação quase pontual da corrente (ver Figura 01). O eletrodo de corte é, tipicamente, uma espátula, uma agulha ou uma alça com um bordo anterior linear. Não toca diretamente no tecido durante o corte uma vez que se encontra envolto numa camada de líquido tecidual evaporado. Entre a sua superfície e o respetivo ponto mais próximo do tecido, os arcos elétricos realizam-se, de preferência, nos bordos. Desta forma é explorado e evaporado rapidamente o tecido à frente do bordo anterior, de modo a ser obtido um corte. O eletrodo pode atravessar o tecido sem aplicação de força. Este procedimento também se chama eletrotomia.

Aumentando a tensão, aumenta-se também a intensidade da formação de arcos. A corrente é mais elevada do que seria necessário para o corte propriamente dito. Daí resulta a evaporação de mais líquido e maior aquecimento do tecido adjacente. Verifica-se ainda, uma coagulação hemostática, em caso de forte aquecimento e também uma carbonização não desejada. O estado do corte e as dimensões da zona de coagulação na margem do corte são designados também de qualidade de corte. A qualidade de corte desejada depende da aplicação, portanto, pode ser in-

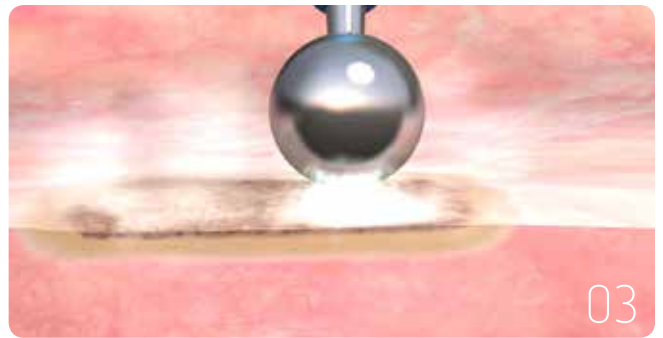
fluenciada pela velocidade com que é feito, bem como pela regulação dos parâmetros de operação no próprio aparelho. A seguir são apresentados os tipos de regulação mais frequentes.

**Regulação da tensão:** A tensão elétrica é decisiva para a formação dos arcos elétricos. Juntamente com a resistência elétrica do tecido, ela determina o fluxo de corrente e, por conseguinte, a energia aplicada por cada arco elétrico. Por isso, uma tensão mantida constante proporciona uma qualidade de corte uniforme, independentemente da profundidade do corte. A qualidade de corte depende, no entanto, da velocidade do corte e do tipo de tecido. Por exemplo, com a mesma tensão o efeito no tecido muscular é mais acentuado do que no tecido adiposo, uma vez que o tecido muscular tem uma resistência menor. Desta forma, quando as características do tecido se mantêm iguais é garantido um corte reproduzível. Ao mesmo tempo, a seletividade tecidual do efeito pode ser usada para a preparação de vários tipos de tecido.

**Regulação do arco elétrico:** A intensidade da formação dos arcos elétricos é uma medida para o efeito de corte. Os aparelhos cirúrgicos AF modernos podem medir esta intensidade e mantê-la constante, na medida em que procedem à regulação correspondente da tensão. A regulação dos arcos elétricos permite uma qualidade de corte uniforme, independentemente do tipo de tecido, da velocidade de corte e da forma do eletrodo.



↑ Coagulação de contato com tensão mais baixa  
↓ e tensão elevada modulada



↑ Coagulação sem contato. Fulguração  
↓ Coagulação com árgon-plasma

**Modulação:** Para cortes com uma coagulação mais acentuada é necessário uma tensão de pico mais elevada. Para evitar um efeito de corte excessivo e a carbonização é preciso reduzir a potência média. Para esse efeito, é modulada a tensão alternada, isto é, o seu valor de pico é alterado a nível de tempo. Uma forma de modulação frequente é a intervalação, de modo que o fluxo de corrente é interrompido em breves intervalos de tempo. A modulação realiza-se, normalmente, com tanta rapidez que o utilizador só se apercebe da alteração do efeito no tecido. Um parâmetro para a dimensão da modulação é a relação entre o valor de pico e o valor médio (valor eficaz) da tensão que é denominado fator de pico.

**Limitação da potência:** A potência transmitida pode ser limitada a um valor máximo. Isto garante que não é fornecida mais potência do que aquela que é necessária para o efeito desejado, aumentando-se a segurança do paciente e do médico.

**Regulação da potência:** Com o respetivo rastreamento da tensão a potência pode ser regulada para um valor constante. À semelhança da regulação do arco elétrico, a regulação da potência proporciona uma qualidade de corte, em grande parte, independente do tecido, mas que, no entanto, depende mais do tamanho da superfície de contato.

