

UNIVERZITA KOMENSKÉHO V BRATISLAVE
JESSENIOVA LEKÁRSKA FAKULTA V MARTINE

MUDr. Brndiarová Miroslava, PhD.

PERITONEÁLNA DIALÝZA U DETÍ

Vysokoškolské skriptá

2020

Peritoneálna dialýza u detí

Autor: MUDr. Brndiarová Miroslava, PhD.

Klinika detí a dorastu, Jesseniova lekárska fakulta v Martine, Univerzita Komenského
v Bratislave

Recenzenti: doc. MUDr. Oľga Červeňová, CSc.

MUDr. Pavel Makovický, PhD.

Vydavateľ: Jesseniova lekárska fakulta v Martine, 2020

ISBN: 978-80-8187-076-7

OBSAH

ZOZNAM SKRATIEK A SYMBOLOV	5
PREDHOVOR	9
1 PERITONEÁLNA DIALÝZA	10
1.1 Historické poznámky	10
1.2 Peritoneum	11
1.3 Princíp peritoneálnej dialýzy	12
1.4 Indikácie a kontraindikácie, výhody a nevýhody peritoneálnej dialýzy	15
1.5 Technické a materiálne zabezpečenie	16
1.5.1 Peritoneálny dialyzačný roztok	16
1.5.2 Peritoneálny dialyzačný katéter	20
1.6 Realizácia a režim peritoneálnej dialýzy	23
1.7 Komplikácie peritoneálnej dialýzy	24
1.7.1 Infekčné komplikácie	24
1.7.1.1 Peritonitída	24
1.7.1.2 Exite site infekcia	36
1.7.1.3 Tunelová infekcia	37
1.7.2 Neinfekčné komplikácie	37
1.8 Účinnosť peritoneálnej dialýzy	41
1.9 Farmakokinetika liekov a peritoneálna dialýza	44
2 AKÚTNÁ PERITONEÁLNA DIALÝZA U DETÍ	46
2.1 Výhody a nevýhody	46
2.2 Indikácie a kontraindikácie	48
2.3 Technické a materiálne zabezpečenie	49
2.4 Predpis a režim peritoneálnej dialýzy	51
2.5 Efektivita peritoneálnej dialýzy a výživa	53
2.6 Vlastné skúsenosti	54
3 CHRONICKÁ PERITONEÁLNA DIALÝZA U DETÍ	56
3.1 Výhody a nevýhody	56
3.2 Indikácie a kontraindikácie	57
3.3 Technické a materiálne zabezpečenie	57
3.4 Predpis a režim peritoneálnej dialýzy	59
3.5 Osobitosti chronickej peritoneálnej dialýzy u detí	61

3.5.1	Anémia	61
3.5.2	Výživa	62
3.5.3	Porucha kalcio-fosfátového metabolizmu, porucha rastu ...	64
3.5.4	Metabolizmus lipidov	65
3.5.5	Kardiovaskulárny systém	66
3.5.6	Psychosociálne aspekty	67
3.6	Očkovanie	67
3.7	Transplantácia obličiek a peritoneálna dialýza	69
3.8	Vlastné skúsenosti	69
4	PERITONEÁLNA DIALÝZA NOVORODENCOV, DOJČIAT A DETÍ DO DVOCH ROKOV	73
4.1	Peritoneálny dialyzačný katéter	73
4.2	Peritoneálny dialyzačný roztok	74
4.3	Predpis, režim a efektivita peritoneálnej dialýzy	74
4.4	Výživa a rast	76
4.5	Komplikácie peritoneálnej dialýzy, prognóza a kvalita života	79
	ZOZNAM TABULIEK	81
	ZOZNAM OBRÁZKOV	83
	ZOZNAM GRAFOV	84
	LITERATÚRA	85

ZOZNAM SKRATIEK A SYMBOLOV

ADPCHO	autozomálne dominantná polycystická choroba obličiek
aHUS	atypický hemolyticko-uremický syndróm
AKI	akútne zlyhanie obličiek (Acute Kidney Injury)
APD	automatizovaná peritoneálna dialýza
AQP1	akvaporín 1
ARPCO	autozomálne recesívna polycystická choroba obličiek
CAPD	kontinuálna ambulantná peritoneálna dialýza (Continuous Ambulatory Peritoneal Dialysis)
Ca	kalcium
CCPD	kontinuálna cyklická peritoneálna dialýza (Continuous Cyclic Peritoneal Dialysis)
CFPD	peritoneálna dialýza s kontinuálnym prietokom (Continuous Flow Peritoneal Dialysis)
Cl	chlorid
Clcr	clearance kreatinínu
CKD	chronická choroba obličiek (Chronic Kidney Disease)
CKD-MBD	minerálová a kostná choroba (Mineral and Bone Disorder) pri chronickej chorobe obličiek
cm	centimeter
CRRT	kontinuálna liečba nahrádzajúca funkciu obličiek (Continuous Renal Replacement Therapy)
CT	počítačová tomografia (Computer Tomography)
D	dialyzát
DIPD	denná intermitentná peritoneálna dialýza (Daily Intermittent Peritoneal Dialysis)
DNA	deoxyribonukleová kyselina
e. coli	<i>Escherichia coli</i>
eGFR	odhadovaná glomerulová filtrácia (estimated Glomerular Filtration Rate)
EDTA	kyselina etylendiamintetraoctová
EKG	elektrokardiografia
ESRD	konečné štádium zlyhania obličiek (End-Stage Renal Disease)
g	gram
Hb	hemoglobín

HCO ₃ ⁻	bikarbonát
HD	hemodialýza
HDL	high-density lipoprotein
hod.	hodina
HPV	ľudský papilomavírus (Human papillomavirus)
IHD	intermitentná hemodialýza
IL	interleukín
IP	intraperitoneálne podanie
IPD	intermitentná peritoneálna dialýza
IPPDN	International Pediatric Peritoneal Dialysis Network
IPPR	medzinárodný pediatrický register peritonitídy (International Paediatric Peritonitis Registry)
ISPD	medzinárodná spoločnosť pre peritoneálnu dialýzu (International Society for Peritoneal Dialysis)
IQR	kvartil
IU	medzinárodné jednotky (International Unit)
IV	intravenózne podanie
K	kálium
K	clearance
KCL	chlorid draselný
kD	kilodalton
KDOQI	Kidney Disease Outcomes Quality Initiative
kg	kilogram
KPR	kardiopulmonálna dysplázia
KVS	kardiovaskulárny systém
l	liter
LD	úvodná dávka (Loading Dose)
max	maximálne
m ²	meter štvorcový
MD	pokračujúca dávka (Maintenance Dose)
min	minúta
ml	mililiter
mg	miligram
mm	milimeter

mmol	milimol
MMR	morbily, mumps, rubeola (Measles, Mumps Rubella)
MPGN	membranoproliferatívna glomerulonefritída
MRSA	Meticilín rezistentný <i>Staphylococcus aureus</i>
Na	nátrium
napr.	napríklad
NAPRTCS	North American Pediatric Renal Trials and Collaborative Studies
ng	nanogram
NGS	nasogastrická sonda
NIPD	nočná intermitentná peritoneálna dialýza (Nightly Intermittent Peritoneal Dialysis)
NO	oxid dusnatý
NPHP typ I	nefronoftíza typ I
NS	nefrotický syndróm
P	plazma
PCR	polymerázová reťazová reakcia
PCV-13	konjugovaná očkovacia vakcína (Pneumococcal Conjugate Vaccine)
PET	peritoneálny ekvilibračný test
PD	peritoneálna dialýza
PDK	peritoneálny dialyzačný katéter
PDR	peritoneálny dialyzačný roztok
PNA	Protein equivalent of Nitrogen Appearance
PPSV23	polysacharidová vakcína (Pneumococcal Polysaccharide Vaccine)
PTH	parathormón
RRT	liečba nahrádzajúca obličky (Renal Replacement Therapy)
SPC	súhrn charakteristických vlastností lieku
SSKN	<i>Staphylococcus species</i> koaguláza-negatívny
STEC HUS	Shigatoxin-producing <i>Escherichia coli</i> Hemolytic-Uremic Syndrom
T	čas (Time)
TAG	triacylglyceroly
TIN	tubulointersticiálna nefritída
TK	tlak krvi
TPD	prílivová peritoneálna dialýza (Tidal Peritoneal Dialysis)
TNF β 1	tumor nekrotizujúci faktor β 1 (Tumor Necrosis Factor β 1)

UF	ultrafiltrácia
ul	mikroliter
V	objem
%	percento
°C	stupeň celzia

PREDHOVOR

Liečba nahradzajúca funkciu obličiek nie je len procedúra očisťovania krvi. Je to komplexná špecializovaná starostlivosť o pacienta s obličkovým zlyháváním. Prináša so sebou množstvo zložitých lekárskejších, sociálnych, ale aj etických otázok. Peritoneálna dialýza je jednou z možností tejto liečby. V súčasnosti je jedinou intrakorporálnou dialyzačnou metódou očisťovania krvi, ktorá využíva schopnosť peritonea fungovať ako semipermeabilná membrána. V populácii pediatrických pacientov sa začala používať skôr ako hemodialýza, pre technické problémy spojené s napojením detí na hemodialýzu. Hoci sa stále častejšie s postupným technickým pokrokom v liečbe akútneho zlyhania obličiek využívajú kontinuálne eliminačné metódy očisťovania krvi, zostáva peritoneálna dialýza bezpečnou a účinnou metódou aj v tejto situácii. V liečbe konečného štádia obličkového zlyhania je peritoneálna dialýza v porovnaní s hemodialýzou častejšie používaná u pediatrických pacientov v každej vekovej kategórii a pre jej technickú nenáročnosť obzvlášť u detí mladších ako 5 rokov. Transplantácia obličiek je najideálnejšia liečba konečného štádia obličkového zlyhania s najväčšou mierou prežitia a najlepšou kvalitou života. U detských pacientov v najnižšej vekovej skupine (do jedného roka) však môže byť takmer nerealizovateľná. Liečba nahradzajúca funkciu obličiek a konkrétne peritoneálna dialýza sa preto stáva v tejto vekovej skupine premostujúcou liečbou („bridging treatment“) k úspešnej transplantácii.

Problematike dialyzyčanej liečby a konkrétne peritoneálnej dialýze sa v učebniciach pediatrie venuje len okrajovo. Predkladaná publikácia je preto snahou priblížiť túto liečbu v čo najucelenejšom pohľade predovšetkým študentom medicíny ale samozrejme aj pediatrom prvého kontaktu a ostatným lekárom.

1 PERITONEÁLNA DIALÝZA

Peritoneálna dialýza (PD) je v súčasnosti jediná intrakorporálna dialyzačná metóda očisťovania krvi, ktorá využíva schopnosť peritonea fungovať ako semipermeabilná membrána.

1.1 Historické poznámky

Prvýkrát bolo peritoneum opísané v Egypte, 4000 rokov pred našim letopočtom kňazmi, ktorí balzamovali mŕtvych. Neskôr grécky učenec Galén podrobnejšie popísal jeho anatómiu. Prvé presnejšie poznatky o jeho bunkovom zložení zdokumentoval v roku 1962 Friedrich Daniel von Recklinghausen. Prvý prípad využitia dutiny brušnej a peritonea pre liečené účely bol zaznamenaný v roku 1740 anglickým chirurgom Christopherom Warrickom, ktorý liečil ženu s ascitom a do brucha zaviedol koženú hadičku, cez ktorú podával zmes vody a červeného vína, ktoré sa používalo pre svoje antibakteriálne účinky.

Peritoneálna dialýza bola prvýkrát použitá v roku 1923 v Nemecku lekárom Georgeom Ganterom u ženy s akútnym obličkovým zlyhaním (AKI). Ako dialyzačný roztok bol použitý sterilný fyziologický roztok s glukózou. Neskôr túto metódu, ktorá úspešne dokázala nahradiť prirodzenú funkciu obličiek používali lekári v Nemecku a Anglicku. V roku 1948 bola prvýkrát použitá Bloxsomom a Powellom v liečbe AKI u dojčiat a novorodencov. V širšej klinickej praxi sa PD začala používať až od roku 1959. Pre svoju technickú nenáročnosť sa častejšie používala u pediatrických pacientov v porovnaní s hemodialýzou (HD). V bývalom Československu sa začala používať od roku 1965 a stala sa rutinne používanou akútnou dialyzačnou metódou u detí. V rokoch 1959 až 1980 sa postupne zdokonaľovalo jej technické a materiálne zabezpečenie. Američan Henry Tenckhoff vyvinul a postupne zdokonalil silikónový katéter, ktorý sa používa dodnes. Kontinuálna ambulantná peritoneálna dialýza (CAPD) bola prvýkrát použitá Robertom Popovicom a Jackom Moncriefom v roku 1975 s využitím dvoch spojených drenážnych vakov. Postupne sa vyvíjali biokompatibilné roztoky, dialyzačné vaky, spojovacie systémy a prístroje na zabezpečenie automatizovanej peritoneálnej dialýzy (APD). Peritoneálna dialýza sa začala používať ako dlhodobá liečba u pacientov v poslednom štádiu chronickej obličkovej choroby (ESRD).

