

Hemodialýza – současná praxe

M. Nedbálková

II. interní klinika Lékařské fakulty MU a FN u sv. Anny v Brně, přednosta prof. Miroslav Souček, CSc.

Souhrn: Nové postupy a technické vymoženosti přispívají v posledních dekádách ke zkvalitnění hemodialyzační léčby. Důraz je kladen na včasné založení arteriovenózní fistule jako cévního přístupu pro hemodialýzu. Léčbu dialýzou se doporučuje zahájit při poklesu glomerulární filtrace na 8–10 ml/min nebo při komplikujících faktorech již při glomerulární filtraci pod 15 ml/min. Standardně se provádí hemodialýza 4 hod 3krát týdně, nižší frekvence či kratší délka hemodialýzy se připouští jen u nemocných s významně zachovalou reziduální renální funkcí. V prevenci komplikací pomáhá prodloužení hemodialýzy na 5–6 hod. U dlouhodobě hemodialyzovaných se preferuje hemodiafiltrace s využitím high flux membrán s větší propustností pro středněmolekulární látky. Důležité je správné stanovení suché váhy, tj. optimální tělesné hmotnosti po hemodialýze bez známek převodnění. K určení suché váhy pomáhá kromě klinického vyšetření body composition monitor (BCM), který metodou bioimpedance měří podíl vody v těle. V prevenci dialyzačních hypotenzí se využívá snížení teploty dialyzačního roztoku na 36–35 °C a blood volume monitor (BVM) měřící změny hematokritu při eliminaci vody. Profilace draslíku v dialyzačním roztoku snižuje výskyt arytmií u hemodialyzovaných kardiaků. Dysfunkci arteriovenózní fistule detekujeme měřením recirkulace pomocí blood temperature monitoru (BTM). Významnou součástí péče o hemodialyzovaného pacienta je ochrana reziduální funkce jeho ledvin vyloučením nefrotoických látek a prevencí hypotenzí a excesivních ultrafiltrací.

Klíčová slova: hemodialýza – zahájení dialyzační léčby – princip hemodialýzy – cévní přístup – antikoagulační léčba – hemodiafiltrace – délka hemodialýzy – adekvátnost hemodialýzy – stanovení suché váhy

Haemodialysis – the current practice

Summary: New techniques and technological innovations developed over the last decades have facilitated improvements in haemodialysis. An emphasis is on an early insertion of arteriovenous fistula as a venous access for haemodialysis. Dialysis treatment should be initiated when the glomerular filtration rate falls to 8–10 mL/min, and to 15 mL/min when the patients have risk factors. Haemodialysis is usually performed 3 times a week for 4 hours; less frequent or shorter haemodialysis is acceptable only in patients with well-preserved residual renal function. Extending haemodialysis to 5–6 hours is useful in preventing complications. Haemodiafiltration with high flux membranes, more permeable for middle molecules, is preferred in patients with long-term haemodialysis. Correct assessment of dry weight, i.e. an optimal body weight after haemodialysis without any signs of hypervolaemia, is important. Apart from a clinical assessment, body composition monitor (BCM) that uses bioimpedance to assess the proportion of water in the body, is helpful in determining dry weight. Reduction of dialysis solution temperature to 36–35 °C and blood volume monitor (BVM) that measures changes in haematocrit during water elimination, are used to prevent dialysis-associated hypotension. Potassium profiling decreases the incidence of arrhythmias in haemodialysed cardiac patients. Blood temperature monitor (BTM) is used to measure recirculation and thus to detect an arteriovenous fistula dysfunction. Protection of residual renal function through an elimination of nephrotoxic substances as well as prevention of hypotension and excessive ultrafiltrations is an important part of care for a haemodialysed patient.

Key words: haemodialysis – initiation of haemodialysis – haemodialysis main principle – venous access – anticoagulation treatment – haemodiafiltration – duration of haemodialysis – adequate haemodialysis – dry weight assessment

Úvod

Data ze statistické ročenky dialyzovaných pacientů České nefrologické společnosti ukazují nárůst prevalence hemodialyzovaných pacientů v České republice od roku 2000 do roku 2009 z 359 na 505 pacientů na 1 milion obyvatel. K 31. 12. 2009 bylo v České republice hemodialyzováno 5 305 nemocných v 97 dialyzačních střediscích. V roce 2009 bylo provedeno 798 903 hemoelimačních výkonů. 68% hemodialyzovaných bylo starších 60 let a 39% bylo diabetiků. Mortalita pacientů léčených hemo-

dialýzou byla ve stejném roce 18,4%. Nejčastější příčinou úmrtí bylo kardiovaskulární onemocnění (47%), u 17% pacientů byla příčina infekční a v 10% šlo o malignitu.

