

## Úvod

Chronické srdeční selhání (CHSS) představuje nevyhlášené onemocnění s vysokou prevalencí, která i přes značné pokroky v léčbě stále narůstá a dosahuje až 2 % v populaci. Pacienti jsou zatíženi vysokou morbiditou a mortalitou a sníženou kvalitou života. Péče o pacienty s CHSS je nákladná a dosahuje až 2 % celkových nákladů na medicínskou péči (1, 2). Z medicínských, ale i z ekonomických důvodů je snaha o zajištění systematické organizované péče o pacienty s CHSS (Disease management program, DMP) ve formě specializovaných ambulancí nebo center pro srdeční selhání (3). Tento multidisciplinární přístup k pacientům s CHSS dokáže redukovat morbiditu, zlepšovat kvalitu života a snížit náklady na péči. Zde se jedná zejména o redukci nákladných rehospitalizací s cílem zajistit péči takovou, abychom rehospitalizacím předcházeli. Jednou z komponent specializovaných programů péče (DMP) je i telemedicina.

## Vývoj telemedicíny u CHSS

U každého chronického onemocnění zaměřujeme z obecného hlediska náš přístup ze strany poskytovatelů zdravotní péče na následující ukazatele: jsou to redukce morbidit a mortality, zlepšení kvality života a z ekonomického hlediska co nejefektivnější využití nákladů na zdravotní péči, event. využití modalit poskytované péče vedoucích ke snížení těchto nákladů. V této snaze jistě vypomáhá rozšíření všeobecného povědomí o daném onemocnění a apelem na jeho včasný záchyt. Je známo, že pacient edukovaný (4), znalý problematiky svého chronického onemocnění a zákonitostí vedoucích ke zhoršení – dekompenzacím, dokáže lépe spolupracovat a již na základě primárních náznaků blížícího se zhoršení může dalšímu zhoršování zabránit a dekompenzací – rehospitalizaci předejít (5, 6). Tento postup jednak dokáže snížit morbiditu a mortalitu pacientů, ale šetří i celkové náklady na péči.

Již ke konci minulého tisíciletí se objevovala snaha o zprostředkování kontrol „na dálku“ pacientům s CHSS. Pacienti jsou nejvíce ohroženi novou dekompenzací již do 2 týdnů od propuštění z hospitalizace pro dekompenzované srdeční selhání (3, 5, 6). Pokud tyto pacienty nepustíme ze zřetele a provedeme alespoň telefonickou dálkovou kontrolu, kdy pátráme po případných náznacích blížící se dekompenzace (nárůst hmotnosti, zhoršená dušnost, noční dušnost, otoky, zažívací potíže atp.), můžeme navýšením diuretické terapie na dálku a zpřísněním dietních opatření (restrikce tekutin a soli) další dekompenzací předejít. Jedním z průkopníků v této oblasti je studie TEN-HMS publikovaná v roce 2006 (7), která prokázala, že telefonické kontroly u pacientů a telemonitoring u CHSS vede ke snížení celkové mortality ve srovnání se standardní péčí. Následovaly další studie využívající telemonitoring nejrůznějších parametrů sledovaných u pacientů s CHSS. Zde již s dalším vývojem ICT (informační a komunikační technologie) jsou k přenosu dat využívány sofistikovanější prostředky a moderní komunikační technologie, podrobněji jsou diskutovány v následující kapitole.

U pacientů s CHSS můžeme sledovat a dálkově přenášet klinická neinvazivně získaná data (TK – krevní tlak, TF – tepová frekvence, hmotnost, přísun tekutin, monitoring pravidelného užívání medikace, symptomy atp.). Další variantou je přenos patientských dat na dálku získaných pomocí invazivní monitorace. Zde se jedná především o přenos dat z implantabilních zařízení (ICD – implantabilní kardioverter-

-defibrilátor, CRT – srdeční resynchronizační terapie) a monitoring tlaku v arteria pulmonalis.