V roku 2017 bolo na Slovensku PD liečených 100 (2,6 %) dospelých pacientov s ESRD v porovnaní s HD (3729 pacientov). V roku 2019 to bolo 99 dospelých pacientov. V porovnaní s ostatnými krajinami je percento použitia PD v dospeljej populácii nízke

(Česko 5,1 %, Spojené Kráľovstvo 14 %, Švédsko, Dánsko 21 %). Dôvodov jej nízkej penetrácie je viac, nielen zo strany zdravotníckych pracovníkov (menšia kontrola pacienta, menej skúseností personálu, obava z komplikácií, absencia PD centier), pacientov (nedostatok informácií, nepochopenie metódy, obava z výkonu, obava príbuzných, neochota starať sa o seba, osamotení pacienti), ale v neposlednom rade aj neadekvátne platby zdravotných poisťovní. Pritom v porovnaní s HD sú náklady na pacienta liečeného PD nižšie (priemerný HD pacient stojí o 20 % viac ako pacient na CAPD a o 7 % viac ako pacient na APD). V populácii detských pacientov s ESRD bolo v roku 2019 PD liečených 5 detí a 4 boli liečené HD. Využitie PD v liečbe akútneho a chronického obličkového zlyhania u detí v porovnaní s ostatnými krajinami bude uvedené v jednotlivých kapitolách. V posledných rokoch sa spoločnosť snaží o zlepšenie informovanosti o PD u zdravotníckych pracovníkov, ale aj samotných pacientov. K dispozícii je Hepl linka pomoci, ktorá je dostupná 24 hodín denne, 7 dní v týždni. Na linku pomoci je možné zavolať v prípade riešenia akýchkoľvek situácií súvisiacich s PD. Služba je bezplatná a dostupná na celom Slovensku. Kvalita poradenstva je zaručená vyškolenými zdravotníckymi pracovníkmi. K dispozícii je tiež internetová stránka www.domacodialyza.sk, ktorá dúfajme bude dobrou pomôckou pri poskytovaní informácií o možnostiach liečby pri zlyhaní obličiek, prioritne samozrejme venovaná informáciám o PD.

1.2 Peritoneum

Peritoneum je hladká, lesklá, serózna blana, ktorá vystiela celú brušnú dutinu a obaľuje aj vnútrobrušné orgány. Povrch je tvorený jednovrstvovým plochým epitelom, ktorý je zložený z mezotelových buniek. Pod epitelom je interstícium, ktoré oddeľuje mezotelovú vrstvu od steny kapilár. Ďalšími vrstvami je endotel peritoneálnych kapilár a membrána cievnej steny. Celková plocha peritonea je 1,7-2 m². Mezotelové bunky majú laločnaté okraje a početné cytoplazmatické výbežky, ktorými sa navzájom dotýkajú, čím sa zväčšuje celková plocha peritonea až na 40 m². Mezotelové bunky sa podieľajú na transporte glukózy a regulujú prechod vody a minerálov. Epitelové bunky majú dve základné funkcie- resorpciu a tvorbu malého množstva seróznej tekutiny. Peritoneum je cievne zásobené mezenterickými tepnami a venózna krv sa vracia do portálneho riečiska. Prietok krvi peritoneálnym riečiskom je 50-100 ml/ min. Drenážny systém je zabezpečený aj lymfatickými cievami. U detí je povrch peritonea relatívne väčší ako u dospelých. Čím je dieťa menšie zväčšuje sa aj hustota cievneho zásobenia a vytvára sa efektívnejší gradient eliminácie metabolitov.

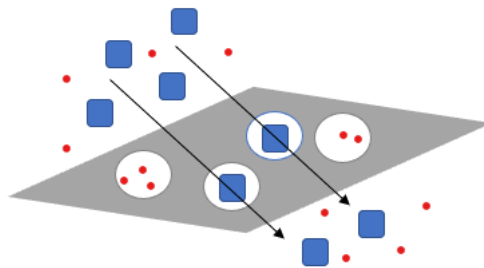
1.3 Princíp peritoneálnej dialýzy

Peritoneum má schopnosť fungovať ako semipermeabilná membrána s využitím dvoch fyzikálnych procesov **difúzie** a **konvekcie**. Má však aj schopnosť **resorpcie** látok do organizmu.

Difúzia umožňuje prechod látok po koncentračnom gradiente a to z miesta s vyššou koncentráciou do miesta s nižšou koncentráciou. Rýchlosť prestupu závisí od koncentračného gradientu (priamoúmerne), veľkosti molekúl (nepriamoúmerne) a rezistencie peritoneálnej membrány (priepustnosť a veľkosť povrchu peritonea). Difúziou sa odstraňujú látky s malou a stredne veľkou molekulou (urea, kreatinín, kyselina močová, minerály). Látky s malou molekulou (urea, kreatinín) sa sčasti odstraňujú aj konvekciou spolu s ultrafiltrovanou vodou. Doba trvania difúzie je závislá od vzájomného pomeru látok v plazme (P) a v dialyzáte (D). Pomer D/P pre ureu je po štvorhodinovom pôsobení dialyzačného roztoku v brušnej dutine od 0,9 do 1,0. To znamená, že po štvorhodinovej dobe pôsobenia dialyzačného roztoku vylučovanie urey už nepokračuje a preto nemá význam predlžovať dobu pôsobenia. Látky so stredne veľkou molekulou (kyselina močová, minerály) sa odstraňujú pomalšie. Pomer D/P je pre nich 0,4 to znamená, že pre ich odstránenie má predĺženie doby pôsobenia väčší význam. Difúzia sa môže využiť aj opačne, napr. na úpravu koncentrácie minerálov v krvi (hypokaliémia). Do dialyzačného roztoku sa pridaním roztoku kália vyrovná koncentrácia kália v sére a v dialyzačnom roztoku a kálium sa prestane vylučovať.

Konvekcia sprostredkuje prechod látok na základe rozdielu osmotických a hydrostatických tlakových síl. Týmto mechanizmom sa odstraňuje predovšetkým voda (**osmotická ultrafiltrácia**). Keďže sa počas PD uplatňuje predovšetkým pôsobenie osmotických síl, hlavnou súčasťou dialyzačného roztoku je osmoticky aktívna látka (napr. glukóza, aminokyseliny, icodextrín). Platí pravidlo, že čím sa použije koncentrovanejší roztok glukózy, tým vyššia je výsledná ultrafiltrácia (UF). Po určitej dobe pôsobenia dialyzačného roztoku v dutine brušnej dochádza k postupnému vyrovnaniu koncentrácií osmoticky aktívnej látky v plazme a v dialyzačnom roztoku (ekvilíbrio). Pre glukózu je tento čas 6-8 hodín. Po tomto čase sa UF spomaľuje alebo sa úplne zastaví. Najvyššia UF je pri použití glukózy na začiatku napustenia dialyzačného roztoku.

Obrázok 1. Zjednodušené znázornenie princípov difúzie a konvekcie



Difúzia a konvekcia nie sú úplne nezávislé. Konvekcia zvyšuje odstránené množstvo látky, ktoré sa odstraňuje difúziou, lebo ultrafiltrovaná voda strháva do dialyzačného roztoku aj minerály, ureu, kreatinín a ďalšie produkty metabolizmu. Nátrium (Na) sa odstraňuje sčasti difúziou, ale UF na začiatku doby pôsobenia znižuje jeho koncentráciu v dialyzačnom roztoku a tým sa zvyšuje jeho odstránenie difúziou. Koncentrácia glukózy v dialyzačnom roztoku sa znižuje difúziou. Dochádza k jej vstrebávaniu do systémovej cirkulácie (hyperglykémia) a tým klesá ultrafiltračná schopnosť, čo môže mať za následok zvýšenie spotreby inzulínu u pacientov s diabetes mellitus. Transport nátria je podstatne pomalší než transport vody. Pomer D/P pre Na je vždy < 1 . To znamená, že samotná UF by viedla k hypernatrémii. Preto sa v dialyzačnom roztoku používa nižšia koncentrácia nátria ako v sére, aby vznikol koncentračný gradient a nátrium sa odstraňovalo difúziou.

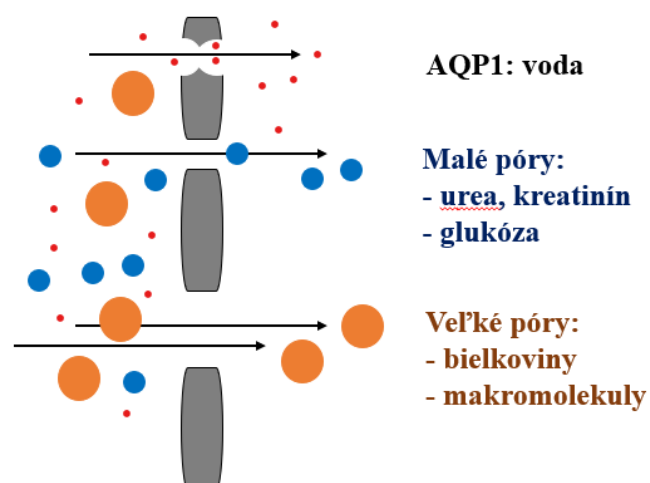
Peritoneum nemá len schopnosť odstraňovať produkty metabolizmu, ale vďaka **resorpcii** zabezpečuje aj vstrebávanie niektorých látok do systémovej cirkulácie. K takýmto látkam patria napr. bielkoviny, lieky, bikarbonát. Resorpcia bielkovín sa využíva u pacientov s malnutríciou. Vstrebávanie antibiotík, antitumorfík, chemoterapeutík a imunoglobulínov v liečbe peritonitídy. Ich lokálne dlhodobé pôsobenie, môže mať však aj škodlivé účinky, pretože poškodzujú peritoneum ako dialyzačnú membránu a prispievajú k poruche a strate jeho funkcie.

Počas dialýzy sa do dialyzačného roztoku **pinocytózou** transportuje aj malé množstvo bielkovín. Denné straty bielkovín sú približne 10-20 g/ 24 hod. a zvyšujú sa pri zvýšenej priepustnosti peritonea (napr. počas peritonitídy).

V súčasnosti stále platí tzv. „**trojpórový model**“ peritoneálneho transportu. Na základe tohto modelu hlavnou transportnou bariérou je endotel krvných kapilár. Prvým typom pórov sú „**malé póry**“, ktoré zodpovedajú štrbinám medzi bunkami endotelu a umožňujú transport urey, kreatinínu a minerálov. Druhý typ pórov sú tzv. „**veľké póry**“, ktoré zodpovedajú interendotelovým venulárnym medzerám. Tieto póry umožňujú transport

makromolekúl (bielkoviny, $\beta 2$ mikroglobulín). Tretia populácia pórov sú „**ultramalé póry**“ lokalizované v endotelových bunkách a sú špecifické pre transport vody. Pretože neprepúšťajú minerály a uľahčujú transport vody, sú dôležité pre minerálovú osmózu. Umožňujú asi polovicu UF a sú zodpovedné za pokles koncentrácie nátria v dialyzáte. Na molekulárnej úrovni zodpovedajú vodným kanálom-aquaporínom typ 1 (AQP1). Za podmienok izotonického prostredia (bez napusteného dialyzačného roztoku) sú „**ultramalé póry**“ po oboch stranách vaskulárnej bariéry (luminálnej a intersticiálnej) relatívne nepotrebné. Počas PD je ich prítomnosť veľmi dôležitá, pretože vďaka vstrebávaniu glukózy z dialyzačného roztoku sa v interstíciu výrazne zvyšuje osmotický tlak, to umožňuje UF a tým odstraňovanie prebytočných tekutín pri hyperhydratácií. Prvých 10-20 min. po napustení hypertonického roztoku do dutiny brušnej, dochádza k rýchlemu poklesu nátria prostredníctvom vody, ktorá sa hromadí v peritoneálnej dutine. Voda prestúpi transportnou bariérou prostredníctvom AQP1. Minerály cez tieto póry neprechádzajú a tým sa vytvára bezminerálová UF. Inhibíciou AQP1 dochádza k výraznému poklesu UF približne o 60 %. Na životnosť AQP1 vplýva viacero faktorov, ku ktorým patrí prekonaná peritonitída, toxické pôsobenie dialyzačného roztoku a jeho degradačných produktov a trvanie PD. Pôsobením týchto faktorov dochádza k vzniku morfológických zmien. Deskvamácia a degenerácia mezotelových buniek, fibrotizácia interstícia a neovaskularizácia má za následok poruchu alebo stratu AQP1, čím sa znižuje účinnosť UF.

Obrázok 2. Zjednodušený „Trojpórový model“ peritoneálneho transportu (upravené podľa Agarwal a spol., 2007)



1.4 Indikácie a kontraindikácie, nevýhody a výhody peritoneálnej dialýzy

Peritoneálna dialýza patrí medzi akútne a chronické kontinuálne dialyzačné metódy, ktoré nahrádzajú funkciu obličiek počas ich zlyhania. O výbere dialyzačnej metódy rozhoduje typ ochorenia, vek, klinický stav, možnosti cievneho prístupu, stav peritonea, ale aj skúsenosť ošetrojúceho personálu (lekár, sestra). Akútna PD je u dospelých pacientov podľa odporúčaní medzinárodnej spoločnosti pre PD (International Society for peritoneal dialysis-ISPDP) z roku 2014 odporúčaná iba vtedy, ak nie sú dostupné iné dialyzačné metódy alebo nie je možné tieto dialyzačné metódy realizovať. Chronická PD je svojou účinnosťou a výhodami zrovnateľná s HD. Jej použitie v rôznych častiach sveta je rozdielne a ovplyvnené viacerými faktormi (medicínske, nemedicínske napr. socioekonomické). Porovnanie peritoneálnej dialýzy a hemodialýzy je uvedené v tabuľke 1.