Stanovit optimální hemodialyzační léčbu nám pomáhají mezinárodní doporučení: americká NKF KDOQI guidelines (The National Kidney Foundation Kidney Disease Outcome Quality Initiative) vydaná v letech 2000 a 2006, evropská doporučení European Best Practice Guidelines for Haemodialysis publikovaná v letech 2002 a 2007 a novější britská doporučení.

Často bývá kladena otázka, kdy je vhodné odeslat pacienta k nefrologovi. Podle European Best Practice Guidelines se doporučuje nemocného dispenzarizovat ve specializované ambulanci nejpozději při poklesu glomerulární filtrace (GFR) < 30 ml/min, to orientačně odpovídá sérové hladině kreatininu nad 180 μmol/l u mužů a nad 150 μmol/l u žen. Péče nefrologa spočívá v prevenci komplikací, léčbě poruch kalciumfosfátového metabolismu a anémie a v optimálním načasování zahájení přípravy pacienta k náhradě funkce ledvin. Nemocného i jeho ro-

dinu informujeme o metodách náhrady funkce ledvin a pomáháme ve výběru dialyzační modality (hemodialýza, peritoneální dialýza, preemp- tivní transplantace ledviny). Pacienty s předstihem očkujeme proti virové hepatitidě B a připravujeme dialyzační přístup (založení arteriovenózní fistule nebo zavedení katetru pro peritoneální dialýzu).

Zahájení dialyzační léčby

European Best Practice Guidelines doporučují zahájení dialyzační léčby při poklesu GFR < 15 ml/min a výskytu 1 z následujících příznaků: uremické symptomy, nekorigovatelná hyperhydratace či hypertenze či progresivní malnutrice. Léčba asymptomatických nemocných má být zahájena při GFR > 6 ml/min (optimálně při GFR 8–10 ml/min). Předpokládá se, že zvýšeně riziková pacientí (diabetici) profitují z časnějšího startu dialýzy.

KDOQI guidelines doporučují zvážit při poklesu GFR < 15 ml/min/1,73 m² benefity, rizika a nevýhody zahájení náhrady funkce ledvin. Klinický stav a komplikace mohou být důvodem promptního zahájení dialyzační léčby.

Některé práce neprokázaly profit z časnějšího zahájení dialyzační léčby [1–3]. Jiná data ukazují zvýšenou mortalitu při pozdním zahájení hemodialýzy [4,5].

Podle evropského registru ERA-EDTA z roku 2003 byla při zahájení hemodialýzy průměrná hodnota eGFR (estimated GFR – odhadovaná GFR) 7,7 ml/min s rozdíly mezi jednotlivými evropskými státy [6].

Průměrná eGFR při zahájení hemodialýzy v USA v roce 2003 byla 9,8 ml/min/1,73 m² [4].

Údaje z U. S. Renal Data System ukazují na časnější zahajování dialýzy v USA v posledních letech: dialyzační léčba při eGFR nad 10 ml/min byla zahájena v roce 1996 jen u 19% pacientů a v roce 2005 již u 45% nemocných [7].

Výpočet glomerulární filtrace u pokročilé renální insuficience

Metody výpočtu GFR u pokročilé chronické renální insuficience (při GFR pod 30 ml/min) jsou následující:

- průměr clearance urey a kreatininu (nutný 24hodinový sběr moči) a
- eGFR MDRD (výpočet z hodnot kreatininu v séru, pro kalkulaci se zadává sérový kreatinin, věk, pohlaví, rasa).

$$\text{eGFR MDRD} = 547,1535 \times (S_{\text{kr}})^{-1,154} \times \text{věk}^{-0,203} \times 0,742 \text{ (ženy)} \times 1,21 \text{ (černá populace)} \text{ [ml.s}^{-1}\text{.1,73m}^{-2}\text{]}$$

Samotná metoda výpočtu glomerulární filtrace metodou stanovení kreatininové clearance je v pokročilém stadiu renální insuficience nepřesná, stoupá totiž procento tubulární sekrece kreatininu (naopak urea se zčásti v tubulech absorbuje, proto je průměr clearance urey a kreatininu blíže skutečné glomerulární filtraci).