## HEMOSTASE POR COAGULAÇÃO

02,03

Com um aquecimento suficientemente lento do tecido a sangrar coagulam primeiro as proteínas no tecido e no sangue já saído. O tecido se contrai e seca devido à evaporação do líquido. Através da contração do tecido e da coagulação do sangue, os vasos sanguíneos são fechados e a hemorragia pára. As coagulações podem ser realizadas em contato direto com o tecido (coagulação com contato) ou sem contato. A coagulação com contato é adequada, sobretudo, para parar hemorragias localizadas. Utiliza-se tensões baixas (Figura 02 ↑) ou formas de tensão modulada com um valor de pico mais elevado (Figura 02 ↓). As tensões mais elevadas permitem um trabalho mais rápido mas podem ser acompanhadas por formações de arco e carbonização. Na coagulação sem contato, a corrente é transmitida por arcos elétricos com tensões altas de alguns milhares de Volts. Ao contrário do que acontece no corte, os arcos elétricos estão distribuídos, geralmente, sobre uma área mais vasta. Deste modo, é possível parar eficientemente hemorragias difusas superficiais. O procedimento convencional trabalha com arcos elétricos no ar e é denominado também fulguração (Figura 03 ↑). Um resultado mais uniforme e mais facilmente controlável é possível com a coagulação com árgon-plasma (APC, Figura 03 ↓) que é descrita no capítulo "Coagulação com árgon-plasma" na página 13.

---

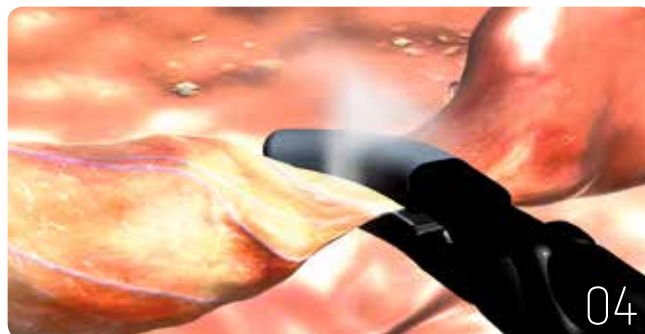
## DESVITALIZAÇÃO E ABLAÇÃO

---

Para tratar anomalias do tecido, tais como lesões ou tumores, o tecido pode ser desvitalizado (destruído), reduzido ou removido.

Para a desvitalização o tecido o mesmo é danificado irreversivelmente por um aquecimento a temperaturas superiores a 60 °C. Para uma desvitalização superficial é adequada a coagulação com argon-plasma (APC) enquanto áreas maiores e mais profundas são atingidas com maior eficácia pela coagulação de contato com eletrodos de esfera ou de agulha. Com correntes mais baixas e uma aplicação mais prolongada pode ser atingido, frequentemente, um melhor efeito de profundidade, uma vez que o tecido junto do eletrodo não seca tão depressa e não perde a sua capacidade condutora. O calor tem assim mais tempo a irradiar para o tecido profundo. Este efeito também se verifica quando são usadas tensões moduladas. Além disso, durante os intervalos de corrente o líquido do tecido adjacente pode regressar ao tecido que se encontra diretamente junto do eletrodo e, desta forma, atrasar adicionalmente a desidratação. A desvitalização de tecidos não desejados é designada, frequentemente, de ablação, alta frequência ou de radiofrequência, embora não se realize aqui nenhuma remoção direta do tecido. O tecido desvitalizado é removido posteriormente através dos processos metabólicos que ocorrem no corpo do paciente.

Uma ablação real, não mecânica do tecido, apenas dificilmente se consegue por meio de procedimentos cirúrgicos AF. A APC com uma potência elevada pode proporcionar uma rápida evaporação, pelo menos, do líquido tecidual. No entanto, muitas vezes também se realiza uma carbonização do tecido remanescente. Com um aquecimento mais lento pode ser realizada, através da evaporação do líquido tecidual e sem carbonização, pelo menos, a redução do volume do tecido indesejado, mediante contração.



*Selamento dos vasos por termofusão.  
O vaso é agarrado com uma pinça bipolar e fechado por coagulação.*