Tabuľka 1. Porovnanie peritoneálnej dialýzy a hemodialýzy

	PD	HD
Metóda	intrakorporálna, kontinuálna	extrakorporálna, intermitentná
Membrána	prirodzená, s určitým počtom a priemerom pórov, veľkosť membrány sa nedá ovplyvniť	syntetická s vysokým počtom pórov a malým priemerom, veľkosť membrány sa dá ovplyvniť
Princíp	difúzia, konvekcia, absorpcia, osmotický transmembránový tlak	difúzia, konvekcia, hydrostatický transmembránový tlak
Prístup	brušný	cievny
Antikoagulácia	nie je potrebná	zvyčajne nutná
Reziduálna diuréza	dlhšie zachovaná	
Infekcia	peritonitída, exite site a tunelová infekcia	endokarditída, katérová infekcia
Kvalita života	väčšia voľnosť, estetický pohľad-katéter v dutine brušnej (predovšetkým mladé dievčatá), denná realizácia	potreba dochádzania do dialyzačného strediska, menšia voľnosť, viac akútnych komplikácií
Anémia	menej častá, menšia dávka erytropoetínu	častejšia
Diéta/ tekutiny	menej prísna, tekutiny podľa diurézy	prísnejšia, tekutiny podľa diurézy
KVS	sklon k hyperhydratácií pri anúrii	hyperkinetická cirkulácia, zmeny intravaskulárneho objemu, častejšia hypertenzia, častejšie minerálové zmeny
Bielkoviny	vyššie straty	nižšie straty
Lipidy	zvýšené TAG a lipoproteíny, nízky HDL cholesterol	

Legenda: HDL-High-density lipoprotein, KVS-kardiovaskulárny systém, TAG-triacylglyceroly

K absolútnym kontraindikáciám akútnej alebo chronickej PD patrí porucha integrity steny dutiny brušnej (omfalokéla, gastroschíza, extrofia močového mechúra, diafragmatická hernia). Bližšie informácie o jednotlivých výhodách a nevýhodách, indikáciách a kontraindikáciách PD v liečbe obličkového zlyhania u detí sú uvedené v jednotlivých kapitolách (kapitola 2 a 3).

1.5 Technické a materiálne zabezpečenie

1.5.1 Peritoneálny dialyzačný roztok

Peritoneálny dialyzačný roztok obsahuje minerály (nátrium, magnézium, kalcium a chloridy), osmoticky aktívnu látku k zaisteniu UF (glukóza, icodextrín a bielkoviny) a bázu za účelom kompenzácie metabolickej acidózy (bikarbonát, laktát). Roztok neobsahuje kálium. Koncentrácia minerálov, osmolalita a pH roztokov je rôzna.

Tabuľka 2. Jednotlivé zloženie vybraných peritoneálnych dialyzačných roztokov

	Balance ®	Bicavera ®	Extraneal ®	Physioneal ®
Na (mmol/ l)	134	134	133	132
K (mmol/ l)	-	-	-	-
Ca (mmol/ l)	1,25/ 1,75	1,75	1,75	1,25
Glukóza (%)	1,5/ 2,3/ 4,25	1,5/ 2,3/ 4,25	-	1,36/ 2,27/ 3,86
Laktát (mmol/ l)	35	-	40	15
HCO ₃ ⁻ (mmol/ l)	-	34	-	25
Osmolalita	354	358	284	344
pH	7	7	5 – 6	7,4
Icodextrín	-	-	7,5 %	-

Legenda: Ca-kalcium, HCO₃⁻ hydrogénuhličitan, K-kálium, Na-nátrium

Roztok s glukózou je najčastejšie a najdlhšie používaný dialyzačný roztok. Koncentrácia glukózy v roztoku je rôzna. Komerčne sú v súčasnosti dostupné tri koncentrácie glukózy a to 1,5 %, 2,5 % a 3,5 % (v zahraničnej literatúre zodpovedá 4,25 %). Čím je koncentrácia glukózy v roztoku vyššia, tým je zabezpečený vyšší osmotický gradient a väčšia UF. Nevýhodou tohto roztoku je väčšia tvorba degradačných produktov glukózy a nízke pH. Roztok znižuje obranyschopnosť peritonea a môže spôsobovať hyperglykémiu.

Roztok s icodextrínom obsahuje polymér glukózy icodextrín. Používa sa na dosiahnutie dlhodobej UF až 12 hodín. Mechanizmus účinku je odstránenie Na a vody

prostredníctvom „malých pórov“ a nie cez AQP1. Najčastejšie sa používa u dospelých pacientov s poruchou UF, pri hyperhydratácií a pri zmene funkcie peritonea. Nevýhodou je možný vznik alergickej reakcie a hromadenie maltózy v organizme, ktorá vzniká pri štiepení icodextrínu. Pri jeho používaní u diabetikov môže dochádzať k falošne vyššej glykémii, pokiaľ sa glykémia monitoruje glukometrom, ktorý meria nielen glukózu ale aj maltózu. U dospelých pacientov sa používa najčastejšie jedenkrát denne počas jednej dlhej doby pôsobenia v objeme 1000-2000 ml.

Informácie o jeho použití v detskom veku sú nedostatočné. Podľa dostupných štúdií jeho vplyv na koncovú UF závisí od množstva použitého roztoku a od veku pacienta. U pacientov v najnižšej vekovej kategórii bola zaznamenaná malá alebo aj žiadna UF a dochádzalo naopak aj k jeho resorpcii. Vo vyššej vekovej kategórii bol jeho efekt podobný ako u dospelých pacientov. Vplyv použitého objemu roztoku na výslednú UF je tiež dôležitý. Minimálny objem, ktorý by mal zabezpečiť UF je 550 ml/ m².

Roztok s aminokyselinami obsahuje esenciálne aminokyseliny a používa sa u pacientov s nedostatočnou výživou. U pacientov v chronickom dialyzačnom programe sa používa len na jednu dlhšiu výmenu denne v režime CAPD. Nevýhodou tohto roztoku je častý rozvoj metabolickej acidózy a zvýšenie koncentrácie dusíkatých látok. U detí sa používajú častejšie počas APD kombinovane riedením dvoch typov roztokov (roztok s glukózou a aminokyselinami). Zlepšuje sa tak nutričný status a nedochádza tak často k rozvoju metabolickej acidózy a k zvýšeniu dusíkatých látok ako pri použití počas jednej výmeny.

Roztoky s nízkou koncentráciou vápnika (Ca 1,25 mmol/ l) **a horčíka** sa používajú u dojčiat, detí do 2 rokov a pacientov s hyperkalcémiou. Primeraná koncentrácia vápnika, horčíka a fosforu je dôležitá v prevencii porúch kalcio-fosfátového metabolizmu a kardiovaskulárnych ochorení.

Roztoky s laktátom a bikarbonátom sa používajú ku korekcii metabolickej acidózy. V súčasnosti sa častejšie používajú roztoky s bikarbonátom. Laktát sa neodporúča podávať kriticky chorým pacientom, pri šokových stavoch a novorodencom s poruchou metabolizmu.

Koncentrácia nátria v roztokoch je vždy o niečo nižšia ako koncentrácia nátria v sére, aby sa zabezpečilo jeho dostatočné odstraňovanie. To je väčšinou nevýhoda u dojčiat a detí do 1 roka, ktoré majú zníženú koncentráciu nátria v krvi. U týchto detí sa odporúča používať roztoky s vyššou koncentráciou nátria a súčasná suplementácia perorálne.

Neutrálne pH znižuje koncentráciu degradačných produktov glukózy, rýchlejšie upravuje metabolickú acidózu, čím sa znižuje katabolizmus bielkovín s pozitívnym ovplyvnením stavu výživy a kalcio-fosfátového metabolizmu. Dialyzačné roztoky sa komerčne vyrábajú v sterilných vakoch s rôznym objemom (2000 ml, 2500 ml, 5000 ml). Pri dlhodobej expozícii roztoku v brušnej dutine dochádza k vzniku tzv. „sterilného zápalu“. Dochádza k exfoliácii mezotelových buniek, s následnou štrukturálnou zmenou peritonea a postupnou stratou funkcie peritonea ako dialyzačnej membrány. Degradačné produkty glukózy poškodzujú peritoneum priamo alebo zvýšením glykozylácie. Na molekulárnej úrovni sú bunky peritonea poškodzované zmenou genotypu s následnou zmenou funkcie a zvýšenou tvorbou fibrínu a rastových faktorov, predovšetkým tumor nekrotizujúceho faktora $\beta 1$ (TNF $\beta 1$), ktoré zvyšujú proliferáciu a priepustnosť ciev. Preto sa v súčasnosti kladie veľký dôraz na biokompatibilitu dialyzačných roztokov, čím sa predlžuje životnosť a funkčnosť peritonea. Cieľom je nahradiť glukózu ako osmoticky aktívnu látku, odstrániť jej degradačné produkty, vytvoriť neutrálne pH a používať bikarbonát. U detí by sa mali používať predovšetkým roztoky s nižším obsahom kalcia, neutrálnym pH a s bikarbonátom.

Do brušnej dutiny sa dialyzačný roztok napúšťa zohriaty na 35 až 37 °C. Môže mať aj izbovú teplotu. Podávanie studeného dialyzačného roztoku môže u dojčiat vyvolať chladom indukovanú hypotenziu, u niektorých pacientov je nepríjemné a často až bolestivé. Ako prevencia bolesti (napríklad po implantácii katétra s akútnou potrebou dialýzy) sa do vakov môže pridávať 1 % roztok Mesocainu (10 ml). Do roztoku sa môže pridávať heparín, inzulín, kálium, antibiotiká a imunoglobulíny. Absorpcia intraperitoneálne podávaného liečiva je ovplyvnená priepustnosťou peritonea, dĺžkou doby pôsobenia, vlastnosťami liečiva ale aj prebiehajúcou peritonitídou. Väčšie molekuly sa horšie vstrebávajú. Väzbou liečiva na plazmatické bielkoviny sa vstrebávanie zrýchľuje. Počas peritonitídy sa zvyšuje priepustnosť peritonea a tiež aj absorpcia niektorých antibiotík a inzulínu.

Heparín (nefrakcionovaný) sa pridáva do roztokov ako prevencia tvorby krvných zrazenín a fibrínových vlákien pri peritonitíde a po implantácii dialyzačného katétra. Do systémovej cirkulácie sa vstrebáva len zanedbateľná časť a preto sa môže podávať aj u pacientov užívajúcich systémove antikoagulanciá a pacientov s poruchou koagulácie. Dávka heparínu je **500-1000 IU/ liter** dialyzačného roztoku. Heparín neovplyvňuje vstrebávanie antibiotík a straty bielkovín do dialyzátu. Trombocytopénia je raritná komplikácia.

Obrázok 3. Fibrínové vlákna v odpadovom vaku po ukončení dialýzy-označené šípkami (vlastný archív autora)



Inzulín sa používa prevažne u pacientov s hyperglykémiou (diabetes mellitus, kriticky chorí pacienti). Počas jeho podávania je dôležité dôsledné monitorovanie glykémie. Po intraperitoneálnom podaní sa inzulín vstrebáva predovšetkým do portálneho riečiska, čo spôsobí zníženú produkciu glukózy v pečeni, čím sa znižuje kolísanie glykémie v sére. Množstvo pridávaného inzulínu závisí od koncentrácie glukózy v dialyzačnom roztoku (**4-5 IU inzulínu/ l roztoku s koncentráciou glukózy 1,5 %, 5-7 IU inzulínu/ l pre 2,5 % a 7-10 IU inzulínu/ l roztoku s koncentráciou glukózy 3,25 %**). Medzi nežiadúce účinky intraperitoneálneho podania patrí hypoglykémia, subkapsulárna pečenná steatóza, peritonitída, mierny vzostup koncentrácie triacylglycerolov (TAG) a pokles HDL cholesterolu.

Kálium sa pridáva do roztokov u pacientov s hypokaliémiou. Najčastejšie sa používa 7,45% roztok KCl v dávke **3-4 mmol (zodpovedá 3-4 ml)/ l dialyzačného roztoku**. Väčšie množstvo pridávaného kálie sa neodporúča (viac ako 5 mmol/ l), pretože dráždi peritoneum. Po aplikácii 20 mmol kálie sa zvýši koncentrácia kálie v sére o 0,44 mmol/ l.