O porovnání časného a pozdního zahájení dialyzační léčby se pokusila studie **IDEAL** (The Initiating Dialysis Early and Late – IDEAL).

Studie proběhla ve 32 centrech v Austrálii a na Novém Zélandu. Pacienti byli randomizováni na 2 skupiny: skupinu s časným startem dialýzy při eGFR 10,0–14,0 ml/min (404 pacientů, z nich 188 zahájilo léčbu hemodialýzou, zbytek peritoneální dialýzou) a skupinu s pozdním startem při eGFR 5,0–7,0 ml/min (424 pacientů, z nich 215 léčeno hemodialýzou). Glomerulární filtrace se měřila podle Cockcrofta-Gaulta s korekcí na tělesný povrch a formulí eGFR MDRD.

Výsledky:

Zahájení dialýzy při eGFR:

- 12,0 ml/min (Cockcroft-Gault)/9,0 ml/min (MDRD) u skupiny pacientů s časným zahájením
- 9,8 ml/min (Cockcroft-Gault)/7,2 ml/min (MDRD) u pozdního zahájení dialýzy

Doba od randomizace k zahájení dialýzy:

- 1,8 měsíce u skupiny pacientů s časným zahájením
- 7,4 měsíce u pozdního zahájení dialýzy

Délka sledování:

- 3,64 roku u skupiny pacientů s časným zahájením
- 3,57 roku u pozdního zahájení dialýzy

Výsledky: během sledování zemřelo 307 pacientů:

- 152 ve skupině s časným startem dialýzy (z 404 pacientů)
- 155 u pozdního startu dialýzy (z 424 pacientů).

Nebyl zjištěn signifikantní rozdíl v době přežívání mezi skupinou pacientů s časným zahájením dialýzy a skupinou s pozdním zahájením dialýzy [8].

Princip hemodialýzy

Transport látek a vody se děje na následujících základních principech:

- **difuze** – transport molekul přes polopropustnou membránu podle koncentračního gradientu (transport urey, kreatininu, draslíku a fosforu z krve do dialyzačního roztoku, transport bikarbonátu z dialyzačního roztoku do krve), rychlost difuze závisí na koncentračním gradientu a molekulární hmotnosti transportovaných látek;
- **konvekce** – ultrafiltrace: transport vody založený na hydrostatickém gradientu;
- **adsorpce** – vychytávání látek na dialyzační membránu se podílí na transportu látek méně významně a záleží na typu membrány.

Příprava k hemodialýze

Zahrnuje očkování proti virové hepatitidě B a včasné založení cévního přístupu.

Cévní přístup

Doporučuje se šetřit žíly na horních končetinách: preferovat odběry krve z žil na dorzech rukou, šetřit žíly nedominantní horní končetiny a měnit místa punkce na předloktích.

Důležité je včasné založení arteriovenózní fistule (zvažujeme při poklesu GFR < 30 ml/min), arteriovenózní fistuli lze punktovat nejdříve za 6 týdnů po založení.

Preferujeme nativní arteriovenózní fistule – na předloktí (radiocefalická) nebo v kubitě (brachiocefalická, brachiobazilická). Alternativou je arteriovenózní graft.

Permkath, dočasná kanyla

Preferenčně se kanyluje v. jugularis interna, nedoporučuje se kanylace v. subclavia pro nebezpečí trombózy žíly s následným rizikem poruchy odtoku žilní krve z horní končetiny, na které je arteriovenózní fistule.

Ke komplikacím dočasných a permanentních katetrů pro hemodialýzu patří kanylové infekce, trombózy, stenózy a okluze centrální žíly, dyskomfort nemocných, kratší životnost oproti arteriovenózní fistuli, nižší průtok krve s nutností delších hemodialýz a riziko komplikací při zavádění kanyl.

Zvýšenou mortalitu u pacientů s katetrem (oproti arteriovenózní fistuli), zejména u starších nemocných, dokládá nově publikovaná práce z nizozemského univerzitního centra v Leidenu [9]. U mladých pacientů byla mortalita 76/1 000 patientských let při AV fistuli oproti 129/1 000 patientských letům při katetru. U pacientů starších 65 let byla mortalita 222/1 000 patientských let při AV fistuli oproti 427/1 000 patientských letům u nemocných s katetrem.

