

MUNI

# Moderní chirurgické přístroje

Vladan Bernard  
Biofyzikální ústav  
rev 2023

- Lasery v chirurgii
- Harmonický skalpel
- Plasmový skalpel
- Elektrokauter
- Radiofrekvenční ablace
- Irreverzibilní elektroporace

# Lasery v chirurgii

- Koherentní monochromatické elektromagnetické záření
- Velká hustota energie (intenzita)
- Interakce laseru s tkání:

Fotochemická ( $10^{-1} - 10^0 \text{ W}\cdot\text{cm}^{-2}$ )

Fototermální ( $10^1 - 10^6 \text{ W}\cdot\text{cm}^{-2}$ )

Fotoablativní ( $10^7 - 10^{10} \text{ W}\cdot\text{cm}^{-2}$ )

Fotoplazmatická ( $> 10^{11} \text{ W}\cdot\text{cm}^{-2}$ )



- Veličinami charakterizujícími lasery jsou:

1. **Vlnová délka** emitovaného záření (nm). Ta rozhoduje o hloubce průniku záření do oka a do kůže.

2. **Výkon laserů** (W) a hustota výkonu záření (hustota zářivého toku t.j. výkon přepočítaný na jednotku plochy ( $W \cdot m^{-2}$ ). U laserů pracujících v impulsním režimu množství energie obsažené v jednom záblesku přepočtené na jednotku plochy ( $J \cdot m^{-2}$ ) a - doba trvání jednoho záblesku. Tyto veličiny rozhodují o energii absorbované ve tkáni při jejím zásahu a rychlosti její přeměny na teplo a tím i o velikosti účinku.

3. **Rozbíhavost svazku**, tj. nárůst průměru svazku záření se vzdáleností od výstupní části optiky laseru. Rozbíhavost svazku podstatně ovlivňuje v závislosti na vzdálenosti hustotu výkonu resp. energie záření, a tím i míru nebezpečnosti nahodilého zásahu zejména oka.

Záření laserů po dopadu na určitou plochu může být podle charakteru jejího povrchu absorbováno nebo odraženo. Odraz záření je na hladkých lesklých plochách zrcadlový, na plochách, jako je např. povrch omítky, difúzní.

Základním parametrem pro rozdělení laserů do bezpečnostních tříd je limit přístupné energie AEL (Accessible Emission Limit), který vyjadřuje maximální úroveň emise povolené v dané třídě. Pro rozdělení laserů do tříd z hlediska bezpečnosti obsluhy je rozhodující maximální přípustná dávka ozáření MPE (Maximum Permissible Exposure), která udává úroveň laserového záření, jemuž mohou být za normálních okolností vystaveny osoby, aniž by se u nich projevil nepříznivé vlivy ozáření. Hladiny MPE jsou maximální úrovně záření, při kterých mohou být oči nebo kůže ozářeny bez okamžitého nebo po dlouhém čase následujícího výsledného poškození. Hladiny MPE jsou závislé na vlnové délce, délce trvání impulzu nebo době ozáření, druhu ozářené tkáně a pro vlnové délky 400 nm až 1400 nm i na velikosti obrazu na sítnici.

# Třídy laserů (staré)

- **Třída 1** - lasery o malém výkonu, které jsou bezpečné za všech podmínek. U těchto laserů není riziko překročení MPE při přímém pohledu do svazku jak holým okem, tak i s pomocí optických pomůcek ( např. mikroskopu, dalekohledu apod.)

**Třída 2** - lasery o nízkém výkonu vyzařující viditelné záření (světlo) a bezpečnost je zajištěna fyziologickými reakcemi oka včetně mrkacího reflexu. Nebezpečné mohou být při přímém pohledu do svazku po dobu delší než 0,25 s - 1 mW

**Třída 3A** - bezpečné lasery při sledování nechráněným zrakem; přímý pohled do svazku pomocí optických pomůcek může být nebezpečný - 5 mW

**Třída 3B** - přímý pohled do svazku je vždy nebezpečný; nebezpečný může být i zrcadlový odraz - 500 mW

**Třída 4** - lasery o velkých výkonech, nebezpečné nejen pro oko, ale i pokožku, jsou nebezpečné zrcadlové, ale i difuzní odrazy.

## *Opatření k ochraně zdraví před zářením laserů*

Na každém laseru musí být vyznačena třída a jí odpovídající varovný nápis. Opatření dále zahrnují zejména požadavky na postupy při event. úpravách laserů, které mohou měnit parametry jejich záření, požadavky a ochranu před nevhodnou manipulací s laserem a jejich spuštění nepovolanou osobou, opatření k zamezení přístupu lidí do dráhy svazku aj. Tato opatření se uplatňují diferencovaně podle třídy laseru. Pro každé pracoviště používající laserů 2. a vyšší třídy musí být vypracovány provozní pokyny a projednány s orgánem hyg. služby.