Antibiotiká sa najčastejšie pridávajú do dialyzačných roztokov počas peritonitídy, ale aj ako preventívne podávanie počas inzercie dialyzačného katétra (prevencia infekcie). Intraperitoneálne podávanie je výhodnejšie pre vyrovnanejšiu koncentráciu v roztoku. Antibiotiká sa môžu podávať nielen do roztokov s glukózou, ale aj do roztokov s neutrálnym pH, icodextrínom a aminokyselinami. Kompatibilita jednotlivých antibiotík s rôznymi typmi roztokov je uvedená v kapitole 1.7.1. Pri používaní dvojkomorových vakov by sa mal najprv roztok zmiešať (premiešanie oboch komôr), až potom by sa mali aplikovať antibiotiká. Vhodné je po ich aplikácii uložiť roztoky v chladnom prostredí, aby sa dlhšie udržala stabilita antibiotík.

Imunoglobulíny sa používajú ako súčasť liečby alebo prevencia peritonitídy a pri hypogamaglobulinémii. Hypogamaglobulinémia je častá komplikácia u detí v pravidelnom dialyzačnom programe. Jej príčinou sú zvýšené straty imunoglobulínov do dialyzačného roztoku, ich nedostatočná tvorba pri dysfunkcii T a B lymfocytov a porucha výživy. Ako súčasť liečby peritonitídy sa podľa niektorých štúdií odporúča podávať imunoglobulíny v dávke **100 mg/ kg/ v jednej dávke denne**. Na našom pracovisku podávame pri hypogamaglobulinémii počas peritonitídy jednorázovú substitučnú dávku imunoglobulínov **0,4 g/ kg/ dávku**. Pri hypogamaglobulinémii bez peritonitídy častejšie používame subkutánne podávanie substitúcie imunoglobulínov.

1.5.2 Peritoneálny dialyzačný katéter

Peritoneálny dialyzačný katéter zaisťuje prístup do dutiny brušnej. Väčšinou je vyrobený zo silikónového kaučuku. Skladá sa z intraabdominálnej a extraabdominálnej časti. Intraabdominálna časť je perforovaná početnými otvormi, cez ktoré tečie dialyzačný roztok. Koniec je rovný alebo stočený (pigtail). Extraabdominálna časť je rovná, napája sa na konektorový systém (titánová spojka) a transfer set, prostredníctvom ktorého sa pacient pripája na PD. Titán má antibakteriálne účinky. Transfer set sa vymieňa raz za 6 mesiacov alebo vždy keď dôjde k jeho poškodeniu a vždy po peritonitíde. Titánová spojka sa vymieňa vždy po peritonitíde a pri výmenách transfer setu sa dezinfikuje. Katéter je obvyčajne fixovaný v podkoží manžetami, ktoré sú zhotovené z polyetyléntereftalátových vlákien (dacron), do ktorých po implantácii vrastajú fibroblasty a tým fixujú katéter. K dispozícii sú aj katétre bez manžiet. Vnútorný priemer dialyzačného katétra je 2,6 mm, dĺžka je rôzna a určuje sa podľa hmotnosti pacienta a miesta inzercie.

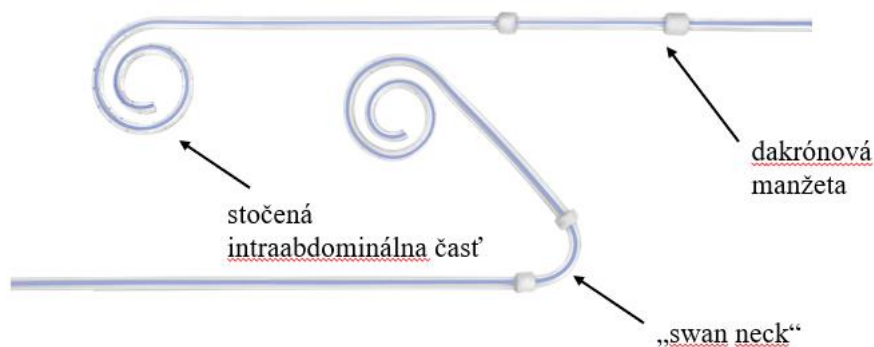
Tabuľka 3. Dĺžka peritoneálneho dialyzačného katétra v závislosti od hmotnosti pacienta

Hmotnosť pacienta	Dĺžka dialyzačného katétra
menej ako 5 kg	rovný 31 cm
5-7,5 kg	curl cath 39 cm
7,5-20 kg	curl cath 43 cm
viac ako 20 kg	curl cath 59 cm

Dostupné sú rigidné alebo flexibilné dialyzačné katétre. Rigidné katétre sú rizikové z pohľadu úniku dialyzačného roztoku popri katétri, dislokácii konca v dutine brušnej a rizika perforácie vnútrobrušných orgánov pri ich zavádzaní. Najčastejšie používaným je Tenckhoffov dialyzačný katéter so stočenou intraabdominálnou časťou typu „swan necked“

so 150 ° ohnutím v podkožnej časti medzi vstupom do peritonea a výstupom na koži (obrázok 4).

Obrázok 4. Tenckhoffov curl cath a curl cath swan neck, intraabdominálna časť je stočená alebo rovná a perforovaná.

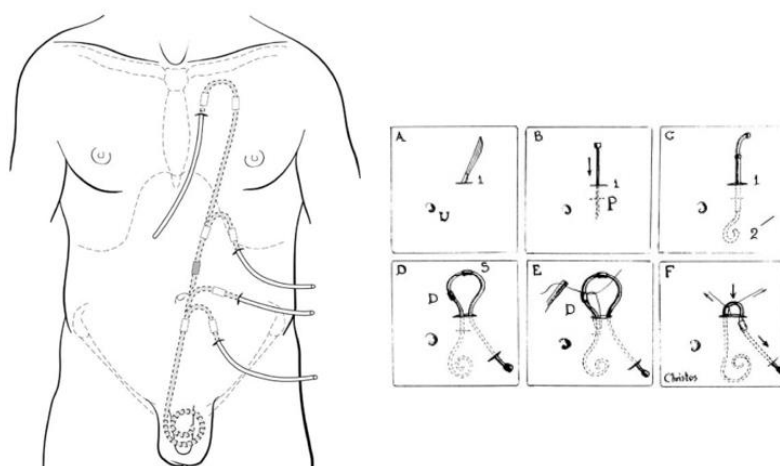


Obrázok 5. Konektorový systém na pripojenie peritoneálneho dialyzačného katétra (transfer set a titánová spojka).



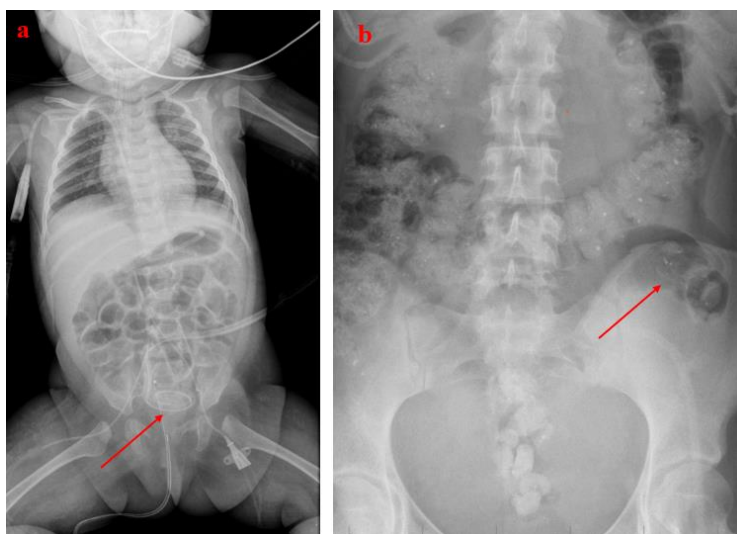
Dialyzačné katétre sa najčastejšie implantujú chirurgicky (laparoskopicky, laparotomicky) v celkovej anestézii. Pri chirurgickej implantácii sa katéter tunelizuje pošvou musculus rectus abdominis. Seldingerovou metódou sa zavádzajú dialyzačné katétre bez manžiet priamo na lôžku pacienta. Katétre bez manžiet sú rizikové z prestupu infekcie do brušnej dutiny a častejšie sa u nich objavuje skorý únik dialyzačného roztoku. Implantácia a vytvorenie exitu je kľúčové pre správnu funkciu a dlhodobé používanie katétra a preto by ju mal realizovať len chirurg s dostatočnými skúsenosťami. Peritoneálny dialyzačný katéter nie je totiž drén, ako by sa mohlo zdať.

Obrázok 6. Vytvorenie a jednotlivé polohy exite site dialyzačného katétra (upravené podľa Crabtree, 2006,).



Pred implantáciou dialyzačného katétra sa zavádza permanentný močový katéter ako prevencia možnej perforácie močového mechúra. Správna poloha intrabdominálnej časti dialyzačného katétra je v cavum Duglasi. Poloha sa overuje natívnou RTG snímkou brucha. Ak je intraabdominálna časť lokalizovaná mimo cavum Duglasi, ale dialyzačný katéter je funkčný (neviazne vypúšťanie a napúšťanie roztoku, nespôsobuje bolesť a nezhoršuje respiráciu alebo ventilačné parametre), môže byť ponechaný aj v tejto polohe a nie je prekážkou v realizácii PD.

Obrázok 7. a) správna poloha konca dialyzačného katétra-označené šípkou, b) dislokácia dialyzačného katétra pod ľavý rebrový oblúk-označené šípkou (vlastný archív autora)



Ako prevencia infekcie sa počas implantácie dialyzačného katétra používajú antibiotiká. Parciálna omentektómia sa odporúča ako prevencia obštrukcie katétra.

Osobitosti použitia katétrom pre akútnu a chronickú PD sú opísané v jednotlivých kapitolách (2, 3, 4 kapitola).

Dialyzačný roztok je napúšťaný do dutiny brušnej po koncentračnom gradiente cez Y-set (ručná dialýza) alebo pomocou cyklovača (cyclor). Pre akútnu PD sú v súčasnosti 3 systémy a to vak na ručnú PD od firmy Baxter, systém PD-paed (Fresenius medical care) a Dialy-nate systém (Utah Medical Products, Midvale, UT, USA). Na Slovenskom trhu sú k dispozícii prvé dva systémy. Pre automatizovanú PD sú k dispozícii dva cyklovače a to Homechoice (firma Baxter) a SleepSafe Harmony (Fresenius medical care). V súčasnosti sa v PD liečbe rozvíja telemedicína. Spoločnosť Baxter uvádza na trh Homechoice Claria s komunikačnou platformou Sharesource. Cyklovač ohrieva, napúšťa a vypúšťa dialyzačný roztok v požadovanom množstve podľa dopredu nastaveného režimu. Cyklovač je možné použiť pre pacientov s minimálnym napusteným objemom na jednu výmenu 60 ml. Pre menšie objemy sa používajú sety na ručnú PD.

Obrázok 8. HomeChoice (Baxter) a vak na ručnú dialýzu (Baxter) (vľavo), SleepSafe Harmony (Fresenius medical care) a systém PD-paed (Fresenius medical care) (vpravo).



K ďalšiemu potrebnému vybaveniu patria váhy, platne na ohrev dialyzačných roztokov, stojany, spojovacie konektory k ochrane spojov, koncovky na dialyzačné katétre, dezinfekčné prípravky, rúška, rukavice, ošetrovací a obväzový materiál (starostlivosť o exite site).

1.6 Realizácia a režim peritoneálnej dialýzy

Po správnej implantácii dialyzačného katétra sa môže začať s dialýzou takmer okamžite. Správne načasovanie dialýzy od implantácie dialyzačného katétra je dôležité

predovšetkým pri chronickej PD („break in“ perióda), pretože je nutná fixácia katétra zarastení manžiet. S akútnou dialýzou sa môže začať okamžite. Dialýza sa môže realizovať pomocou ručných setov alebo pomocou cyklovača.

Automatizovaná PD je v súčasnosti najčastejšie využívaný typ PD. Je metódou prvej voľby u pediatrických pacientov s chronickou chorobou obličiek (CKD). Je ideálna pre pacientov s vysokou priepustnosťou peritonea, pacientov s minimálnou diurézou, pacientov so zvýšeným intraabdominálnym tlakom (hernie). Liečba prebieha najčastejšie počas noci a je ideálna aj pre dospelých pacientov s aktívnym spôsobom života a zamestnaných. Pediatrickým pacientom umožňuje návštevu škôlky, školy, bez obmedzenia bežných denných aktivít. Riziko peritonitídy je nižšie ako u pacientov liečených CAPD (menej manipulácií s katétrom, zvýšená obranyschopnosť peritonea pri intermitentných režimoch).

1.7 Komplikácie peritoneálnej dialýzy

Komplikácie PD sa schematicky rozdeľujú na infekčné a neinfekčné.

1.7.1 Infekčné komplikácie

1.7.1.1 Akútna peritonitída

Akútna peritonitída je jednou z najobávanejších komplikácií PD. Je najčastejšou príčinou zmeny dialyzačnej metódy na HD pre stratu funkcie peritonea ako dialyzačnej membrány.

▪ Etiológia

V detskej populácii sú najčastejším vyvolávateľom gram pozitívne baktérie (*Staphylococcus epidermidis, aureus*, 44 % epizód), gram negatívne baktérie (*Pseudomonas species* a *Klebsiella species*, 25 % epizód) a z ostatných vyvolávateľov sú to kvasinky (0-5 % epizód).