---

## SELAMENTO DOS VASOS POR TERMOFUSÃO

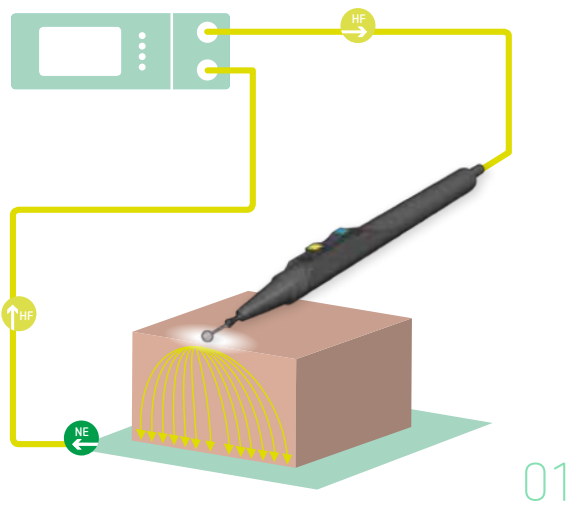
---

04

Um tecido irrigado ou alguns vasos sanguíneos maiores podem ser selados antes do corte por coagulação. As paredes do vaso que se pretendem fechar são apertadas com a ajuda de uma pinça, que nas suas mandíbulas é percorrida por uma corrente. Através do processo de coagulação as proteínas desnaturadas das paredes dos vasos são fundidas, à semelhança do que acontece numa soldadura. O aparelho cirúrgico AF controla permanentemente a alteração da resistência do tecido entre as mandíbulas. Devido à regulação automática da tensão de pico e da modulação é evitada a danificação térmica excessiva das áreas teciduais adjacentes. A seguir, o tecido selado pode ser cortado através de um corte mecânico ou de um corte cirúrgico AF. Este processo é usado cada vez mais, em vez do fecho por clips ou sutura.

# Procedimentos cirúrgicos AF

Na cirurgia AF há uma diferença entre a aplicação monopolar e a aplicação bipolar. Além disso, existem procedimentos com contato e sem contato. Um procedimento sem contato importante é a coagulação com árgon-plasma. Este capítulo apresenta as técnicas monopolar e bipolar e a coagulação com árgon-plasma.



*Técnica monopolar:*

*O efeito cirúrgico é criado no eletrodo ativo (EA) onde a densidade da corrente é maior. A corrente regressa através do eletrodo neutro (EN) de grande superfície*

---

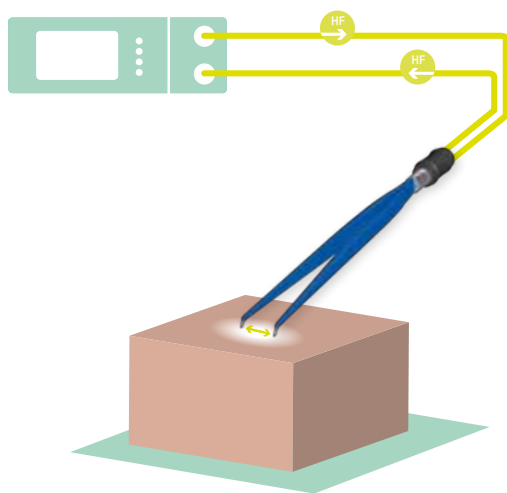
## TÉCNICA MONOPOLAR

01

Na cirurgia AF monopolar os dois eletrodos entre os quais flui a corrente, têm uma configuração diferente. O efeito cirúrgico verifica-se no eletrodo ativo. Este tem uma superfície de contato relativamente pequena a fim de ser atingida aqui a maior densidade de corrente. O segundo eletrodo é o neutro, com superfície grande. Este é aplicado num local adequado na pele do paciente. Uma corrente AF, que no eletrodo ativo provoca um corte ou uma coagulação, aquece o tecido na grande superfície do eletrodo neutro apenas minimamente e para o paciente praticamente não perceptível. Não se verifica um efeito cirúrgico.

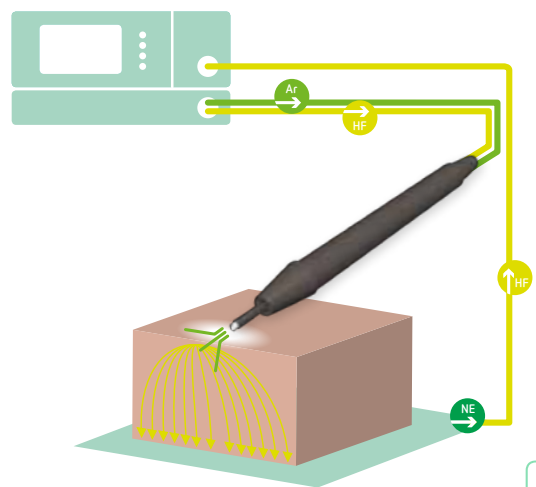
Em caso de mau contato ou uma superfície de contato muito pequena entre o eletrodo neutro e a pele podem surgir queimaduras. Os aparelhos de cirurgia AF modernos que usam eletrodos neutros de duas ou mais superfícies medem a resistência entre as duas metades do eletrodo e, assim, podem detectar um contato deficiente com a pele.

Uma vez que na técnica monopolar a corrente pode passar pelo corpo do paciente atravessando grandes distâncias, a utilização segura requer a atenção para alguns pontos. O capítulo seguinte (página 14) fala mais detalhadamente sobre este assunto.



02

*Técnica bipolar:  
a corrente flui sobretudo entre os dois eletrodos*



03

*Coagulação com argônio-plasma (APC):  
a corrente é transmitida pelo argônio-plasma eletricamente condutor  
entre o eletrodo ativo (EA) e o eletrodo neutro (EN)*

## TÉCNICA BIPOLAR

02

Na cirurgia bipolar AF os dois eletrodos estão integrados no mesmo instrumento. A corrente flui majoritariamente na área muito limitada do tecido entre os eletrodos. Um eletrodo neutro em separado não é necessário. No que diz respeito ao efeito cirúrgico, os dois eletrodos são geralmente equivalentes. Nas disposições assimétricas com superfícies de contato de tamanhos diferentes, o efeito verifica-se apenas no eletrodo de superfície pequena.

