

LERV (LITOTRYPSE EXTRAKORPORÁLNÍ RÁZOVOU VLNOU)

MUDr. Tomáš Baitler

Urologická klinika, 3. lékařská fakulta Univerzity Karlovy v Praze a
Fakultní nemocnice Královské Vinohrady

1 Historie

Extrakorporální litotrypse rázovou vlnou (LERV) je poměrně nová neinvazivní metoda řešení urolitiázy. **První zmínky jsou ze 40. let minulého století.** Ruský vědec Ing. Jutkin sestrojil přístroj k desintegraci cystolitiázy na principu rázové vlny. Tento přístroj dostal název Urat a pracoval v přímém kontaktu s konkrementem. Po delší odmlce začíná v 70. letech minulého století nový zájem o rázovou vlnu. Po mnoha letech výzkumů a pokusů na zvířatech (kterým byly voperovány lidské konkrementy) byla **v roce 1980 poprvé úspěšně provedena litotrypse ledvinového konkrementu u člověka.** První výzkumy i celý průběh jsou spjaty s firmou **Dornier**, která patří již trvale k předním světovým výrobcům litotryptorů. **V ČR se provádí litotrypse extrakorporální rázovou vlnou od roku 1987.** V současné době se touto metodou zabývá řada urologických pracovišť v celé České republice.

2 Pracoviště LERV

Pracoviště LERV se skládá ze dvou částí - z **vlastního pracoviště** a dále z tzv. **ovladovny**. Tím dochází k výraznější ochraně personálu než na pracovištích, kde je přístroj ovládán „přímo“ (těchto pracovišť je minimum). Vlastní přístroj se skládá ze zaměřovacího stolu, vodárny a generátoru rázových vln. **Zaměřovací stůl** je obdobou skiaskopického stolu, který může být vybaven i sonografickým zaměřováním. **Vodárna** slouží k výrobě degazované vody, ve které vzniká rázová vlna, která se po přechodu do těla pacienta šíří s minimální energetickou ztrátou. „Srdcem“ celého přístroje je **generátor rázových vln**. V současnosti jsou prakticky používány tři typy generátorů. **Elektrohydraulický typ** je nejvýkonnější (velká ohnisková zóna a středně vysoký vrcholový tlak). Dalšími typy generátorů jsou **elektromagnetický** a **piezoelektrický**. Všechny v současné době používané litotryptory využívají **jediný zdroj rázových vln**. V poslední době se vývoj zabývá tzv. dvouhlavými přístroji, které ke generování rázových vln používají dva zdroje. Stejně tak je testován i přístroj se samozaměřovací jednotkou.

3 Rázová vlna

Rázová vlna se šíří ve vodním prostředí. Na rozdíl od zvukové vlny, která má charakter sinusoidy s periodickým střídáním pozitivní a negativní vlny o určité délce, má rázová vlna **neharmonickou a nelineární tlakovou charakteristiku**. Je **aperiodická** a její významnou vlastností je prudký nárůst tlaku ve velmi krátkém čase. Nepoměr mezi velikostí pozitivní a negativní vlny je důležitý. Pozitivní vlna působí po průniku měkkými tkáněmi těla destruktivně na konkrement, který má vysokou impedanci, zatímco okolní tkáně mají impedanci blízkou vodě, nejsou tedy poškozovány a rázová vlna proniká ke konkrementu s minimální ztrátou.

4 Fyzika fragmentace konkrementu

Při dopadu rázové vlny na konkrement se část energie odrazí zpět ke zdroji, část je absorbována a část se šíří uvnitř. V okamžiku dopadu na rozhraní vody a konkrementu (prostředí s různou impedancí) rázová vlna generuje kompresivní sílu, která se šíří a vytváří **laterální pnutí**. Odražená část vlny představuje tahovou složku. Další tahová síla, která vzniká při průchodu rázové vlny rozhraním mezi vysokou a nízkou impedancí na zadním povrchu konkrementu, se označuje jako **drolení (spalling)**. Čím větší je rozdíl v impedanci, tím větší síla vznikne. Podle této teorie dochází k nejmohutnější interakci tahových a kompresivních sil na předním a zadním povrchu konkrementu. Tahová složka rázové vlny se rovněž odráží od zlomů ve struktuře, čímž vznikají další síly, které porušují integritu konkrementu. **Převýší-li síly vyvolané rázovou vlnou soudržné síly udržující konkrement pohromadě, dojde k jeho fragmentaci.** Dalším faktorem, který významně napomáhá fragmentaci konkrementu, je tzv. **kavitace**. Mikroskopické bublinky na povrchu konkrementu působením rázové vlny expandují a pak kolabují. Vzniká tak drobný proud tekutiny, který vytváří na povrchu konkrementu tlak, a tak vznikají drobné krátery. Kavitační efekt eroduje povrch konkrementu, splýváním drobných jamek dochází k fragmentaci. Některé studie uvádí ještě další fenomény, které se podílejí na desintegraci konkrementů, ale jen minimum se staví pouze za jeden mechanismus a vylučuje ostatní. Nejpravděpodobnější je, že ve hře je několik mechanismů.

