

Jak se v medicíně využívá ultrazvuk?

Jako **ultrazvuk** se označuje mechanický kmitavý pohyb pružného prostředí (mechanické vlnění), jehož frekvence je vyšší než 20 kHz, tedy vyšší než horní mez slyšitelnosti lidského ucha. Od běžných slyšitelných zvuků se tak ultrazvuk liší pouze svou vysokou frekvencí.

Ultrazvuk je v medicíně využíván již více než 70 let. První aplikací bylo jeho zavedení do fyzikální terapie na konci třicátých let minulého století, nejrozšířenější aplikací je jeho využití v lékařské diagnostice, kde v řadě klinických oborů poskytuje ultrazvukové vyšetření cenné informace o struktuře i funkci tkání a orgánů.

Ultrazvukové zobrazovací metody se vyvíjejí od počátku padesátých let dvacátého století. Většina diagnostických systémů je založena na impulzní odrazové metodě, pro zobrazování se nejčastěji využívá frekvence ultrazvuku 2 – 15 MHz. Vyšetřovací sonda má střídavě funkci vysílače i přijímače. Do vyšetřované oblasti je vyslán krátký impulz ultrazvukového vlnění. V případě, že impulz dopadne na rozhraní dvou různých prostředí (tkání), je část ultrazvukového vlnění odražena jako echo, které je detekováno vyšetřovací sondou. V současné době je využíváno především dvourozměrné **zobrazení B** dynamického typu s obrazovou frekvencí až 100 snímků/s, které umožňuje sledování pohybu ve vyšetřované oblasti (systémy se označují jako pracující v reálném čase). Ultrazvukový obraz je zaznamenáván metodou odstupňované šedi. Zobrazení B tvoří základ ultrazvukové diagnostiky a je využíváno např. v porodnictví a gynekologii, při vyšetřování břišních orgánů, v echokardiografii (vyšetření srdce), pro vyšetřování povrchových orgánů (štítná žláza, prsy) nebo pro zobrazování kyčlí novorozenců. Starší typ zobrazení (jednorozměrné zobrazení A) je využíván v oftalmologii k přesným biometrickým měřením.

Výrazný rozmach počítačové techniky přinesl **3D zobrazení**. Prakticky se tohoto typu zobrazení používá v prenatální diagnostice, kde umožňuje lepší orientaci a posouzení jednotlivých částí plodu v děloze. Nejnovější variantou je tzv. 4D zobrazení, což je vlastně 3D zobrazení v reálném čase.

Další využití ultrazvuku v lékařské diagnostice představují tzv. **dopplerovské metody**, které umožňují detekci pohybu a měření rychlosti toku proudící krve. Princip těchto metod je založen na Dopplerově jevu, který spočívá ve změně frekvence ultrazvukového vlnění při vzájemném pohybu zdroje a detektoru vlnění.

Pro léčebné účely v rámci **fyzikální terapie** je využíváno ultrazvukové vlnění o frekvenci 0,8 – 3 MHz a intenzitě do 3 W/cm². Ultrazvuk se aplikuje ve formě souvislého vlnění nebo ve formě impulzů různé dlouhého trvání, doba jedné aplikace se pohybuje od 5 do 15 minut. Hlavními mechanismy terapeutických účinků ultrazvuku jsou vysokofrekvenční mikromasáž ozvučovaných tkání, ohřev tkáně

spojený s jejím překrvením a zvýšení lokálního metabolismu. Ultrazuková terapie je využívána především k léčbě chronických onemocnění pohybového aparátu, bérkových vředů a k urychlení hojení ran po operacích a úrazech.

Využití **ultrazvuku v chirurgii** je založeno na selektivním rozrušování tkání, kterého je dosaženo fokusováním ultrazukového vlnění o velmi vysoké intenzitě (až $10\,000\text{ W/cm}^2$, tzv. HIFU – High-Intensity Focused Ultrasound). Během 5 – 10 sekundové aplikace je dosaženo teploty až $100\text{ }^\circ\text{C}$. Ohřev je omezen na malou cílovou oblast ve tvaru elipsoidu o velikosti 1 – 10 mm a při správném provedení nedochází k poškození tkání mezi pokožkou a cílovou oblastí. Tato metoda je využívána především v neurochirurgii.