O fluxo de corrente espacialmente limitado pode ser vantajoso, quando considerado sob aspectos de segurança. No entanto, a técnica bipolar não pode ser usada para todas as aplicações. Notadamente, nos eletrodos de corte, a técnica monopolar tem claras vantagens, devido ao seu manuseio mais fácil.

## COAGULAÇÃO COM ÁRGON-PLASMA

03

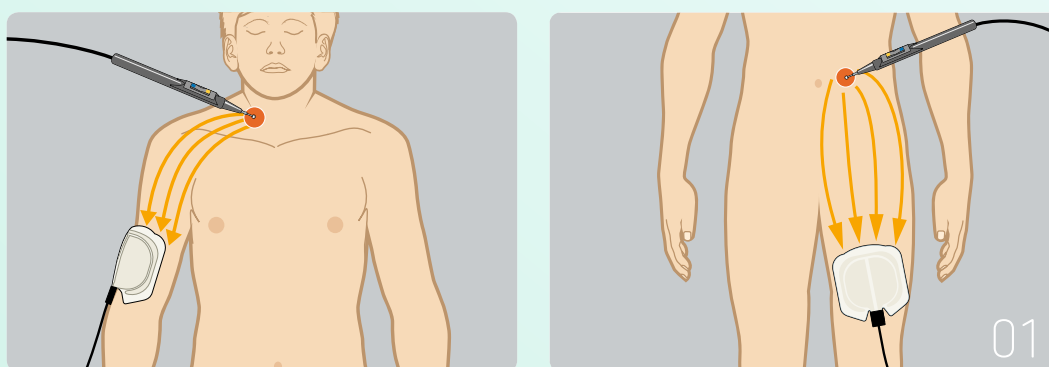
A coagulação com argônio-plasma (APC) é um processo monopolar sem contato. A corrente é transmitida através do gás argônio ionizado, isto é, eletricamente condutor, e o argônio-plasma, por arcos elétricos. A APC é utilizada para a coagulação de hemorragias difusas, para a desvitalização superficial de tecidos e para a redução volumétrica por vaporização e contração. Uma vantagem essencial da APC consiste no fato de a colagem do instrumento e, por conseguinte, o rompimento do tecido coagulado, serem excluídos. Além disso, o plasma tem a tendência de dirigir-se a áreas ainda não coaguladas que, por isso, apresentam uma melhor capacidade condutora. A regulação baixa da potência, resulta numa coagulação superficial relativamente uniforme e pouco profunda. Com uma potência mais elevada também pode ser conseguida uma coagulação mais profunda.

# Bases

## para a utilização segura da cirurgia AF

Como em todos os aparelhos médico-técnicos, também o trabalho com um aparelho cirúrgico AF traz alguns riscos para o paciente, o utilizador e o meio-ambiente.

As informações constantes neste capítulo pretendem ajudar o utilizador a desenvolver uma sensibilidade para os riscos específicos da cirurgia AF e a minimizar estes riscos utilizando o aparelho corretamente. No entanto, este capítulo não substitui a leitura atenta e a observação das instruções e regras para a utilização segura constantes no manual de instruções e na instrução que acompanha o aparelho. Além disso recomenda-se a participação em curso e leitura de literatura específica sobre o assunto.



Strompfad durch den Patienten (gelbe Pfeile) zwischen aktiver Elektrode (AE) und Neutralelektrode (NE) bei monopolarer Anwendung

### EFEITO TÉRMICO DA CORRENTE ELÉTRICA

01

O efeito da cirurgia AF baseia-se no fato de uma corrente alternada de alta frequência fluir entre dois eletrodos através do corpo do paciente e gerar em função da densidade de corrente e das características do tecido, aquecimento do mesmo. No local da intervenção, é desejada uma alta densidade de corrente para obter o efeito cirúrgico AF. Mas fora do campo operatório um estrangulamento no percurso da corrente pode provocar queimaduras indesejadas ou locais de coagulação, como, por exemplo, locais de contato de superfície pequena, entre a ponta do dedo e a coxa do paciente, ou áreas nas quais o tecido condutor é fino, tal como nas articulações. Por isso, o percurso da corrente através do corpo deve ser o mais curto possível e apresentar uma boa condutividade, bem como uma grande seção transversal.

As queimaduras também podem ser provocadas por um contato elétrico do paciente com o solo. A razão são as chamadas correntes de fuga que se verificam devido a um acoplamento capacitivo tecnicamente inevitável entre o gerador de alta frequência e o solo (ver caixa "Acoplamento capacitivo, terra e correntes de fuga"). Estas correntes são limitadas para um valor relativamente baixo mas em caso de contato de pequena superfície do paciente, por exemplo, com a mesa de operação ligada à terra, os acessórios metálicos deste ou um suporte de infusão, podem causar uma queimadura.

