

# Kryochirurgie

**Kryochirurgie** je metoda léčby, při níž se využívá zmrazení tkáně extrémně nízkou teplotou (kryodestrukce) přístrojem zvaným *kryokauter*. Aby bylo dosaženo maximálního efektu, musí být při zásahu dodrženy některé základní předpoklady, jako je vysoká mrazicí rychlost (objekt musí být zmrazen na teplotu pod  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$  rychlostí větší než  $200\text{ K/min}$ ) a následné pomalé rozmrazení s rychlostí nižší jak  $10\text{ K/min}$ .

## Princip

Principem je, že při prudkém ochlazení tkáně na teplotu nižší než  $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$  s jejím následným pomalým rozmrazováním spolehlivě docílíme její nekrotizace. V procesu nekrotizace se přitom uplatňuje několik biofyzikálních faktorů synergicky působících na buňku.

- Intracelulární krystaly, které prudkým zmrazením vzniknou, navozují ireverzibilní léze a změny koncentrace elektrolytů. Ty pak způsobují denaturaci fosfolipidů buněčné membrány.
- Velké, dříve vzniklé krystaly vody rostou (na úkor malých) tak, že překročí velikost buňky a tu roztrhnou → dojde tedy ke spolehlivé – mechanické 100% destrukci patologické tkáně, s tím že okolní zdravá tkáň zůstane téměř nepoškozena.
- Tepelný šok.
- Tvorba extracelulárních krystalů vede k buněčné dehydrataci osmózou přes buněčnou membránu, která způsobí zvýšení koncentrace nitro-buněčných elektrolytů na toxické hodnoty.
- Mechanické poškození buněčné membrány.
- Změny na vaskulárním systému, které vedou k tzv. kryotromboze kapilár:
  - Nízké teploty způsobují alteraci vasomotoriky.
  - Intersticiální edém podporuje zpomalení oběhu a zvýšení permeability cév.
  - Změny na endotelu cév způsobují destrukci krevních elementů a umožňují fixaci trombu na stěně cévy.



Kryokauter (kryopistole)

## Průběh léčby

Po vlastním zmrazení a následném rozmrazení dochází k tvorbě a odlučování nekrotizované tkáně trvá obvykle 48 hodin. Po této době se nekrotické masy začínají oddělovat a jsou z organismu eliminovány. Stádium odlučování nekroz obvykle trvá zhruba jeden týden a pak je vystřídáno stádiem granulace, kdy se kryalizací vytvořená léze vyplňuje granulační tkání. Stádium granulace může trvat až tři týdny, případně i déle v závislosti na velikosti defektu. Celý proces uzavírá stádium epitelizace, které plynule navazuje na předchozí etapu. Léčbu je možno urychlit zejména ve stádiu odlučování nekrotizované tkáně pomocí enzymoterapie. Granulace je možno podpořit masážemi hojící se tkáň např. proudem tekoucí vlažné vody.

## Znaky kryodestrukce buněk

1. Analgetický efekt;
2. částečné zachování chrupavek;
3. zachování antigenního materiálu pro případnou imunitní reakci;
4. spolehlivá nekrotizace měkkých tkání;
5. trombolizace kapilár;
6. reverzibilní anestezie periferních nervů;
7. větší cévy zůstávají nepoškozeny – po rozmrazení se v nich plně obnovuje krevní oběh bez negativních následků;
8. minerální základ kostí zůstává zachován beze změn.

## Použití

Kryochirurgie se využívá u takových případů, jejichž léčba je velmi komplikovaná a užití klasické chirurgie velmi obtížné. Přesto však s sebou přináší mnoho omezení, a to jak biologických, tak technických, proto se dnes využívá poměrně omezeně, pouze v několika **onkologických indikacích**. V současné době se na kryochirurgický zákrok přistupuje zejména v případě **kožních nádorů**, jejichž odstranění se zdá být tímto způsobem jednodušší a přijatelnější. Kryochirurgii lze aplikovat i na nádory všeobecně kůže prorůstající, jež je možno buď z velké části redukovat, nebo v některých případech dokonce zcela odstranit. Dále pak se tyto postupy používají na **zprůchodnění dutých orgánů**, k nimž je relativně dobrý přístup, jako jsou např. průdušnice, průdušky, močové cesty (zde se v současné době používají spíše jiné metody) nebo rektální část tlustého střeva (léčba hemoroidů atd.).

## Průběh operace

## Kritéria

Zmražení co nejvyšší možnou rychlostí, reálně nejlépe kolem 200 K/min, dosažení kritické teploty minimálně  $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$  v celém objemu destruované tkáně, pomalé rozmrazování rychlostí kolem 10 K/min. Pokud by se tkáň zmrazila příliš pomalu, došlo by k dehydrataci buněk, a ty by mohly proces přežít. Následovala by pak recidiva a v případě maligních nádorů metastáza. Následující ohřev zpět na tělesnou teplotu musí být naopak co nejpomalejší, aby způsob rekrystalizace zmrzlých buněk mohl (mechanicky) zničit patologickou tkáň, buňku po buňce. Velké, dříve vzniklé krystaly vody rostou (na úkor malých) tak, že překročí velikost buňky a tu roztrhnou – dojde tedy ke spolehlivé mechanické 100% destrukci patologické tkáně, s tím že okolní zdravá tkáň zůstane téměř nepoškozena.