Prvotní telemedicínské studie u CHSS přinesly velmi variabilní výsledky. Příčinu můžeme vidět např. v malých počtech pacientů, problematickém výběru pacientů pro telemonitoring, krátké době sledování a taktéž ve velmi se lišící „běžné péči“ o pacienty s CHSS, se kterou je efekt telemonitoringu srovnáván. Velice dobře chápeme fakt, že čím je „běžná péče“ o pacienty s CHSS na vyšší úrovni, tedy čím více je v praxi uplatňován princip DMP, tím je přídavný efekt telemedicíny nižší (8, 9). Nejrozsáhlejší metaanalýzy těchto prvotních telemedicínských studií však přinášejí pozitivní výsledek. Dle závěrů těchto metaanalýz dochází za použití telemonitoringu k redukci celkové mortality a rehospitalizací u pacientů s CHSS (10, 11, 12).

V posledním desetiletí vznikají sofistikovanější telemedicínské projekty u CHSS využívající nové ICT technologie, aplikace s bezdrátovým přenosem patientských dat (TK, TF, EKG, hmotnost,  $spO_2$  – saturace krve kyslíkem apod.). Většinou je péče na dálku doplněna o dotazníky týkající se symptomů, kvality života, možnost psychologické podpory. Dále pak edukace na dálku, kontrola nutriční, kontroly pravidelného užívání medikace. Autoři se rovněž zaměřují i na pohybové aktivity u pacientů s CHSS, řeší se možnost rehabilitace na dálku. Některé projekty jsou doplněny i o prvky umělé inteligence (AI) a „machine learning“ (ML) se snahou o predikci kardiální dekompenzace (9). Lidské oko nedokáže v EKG číst jemné rozdíly, které naopak natrénovaný algoritmus AI dokáže detekovat naprosto neomylně. K natrénování algoritmu se často používají desítky až stovky tisíc EKG záznamů a algoritmus pak na základě výstupních diagnostických dat hledá vzorce v křivce, které lidské oko nemá šanci detekovat a ani lidský mozek neumí dát snadno takové množství zdánlivě nesouvisejících dat do souvislosti.

Ve studii z roku 2021 (13) se autoři pokoušeli předpovědět srdeční selhání na základě porovnání EHR (elektronický zdravotní záznam) pacientů a jejich EKG. Algoritmus dokázal detekovat zdravé srdce s 94% pravděpodobností, a s pravděpodobností 87 % detekovat srdce s ejekční frakcí levé komory pod 40 %. Dle výsledků byla zaznamenána 73% účinnost pro stanovení srdečního selhání s ejekční frakcí levé komory v rozmezí 40–50 % tímto algoritmem.

Je potřeba si uvědomit, že nástup výzkumu ML a AI v kardiodiagnostice je teprve na svém počátku a můžeme očekávat zvyšování přesnosti při rychlejší diagnostice a tedy slibnější predikci vývoje CHSS spolu s včasným záchytem. Tyto nástroje spolu s aktivním telemonitoringem přinesou pacientům mnohem kvalitnější a delší život spolu s minimální finanční zátěží na zdravotní systém.

Jednou z dalších pozitivních telemedicínských studií je TIM-HF2 (14), která byla publikovaná v roce 2018. Pacienti s CHSS, EF LK  $\leq 45$  %, NYHA II a III, užívající diuretickou terapii, v 60 % z vesnických oblastí, byli navíc kromě běžné standardní péče sledování pomocí neinvazivního telemonitoringu (EKG, TK, TF, hmotnost). Pacienti byli rovněž v pravidelných časových intervalech kontaktováni a bez časového omezení mohli sami kontaktovat telemedicínské centrum v případě jakékoli změny zdravotního stavu. Dvanáctiměsíční sledování pacientů přineslo benefit ve smyslu redukce rehospitalizací a celkové mortality u takto sledovaných pacientů ve srovnání se standardním způsobem