Em caso de utilização bipolar, a maioria dos riscos acima descritos pode ser excluída, uma vez que devido à curta distância entre os eletrodos o percurso da corrente é reduzido. Para aplicações monopolares estes podem ser minimizados pela observação de alguns princípios no posicionamento do paciente e a utilização do eletrodo neutro.

#### Posicionamento do paciente:

O paciente deve ser posicionado eletricamente bem isolado em relação à mesa de operação. Devido ao fato de os líquidos serem, normalmente, condutores, a área entre o paciente e a mesa de operação deve ser seca e estanque a líquidos. Os contatos de pele com pele devem ser evitados.

#### Eletrodo neutro:

Em toda a sua superfície, o eletrodo neutro deve ter um bom contato com a pele do paciente e encontrar-se o mais próximo possível do campo operatório. O percurso da corrente entre o eletrodo ativo e o eletrodo neutro deve ser curto e passar por um tecido bem irrigado com uma seção transversal grande (ver Figura 01).

---

## LÍQUIDOS E GASES INFLAMÁVEIS

---

Durante o corte e também em alguns tipos de coagulação, especialmente na APC, surgem arcos elétricos que transmitem a corrente. Estes são desejados para a criação do efeito cirúrgico AF. Mas também podem incendiar materiais facilmente inflamáveis, como desinfetantes na sua forma líquida ou evaporada, e outros gases inflamáveis. Também os gases combustíveis como o oxigênio puro podem ser perigosos nesta constelação. Por isso, antes da aplicação da cirurgia AF estes materiais devem ser removidos do campo operatório, por exemplo, por aspiração.

---

## INTERFERÊNCIA COM OUTROS APARELHOS

---

Os aparelhos cirúrgicos AF podem interferir com outros aparelhos operados ao mesmo tempo. As causas são muito complexas e a solução do problema pode requerer diversas medidas. Aqui só podem ser indicadas as interferências mais frequentes e suas causas. Os fabricantes dos aparelhos cirúrgicos AF têm, normalmente, mais informações sobre esta temática e ajudam a solucionar os problemas.

As correntes cirúrgicas AF alternadas podem passar pelos aparelhos ligados ao paciente e prejudicar o seu funcionamento. Exemplos são *pace-makers* e outros implantes ativos bem como aparelhos para supervisionar o paciente. Estes problemas podem ser minimizados em parte, na medida em que um posicionamento adequado do eletrodo neutro pode fazer com que se evitem os percursos desfavoráveis da corrente. Nomeadamente numa cirurgia realizada num paciente portador de um *pace-maker*, deve ser usada, de preferência, a técnica bipolar.

Uma outra causa frequente das interferências é o acoplamento capacitivo (ver caixa à direita) entre cabos próximos de um aparelho cirúrgico AF e, por exemplo, um aparelho de ECG. Por isso, os cabos cirúrgicos AF devem estar o mais possível separados dos cabos de outros aparelhos. Numa aplicação endoscópica, esta medida só é possível com determinadas restrições, aqui pode ser prejudicada a transmissão das imagens devido ao acoplamento capacitivo entre os cabos cirúrgicos AF e os cabos de dados no endoscópio. Também estes problemas podem ser normalmente solucionados, através de várias medidas. Informações sobre esta temática podem ser obtidas junto dos respetivos fabricantes.

---

## OUTRAS INSTRUÇÕES

---

### Bebês e crianças:

Se no caso da técnica monopolar não poderem ser usados os eletrodos neutros padrão, por motivo de falta de espaço, podem ser usados eletrodos neutros especiais para bebês ou crianças. Daí resulta que a corrente é distribuída por uma superfície menor. Para evitar queimaduras devido à densidade de corrente mais elevada, a corrente deve ser limitada, o que pode ser conseguido pela respectiva regulação mais baixa do aparelho cirúrgico AF. Alguns aparelhos dispõem de uma supervisão da corrente adaptada especialmente aos eletrodos neutros para bebês e crianças. Uma outra medida é a redução da superfície de contato no eletrodo ativo por uma incisão muito cuidadosa ou a utilização de eletrodos de coagulação de superfície pequena.

### Gravidez:

Não são conhecidas danificações no embrião ou no feto provocadas por correntes cirúrgicas AF, mas mesmo assim recomenda-se a utilização bipolar.

### Vários instrumentos no mesmo aparelho:

Devido ao acoplamento capacitivo entre cabos do instrumento, pode fluir no cabo de um instrumento não ativado uma corrente alternada que pode provocar uma queimadura junto do eletrodo. Por isso, os cabos do instrumento devem estar separados. Os instrumentos não necessários devem ser colocados num local seguro, mas nunca em cima do paciente.

### Operação simultânea de dois aparelhos cirúrgicos AF:

Na utilização simultânea de dois aparelhos cirúrgicos AF no mesmo paciente, poderão surgir vários problemas provocados, por exemplo, pela sobreposição das correntes AF. Para informações mais detalhadas sobre esta temática, devem ser contactados os respetivos fabricantes.