▪ Patogenéza

V patogenéze peritonitídy sú dôležité mezotelové bunky, ktoré udržiavajú homeostázu, štruktúru a obranyschopnosť peritonea. Syntetizujú veľké množstvo cytokínov, interleukínov (IL 1, 6), rastových faktorov, TNF α , β , proteínov a proteoglykanov. Ich povrch je krytý glykokalyxom, ktorý má určitú hrúbku. Počas peritonitídy dochádza k postupnej strate glykokalyxu. Mezotelové bunky pod vplyvom bakteriálnych toxínov menia svoju funkciu, začínajú produkovať cytokíny a podliehajú apoptóze. Vplyvom týchto zmien sa zvyšuje tvorba fibrínu produkciou fibroblastov a myofibroblastov, dochádza

k zhrubnutiu stien kapilár s postupnou poruchou funkcie peritonea ako dialyzačnej membrány.

Medzi rizikové faktory zo strany pacienta patrí užívanie liekov (H_2 blokátory, inhibítory protónovej pumpy, antibiotiká, kortikosteroidy, imunosupresíva), komorbidity (diabetes mellitus, imunodeficientné stavy), nosičstvo *Staphylococcus aureus* v nosovej dutine, prítomnosť umelých vyústení v okolí dialyzačného katétra (vezikostómia, nefrostómia, gastrostómia), vek, stav výživy, samotný režim PD, typ dialyzačného katétra, technika realizácie dialýzy a hygienický štandard. Z rizikových faktorov mikroorganizmu je to schopnosť tvoriť biofilm a typ mikroorganizmu. H_2 blokátory a inhibítory protónovej pumpy znižujú tvorbu žalúdočnej kyseliny, ktorá je jedným z protektívnych faktorov patogénnej kolonizácie gastrointestinálneho traktu. Profylaktické podávanie antibiotík spôsobuje prerastanie mykotickej flóry, čím sa zvyšuje riziko mykotickej peritonitídy. Počas PD dochádza k pravidelným stratám imunoglobulínov a k „zried'ovaniu“ peritoneálnej tekutiny s poklesom počtu imunokompetentných buniek, protilátok a opsonizačnej aktivity. Imunokompetentné bunky sú poškodzované aj nízkym pH, vyššou koncentráciou glukózy v roztoku a jej degradačnými produktami. Samotná PD je proinflamačný proces.

Väčšina detských pacientov je v súčasnosti liečených APD. Častejší výskyt peritonitídy je zaznamenaný u pacientov s režimom, kde je dutina brušná neustále naplnená dialyzačným roztokom a nedochádza k obnove imunokompetentných buniek.

Niektoré druhy mikroorganizmov sú schopné tvoriť biofilm, ktorý ich chráni pred pôsobením vonkajších vplyvov, fagocytózou a pôsobeniu antibiotík. Vďaka tomu sú tieto mikroorganizmy schopné perzistovať v manžete a na povrchu alebo v lumene dialyzačného katétra a vyvolávať perzistujúcu peritonitídu alebo opakované relapsy peritonitídy. Tvorit' biofilm sú schopné niektoré druhy *Staphylococcus*, *Corynebacterium species*, *Pseudomonas aeruginosa*, *E. coli* a *Candida*. Biofilm je zložený z proteínov (fibrinogén, fibronektín, trombospondín a von Willebrandov faktor), ktoré slúžia ako mediátory adhérencie mikroorganizmov na povrchu dialyzačného katétra. Jeho tvorba je závislá od prítomnosti baktérií a vlhkého prostredia, ktoré je zdrojom výživy. Kolonizácia dialyzačného katétra mikroorganizmami začína od exit site na vonkajšej strane a postupne prechádza aj na vnútornú stranu.

Tabuľka 4. Rizikové faktory pre vznik peritonitídy

Rizikové faktory
Zo strany mikroorganizmu <ul style="list-style-type: none"> ▪ vek ▪ stav výživy (hypoalbuminémia, hypoproteinémia) ▪ porucha imunity ▪ užívanie liekov (antibiotiká, inhibítory protónovej pumpy) ▪ komorbidity ▪ stómie ▪ hygienický štandard
Zo strany mikroorganizmu <ul style="list-style-type: none"> ▪ tvorba biofilmu (<i>staphylococcus</i>, <i>Corynebacterium species</i>, <i>Pseudomonas aeruginosa</i>, <i>Escherichia coli</i>, <i>candidy</i>) ▪ typ mikroorganizmu
Ostatné rizikové faktory <ul style="list-style-type: none"> ▪ typ dialýzy (CCPD) ▪ trvanie dialýzy ▪ dialyzačný roztok (pH, koncentrácia glukózy, degradačné produkty) ▪ dialýza je proinflamačný proces

Legenda: CCPD-kontinuálna cyklická peritoneálna dialýza (Continuous Cyclic Peritoneal Dialysis)

Patogén sa do dutiny brušnej môže dostať intraluminálne, periluminálne, transmurálne, hematogénne a transvaginálne.

Intraluminálny prechod je cez otvorený dialyzačný katéter. Najčastejšími baktériami sú *Staphylococcus aureus a epidermidis*, *Pseudomonas aeruginosa* a *Corynebacterium species*, Najčastejšia príčina je nedostatočná hygiena a nesprávna manipulácia s dialyzačným katétrom.

Periluminálny prechod je pozdĺž dialyzačného katétra pri tunelovej a exite site infekcii a úniku dialyzačného roztoku (laek). Najčastejšími baktériami sú *Staphylococcus aureus a epidermidis* a *Pseudomonas aeruginosa*.

Transmurálny prechod je cez stenu čreva (napr. pri divertikulóze, apendicitíde, cholecystitíde) a pri perforácii črevnej steny, veľmi často aj po inštrumentárnych výkonoch (kolonoskopia a cystoskopia). Najčastejšie sú to gram negatívne baktérie.

Hematogénny prechod sa uplatňuje pri bakteriémii najčastejšie počas stomatochirurgických výkonoch.

Transvaginálny prechod sa uplatňuje pri gynekologických zápaloch a zápaloch dolných močových ciest. Najčastejším mikroorganizmom sú kvasinky.

Podľa priebehu infekcie rozlišujeme perzistujúcu (refraktérna), relabujúcu a rekurentnú peritonitídu.

Perzistujúca (refraktérna) peritonitída je typ peritonitídy, pri ktorej nedochádza k zlepšeniu stavu do 96 hodín od začatia antibiotickej liečby. Najčastejšia príčina je nedostatočne liečená peritonitída (nedostatočná dávka antibiotika, krátka doba liečby). Často je spojená s exit site alebo tunelovou infekciou. Najčastejšími vyvolávateľmi sú intracelulárne baktérie alebo baktérie, ktoré sú schopné prežívať na povrchu dialyzačného katétra.

Relabujúca peritonitída je návrat peritonitídy vyvolanej tým istým mikroorganizmom do 4 týždňov po ukončení antibiotickej liečby. Najčastejšími vyvolávateľmi sú baktérie prežívajúce intraperitoneálne a baktérie tvoriace biofilm.

Rekurentná peritonitída (reinfekcia) vznikne do 4 týždňov od ukončenia antibiotickej liečby, ale je vyvolaná iným mikroorganizmom.

Gram pozitívna peritonitída je najčastejšie sa vyskytujúca peritonitída. Inkubačná doba je 24-48 hodín, môže byť kratšia (6-12 hodín). Je často asociovaná s nosičstvom *Staphylococcus aureus* v nosovej dutine, s chirurgickými výkonmi (stomatochirurgické výkony, tonsilektómia), tunelovou a exit site infekciou.

Gram negatívna peritonitída je najčastejšie spojená s intraabdominálnou patológiou (apendicitída, ...). Väčšinou má závažný priebeh s potrebou extrakcie dialyzačného katétra.

Pseudomonádová peritonitída prebieha ako vážna infekcia. Často je spojená s infekciou dialyzačného katétra. Prítomná je porucha funkcie peritonea ako dialyzačnej membrány, s nutnosťou zmeny dialyzačnej metódy na HD a extrakciou dialyzačného katétra. Mortalita a morbidita je vysoká.

Polymikrobiálna peritonitída najčastejšie vzniká pri perforácii črevnej steny. Často vzniká ako následok náhlej príhody brušnej, po chirurgických výkonoch, ale aj po diagnostických výkonoch. Častejšie sa s ňou stretávame u starších pacientov ako u detí. Mortalita a morbidita je vysoká.

Mykotická peritonitída je zriedkavý typ peritonitídy. Hoci je jej incidencia u detských pacientov nízka, morbidita a mortalita je relatívne vysoká (5-7 %). Je vždy spojená s trvalou poruchou funkcie peritonea ako dialyzačnej membrány a je najčastejšou príčinou zmeny dialyzačnej metódy na HD. K rizikovým faktorom patrí profylaktické

užívanie antibiotík a predchádzajúca epizóda bakteriálnej peritonitídy (častejšie gram negatívna), imunosupresívna liečba a zlý nutričný stav pacienta.

Špecifická peritonitída je veľmi vzácna. Je častejšia u imunokompromitovaných pacientov. Vyvolávateľom je *Mycobacterium tuberculosis*, ale aj *Mycobacterium avium* a *fortuitum*. Klinický obraz je netypický. Skalený dialyzát a bolesť brucha nie sú často vôbec prítomné. Častejšie sú nešpecifické príznaky (nauzea, vracanie, pokles telesnej hmotnosti a strata UF), ale môže mať aj asymptomatický priebeh. Diagnostika je značne zložitá pre pomalý rast mykobaktérií. V definitívnej diagnostike sa využíva stanovenie mykobakteriálnej deoxyribonukleovej kyseliny (DNA) v dialyzáte polymerázovou reťazovou reakciou (PCR).

▪ **Klinický obraz**

Najčastejším klinickým prejavom je skalený dialyzát. Typická je bolesť brucha a horúčka. Čím je dieťa menšie, tým častejšie peritonitída prebieha pod obrazom sepsy. Z ostatných príznakov môžu byť prítomné nauzea, vracanie, nechutenstvo, hnačka alebo naopak zápcha. Akútna peritonitída môže byť komplikovaná rozvojom paralytického ilea. U mladších pacientov (deti do 3 rokov) môže peritonitída prebiehať pod obrazom systémovej zápalovej odpovede aj s multiorgánovým zlyhávaním.

▪ **Diagnostika**

Podľa medzinárodných odporúčení je peritonitída diagnostikovaná ak sú splnené dve z nasledujúcich kritérií: **bolesť brucha alebo skalený dialyzát, zvýšený počet leukocytov v dialyzačnom roztoku ($> 100/\text{ul}$, dominantne polymorfonukleárov $> 50\%$) alebo $> 0,1 \times 10^9/\text{l}$ (po dobe pôsobenia minimálne 2 hodiny) a pozitívna kultivácia**. Na posúdenie počtu elementov sa dialyzát odoberá do skúmavky s kyselinou etylendiamintetraoctovou (EDTA) a mal by byť spracovaný do 2 hodín od odberu. **Fyziologický počet leukocytov v dialyzáte je $< 100/\text{ul}$ (70 % monocytov, 15 % polymorfonukleárov, 10 % lymfocytov a 5 % eozinofylov)**. Počet leukocytov v dialyzáte je závislý na dĺžke doby pôsobenia dialyzačného roztoku. Čím dlhšia je doba pôsobenia, tým vyššia je koncentrácia leukocytov v dialyzáte. Nižší počet leukocytov majú pacienti na APD pre jej vysokú účinnosť, a preto aj počet leukocytov počas peritonitídy môže byť nižší ako $100/\text{ul}$. U týchto pacientov je dôležitejší diferenciálny rozpočet. Eozinofyly môžu byť zvýšené pri špecifickej a mykotickej peritonitíde. **Dialyzát sa na mikrobiologické vyšetrenie odoberá pred nasadením antibiotickej liečby a čo možno z najdlhšej doby pôsobenia**. Ak ho nie je možné spracovať, mal by sa skladovať pri izbovej teplote. Na oddelení sa odoberá 5-10 ml dialyzátu do skúmavky na hemokultúru (anaeróbna a aeróbna). Mykobaktérie sa stanovujú

metódou PCR. Negatívny kultivačný nález peritonitídy nevyklučuje. U detí je až 20 % peritonitíd spojených práve s kultivačne negatívnym nálezom.

V krvnom obraze môže byť prítomná leukocytóza s neutrofilou, anémia a trombocytopenia. U väčšiny pacientov je prítomná zvýšená zápalová aktivita (C reaktívny proteín a prokalcitonín), hypoproteinémia, hypoalbuminémia, hypokaliémia a hyponatrémia. Hypoproteinémia a hypoalbuminémia vzniká v dôsledku zvýšených strát pri poruche peritonea a poruche syntézy v pečeni. Hyponatrémia a hypokaliémia je spôsobená dilúciou pri poruche UF. Väčšina pacientov má poruchu acidobazickej rovnováhy (acidóza) a koagulopatiu.

V diagnostike sa môže využiť aj ultrasonografické vyšetrenie hrúbky peritonea. Fyziologická hrúbka peritonea je do 0,5 mm. Pri peritonitíde je hrúbka väčšia a je zhrubnutá prevažne časť peritonea v okolí vstupu a priebehu dialyzačného katétra.