5 Příprava pacienta, kontraindikace

K výkonu pacient přichází se standardním **interním vyšetřením**, ve kterém nesmí chybět negativní kultura moči. Indikace výkonu je vždy v rukou urologa, který je

s touto metodou a jejími možnostmi dobře obeznámen. **Absolutní kontraindikací LERV je gravidita.** Jednoznačnou kontraindikací LERV jsou také **nekorigovatelné koagulopatie** (dnes stále častější užíváním různých léků). K prevenci závažných krvácivých komplikací vyžadujeme **před výkonem vysazení všech antikoagulancií a antiagregancií.** Relativně kontraindikováni jsou pacienti, u kterých lze **předpokládat spontánní odchod konkrementu a pacienti s litiázou v hypofunkční ledvině.** Zvážit využití LERVu bychom měli také u pacientů, u kterých je zjištěno **aneuryzma či kalcifikace cév,** které se nacházejí v blízkosti litiázy. Před vlastním výkonem pacienty standardně nevyprazdňujeme, někdy aplikujeme před výkonem Cerucal či Espumisan, aby byl konkrement na monitoru dobře zřetelný.

6 Výkon

Vlastní výkon je v dnešní době standardně prováděn bez celkové anestézie. Většinou k výkonu používáme **krátkodobě působící opioidy (Fentanyl),** eventuálně v kombinaci se sedací (Dormicum) a zároveň používáme **lokální anestetika na oblast kontaktu membrány přístroje s tělem pacienta.** Možnost provádět LERV pouze v analgezií významně snižuje zdravotní zátěž pacienta. **Celkovou anestezii používáme pouze u dětí,** kde lze předpokládat špatnou spolupáci. Výkon samotný trvá několik desítek minut. Po výkonu je nutné dostatečné zavodnění pacienta, bezprostředně po výkonu podáváme infúzní roztoky (někdy i před výkonem) a i následně doporučujeme **zvýšený příjem tekutin.** Po výkonu je nutné **pečlivé monitorování pacientů.** Ne každé zvracení u pacienta je důsledkem použité anagosedace, stejně tak jako je třeba rozlišit krátkodobou nevýraznou hematurii od hematurie masivní či dlouhotrvající, která může signalizovat závažný stav. Hematurie, která nastává pouze bezprostředně po výkonu, bývá vyvolána spíše traumatem než pasáží drobných fragmentů. Pokud se objeví bolesti, opakované zvracení, febrilní stavy nebo peritoneální příznaky, musíme vždy pomýšlet na některou z možných komplikací výkonu.

7 Komplikace

Nejčastější komplikací je tzv. „steinstrasse“, **kdy dochází k nahromadění fragmentů, které způsobují blokádu odchodu moči.** Tato komplikace bývá většinou bez problému rozpoznána (standardně se první pooperační den provádí ultrasonografická kontrola a druhý pooperační den kontrolní nativní rtg snímek), nicméně je třeba ji sledovat. V závislosti na klinickém stavu pacienta je možné steinstrasse léčit konzervativně. Pokud dochází k rozvoji bolestí nebo zvyšování teplot, pak většinou nezbyvá, než stav řešit akutní intervencí – další aplikace LERV, perkutánní nefrostomie, ureteroskopický výkon s extrakcí

fragmentů nebo otevřená operace. Dalšími možnými komplikacemi je **uroseps, infikovaná hydronefróza, renální selhání či alergické komplikace výkonu**. Varujícím znamením je přetrvávající nebo masivní **hematurie**, která může být vyvolána traumatem ledviny. U novější generace litotryptorů s velmi malým ohniskem a extrémně vysokým pozitivním tlakem je uváděna daleko vyšší míra klinicky významných hematomů – až 12 %. Nejčastěji se objevují dva vedlejší účinky – jednak krvácení a jednak edém uvnitř nebo okolo ledviny. Jako dlouhodobá komplikace po LERV je uváděna **hypertenze, snížení renální funkce a zvýšení recidiv urolitiázy**.

8 Závěr

Od svého prvního použití v roce 1980, kdy se stala LERV převratnou metodou, je dnes zcela standardní, ale zároveň **suverénně nejvíce využívanou metodou řešení urolitiázy**. Největší předností této metody je především její **minimální invazivita** a zároveň možnost opakování výkonů. Bohužel, na rozdíl od intenzivního rozvoje v oboru endourologie, se od poloviny 90. let minulého století způsob léčby metodou LERV příliš nezměnil. Došlo sice ke zlepšení zobrazovacích metod, ovládnutí přístroje a podobně, ale udělalo se jen málo pro zlepšení desintegrace konkrementů. Novější generace litotryptorů výsledky léčby u pacientů nejen nezlepšily, ale často jsou provázeny vyšším procentem komplikací, a tak hledání ideálního litotryptoru stále pokračuje.