---

## ACOPLAMENTO CAPACITIVO, TERRA E CORRENTES DE FUGA

---

Uma corrente alternada pode ser transmitida de um condutor a um outro também sem ligação eletricamente condutora. Isto porque a força entre cargas elétricas atua também atravessando áreas não condutoras. Se entre dois condutores houver uma tensão alternada, pode haver nos dois uma corrente alternada. Uma ligação condutora não é necessária, ao contrário do que acontece com a corrente contínua, isto porque havendo corrente alternada a carga elétrica no condutor é movimentada não se realizando um fluxo de carga no meio. Este fenómeno tem o nome de **acoplamento capacitivo** e surge entre condutores muito próximos, por exemplo, cabos. Quanto maior for a frequência, melhor é a transmissão da corrente. Por isso, o acoplamento capacitivo pode surgir mais vezes nas frequências usadas na cirurgia AF que são bastante mais elevadas que as frequências da rede elétrica (50 Hz).

A tensão da rede de abastecimento de energia situa-se entre o cabo condutor de corrente (fase) e o **solo** (terra). Caso se toque na fase, uma corrente pode atravessar o corpo até à terra. Para excluir este perigo, em caso de defeito do aparelho, os invólucros metálicos estão sempre conectados diretamente à terra, através do contato de terra da tomada.

No caso da cirurgia AF é preciso impedir que a corrente AF possa passar diretamente para a terra. Por isso, o gerador de alta frequência no aparelho cirúrgico AF está isolado contra a terra, de modo que o circuito elétrico só pode ser fechado pelo segundo eletrodo. No entanto, não é possível evitar que através do acoplamento capacitivo no aparelho haja pequenas correntes a fluir pela terra. Estas correntes chamam-se **correntes de fuga** e são tecnicamente limitadas, tanto quanto possível.

# Instrumentos

O utilizador da cirurgia AF tem à sua disposição um grande número de instrumentos para as diversas aplicações. Este capítulo oferece a respetiva vista geral.

Basicamente, existem instrumentos de corte e de coagulação, em parte também misturas destes. Além disso, dentre eles distinguem-se os instrumentos para aplicações monopolares, bipolares e para a APC. Além disso, no que diz respeito à sua forma construtiva, os instrumentos podem ser classificados segundo a sua área de aplicação. Os instrumentos destinados à cirurgia aberta são constituídos, normalmente, por um punho com um adaptador de eletrodo. Para a cirurgia minimamente invasiva são necessários instrumentos com uma haste que, conforme o tipo de aplicação, por exemplo, laparoscopia ou endoscopia flexível pode ser rígida ou flexível. Finalmente, de muitos instrumentos existem variantes descartáveis e outras reutilizáveis.



01

Instrumento de corte  
À esquerda: monopolar, à direita: bipolar

---

## INSTRUMENTOS DE CORTE

---

01

Para um corte é necessário um eletrodo com um bordo anterior linear. Formas típicas de eletrodos de corte são, por isso, agulhas, espátulas, alças de arame ou ganchos. Podem ser monopolares, como eletrodo de inserção para punhos, ou mono e bipolares como instrumentos com haste rígida ou flexível. Os instrumentos de corte bipolares têm, em regra, um anel de eletrodo neutro que durante o corte deve entrar em contato com o tecido. Para além disso, existem tesouras bipolares com dois eletrodos de corte. A Figura 01 mostra exemplos de instrumentos de corte monopolares e bipolares.





02

*Eletrodo de esfera monopolar  
com grande superfície de contato*



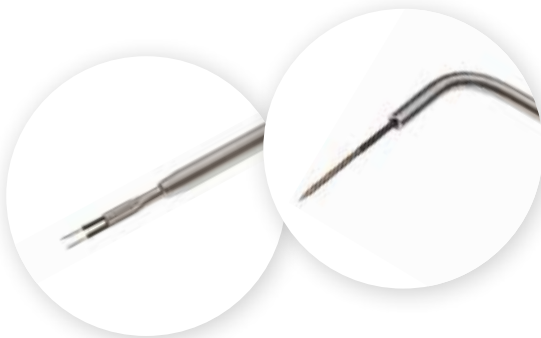
03

*Instrumentos bipolares para a termofusão  
À esquerda: cirurgia aberta, à direita: laparoscopia*



05

*Punho de APC para a cirurgia aberta com aplicador  
para enroscar*



04

*Eletrodos de coagulação de punção  
À esquerda: bipolar, à direita: monopolar*



06

*Sonda APC para a endoscopia flexível*

---

## INSTRUMENTOS DE COAGULAÇÃO

02,03,04

Para os efeitos coagulantes hemostase, selamento de vasos sanguíneos e ablação existem instrumentos especiais. A hemostase na cirurgia aberta realiza-se, normalmente, de forma monopolar, através de um instrumento com superfície de contato grande como o eletrodo de esfera (Figura 02). Também pode ser usado o lado plano de uma espátula de corte.

Para o selamento dos vasos sanguíneos são usadas pinças bipolares nos mais variados tamanhos e formas construtivas (Figura 03). Para a ablação de tecidos por desvitalização são usadas agulhas de punção monopolares ou bipolares (Figura 04).