# Třídy laserů (nové)

## 1, 1M, 2, 2M, 3R, 3B, 4

Tyto třídy lze ve velké míře ztotožnit s předešlým členěním. Označení M určuje nebezpečí při expozici oka při použití optických pomůcek, optických soustav (lupa, dalekohled)

### **Výkonové hodnoty:**

2. třída – méně než 1 mW

3R třída – max 5 mW

3B třída – max 0,5 W

4. třída – větší než 0,5 W

# Lasery v chirurgii

- Využití fotochemických účinků
  - Fotodynamická terapie
  - Biostimulace ( $\pm$ )
  
- Využití fototermálních účinků
  - Koagulace (argonová k.) až vaporizace (řezání)
  
- Využití vysokých intenzit
  - Vaporizace
  - Drcení konkrementů

# Lasery v chirurgii

- Použití (příklady):
  - Oftalmologie – retinopatie, glaukom
  - Urologie – konkrementy, nádory močového měchýře (PDT), BHP
  - Gynekologie – dysplazie cervixu, endometrióza
  - Cévní chirurgie – hemangiomy, varixy
  - Neurochirurgie
  - Endoskopická chirurgie



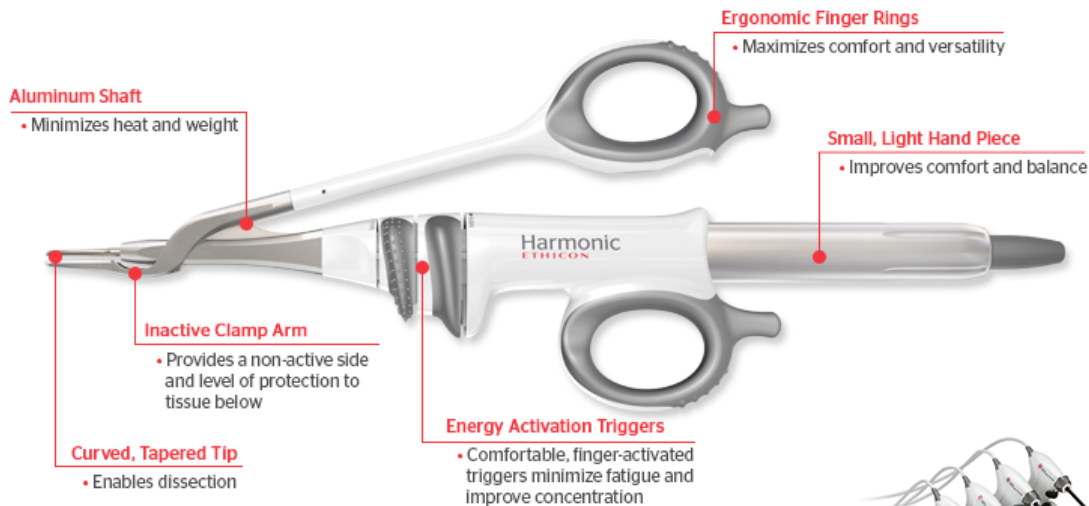
# Harmonický skalpel

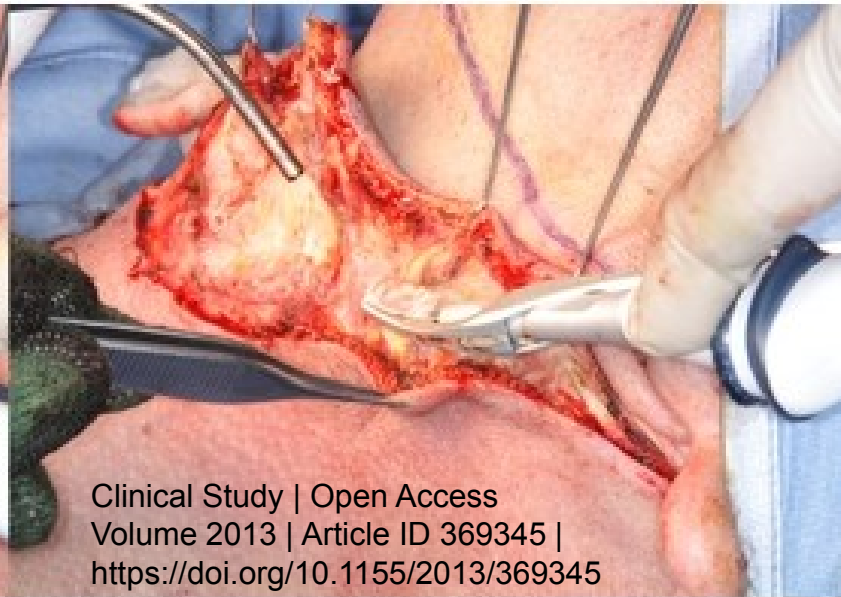
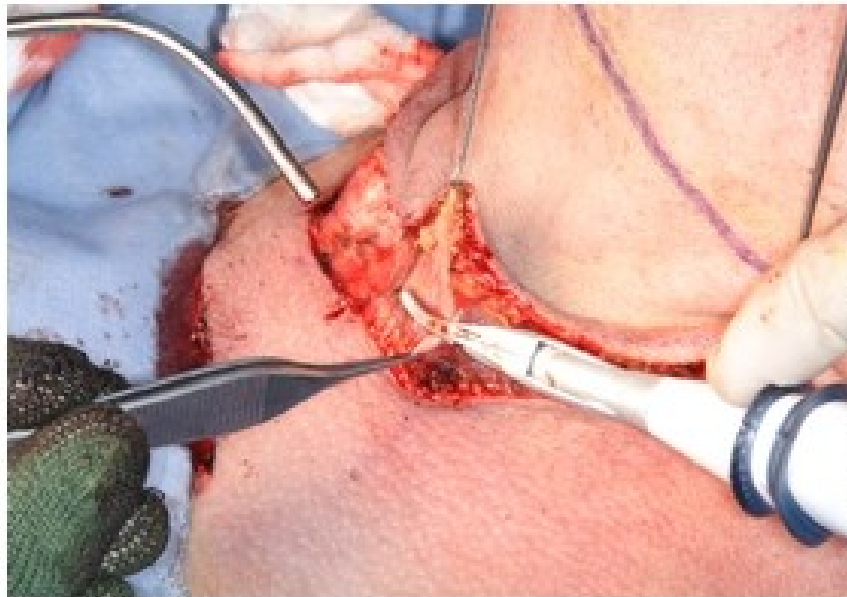
- Přenosem mechanické energie (vibrace  $10^4$  Hz) dochází k rozrušení a současné koagulaci tkáně
- Současně řeže i staví krvácení (ne samostatně)
- Menší tepelný účinek než elektrokauter, neprochází elektrický proud