▪ **Diferenciálna diagnostika**

Skalený dialyzát môže byť prítomný u adolescentiek počas menštruácie (krvavo sfarbený) a zápalových procesoch v dutine brušnej (apendicitída, pankreatitída, cholecystitída, kolitída, infekčná hnačka). Z ostatných príčin pri skleróze peritonea, používaní icodextrínu, chemickej peritonitíde, napr. po podaní vankomycínu, malígnom ochorení a ascite. Zvýšený počet leukocytov a eozinofylov je prítomný prechodne po implantácii dialyzačného katétra, v úvode dialyzačnej liečby a u alergických pacientov.

▪ **Liečba**

Aktuálne sa liečba peritonitídy u dospelých pacientov riadi podľa odporúčení ISPD z roku 2016 a u detských pacientov z roku 2012.

Zo všeobecných zásad sa odporúča každé dieťa s peritonitídou hospitalizovať. Odporúča sa prechod na CAPD režim alebo ak je to možné pokračovať v APD s úpravou režimu (APD režim je nevýhodný pre zvýšené odstraňovanie antibiotík). Antibiotiká sa podávajú intraperitoneálne a parenterálne. Odporúča sa kontinuálne intraperitoneálne podávanie do každej výmeny alebo intermitentne do najdlhšie trvajúcej doby pôsobenia. V súčasnosti nie je odporúčenie, ktorá z modifikácií je výhodnejšia. Ak sa antibiotiká podávajú intermitentne, dĺžka doby pôsobenia by mala byť minimálne 6 hodín, aby sa zabezpečila dostatočná absorpcia antibiotika do systémovej cirkulácie. Pri kontinuálnom podávaní by mala byť doba pôsobenia 3-6 hodín počas prvých 24-48 hodín liečby. Takto modifikovaný režim PD ale nemusí byť účinný v odstraňovaní dusíkatých látok a udržania vnútorného prostredia. Počas peritonitídy je porušená ultrafiltračná schopnosť peritonea. Pacienti sú ohrození retenciou tekutín a vznikom edémov. Pre dosiahnutie dostatočnej UF

je preto potrebné zvýšiť koncentráciu glukózy. Použitie koncentrovaných roztokov glukózy ale nie je vhodné z dôvodu poškodenia peritonea. U dospelých pacientov sa preto používa roztok s icodextrínom, ktorý zabezpečuje dlhodobú UF. U detských pacientov nie sú odporúčenia na jeho použitie. Do roztokov sa ako prevencia bolesti používa Mesocian 1 %, v dávke 5 ml/ 1000 ml roztoku. Heparín sa pridáva ako prevencia zvýšenej tvorby fibrínu. Dôležitou súčasťou liečby je dôsledný monitoring pacienta. Monitoruje sa príjem a výdaj tekutín, hmotnosť, vitálne funkcie, stav výživy, laboratórne parametre. Po úspešnom preliečení epizódy peritonitídy sa vždy vymieňa transfer set a titánová spojka.

Antibiotická liečba by sa mala začať čo najskôr, hneď po odbere dialyzátu na mikrobiologické a biochemické vyšetrenie. Mala by byť súčasne účinná na gram negatívnu a gram pozitívnu mikroflóru. Podľa typu antibiotík sa podáva úvodná dávka, ktorá je vyššia a pokračuje sa podávaním nižšej dávky. Antibiotiká sa môžu podávať do všetkých roztokov (aj do roztokov s neutrálnym pH, icodextrínom a aminokyselinami). Po podaní antibiotika do vaku je roztok stabilný 24 hodín. Podľa platných odporúčení sa ako empirická liečba používa kombinácia **vankomycín** alebo **cefalosporín I. generácie** s **cefalosporínom III. generácie** alebo **aminoglykozidom**. Aminoglykozidy sa u detí používajú zriedkavejšie pre ich ototoxicitu a nefrotoxicitu. Samozrejme, pri rozhodovaní o vhodnej kombinácii je dôležité zohľadniť klinický stav, mikrobiálnu flóru pacienta a rezistenciu baktérií na pracovisku. Po identifikovaní patogénu sa používa kombinácia antibiotík s najlepšou minimálnou inhibičnou citlivosťou. Ako prevencia mykotickej peritonitídy sa odporúča podávanie antimykotík spolu s antibiotickou liečbou. Podávajú sa perorálne alebo parenterálne mimo režim PD, od druhého dňa začatia antibiotickej liečby. Liečba väčšinou končí 2 dni po skončení antibiotickej liečby. Ak je peritonitída adekvátne liečená, k zlepšeniu stavu dochádza do 24-48 hodín od začatia liečby. Podávanie antibiotík počas peritonitídy sa riadi vlastnosťami peritonea a antibiotika. **Gentamicín** sa odporúča podávať do jednej výmeny v trvaní aspoň 6 hodín v dávke 40 mg/ 2 l roztoku, najčastejšie v trvaní 2 týždne. Kontinuálne podávanie je nevýhodné pretože účinnosť aminoglykozidov je daná vrcholovou koncentráciou, nie dĺžkou expozície a dochádza k jeho vstrebávaniu do systémového obehu. Intravenózne podávanie je nevhodné pre jeho znížené vstrebávanie z krvi do peritoneálnej dutiny.

V liečbe peritonitídy spôsobenej Meticilín rezistentným *Staphylococcus aureus* (MRSA) sa používa **vankomycín** podávaný intraperitoneálne počas troch týždňov v kombinácii s rifampicínom (perorálne). Vankomycín sa môže podávať aj parenterálne v dávke 15-30 mg/ kg s maximálnou dávkou 2 g. Ďalšia dávka sa podáva podľa jeho sérovej koncentrácie

(ak klesne pod 15 mg/ l, to je zhruba ďalšie podanie po 3-5 dňoch). Môže sa podávať aj kontinuálne do každej výmeny. Medzi nežiadúce účinky patrí akútna reakcia („red man“ syndróm-začervenanie tváre, trupu, svrbenie a návaly tepla), zníženie priepustnosti peritonea, porucha sluchu.

Cefalosporíny sa môžu podávať s dobrou účinnosťou kontinuálne aj intermitentne intraperitoneálne.

Karbapenémy sú účinné proti gram pozitívnym a gram negatívnym kmeňom baktérií aj proti anaeróbom. Meropeném je stabilný v dialyzačnom roztoku 16 hodín a kompatibilný je s roztokmi s obsahom bikarbonátu.

Intraperitoneálne sa nepodáva Augmentin® (kombinácia amoxicilínu a kyseliny klavulánovej) z dôvodu nestability inhibítora β -laktamázy.

Imipeném v kombinácii s cilastatínom je nestabilný v roztokoch s laktátom.

Tazocín (piperacilín a tazobaktam) nie je stabilný v roztoku s bikarbonátom. Pre jeho nedostatočné vstrebávanie sa odporúča parenterálne podávanie.

V roztokoch Extraneal®, Nutrineal® a Physioneal® sú stabilné antibiotiká gentamicín, tobramicín, netilmicín, vankomycín, cefazolín, ampicilín, ceftazidím a antimykotikum amfotericín. Do vaku sa môžu podávať aj kombinácie antibiotík, sú však aj výnimky. Širokospektrálne penicilíny (piperacilín) sa nesmú podávať v kombinácii s aminoglykozidmi.

Tabuľka 5. Antibiotiká, antimykotiká, dávka a typ intraperitoneálneho podania.

Antibiotiká	Dávka antibiotík, antimykotík/ typ podania	
	Kontinuálne podanie mg/l (do každej výmeny)	Intermitentné podanie (do jednej výmeny denne)
Aminoglykozidy		
amikacín	LD 25 mg, MD 12 mg	2 mg/ kg
genatmicín, netilmicín	LD 8 mg, MD 4 mg	0,6 mg/ kg
Cefalosporíny		
cefazolín	LD 500 mg, MD 125 mg	15 mg/ kg
ceftazidím	LD 500 mg, MD 125 mg	1000-1500 mg/deň
cefepím	LD 500 mg, MD 125 mg	1000 mg/deň
cefuroxim	LD 200 mg, MD 100-200 mg	
ceftriaxon	LD 250 mg, MD 125 mg	1 g/ deň
cefotaxim	LD 500 mg, MD 250 mg	2 g/ deň
Penicilíny		
ampicilín	125 mg	Nie
oxacilín	125 mg	Nie
Chinolóny		
ciprofloxacín	LD 50 mg, MD 25 mg	Nie
Ostatné antibiotiká		
Vankomycín	LD 1000 mg, MD 25 mg	15-30 mg/ kg to je 2 g/ deň za 5-7 dní
Klindamycín	LD 300 mg, MD 50 mg	Nie
Teikoplanín	LD 400 mg, MD 20 mg	15 mg/ kg
Astreonam	LD 1000 mg, MD 250 mg	Nie
ampicilín + sulbaktam	LD 1000 mg, MD 100 mg	2 g každých 12 hodín
imipeném + cilastatin	LD 250 mg, MD 100 mg	Nie
Antimykotiká		
Flukonazol	Nie	IP 200 mg každých 24-48 hodín
Vorikonazol	Nie	IP 2,5 mg/ kg/ deň

Legenda: IP-intraperitoneálne podanie, LD-počiatočná dávka, MD-pokračujúca dávka

Extrakcia dialyzačného katétra so zmenou dialyzačnej metódy na HD je indikovaná pri mykotickej peritonitíde, tunelovej a exite site infekcii, polymikrobiálnom náleze v dialyzáte. Je indikovaná pri refraktérnej, relabujúcej, rekurentnej a opakujúcej sa peritonitíde. Ak nie je možná iná dialyzačná metóda je možné pokračovať v PD hneď po extrakcii a opakovanej inzercii katétra počas jednej anestézie pri exite site a tunelovej infekcii. Pred odstránením dialyzačného katétra sa realizuje preplach dutiny brušnej s dialyzačným roztokom a antibiotikom, prípadne antimykotikom. Nový dialyzačný katéter

sa implantuje podľa typu infekcie spolu s extrakciou starého dialyzačného katétra počas jednej anestézie alebo s odstupom času. Vo všeobecnosti sa prvý extrahuje starý dialyzačný katéter a potom sa implantuje nový. Extrakcia dialyzačného katétra so zmenou dialyzačnej metódy na HD je indikovaná pri mykotickej peritonitíde, tunelovej a exit site infekcii, polymikrobiálnom náleze v dialyzáte.

Tabuľka 6. Indikácie extrakcie dialyzačného katétra.

Indikácie extrakcie dialyzačného katétra	
✓	mykotická peritonitída
✓	tunelová a exit site infekcia
✓	polymikrobiálna flóra v kultivácii
✓	refraktérna, relabujúca, rekurentná, opakujúca peritonitída

Mykotická peritonitída je závažný typ peritonitídy, pretože kvasinky sú schopné veľmi skoro kolonizovať dialyzačný katéter. Odporúča sa extrakcia dialyzačného katétra a prechod na inú dialyzačnú metódu ako prevenciu poškodenia peritonea ako dialyzačnej membrány. V liečbe sa využíva **flukonazol**, ktorý sa podáva v úvode intraperitoneálne, potom sa extrahuje dialyzačný katéter a pokračuje sa v jeho podávaní parenterálne **v dávke 4-8 mg/kg jedenkrát denne a dĺžka liečby je 10-21 dní**. Na liečbu sa môže použiť aj **vorikonazol** **v dávke 6 mg/ kg/ á 12 hodín prvý deň s následnou úpravou dávky na 4 mg/ kg á 12 hodín parenterálne**. Liečba ostatných typov peritonitídy je uvedená v tabuľke 7.

Tabuľka 7. Jednotlivé typy peritonitídy a ich liečba

Vyvolávateľ	Liečba
gram (+)	
<i>Staph. Aureus</i>	cef. I gen. (cefazolín), extrakcia katétra pri tunelovej a exite site infekcii, 21 dní
SSKN	cef. I gen. (cefazolín)/ vankomycín, 14 dní IP
MRSA	vankomycín alebo teikoplanín, prípadne rifampicín a klindamicín, 21 dní
<i>Streptococcus</i> , <i>Enterococcus</i>	ampicilín (pri rezistencii vankomycín) v kombinácii s aminoglykozidom, ev. linezolid IP, 14-21 dní
gram (-)	
<i>E.coli</i> , <i>Proteus</i> , <i>Klebsiella</i>	cef. III. gen. pri nezlepšení stavu do 72 hodín extrakcia katétra, 14-21 dní
<i>Stenotrofomonas</i>	dvojkombinácia antibiotík podľa citlivosti, 21-28 dní
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	cef. III. gen. v kombinácii s iným protipseudomonádovým antibiotikom, extrakcia katétra
Kvasinky	monoterapia flukonazolom v dávke 4-8 mg/ kg 1x denne, 10-21 dní, extrakcia katétra, ev. vorikonazol 6 mg/ kg/ á 12 hod. prvý deň a potom 4 mg/ kg/ á 12 hod.
Kultivačne negatívna peritonitída	pokračovať v empirickej liečbe, ak sa stav nezlepší do 72 hod. extrakcia katétra, ak je empirická liečba účinná, dĺžka liečby 14 dní
Polymikrobiálna peritonitída	
gram (+)	cielenie podľa citlivosti, 21 dní, ak je prítomná tunelová ev. exite site infekcia extrakcia katétra
gram (-)/ gram (+/-)	riešenie príčiny (NPB), extrakcia PDK, cielenie podľa citlivosti, ampicilín + metronidazol + aminoglykozid, 14 dní

Legenda: IP-intraperitoneálne podanie, PDK-peritoneálny dialyzačný katéter, NPB-náhla príhoda brušná, SSKN-*Staphylococcus species* koaguláza-negatívny

▪ Komplikácie

Akútne komplikácie vznikajú počas prebiehajúcej epizódy, **chronické** komplikácie súvisia s prekonanou peritonitídou alebo s opakovanými epizódami. Počas peritonitídy dochádza k vazodilatácii kapilár prostredníctvom oxidu dusnatého (NO), IL 1, 6 a prostaglandínov, zvyšuje sa prietok krvi peritoneom a lymfatická drenáž. Zvyšuje sa priepustnosť peritonea pre glukózu, tým klesá osmotická aktivita dialyzačného roztoku, znižuje sa UF a stúpa koncentrácia glukózy v sére. Počas peritonitídy je UF dostatočná len počas prvej hodiny od napustenia roztoku s glukózou. V dôsledku zníženej UF dochádza k retencii tekutín. Spolu so zníženým odstraňovaním vody dochádza k poruche odstraňovania malých molekúl (urea, kreatinín) a minerálov. Zvyšuje sa priepustnosť peritonea pre kálium (hypokaliémia) a proteíny (hypoalbuminémia, hypoproteinémia).