Zajímavé je porovnání výskytu arteriovenózních fistulí a katetrů v různých zemích. Podle dat z roku 2004 [10] bylo vysoké procento užití dialyzačních katetrů ve Velké Británii (25%), proti tomu stojí nízký počet jejich výskytů v Itálii (5%).

V USA vznikla iniciativa „Fistula first“, která se snaží o zlepšení v oblasti včasného zakládání arteriovenózních fistulí. V prosinci roku 2010 bylo v USA dosaženo 57,5% arteriovenózních fistulí u hemodialyzovaných nemocných. Data z České republiky z roku 2009

uvádějí u hemodialyzovaných 68% výskyt arteriovenózních fistulí.

Na našem dialyzačním středisku II. interní kliniky LF MU a FN u sv. Anny v Brně jsou tato data příznivější. Arteriovenózní fistuli jako cévní přístup mělo k 1. březnu 2011 84% pacientů (celkem 95 pacientů), permkath 14% (16 pacientů) a dočasnou kanylu 2% (2 pacienti).

Antikoagulační léčba

K provedení hemodialýzy je nutná prevence srážení krve v mimotělním oběhu. Standardně se používá nefrakcionovaný heparin jako i.v. bolus a obvykle následně kontinuálně, celková dávka heparinu se pohybuje mezi 1 000–8 000 IU na 1 hemodialýzu, nebo se alternativně podává nízkomolekulární heparin i.v. v úvodu hemodialýzy.

U pacientů se zvýšeným rizikem krvácení se provádí bezheparinová hemodialýza s proplachy fyziologickým roztokem nebo citrátová antikoagulace.

Dávka heparinu se řídí podle aktivovaného srážecího času (ACT). ACT se měří automatickým měřením času srážení krve Hemochronem: normální hodnoty se pohybují mezi 90–140 s, pro hemodialýzu se doporučuje 200–250 s (zvýšení o 80% bazální hodnoty, na konci hemodialýzy zvýšení o 40% bazální hodnoty).

Při riziku krvácení po heparinu je možná neutralizace protaminem.

U pacientů s chronickou renální insuficiencí je třeba redukovat dávku nízkomolekulárních heparinů. Při podávání plných dávek nízkomolekulárního heparinu u nemocných se selháním ledvin dochází k jeho kumulaci s nebezpečím krvácivých komplikací. U hemodialyzovaných pacientů při léčbě tromboembolií redukuje dávku nízkomolekulárního heparinu na polovinu a dále dávkuje podle hodnoty antiXa.

Preskripce a parametry hemodialýzy

Dialyzátory – membrány nízké nebo vysokopropustné – low flux, high flux

(high flux membrány s většími póry eliminují středněmolekulární toxiny), plocha dialyzátoru.

Doba léčby – standardně 4 hod, prodloužení na 5–6 hod zlepšuje eliminaci vody s nižším rizikem hypotenzí, zvyšuje eliminaci fosforu (ten se uvolňuje postupně z kompartmentů), ale nemá již efekt na eliminaci urey.

Frekvence – 3krát týdně, zvýšená frekvence hemodialýz lépe odstraňuje vodu, zlepšuje TK (snižuje spotřebu antihypertenziv), má efekt na regresi hypertrofie LK a zlepšuje eliminaci solutů a parametry kalciumfosfátového metabolismu.

Antikoagulace – nefrakcionovaný nebo nízkomolekulární heparin, bezheparinová hemodialýza.

Průtok krve – 200–400 ml/min, závisí na kvalitě cévního přístupu.

Dialyzační roztok – natrium 135–145 mmol/l, kalium 2–3–4 mmol/l, kalcium 1,25–1,75 mmol/l, magnezium 0,5 mmol/l, bikarbonát 30–40 mmol/l, glukóza – u diabetiků dialyzační roztoky s obsahem glukózy 5,5 mmol/l.

Rychlost ultrafiltrace – nedoporučuje se překročit rychlost 10 ml/kg tělesné hmotnosti/hod (při zvýšené rychlosti je nebezpečí intradialyzačních hypotenzí).

Suchá hmotnost – optimální tělesná hmotnost pacienta po hemodialýze, bez známek hyperhydratace, bez epizod dialyzačních hypotenzí.