- Neurochirurgie
- Endoskopická chirurgie
- ORL
- ....



# Harmonický skalpel



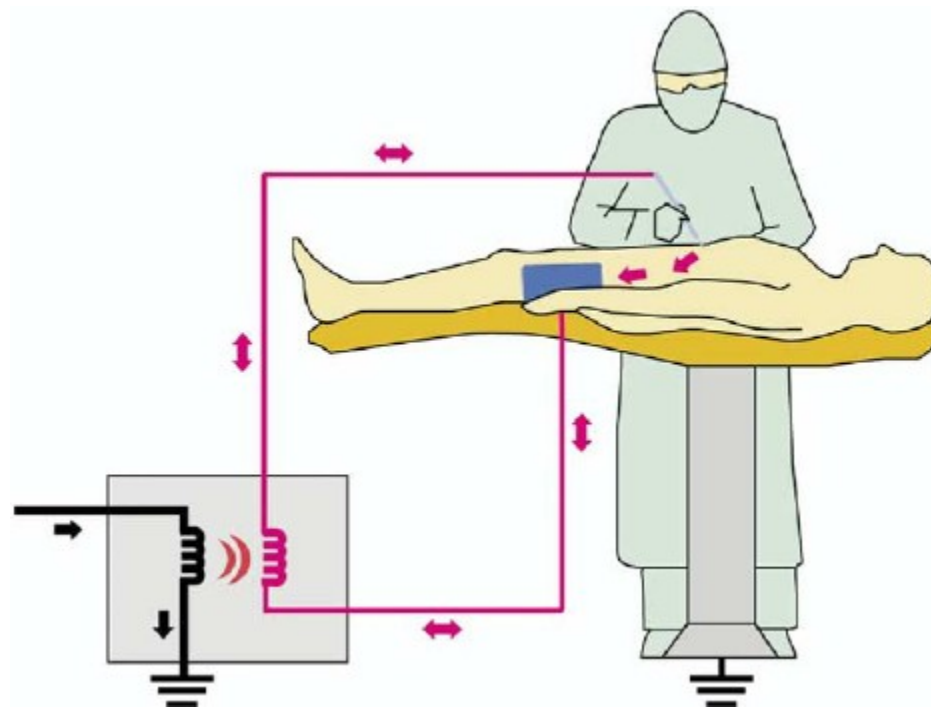


# Elektrokauter

- Koagulace tkáně tepelnými účinky el. proudu o frekvenci stovek kHz a výkonu desítek W
- Použití
  - Řezání – vyšší frekvence
  - Koagulace – zástava krvácení – nižší frekvence
- Realizace
  - Bipolární – mezi dvěma akt. elektrodami
  - Monopolární – pomocí aktivní elektrody a plošné elektrody
  - Klička