Tento stav môže pretrvávajúť až 6 týždňov po epizóde peritonitídy, môže sa stabilizovať ad integrum alebo môže dôjsť k trvalému poškodeniu peritonea. Prozápalové cytokíny a rastové faktory, ktorých koncentrácia je zvýšená ešte 6 týždňov aj napriek adekvátnej liečbe stimulujú tvorbu fibrínu s následnou sklerózou peritonea. Zvýšená tvorba fibrínu je najčastejšie spojená s peritonitídou vyvolanou *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus* a pri mykotickej peritonitíde. Zrasty znižujú plochu peritonea ako dialyzačnej membrány, peritoneum je hrubšie, čím dochádza k poruche priepustnosti a k zníženiu UF.

▪ Prevencia

K preventívnym opatreniam patrí edukácia pacienta o rizikových situáciách, pri ktorých môže dôjsť ku kontaminácii a infekcii, podávanie antibiotík pred invazívnymi výkonmi, pri ktorých dochádza k bakteriémii, pred implantáciou dialyzačného katétra, predchádzanie exite site a tunelovej infekcii. Každé dialyzačné stredisko by malo mať vypracovaný vlastný program edukácie pacientov s PD. Po každej epizóde peritonitídy by mal byť pacient opakovane preskúšaný a zaučený v starostlivosti o exite site a samotnú realizáciu PD. K preventívnym opatreniam patrí aj monitoring a vedenie štatistiky výskytu peritonitídy s vytváraním vlastných postupov pracoviska.

Tabuľka 8. Profylaktické podávanie antibiotík počas výkonov a v rizikových situáciách

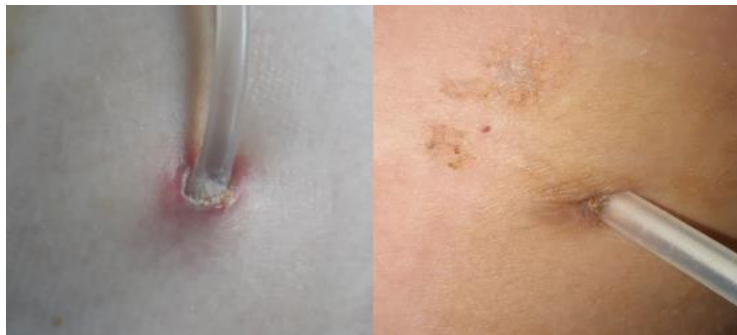
Výkon	Antibiotiká (dávkovanie)
Gastrofibroskopia	ampicilín (30 mg/ kg IV, max 1g) + aminoglykozid (7,5 mg IV, max 40 mg) + metronidazol (7,5 mg/ kg IV, max 250 mg) 30 min. pred výkonom
Kolonoskopia	ampicilín (30 mg/ kg IV, max 1g) + aminoglykozid (7,5 mg IV, max 40 mg) + metronidazol (7,5 mg/ kg IV, max 250 mg) 30 min. pred výkonom
Bronchoskopia	amoxicilín (30 mg/ kg IV, max 1g 30 min. pred výkonom)
Stomatochirurgické výkony	amoxicilín (30 mg/ kg IV, max 1g 30 min. pred výkonom)
Otorinolaryngologické výkony	amoxicilín (30 mg/ kg IV, max 1g 30 min. pred výkonom)
Urogenitálne výkony	ampicilín (30 mg/ kg IV, max 1g) + aminoglykozid (7,5 mg IV, max 40 mg) + metronidazol (7,5 mg/ kg IV, max 250 mg) 30 min. pred výkonom
Prevencia mykotickej infekcie	flukonazol 4-6 mg/ kg IV, p.os, max 200 mg, 1x denne po PD
Technická chyba	cefalosporín I gen. IP

Legenda: IP-intraperitoneálne podanie, IV-intravenózne podanie, PD-peritoneálna dialýza, max-maximálne

1.7.1.2 Exit site infekcia

Infekcia sa prejaví ako začervenanie v okolí vyústenia dialyzačného katétra (exite site), môže byť prítomná aj hnisavá sekrécia. Najčastejším vyvolávateľom je *Staphylococcus aureus* a *Pseudomonas aeruginosa*. Najčastejším rizikovým faktorom je lokálne podráždenie kože v mieste inzercie pri nesprávnom ošetrovaní.

Obrázok 9. Exite site infekcia (vlastný archív autorov)



Katéter by sa mal podkladať sterilným štvorcom aby nedochádzalo k chronickej iritácii kože pod katétrom, ktorá môže byť zdrojom infekcie. Potrebná je aj imobilizácia katétra (mechanické dráždenie). Zdrojom infekcie môže byť aj podkožne uložená uvoľnená manžeta, ktorá pri vystupovaní na povrch trvalo dráždi exite site. Ak sa používa prekrytie exite site, štvorec by mal byť suchý, mokré štvorce sú tiež zdrojom infekcie. Pacient sa môže sprchovať a kúpať v mori. Kúpanie v bazénoch a stojatých vodách je zakázané pre vyššie riziko infekcie. Po namočení by sa mal exite site ošetriť a utrieť do sucha a prelepiť čistým štvorcom. Okolie katétra bez infekcie nevyžaduje žiadnu mimoriadnu starostlivosť. Odporúča sa ošetrovanie jedenkrát denne sterilnou vodou alebo prípravkom s obsahom jódu, neodporúčajú sa roztoky s obsahom alkoholu. Ak je prítomná infekcia, chrasta alebo začervenanie exite site sa ošetruje fyziologickým roztokom alebo roztokom s jódom (Betadine, Inadine) a používajú sa lokálne antibiotiká vo forme masti (neomicín/ bacitracín, mupirocín). Miesto inzercie musí byť suché. Ak je prítomné granulačné tkanivo používa sa dusičnan strieborný (Lapis). Pri dlhotrvajúcej infekcii, vyvolanej predovšetkým gram negatívnymi mikroorganizmami sa odporúča odstránenie vonkajšej manžety, ktorá môže byť zdrojom infekcie alebo odstránenie dialyzačného katétra. Nový dialyzačný katéter sa inzeruje súčasne na kontralaterálnej strane.

1.7.1.3 Tunelová infekcia

Infekcia sa prejavuje lokálnym začervenaním, edémom, zápalovou sekréciou v priebehu katétra. Môžu byť prítomné aj celkové príznaky (horúčka). V laboratórnych parametroch dominuje leukocytóza a zvýšená zápalová aktivita. Veľmi často dochádza k infekcii vnútornej manžety s tvorbou abscesu. Infekcia podkožného tunelu je najčastejšou príčinou perzistujúcej peritonitídy. V liečbe sa používajú celkové antibiotiká s dobou liečby minimálne 2 týždne. Indikovaná je extrakcia dialyzačného katétra.

1.7.2 Neinfekčné komplikácie

Neinfekčné komplikácie sú uvedené v tabuľke 9.

Tabuľka 9. Neinfekčné komplikácie peritoneálnej dialýzy

Komplikácie	
Dialyzačný katéter	uzáver, protrúzia distálnej manžety, presakovanie dialyzačného roztoku
Zvýšený intraabdominálny tlak	hernie, prolaps recta, hydrotorax, bolesti chrbta
Minerály a metabolizmus	hypo Na/ hyper Na, hypo K/ hyper K, dehydratácia/ hyperhydratácia, acidóza/ alkalóza, hyperglykémia, malnutrícia, hyperlipidémia
Orgány	respiračné, gastrointestinálne komplikácie
	hemoperitoneum, pneumoperitoneum
	technické komplikácie (poškodenie koncovky PD katétra, chyby v realizácii, porušenie celistvosti katétra, kontaminácia roztokov)
	sklerotizujúca peritonitída, skleróza peritonea

Legenda: K-kálium, Na-nátrium, PD-peritoneálna dialýza

Presakovanie dialyzačného roztoku (leak) je typické bezprostredne po inzercii dialyzačného katétra (skorý únik), ale môže sa objaviť aj kedykoľvek neskôr (neskorý únik). **Skorý únik** je spôsobený nedostatočným zarastením manžiet v podkoží pri skorom začiatku PD. Častejšie sa objavuje u obéznych pacientov a diabetikov. Ak je potrebné začať s PD hneď po inzercii katétra, odporúča sa používať malé objemy v polohe v ľahu, nerealizovať PD počas celého dňa a ponechať suché brucho aspoň na pár hodín. **Neskorý únik** je typický únikom dialyzátu do brušnej steny, retroperitonea a do steny podbrušia. Vzniká pri chronickej tunelovej infekcii a pri nedostatočnej UF.

Uzáver dialyzačného katétra môže byť jednostranný alebo obojstranný. Pri jednostrannom uzávere viazne vypúšťanie roztoku, pri obojstrannom uzávere napúšťanie aj vypúšťanie roztoku. Príčinou môže byť uzáver dialyzačného katétra fibrínovou zátkou

(obojsstranný uzáver), wrapping omentom (obtočenie katétra omentom, väčšinou jednostranný uzáver), zalomenie katétra a dislokácia dialyzačného katétra (väčšinou jednostranný uzáver). Jednostranný uzáver môže vzniknúť aj pri obštipácií naliehaním naplnených kľúčiek. Rizikovým miestom pre uzáver katétra fibrínom je predovšetkým transfer set v mieste jeho napojenia na dialyzačný katéter titánovou spojkou. Dislokácia katétra sa prejaví bolesťou brucha, poruchou vypustenia a niekedy aj napustenia roztoku, ale môže byť aj bezpríznaková. Diagnostikuje sa natívnou RTG snímkou brucha alebo ultrasonografickým vyšetrením. V liečbe niekedy stačí výmena transfer setu a titánovej spojky pri upchatí fibrínom a opakovaná klyzma. Chirurgická revízia (laparotomická, laparoskopická) je väčšinou indikovaná za účelom úpravy polohy alebo uvoľnenie katétra. Pomôcť môže aj úprava polohy vodičom pod RTG kontrolou.

Protrúzia podkožnej manžety je častejšia u detí (dojčatá) so slabou vrstvou podkožného tuku a u pacientov s edémami v čase inzercie katétra. Uvoľnená manžeta môže byť zdrojom exite site infekcie a tunelovej infekcie. Pokiaľ uvoľnená manžeta nespôsobuje ťažkosti môže sa ponechať alebo sa môže odstrániť z povrchu katétra. Jedna manžeta väčšinou stačí na dostatočnú fixáciu katétra v podkoží. Z preventívnych opatrení je dôležité rešpektovanie tvaru katétra, uloženie manžety aspoň 3 cm od exite site a imobilizácia katétra po implantácii. Menej častý výskyt protrúzie manžety je zaznamenaný pri použití zahnutého katétra (swan neck).

Bolesť je častou komplikáciou. Typická je predovšetkým bolesť chrbta (lumbálna a sakrálna chrbtica), bolesť po začatí PD a pri počiatočnom vypúšťaní.

Hydrotorax nie je častá komplikácia. Príčinou môže byť hyperhydratácia, porucha lymfatickej drenáže a zvýšený pleuroperitoneálny tlakový gradient. Nepoznaný defekt diafragmy je častejší u detí. Obvykle sa objavuje bezprostredne po začatí PD, dominantne vpravo, výpotok je transudát s vysokým obsahom glukózy. PD by sa mala prerušiť a defekt diafragmy by sa mal ošetriť chirurgicky.

Hemoragický dialyzát (hemoperitoneum) je častý bezprostredne po inzercii katétra. Príčinou je poškodenie ciev steny dutiny brušnej alebo intrabdominálnych ciev. Pri miernom krvácaní sa dutina brušná vyplachuje studeným dialyzačným roztokom v krátkych opakujúcich sa intervaloch s pridaním heparínu. Krvavý dialyzát môže byť prítomný aj u žien počas menštruácie.