---

## INSTRUMENTOS PARA A COAGULAÇÃO COM ÁRGON-PLASMA

05,06

A APC cobre a hemostase e a ablação por desvitalização e por contração. Os instrumentos da APC são constituídos por um eletrodo e um condutor para o gás argônio e existem em numerosas formas construtivas para as mais diversas áreas de aplicação (Figura 05). Desde a sua introdução na endoscopia flexível (Figura 06) pela Erbe, a APC encontrou grande divulgação sobretudo nesse campo.

# Aplicações

Devido à sua versatilidade, a cirurgia AF apresenta um largo espectro de aplicações que se estende da cirurgia geral até à gastroenterologia, ginecologia, urologia, pneumologia, otorrinolaringologia, dermatologia e neurocirurgia. As características e as possibilidades da cirurgia AF permitem obter uma visão geral:

- ✔ **Cortar com eletrodos contudentes, sem aplicação de força e praticamente sem hemorragias**
- ✔ **Parar hemorragias pontuais e de grande superfície**
- ✔ **Soldar tecido irrigado de modo a poder ser cortado sem perda de sangue**
- ✔ **Desvitalizar e contrair tecidos**
- ✔ **Remover tecido por corte**

Os parágrafos seguintes apresentam aplicações típicas para estas técnicas cirúrgicas. Informações mais detalhadas encontram-se nas brochuras para utilizadores. Para além disso, muitos fabricantes oferecem cursos para a aprendizagem destas técnicas.

---

## CORTE E HEMOSTASE

---

Cortar e parar uma hemorragia são as tarefas clássicas da cirurgia AF. Estes efeitos são usados em todas as disciplinas. Para a hemostase é usada, em regra, a coagulação com contato ou a APC. A APC sem contato tem claras vantagens no que diz respeito ao resultado da coagulação e o manuseio, especialmente na cirurgia minimamente invasiva.

---

## SELAMENTO DO TECIDO

---

Para o selamento de estruturas teciduais irrigadas e vasos sanguíneos de grandes tamanhos são usadas pinças e alicates bipolares. Aplicações típicas são: na cirurgia visceral, a mobilização do intestino e a dissecação do nó de linfa e, na ginecologia, a mobilização do útero antes da ressecção.

---

## DESVITALIZAÇÃO E ABLAÇÃO

---

O tratamento de tumores, lesões e de tecido hiperplástico pela desvitalização e contração é uma área de aplicação importante da cirurgia AF. A área de aplicação abrange, entre outros, a gastroenterologia, a cirurgia hepática, a cirurgia otorrino e a pneumologia. É usada a coagulação de contato com esfera ou agulha de punção bem como a APC que pode ser usada tanto para a desvitalização superficial como também para a redução do tecido, por exemplo, em caso de aderências no trato gastro-intestinal.

---

## REMOÇÃO DO TECIDO

---

Uma redução do tecido pode ser realizada também por remoção cirúrgica AF com um eletrodo de alça. Esta técnica é usada, por exemplo, para a remoção de pólipos no intestino (polipectomia). O aparelho cirúrgico AF muda aqui automaticamente entre corte e coagulação de contato, a fim de reduzir o risco de hemorragia. Uma outra aplicação é a ressecção transuretral da próstata (TURP). O tecido a reduzir é removido com um ressectoscópio mono ou bipolar, através de uma alça e com uma solução de irrigação. Um procedimento semelhante pode ser usado também na ortopedia para o alisamento de tecido cartilaginoso.

# Glossário

**Ablação** Remoção, redução ou desvitalização de tecido

**Acoplamento capacitivo** Transmissão sem contato de corrente alternada entre dois condutores elétricos entre os quais se verifica uma tensão alternada elétrica

**Alta frequência** Na acepção da cirurgia AF (Norma IEC 60601-2-2) frequência de pelo menos 200 kHz. Abreviatura: AF, inglês também Radiofrequency (RF)

**Arco elétrico** Descarga elétrica em forma de um raio muito pequeno. Aqui, um gás, por exemplo, ar ou argônio, se transforma num plasma eletricamente condutor, devido à formação de íons. Os arcos elétricos são necessários, sobretudo, nos procedimentos de corte e na APC

**Carbonização** Carbonização de tecido biológico

**Cáustica** Procedimento de corte e hemostase por instrumentos aquecidos. Inglês: Cautery. Ocasionalmente usado erradamente como sinônimo de cirurgia AF

**Cirurgia de radiofrequência** Sinônimo de cirurgia AF. Abreviatura inglês: RF Surgery

**Cirurgia AF** Aplicação de corrente elétrica de alta frequência em tecido biológico, com o objetivo de obter um efeito cirúrgico através do aquecimento. Sinônimos: eletrocirurgia, diatermia, cirurgia de radiofrequência, inglês: RF Surgery

**Cirurgia AF bipolar** Procedimento cirúrgico AF em que os dois eletrodos estão integrados no mesmo instrumento

**Cirurgia AF monopolar** Procedimento cirúrgico AF em que o eletrodo ativo é aplicado no local da intervenção e o circuito de corrente é fechado por um eletrodo neutro