Hemodiafiltrace (HDF)

HDF je kombinací hemodialýzy s převažujícím difúzním transportem látek a hemofiltrace s konvektivním transportem. Při hemodiafiltraci se používají high flux membrány a odstraňují se velké objemy ultrafiltrátu (voda se soluty rozpouštěnými v ní), proto je kromě dialyzačního roztoku třeba i substituční roztok.

High flux membrány s většími póry zvyšují eliminaci středněmolekulárních uremických toxinů, zvyšují clearance β_2 -mikroglobulinu, redukuje výskyt dialyzační amyloidózy a snižují mortalitu u dlouhodobě hemodialyzovaných nemocných.

Hemodiafiltrace je spojena s nižším výskytem hypotenzí, lepší kontrolou TK, nižší zánětlivou aktivitou, příznivějším lipidovým profilem a lepší kontrolou anémie.

Největší benefit se ukazuje u pacientů hemodialyzovaných déle než 3 roky.

Profit hemodiafiltrace dokládají výsledky retrospektivní observační studie z let 1998–2001 z 5 evropských zemí (Francie, Německo, Velká Británie, Itálie, Španělsko). 2 165 pacientů bylo rozděleno na 4 skupiny (low-flux HD, high-flux HD, HDF s nižší a vyšší účinností s množstvím filtrátu 5–14,9 l, resp. 15–24,9 l). Vysokoúčinná hemodiafiltrace měla o 35 % nižší mortalitu oproti low-flux hemodialýze nezávisle na dialyzační dávce a komorbiditách ($p = 0,01$) [11].

Délka hemodialýzy

Podle dat z Austrálie a Nového Zélandu byla nejnižší mortalita u pacientů hemodialyzovaných 4,5–4,9 hod [12].

V Evropě a Japonsku byly signifikantně delší časy hemodialýzy (v Evropě 232 min, v Japonsku 244 min) spojeny s nižší mortalitou oproti USA, kde byla průměrná délka hemodialýzy jen 211 min.

Prodloužení hemodialýzy o každých 30 min vedlo k poklesu mortality o 7 % nezávisle na Kt/V [13].

Delší hemodialýzy u pacientů s velkými váhovými přírůstky vedou k dostatečné a bezpečné eliminaci vody.

Noční dlouhé hemodialýzy (8–12 hod) prokazatelně zlepšují kontrolu TK a eliminaci fosforu a vedou k regresi hypertrofie LK [14–17].

Hodnocení adekvátnosti hemodialýzy

Adekvátnost dialýzy se hodnotí podle clearance urey. Distribuční objem urey reflektuje objem celkové tělesné vody a hodnocení kinetiky urey je ideální ke stanovení adekvátnosti dialýzy.

Množství urey eliminované hemodialýzou je kalkulováno ve vztahu k tělesné hmotnosti – Kt/V, kde K je clearance urey dialyzátoru, t je délka dialýzy a V je objem distribuce urey

u pacienta. Cílem jsou $Kt/V > 1,25$ a URR (urea reduction ratio) $> 65\%$. Cílem je též dosáhnout Kt/V 1,2–1,4, další zvýšení clearance urey již nezlepšuje klinické výsledky [18].

Stanovení suché váhy

Suchá váha je optimální váha po hemodialýze, kterou pacient toleruje bez hypotenzí a nemá známky převodnění. Maximální rychlost ultrafiltrace je doporučována na 800–1 000 ml/hod, resp. ≤ 10 ml/kg tělesné hmotnosti/hod. Přírůstky na váze ≥ 4 kg jsou spojeny se zvýšenou mortalitou [19]. U hyperhydratovaných nemocných se doporučuje pomalé, postupné snižování suché váhy. Rychlé snižování suché váhy je spojeno s rizikem anurie!

Metody stanovení suché váhy

Klinické vyšetření: otoky, dušnost, hypertenze/hypotenze. **BCM** (body composition monitor): metodou bioimpedance měří míru převodnění. **BVM** (blood volume monitor) – sonografický senzor na arteriálním setu měří hematokrit, pokud ultrafiltrace překročí kapacitu vaskulárního refillingu, zvyšuje se hematokrit.