Mimotělová **litotrypse** rázovými vlnami (ESWL – Extracorporeal Shock-Wave Lithotripsy) je neinvazivní metoda využívaná k odstraňování ledvinových kamenů. Podstatou této metody je rozrušení kamene mechanickým účinkem rázových vln v drobnou drť, která z těla odchází přirozenou cestou. K úplnému rozrušení kamene je potřeba průměrně 1000 rázových vln.

V **zubním lékařství** se využívá speciálních aplikátorů kmitajících na frekvenci řádově desítek kHz k odstraňování zubního kamene.

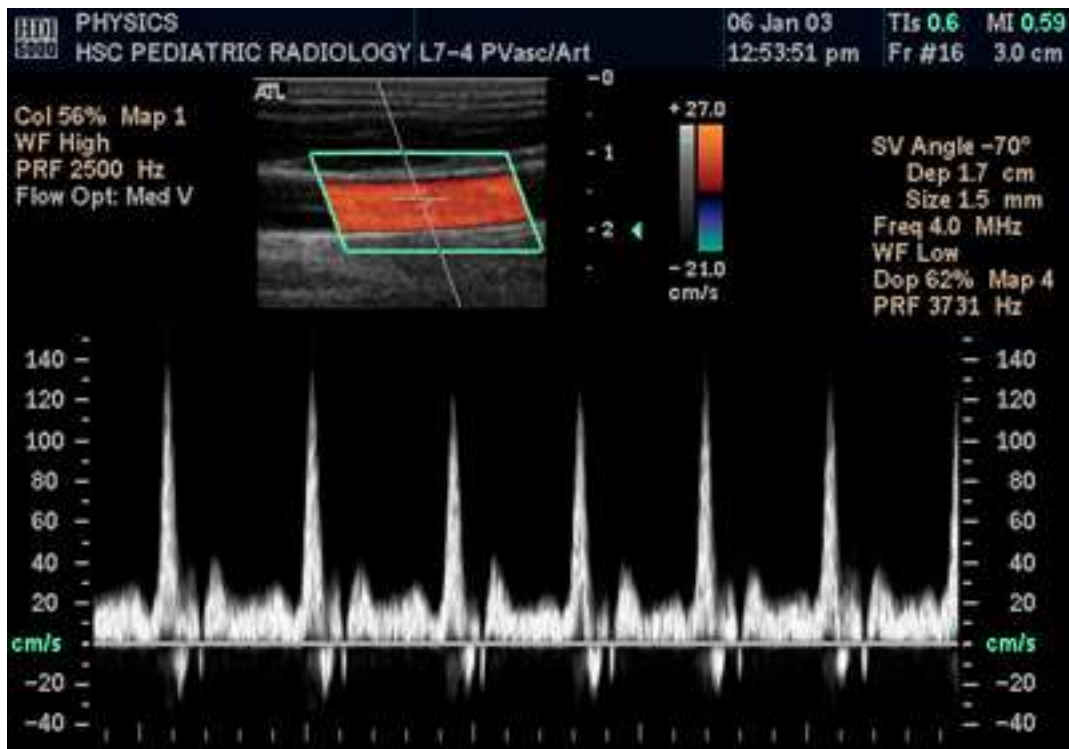
V rámci **laboratorní praxe** se často můžeme setkat s ultrazukovými čističkami, které využívají vysokovýkonné generátory ultrazvuku. Součástí specializovaných laboratoří též bývá i ultrazukový homogenizátor.



Obr. 1 B obraz plodu v děloze



Obr. 2 Diagnostický ultrazukový systém



Obr. 3 Dopplerovské ultrazvukové metody



Obr. 4 Litotryptor



Obr. 5 Příklad přístroje pro fyzikální terapii s aplikační hlavicí



Obr. 6 Ultrazvuková čistička