**Coagulação** 1. Desnaturação de proteínas. 2. Efeito cirúrgico AF em que se verifica a coagulação das proteínas e a contração do tecido

**Coagulação com argônio-plasma** Coagulação monopolar sem contato. O argônio eletricamente condutor (argônio-plasma) transmite a corrente ao tecido por meio de arcos elétricos. Abreviatura: APC (inglês: Argon Plasma Coagulation)

**Corrente** Quantidade de carga elétrica que em um segundo passa por um determinado ponto. Unidade: Ampere (A)

**Corrente alternada** Corrente que altera regularmente a sua direção

**Corte** Efeito cirúrgico AF em que o líquido intracelular evapora de forma explosiva e as paredes celulares rompem espontaneamente

**Densidade de corrente** Débito de corrente por seção transversal. Quanto maior for a densidade de corrente, maior é o aquecimento produzido

**Dessecação** Desidratação de tecido biológico

**Desvitalização** Destruição de tecido biológico

**Diatermia** Sinônimo de cirurgia AF

**Edema** Acumulação de líquido no tecido

**Eletrocirurgia** Sinônimo de cirurgia AF

**Eletrodo** Condutor que transmite ou recebe a corrente, por exemplo, eletrodo ativo, eletrodo neutro

**Eletrodo ativo** A parte do instrumento cirúrgico AF que transmite a corrente AF ao tecido do paciente, no local onde se pretende o efeito sobre o tecido. Abreviatura: EA

**Eletrodo neutro** Superfície condutora que durante uma aplicação monopolar é fixada no paciente para receber novamente a corrente AF. Conduz a corrente de volta ao aparelho cirúrgico AF para fechar o circuito. Abreviatura: EN. Sinônimos: Eletrodo dispersivo, inglês: patient plate, return electrode

**Eletrotomia** Corte cirúrgico AF

**Endógeno** Por dentro

**Energia** Potência vezes tempo. Existem várias formas de energia, por exemplo, trabalho elétrico, trabalho mecânico e calor. Unidade: Joule (J)

**Exógeno** Por fora

**Faixa** Arco elétrico de pouca duração

**Fator de pico** A relação entre o valor de pico e o valor eficaz de uma curva de corrente ou tensão, medida para o grau de modulação do sinal

**Frequência** Frequência dos períodos por segundo durante os quais é alterada, por exemplo, duas vezes a direção da corrente. Unidade: Hertz (Hz). 1 kHz = 1000 Hz

**Fulguração** Coagulação sem contato com arcos elétricos no ar

**Gerador de alta frequência** Aparelho ou parte de aparelho que transforma uma corrente contínua ou uma corrente alternada de baixa frequência numa corrente cirúrgica AF de alta frequência

**Hemostase** Paragem de hemorragia

**Hipertermia** Aquecimento de tecido para além da sua temperatura normal

**Lesão** Uma danificação, um ferimento ou uma perturbação de uma estrutura anatômica ou de uma função fisiológica

**Mandíbula** Metade da boca de uma pinça, tesoura ou alicate

**Modulação** Alteração temporal do valor de pico de um sinal variável no tempo (corrente, tensão)

**Necrose** Morte celular patológica

**Plasma** Gás eletricamente condutor devido à ionização

**Potência** Energia por segundo. A potência elétrica é o produto de corrente e tensão. Unidade: Watt (W)

**Qualidade de corte** O estado do corte, sobretudo, o grau de coagulação na margem do corte. A qualidade de corte desejada depende da aplicação

**Queimadura debaixo do eletrodo neutro** Queimadura da pele em consequência do desenvolvimento de demasiado calor devido à densidade de corrente excessiva, debaixo ou junto do eletrodo neutro

**Resistência** Descreve a condutividade elétrica de um material. Quanto maior for a condutividade, menor é a resistência. A resistência de um condutor é o produto da resistência específica dependente do material e do comprimento, dividido pela seção transversal. Unidade: Ohm ( $\Omega$ )

**Tensão** Energia para a separação da carga, referente à quantidade de carga. Unidade: Volt (V)

**Tensão alternada** Tensão que altera regularmente a sua polaridade

**Termofusão** Fusão de tecido por coagulação

**Valor de pico** Valor máximo de uma grandeza variável no tempo (corrente, tensão) partindo de zero (0) na direção positiva ou negativa

**Valor eficaz** Valor médio quadrático (raiz do valor médio do quadrado) de uma grandeza variável no tempo (corrente, tensão). No referente à potência aplicada, o valor eficaz é o valor de uma corrente contínua ou de uma tensão contínua que produz o mesmo efeito

**Vaporização** Evaporação de tecido



Erbe Elektromedizin GmbH  
Waldhoernlestrasse 17  
72072 Tuebingen  
Alemanha

Tel +49 7071 755-0  
Fax +49 7071 755-179  
info@erbe-med.com  
erbe-med.com