Intradialyzační hypotenze

Dialyzační hypotenze jsou nejčastější symptomatickou komplikací hemodialýzy (až u 15 % hemodialýzy) [20]. Jsou nezávislým prediktorem mortality u dialyzovaných, zvyšují kardiovaskulární riziko [21]. Hypotenze při hemodialýze závisí na rychlosti eliminace vody a rychlosti refillingu z intersticia do vaskulárního prostoru.

Prevence hypotenzí:

- pomalá ultrafiltrace,
- snížení teploty dialyzačního roztoku,
- vynechávání některých antihypertenziv před hemodialýzou,
- blood volume monitor.

Profilování natria v dialyzačním roztoku

Zvýšená koncentrace natria v dialyzačním roztoku brání hypotenzím, ale

bohužel zvyšuje nálož natria a zhoršuje žízeň. Pacient pak po hemodialýze rychle dopije vodu, která byla eliminována, zvyšují se váhové přírůstky a zhoršuje se hypertenze. Vzniká tak nebezpečný bludný kruh [22]. European Best Practice Guidelines pro hemodialýzu nedoporučují profilaci natria pro rutinní praxi.

Prevence intradialyzačních hypotenzí snížením teploty dialyzačního roztoku

Podle European Best Practice Guidelines se snížená teplota dialyzačního roztoku (na 35–36 °C) doporučuje u pacientů s častými epizodami hypotenze. Doporučuje se teplotu dialyzačního roztoku snižovat z 36,5 °C postupně o 0,5 °C, a to až do vzniku symptomů z chladu. Nedoporučuje se ochlazovat dialyzační roztok pod 35 °C. Mechanismus tohoto účinku není plně objasněn, vysvětluje se ovlivněním vazomotoriky a termoregulace.

Profilace draslíku v dialyzačním roztoku

Plazmatické koncentrace kalia rychle klesají v časných fázích hemodialýzy, což vede k alteraci QTc s rizikem komorových arytmií. U pacientů s komorovými extrasystolami se doporučuje postupné snižování kalia v séru profilací kalia v dialyzačním roztoku. Tato strategie snižuje výskyt arytmií u pacientů s hypertrofií LK.

Opatření k ochraně reziduální funkce ledvin

- nepodávat nefrotoxické léky (aminoglykosidy, nesteroidní antiflogistika, COX-2 inhibitory, RTG kontrastní látky),
- vyhýbat se excesivní ultrafiltraci, hypotenzím, hypovolemii,
- léčba těžkých forem hypertenze,
- ultračistý dialyzační roztok, bikarbonátový dialyzační roztok, biokompatibilní membrány dialyzátorů,
- prevence hyperkalcemie,
- protektivní vliv ACEI a ARB.

Monitor k měření recirkulace krve v arteriovenózní fistuli

BTM je zkratkou pro blood temperature monitor. Teplotní čidla se nacházejí v arteriální a venózní lince, kde se měří teplota krve po ochlazení dialyzačního roztoku. Při recirkulaci se část ochlazené krve dostává i do arteriální linky. Monitor měří procento recirkulace. Vysoké procento recirkulace ukazuje dysfunkci arteriovenózní fistule. Při vysoké recirkulaci vyšetříme arteriovenózní fistuli sonograficky nebo angiograficky, při stenóze je indikována angioplastika shuntu.

Závěry

Pro prognózu pacienta je zásadní včasné založení arteriovenózní fistule, monitorace funkce fistule měřením recirkulace a prevence hypotenze snížením teploty dialyzačního roztoku a prodloužením hemodialýz. Benefit delších hemodialýz je dán i zlepšenou eliminací fosforu a účinnější kontrolou hypertenze. U dlouhodobě hemodialyzovaných pacientů byl zaznamenán profit u nemocných léčebných hemodiafiltrací.

Literatura

1. Korevaar JC, Jansen MA, Dekker FW et al. Netherlands Cooperative Study on the Adequacy of Dialysis Study Group. When to initiate dialysis: effect of proposed US guidelines on survival. *Lancet* 2001; 358: 1046–1050.
2. Traynor JP, Simpson K, Geddes CC et al. Early initiation of dialysis fails to prolong survival in patients with end-stage renal failure. *J Am Soc Nephrol* 2002; 13: 2125–2132.
3. Stel VS, Dekker FW, Ansell D et al. Residual renal function at the start of dialysis

and clinical outcomes. *Nephrol Dial Transplant* 2009; 24: 3175–3182.