# Elektrokauter – el. obvody





bateriový elektrokauter



bamedical.en.alibaba.com



klasický elektrokauter

wiseGEEK

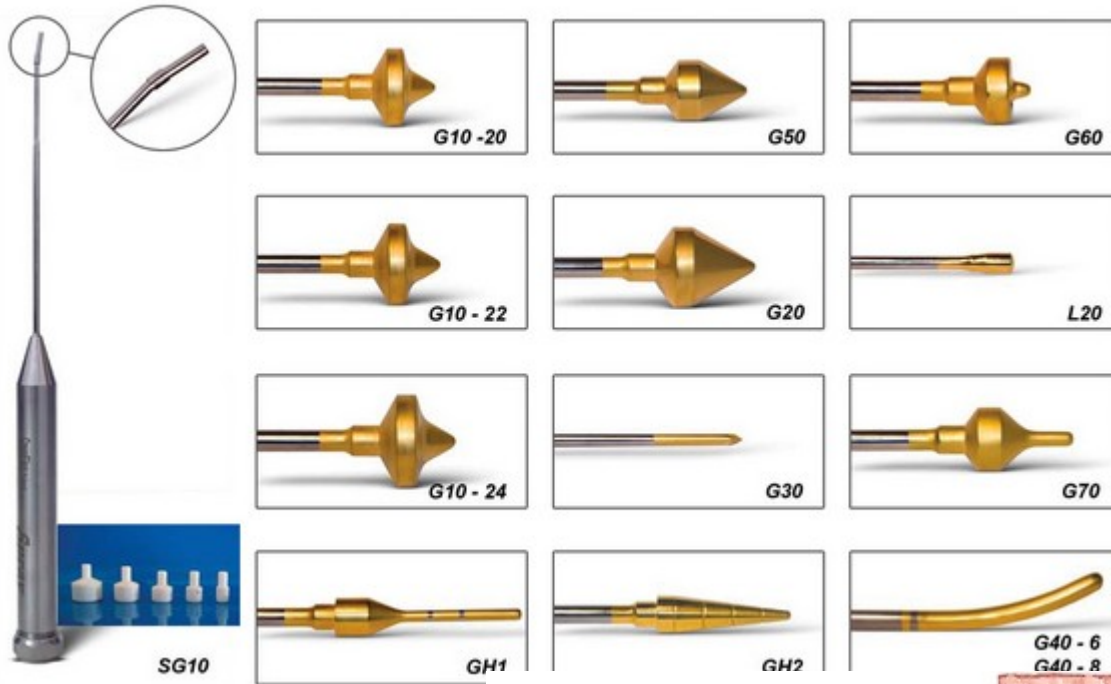


# Kryokauter

Ablace tkáně pomocí proudu chlazeného media či pomocí koncovky nástroje chlazeného např. tekutým dusíkem, CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O, speciální plyny -70°C, nádor cervixu



# Kryokauter s nástavci – zejména gynekologické aplikace

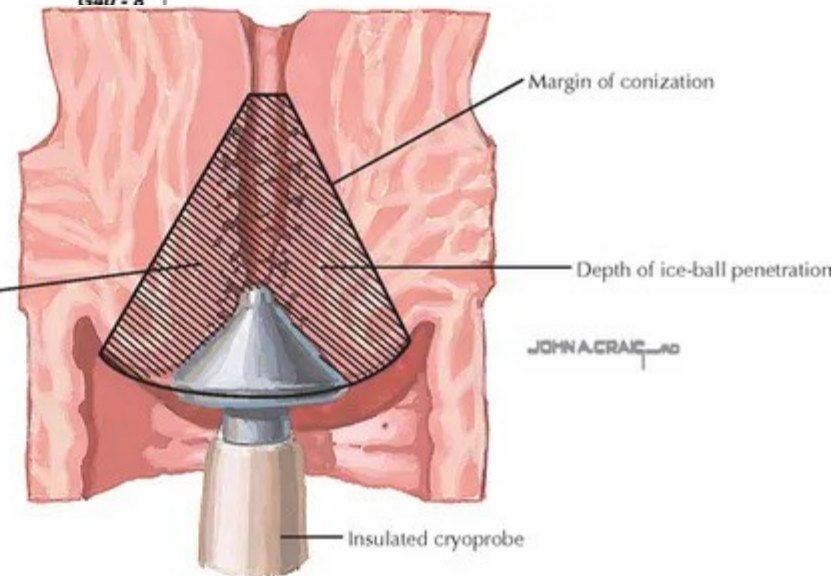


Zdroj: <http://www.bvmmedical.com/products/cryo-s-electric-ii-in-gynecology>

Termoablace děložního hrdla (papilomavirus),  
promrazení do hloubky  
2-5 mm

Treatment must eradicate transformation zone and penetrate to a minimal depth of 5 mm in order to destroy metaplastic or dysplastic extensions into gland crypts

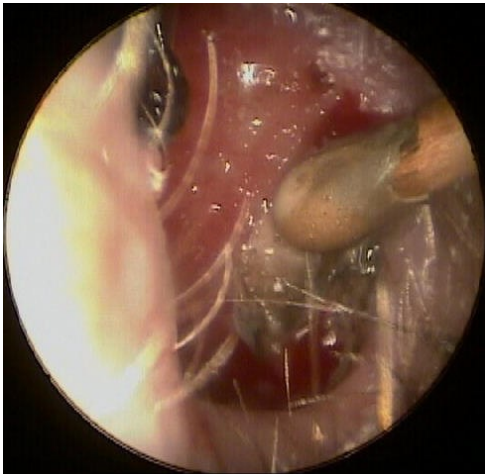
Treatment modalities include cryosurgery, CO<sub>2</sub> laser, and radical electrocautery, as well as conization and hysterectomy





# Chemický kauter - není fyz. přístrojem, pouze pro zajímavost

- Určený pro povrchovou ablaci tkáně
- Často dusičnan stříbrný
- K zastavení akutního krvácení, kožních lézí (bradavice, kožní výrůstky)