## Vlastní operace

1. Přiložení operační koncovky kryokauteru k povrchu patologické tkáně.
2. Spustění mrazicího systému – následuje rychle podchlazení operační koncovky a tím i postupné promrazování kontaktované oblasti tkáně. Hloubka kryodestrukce závisí na expoziční době.
3. Přepnutí systému na ohřev. Rozmražení může podle situace trvat 1 až 4 minuty.
4. Tím je vlastní operace skončena. Ošetřenou oblast je vhodné nechat volně.

## Pooperační průběh

Do 48 hodin se vyvíjí výrazný edém. V průběhu několika dnů dochází k demarkaci nekrózy a dále k jejímu odlučování, navazuje postupná granulace a epitelizace vznikajícího defektu, v průběhu 2–6 týdnů, podle rozsahu léze, nastává obvykle kompletní zhojení jemnou jizvou.

## Výhody

Kryochirurgické zákroky mají mnoho výhod, mezi něž patří například relativně malá bolestivost, což umožňuje operovat s lokální anestezií, nebo dokonce úplně bez anestezie, dále pak omezené nebo nulové krvácení, snadné provedení zákroku, příznivá reakce imunitního systému, v případě potřeby možnost opakování procedury, možnost kombinace s jinými metodami léčby, po cikatrizaci je dosahováno velmi dobrého kosmetického efektu, bez nežádoucích vedlejších účinků.

## Nevýhody

Hlavními nevýhodami jsou delší časová náročnost a vysoká cena přístrojového vybavení. Veškeré kontraindikace se považují za spíše relativní. Melanomy se považují za nevhodné pro kryalizaci, ale v poslední době přibývá autorů, kteří mluví o opaku. Zvláštní opatrnost je třeba při mrazení koncových částí končetin, kde může zmrazení vyvolat cirkulární edém a vážnou poruchu cirkulace s následnou nekrózou celé distální části končetiny.

## Pracovní materiály

Z chladicích médií se v současné době používá především kapalného dusíku, který má nejvhodnější vlastnosti pro kryoterapii a s nímž je možno dosáhnout nejnižších teplot. Dusík je nutno převážet a skladovat v Dewarově nádobě, ve které vydrží několik dnů.

Přístroje, které pracují s kapalným dusíkem, tzv. kryokautery, jsou na našem trhu běžně ke koupi. Zejména kryokautery české výroby zaujímají jedno z předních míst ve světě. Přístroje nové generace jsou řízeny mikroprocesory, jsou autonomní – nejsou připojeny na bombu s dusíkem a je možno u nich aktivně řídit rychlost ohřevu. Jejich kryosondy, kterými se provádí vlastní mrazení, mají vyměnitelné koncovky, jež je možno volit podle tvaru a povahy krystalizované léze. Pro plošné léze a menší tumory jsou vhodné tzv. *pasivní koncovky*, které pouze přikládáme na mraznou plochu. Obvykle jsou vyrobeny z hliníku. Pro zajištění dokonalejšího kontaktu s tkání je před kryalizací potíráme intaktním gelem. U tumorů větších rozměrů je vhodné použít *aktivních koncovek*, které jsou vybaveny drobnými kanálky, vedoucími dusík až k mrazicí ploše. Mrazicí plocha těchto koncovek může být vybavena hroty, kterými penetrujeme přímo do nitra tumoru, čímž je dosahováno podstatně nižších teplot nejen na povrchu, ale i uvnitř nádoru. Aktivní koncovky jsou vyrobeny z mědi a jejich povrch je pozlacen.

## Odkazy

### Související články

- Kryoterapie
- Vlivy extrémních teplot na živé organismy

### Externí odkazy

- Kryochirurgie (česká wikipedie)
- Cryosurgery (anglická wikipedie)
- Kryochirurgické odstranění bradavic na penisu – video ([https://www.youtube.com/watch?v=zi0Oo5Bd\\_8c](https://www.youtube.com/watch?v=zi0Oo5Bd_8c))

### Použitá literatura

- PODĚBRADSKÝ, Jiří a Ivan VAŘEKA. *Fyzikální terapie I.* 1. vydání. [Praha] : Grada Publishing, 1998. ISBN 80-7169-661-7.
- CAPKO, Ján. *Základy fyziotrické léčby.* 1. vydání. Praha : Grada, 1998. ISBN 8071693413.
- VÍTEK, František a Miloslav RAKOVIČ. *Základy lékařské biofyziky.* 1. vydání. Praha : Karolinum, 1997. ISBN 8071844675.
- VLACH, Tomáš. Využití kryochirurgie ve veterinární medicíně. *Veterinářství.* 1999, roč. 49, vol. 49, s. 63-67, ISSN 1214-7648.
- Wikipedia. *Kryochirurgie* [online]. [cit. 2010-10-25]. <[https://www.linkos.cz/pacienti/lecba/dalsi\\_kryo.php/?t=1](https://www.linkos.cz/pacienti/lecba/dalsi_kryo.php?t=1)>.