4. US Renal Data System: USRDS 2004 Annual Data Report. Bethesda, MD: The National Institutes of Health, National Institute of Diabetes and Digestive and Kidney Diseases 2004.

5. Roubicek C, Brunet P, Huiart L et al. Timing of nephrology referral: influence on mortality and morbidity. *Am J Kidney Dis* 2000; 36: 35–41.

6. Stel VS, Tomson C, Ansell D et al. Level of renal function in patients starting dialysis: an ERA-EDTA Registry study. *Nephrol Dial Transplant* 2010; 25: 3315–3325.

7. Rosansky SJ, Clark WF, Eggers P et al. Initiation of dialysis at higher GFRs: is the apparent rising tide of early dialysis harmful or helpful? *Kidney Int* 2009; 76: 257–261.

8. Cooper BA, Branley P, Bulfone L et al. IDEAL Study. A randomized, controlled trial of early versus late initiation of dialysis. *N Engl J Med* 2010; 363: 609–619.

9. Ocak G, Halbesma N, le Cessie S et al. Haemodialysis catheters increase mortality as compared to arteriovenous accesses especially in elderly patients. *Nephrol Dial Transplant* 2011, Jan 31 PMID 21282302 [Epub ahead of print].

10. Rayner HC, Pisoni RL, Bommer J et al. Mortality and hospitalization in haemodialysis patients in five European countries: results from the Dialysis Outcomes and Practice Patterns Study (DOPPS). *Nephrol Dial Transplant* 2004; 19: 108–120.

11. Canaud B, Bragg-Gresham JL, Marshall MR et al. Mortality risk for patients receiving haemodiafiltration versus hemodialysis: European results from the DOPPS. *Kidney Int* 2006; 69: 2087–2093.

12. Marshall MR, Byrne BG, Kerr PG et al. Associations of hemodialysis dose and session length with mortality risk in Australian and New Zealand patients. *Kidney Int* 2006; 69: 1229–1236.

13. Saran R, Bragg-Gresham JL, Levin NW et al. Longer treatment time and slower ultrafiltration in hemodialysis: associations with reduced mortality in the DOPPS. *Kidney Int* 2006; 69: 1222–1228.

14. Charra B, Caemard M, Laurent G et al. Importance of treatment time and blood

pressure control in achieving long-term survival on dialysis. *Am J Nephrol* 1996; 16: 35–44.

15. Powell JR, Oluwaseun O, Woo YM et al. Ten years experience of in-center thrice weekly long overnight hemodialysis. *Clin Am J Soc Nephrol* 2009; 4: 1097–1101.

16. Chan CT, Floras JS, Miller JA et al. Regression of left ventricular hypertrophy after conversion to nocturnal hemodialysis. *Kidney Int* 2002; 61: 2235–2239.

17. Culleton BF, Walsh M, Klarenbach SW et al. Effect of frequent nocturnal hemodialysis vs conventional hemodialysis on left ventricular mass and quality of life: a randomized controlled trial. *JAMA* 2007; 298: 1291–1299.

18. Rocco MV, Cheung AK, Greene T et al. Hemodialysis (HEMO) Study Group. The HEMO Study: applicability and generalizability. *Nephrol Dial Transplant* 2005; 20: 278–284.

19. Kalantar-Zadeh K, Regidor DL, Kovesdy CP et al. Fluid retention is associated with cardiovascular mortality in patients undergoing long-term hemodialysis. *Circulation* 2009; 119: 671–679.

20. Ronco C, Brendolan A, Milan M et al. Impact of biofeedback-induced cardiovascular stability on hemodialysis tolerance and efficiency. *Kidney Int* 2000; 58: 800–808.

21. Shoji T, Tsubakihara Y, Fujii M et al. Hemodialysis-associated hypotension as an independent risk factor for two-year mortality in hemodialysis patients. *Kidney Int* 2004; 66: 1212–1220.

22. Song JH, Lee SW, Suh CK et al. Time-averaged concentration of dialysate sodium relates with sodium load and interdialytic weight gain during sodium-profiling hemodialysis. *Am J Kidney Dis* 2002; 40: 291–301.

MUDr. Marta Nedbálková

www.fnusa.cz

e-mail: nedbalkova@fnusa.cz

Doručeno do redakce: 8. 4. 2011

www.csgh.info