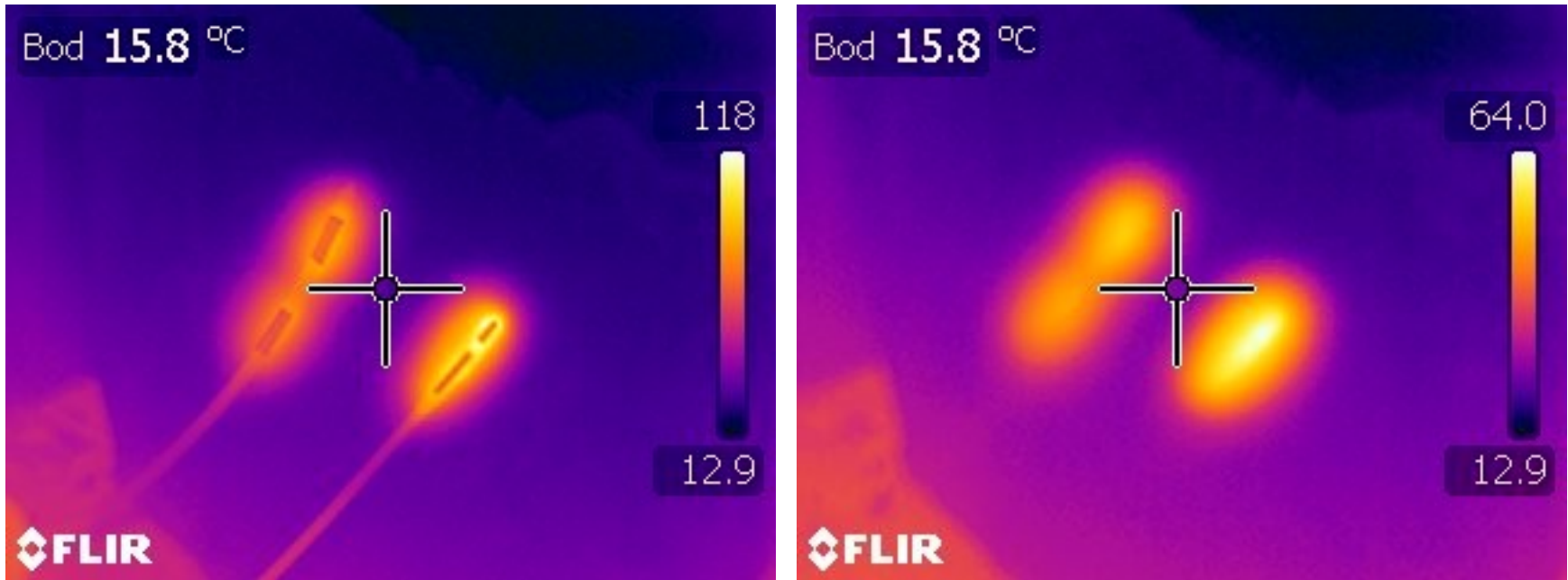
# Radiofrekvenční ablace

- Destrukce tkáně průchodem el. proudu
- Nejčastější použití:
  - Primární i sekundární nádory jater
  - Antiarytmická chirurgie – MAZE
  - Nádory ledvin
  - Varixy

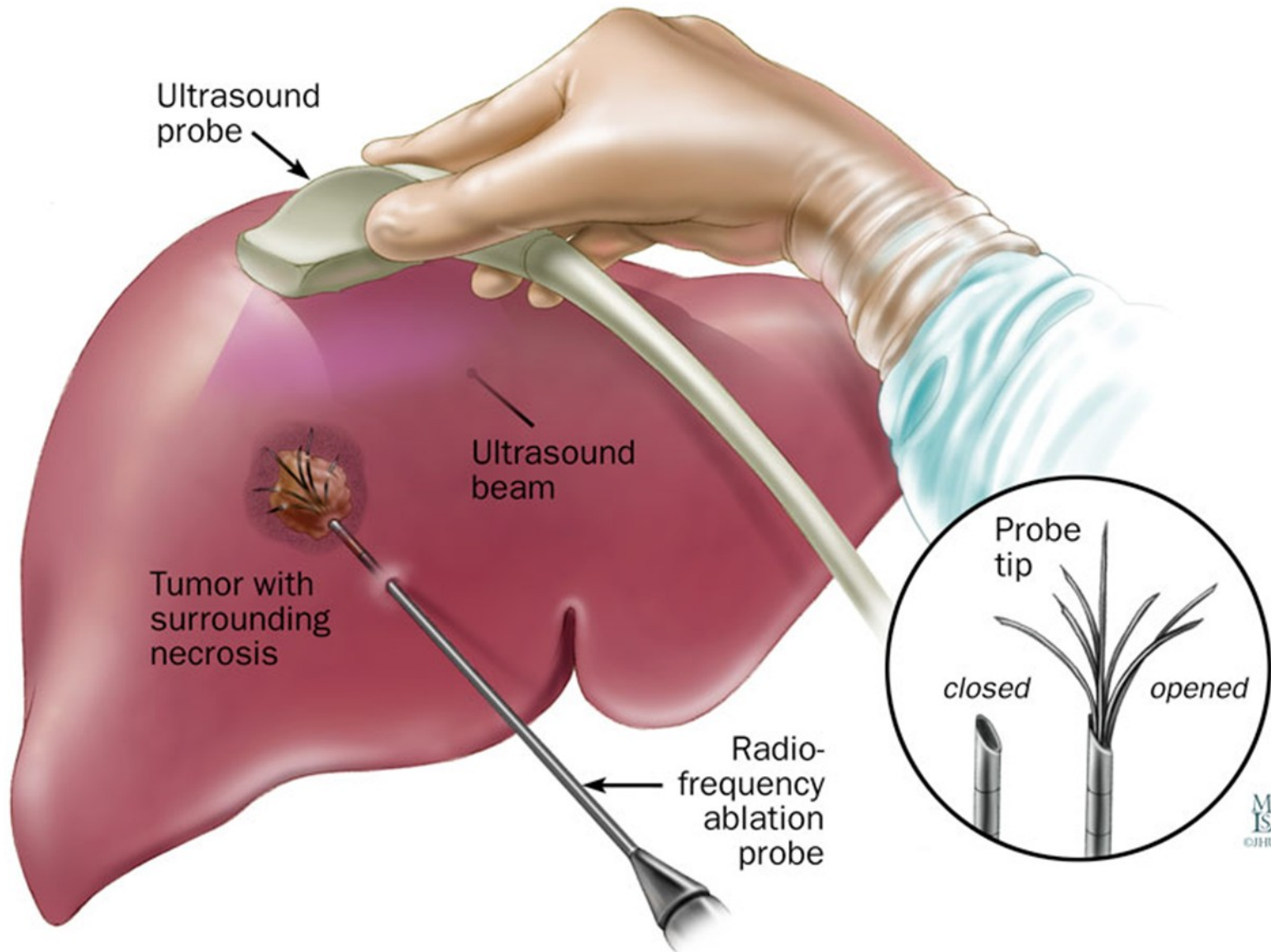
Monopolární x bipolární modifikace



# RFA



- Monopolar x bipolar – termografická studie ex vivo



# IRE – irreverzibilní elektroporace (nanoknife)

- Destrukce tkání pomocí netepelných účinků elektrického proudu (např 100 $\mu$ s)
- Vysoce krátké pulsy o velkých proudových hodnotách (desítky A, až 100A)
- Účinek v podobě funkční změny porozity buněčných membrán
- Bez účinku na kolagenní a vazovité struktury, šetrné např. pro cévy
- Aplikace pomocí vpichových elektrod

The NanoKnife® Generator



Activator RFQ Monopolar Electrode

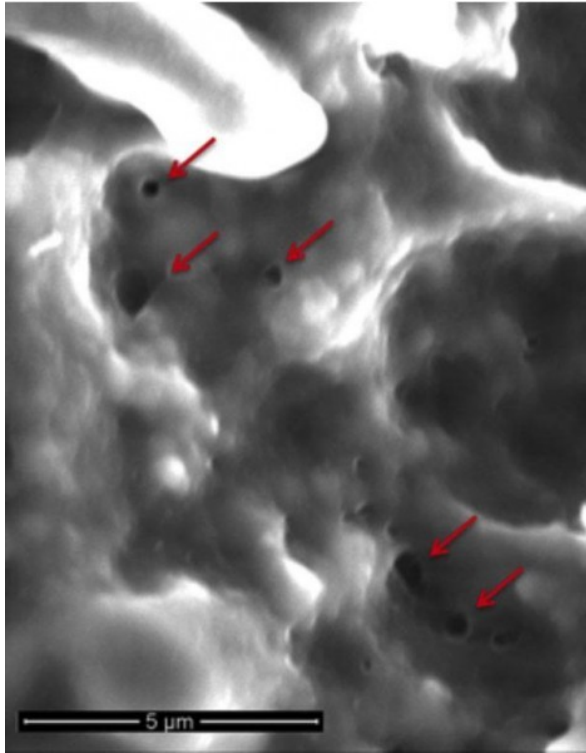


RFQ Monopolar Electrode (up to 5)

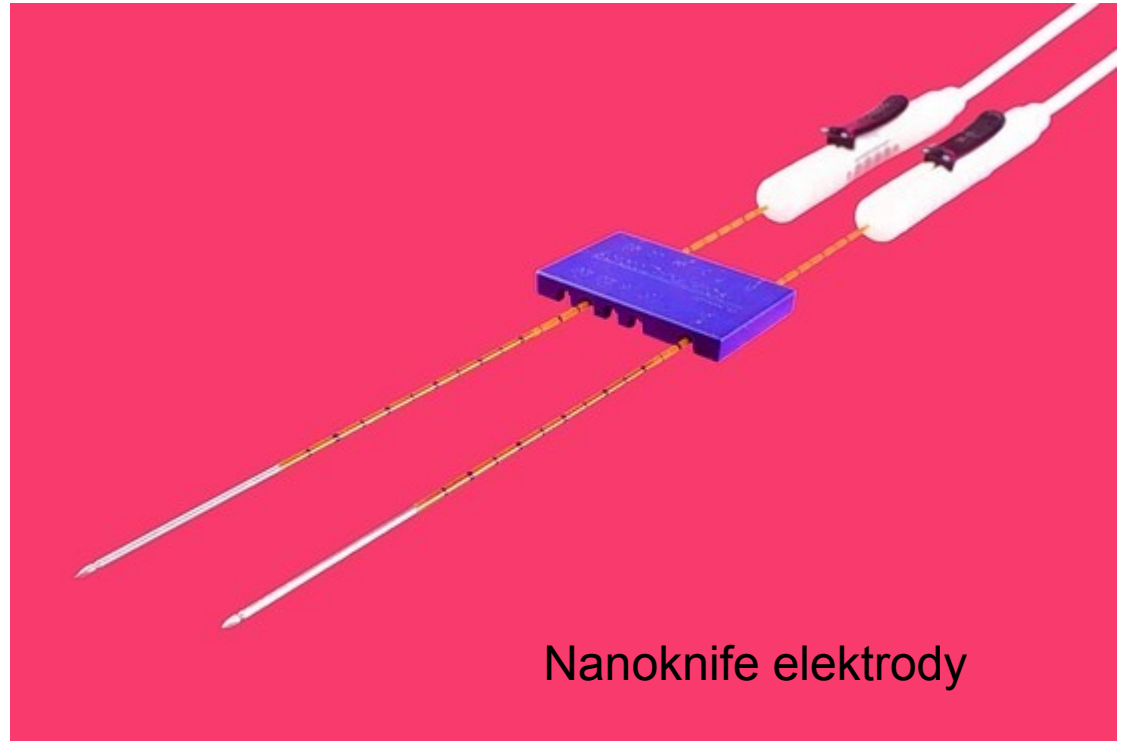


The ArCaSyn™ Synchronization Device

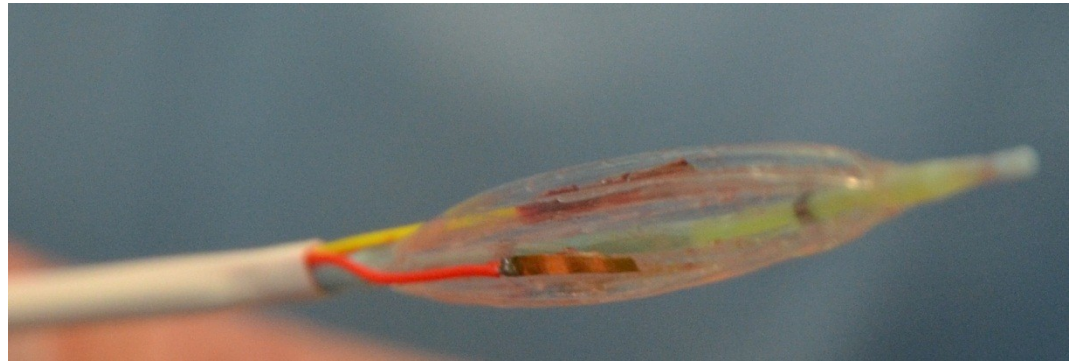




- Poškozená tkáň

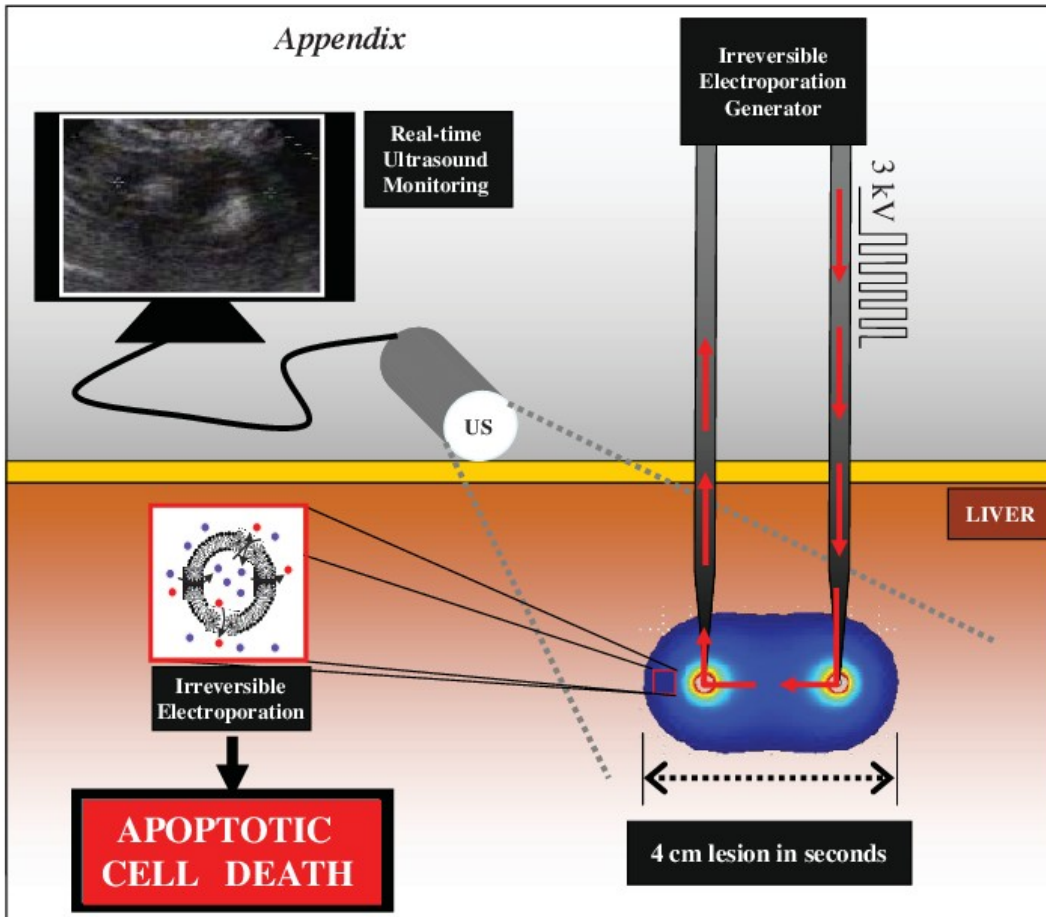


Nanoknife elektrody



Balonový katetr s elektrodami IRE – MU + VUT

*Appendix*



DOI:10.1177/153303460700600404Corpus ID: 19562539

Imaging Guided Percutaneous Irreversible Electroporation: Ultrasound and Immunohistological Correlation

Úvodní  
stránka

Kliniky  
a oddělení

Kontakty  
a mapy

Preventivní  
programy



hledat požadovaný text >

- » O nemocnici
- » Pro pacienty a návštěvníky
- » Pro odbornou veřejnost
- » Pro veřejnost
- » Pro média
- » Lékárna
- » Reklama a inzerce
- » Pracovní příležitosti
- » Konferenční centrum

> [Fakultní nemocnice Brno](#)

## Lékaři a vědci představí přístroj pro elektroporaci - avízo

8.3.2016

Díky spolupráci odborníků z Fakultní nemocnice Brno, Lékařské fakulty MU v Brně a Vysokého učení technického v Brně se podařilo vytvořit přístroj, s jehož pomocí mohou lékařské týmy v preklinické fázi výzkumu pracovat s metodou ireverzibilní elektroporace (narušení buněk pomocí elektrických pulsů).

O zařízení už projevili zájem i pracovníci ICRC. Díky variabilitě zařízení by mohlo být v budoucnu možné upravit přístroj i pro velkoplošnou elektroporaci po celém povrchu zasaženého orgánu.

Novinku představíme na společné tiskové konferenci FN Brno, LF MU a VUT v Brně

ve středu 9. března v 11:00 na FEKT VUT v Brně (Technická 12).

Parkovat je možné za areálem FEKT před sportovištěm VUT. Vstup do budovy pak bude možný označeným zadním vchodem.

Tisková konference se uskuteční v zasedací místnosti Ústavu výkonové elektrotechniky a elektroniky ve 4. patře.

Hosty TK budou:

MUDr. Tomáš Andrašina (Radiologická klinika FN Brno)

Mgr. Vladan Bernard, Ph.D. (Biofyzikální ústav Lékařské fakulty MU)

Ing. Dalibor Červinka, Ph.D. (ÚVEE FEKT VUT)

Pro média bude k dispozici tisková zpráva.

< LEDEN >

Po Út St Čt Pá So Ne  
1





Mýty o křečových žilách: trápí hlavně sportovce a mohou se stále vracet



Pocta pro Kate. Za snímky ji ocenila Královská fotografická společnost

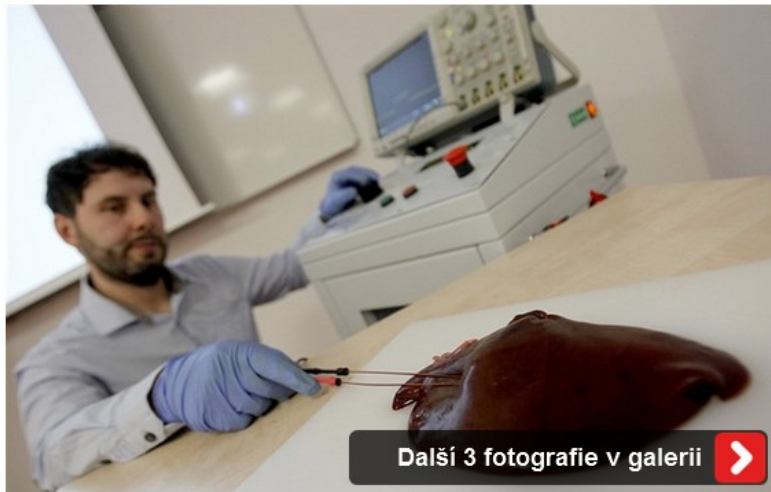


Po porodu lékaři u ženy zjistili rakovinu. Nyní doufá, že se uzdraví

## Brněnští vědci vytvořili přístroj, který ničí nádory elektřinou

10. března 2016 9:10

Díky brněnským vědcům bude možné zkoumat další potenciál ireverzibilní elektroporace, která narušuje nádorové buňky. Vytvořili přístroj, pomocí něj lze s procesem pracovat. Užitečný může být v budoucnu například při léčbě rakoviny.



Další 3 fotografie v galerii

Odborný asistent biofyzikálního ústavu Vladan Bernard ukazuje na játrech, jak nový přístroj funguje. | foto: Anna Vavříková, MAFRA



# Plasmový skalpel

Plasmový skalpel je moderní chirurgický nástroj, využívající vytvoření proudu plasmy z inertního plynu (argonu) za pomoci průchodu přes výboj stejnosměrného elektrického pole. Tento proud plasmy (ionizovaného plynu) vystupuje z konce nástavce a díky jeho vysoké teplotě dochází ke koagulaci a řezu tkáně v blízkém okolí nástavce.