Pneumoperitoneum vzniká pri vstupe vzduchu počas výmen dialyzačného roztoku. Príčinou môže byť ale aj perforácia brušných orgánov.

Akútna pankreatitída vzniká dráždením pankreasu dialyzačným roztokom.

Gastroezofágový reflux je spôsobený vplyvom zvýšeného intraabdominálneho tlaku a znížením tonusu dolného ezofágového zvierača.

Hyperhydratácia je častá komplikácia PD predovšetkým u pacientov s nízkou reziduálnou diurézou. Častejšie vzniká u pacientov s APD s krátkymi výmenami, pri ktorých dochádza k retencii sodíka s následnou retenciou vody. Obmedzenie príjmu tekutín a soli nie je jednoduché ani u detských pacientov. Kľúčové diuretiká sa podávajú aj u detských pacientov (dávka 0,5-1 mg/ kg). Zlepšujú odstraňovanie minerálov (nátrium, kálium, chloridy) a neovplyvňujú rýchlosť zániku reziduálnej diurézy. Reziduálna diuréza významne ovplyvňuje prognózu pacienta. Ako prevencia jej zachovania sa odporúča nepoužívať lieky s nefrotoxickým účinkom (aminoglykozidy, nesteroidné antiflogistiká) a nezvyšovať UF pokiaľ to nie je potrebné. Pri zvýšenej UF dochádza k poruche prekrvenia obličiek a tým k poklesu reziduálnej diurézy. Hyperhydratácia vzniká aj pri poruche vypúšťania dialyzátu s únikom do podkožia a vstrebaním do obehu.

Hypernatrémia je spojená s retenciou tekutín. Je častejšia pri krátkych výmenách s použitím koncentrovaných roztokov, ale aj pri zvýšenom príjme nátria potravou. Ak je zachovaná reziduálna diuréza je nátrium vylúčené močom. Po strate diurézy sa nátrium vylučuje konvekciou a difúziou. V úvode po napustení dialyzátu do dutiny brušnej dochádza k prestupu vody intraperitoneálne, a tým k zníženiu koncentrácie nátria v sére. Vytvorí sa koncentračný gradient a dochádza k prestupu nátria do dialyzačného roztoku z krvi. APD je typická krátkymi dobami pôsobenia a častejšími výmenami. Pri krátkych výmenách dochádza k dostatočnému odstráneniu vody a nedostatočnému odstráneniu nátria.

Hyponatrémia najčastejšie vzniká pri rýchlom odstránení vody aj nátria, ale môže vznikáť aj dilúciou pri hyperhydratácií.

Hypokaliémia je pomerne častá. Je spôsobená neustálym odstraňovaním kália do dialyzačného roztoku, ktorý neobsahuje kálium. Hypokaliémia vzniká aj pri malnutrícii. Najjednoduchšia korekcia je navýšenie kália v potrave alebo prídanie roztokov kália do dialyzačného roztoku.

Acidóza je typická pre chronickú obličkovú chorobu. Príčinou je porucha tvorby bikarbonátu a straty bikarbonátu močom. Pre pacientov s PD je acidóza menej častá ako u pacientov s HD vďaka stálemu prísunu bikarbonátu. Acidóza je typickejšia pri používaní roztokov s aminokyselinami. Používaním roztokov s laktátom u pacientov s poškodením pečene dochádza k poruche odbúravania laktátu a k jeho hromadeniu so vznikom laktátovej acidózy.

Alkalóza vzniká v dôsledku stálego prísunu bikarbonátu.

Hyperglykémia môže vzniknúť veľmi rýchlo. Pri CAPD sa denne vstrebe v priemere 150 g glukózy. Najčastejšie vzniká pri peritonitíde a pri akútnej intenzívnej PD.

Malnutrícia najčastejšie vzniká pri stratách bielkovín. Bežná denná strata bielkovín počas PD je 10-20 g. Počas peritonitídy sa straty zvyšujú v dôsledku zvýšenej priepustnosti peritonea.

Porucha metabolizmu lipidov vzniká v dôsledku poruchy metabolizmu pri ochorení obličiek a pri zvýšenej dodávke glukózy z roztokov.

Sklerotizujúca peritonitída je jedna z najzávažnejších komplikácií PD, ktorá priamo ohrozuje život pacienta. Zmeny peritonea sú závažné. Dochádza k vzniku zrastov s fixáciou orgánov, poruche motility čriev a malnutrícií. Peritoneum postupne prestáva plniť svoju funkciu dialyzačnej membrány. Prognóza je závažná a môže končiť aj smrťou pacienta. Výskyt je pomerne vzácny (0,5-3,4 %) a zvyšuje sa s trvaním PD. Hlavným rizikovým faktorom u pacientov s PD je vplyv dialyzačného roztoku na peritoneum (pH, glukóza a jej degradačné produkty, laktát acetát, chlorhexidín). Acetát s chlorhexidínom sa preto už na dezinfekciu nepoužívajú. Medzi ďalšie rizikové faktory patria zmeny po prekonanej peritonitíde a intraperitoneálna aplikácia antibiotík (vankomycín, aminoglykozidy). V patogenéze sa uplatňuje zvýšená tvorba cytokínov (produkujú ich makrofágy, endotel, mezotelové bunky) s následným vznikom zápalu, s poškodením mezotelových buniek, ciev, s postupným ukladaním fibrínu a vznikom fibrózy steny čriev, serózy, svalovej vrstvy a myenterického plexu s tvorbou kalcifikácií. Peritoneum hrubne (parietálne aj viscerálne), stráca poddajnosť, črevá začínajú byť fixované k stene dutiny brušnej a málo pohyblivé. Dochádza k poruche vstrebávania živín a malnutrícii. Klinický obraz je netypický. Najčastejšie je prítomné nechutenstvo alebo porucha pasáže. Klesá účinnosť PD, zvyšuje sa počet erytrocytov v dialyzáte. Niekedy sa ochorenie prejaví obrazom podobným akútnej peritonitíde, ktorá sa ale nezlepšuje podávaním antibiotík alebo extrakciou katétra. Diagnostika je založená na poruche funkcie peritonea. Ultrasonograficky je peritoneum zhrubnuté a je prítomná porucha motility čriev. Pri CT vyšetrení dominuje zhrubnuté peritoneum, kalcifikácie a zmeny denzity tukového tkaniva. Špecifická liečba v súčasnosti neexistuje. Zmena dialyzačnej metódy nie je postačujúca, pretože proces môže pokračovať aj ďalej. V literatúre sa popisuje priaznivý efekt kortikosteroidov a imunosupresív (tamoxifen, azatioprim). Chirurgická liečba sa zameriava na rozrušenie zrastov, odstránenie fibrotických okrskov. Jej účinnosť je ale slabá a skôr prevládajú komplikácie. Prevenciou je dôsledná liečba peritonitíd, používanie biokompatibilných roztokov s neutrálnym pH, zamedzenie vstupu dezinfekčných prípravkov do dutiny brušnej

(výmena trasfersetu, dialýzu začať vždy vypustením). Pacienti s dlhodobou dialýzou a s vysokou priepustnosťou peritonea sú riziková pre vznik sklerotizujúcej peritonitídy.

Skleróza peritonea s fibrózou je podľa niektorých autorov bežná komplikácia PD. Dochádza k poškodeniu ciev, tvorbe kalcifikátov a zhrubnutiu parietálnej vrstvy peritonea s poruchou jeho funkcie. Niektorí autori pokladajú sklerózu peritonea za prvé štádium sklerotizujúcej peritonitídy.

1.8 Účinnosť peritoneálnej dialýzy

Cieľom dialyzačnej liečby je zabezpečiť dlhodobý stabilný stav pacienta s obličkovým zlyhaním. Vo všeobecnosti je adekvátne dialyzovaný pacient ten, ktorý má stabilizovaný krvný tlak, stabilizované vnútorné prostredie, nemá edémy, anémiu a má primeraný stav výživy. Posúdenie účinnosti PD je u detí zložitejšie pre nedostatok štúdií.

Peritoneálny ekvilibračný test (PET) hodnotí transportnú funkciu peritonea (transport rozpustných látok s malou molekulovou hmotnosťou) a UF. Na základe jeho výsledkov je možné nastaviť alebo upraviť režim PD a zaradiť pacientov do 3 transportných skupín-**veľká priepustnosť peritonea (high transporters)**, **stredná priepustnosť peritonea (average)** a **malá priepustnosť peritonea (low)**. PET by sa mal realizovať dva krát ročne u pacientov, ktorí sú stabilizovaní, vždy po začatí PD (cca po 1 mesiaci) a po peritonitíde (počkať aspoň 6 týždňov), pri poklese diurézy, pri zmene celkového stavu pacienta a pri poklese UF.

Pred začatím PET, sa odporúča ukončiť PD minimálne 5 hodín pred PET. Dutina brušná by mala byť prázdna. Najčastejšie sa používa 3,5 % roztok glukózy, ale môže sa použiť aj 2,5 % roztok. Na našom pracovisku používame 3,86 % roztok Physioneal® (vak na ručnú dialýzu) a samotná realizácia testu trvá 4 hodiny. Test začíname vypustením dutiny brušnej (aj keď je dutina brušná prázdna, môže v nej zostať reziduálna tekutina, ktorá môže výsledok PET ovplyvniť). Následne napustíme do dutiny brušnej roztok v množstve ako na jednu výmenu ev. 1100 ml/ m² povrchu tela (u pacientov s hmotnosťou nad 60 kg napustíme 2000 ml) a v určených intervaloch odoberáme vzorku séra a dialyzátu. Dialyzačný roztok odoberáme po jeho vypustení do vaku na vypustenie, cca 200 ml, premiešame a odoberieme vzorku. Následne sa vypustený dialyzát vráti do dutiny brušnej. Pri odbere dialyzátu z vaku je dôležité postupovať za prísne aseptických podmienok, aby nedošlo ku kontaminácii. Používame tvárovú masku, dezinfekčný prostriedok, sterilné ihly. Skúmavka na odber dialyzátu nemusí byť sterilná. Pacient by mal počas testu chodiť alebo sa inak hýbať (deti, ktoré nevedia chodiť), aby dochádzalo k pravidelnému premiešavaniu roztoku v dutine

brušnej. V 60 a 120 minúte testu sa odoberá dialyzát a sérum a v 240 minúte dialyzát. Vo vzorkách dialyzátu a séra vyšetrujeme glukózu, ureu, kreatinín, natrium. Zmeny sérových koncentrácií v priebehu PET sa nepredpokladajú.

Z výsledkov odberov sa vypočítajú pomery:

- $D_{\text{kreatinín}} / P_{\text{kreatinín}}$

($D_{\text{kreatinín}}$ je koncentrácia kreatinínu v 240 minúte testu v dialyzáte, $P_{\text{kreatinín}}$ je koncentrácia kreatinínu v 120 minúte testu v sére)

- $D_{\text{glukóza}} / D_0$

($D_{\text{glukóza}}$ je koncentrácia glukózy v 240 minúte testu v dialyzáte).

Hodnoty D_0 a $P_{\text{kreatinín}}$ sú pre všetky intervaly zhodné, hodnoty $D_{\text{glukóza}}$ a $D_{\text{kreatinín}}$ sa menia. Ak sa PET realizuje s koncentrovaným roztokom glukózy (3,5 % roztok) je D_0 je 214 mmol/l. Pre 2,5 % roztok glukózy je D_0 127 mmol/l. Rozdelenie pacientov podľa PET je uvedené v tabuľke 10.

Tabuľka 10. Rozdelenie pacientov podľa peritoneálneho ekvilibračného testu

Skupina	$D_{\text{kreat}} / P_{\text{kreat}}$	D_{glu} / D_0
High	> 0,81	< 0,12
Average	0,50-0,81	0,25-0,38
Slow	< 0,50	> 0,38

Legenda: $D_{\text{kreat}} - D_{\text{kreatinín}}, P_{\text{kreat}} - P_{\text{kreatinín}}$.

Po ukončení PET sa vypustí celý objem dialyzačného roztoku. Podľa množstva sa hodnotí porucha UF. U dospelých sa udáva po napustení 2000 ml dialyzačného roztoku UF viac ako 400 ml. U detských pacientov by mala byť UF 20 ml na každých 100 ml napusteného roztoku.

Podľa PET sa rozlišuje:

Porucha UF typ I. UF menej ako 20 ml/ 100 ml roztoku, koncentrácia glukózy v dialyzáte v 240 minúte testu je menej ako 38,9 mmol/l, pomer $D_{\text{urea}} / P_{\text{urea}}$ zostáva normálny (0,7-1).

Porucha UF typ II. UF menej ako 20 ml/ 100 ml roztoku, koncentrácia glukózy v dialyzáte je v 240 minúte testu v norme (44,4-77,7mmol/l, ale môže byť aj vyššia), pomer $D_{\text{urea}} / P_{\text{urea}}$ je < 0,69.

Počas PET sa hodnotí aj odstraňovanie vody akvaporínmi. V 60 minúte testu sa určuje pomer D_{Na}/P_{Na} , ktorý by mal byť $< 0,92$. Poškodenie je typické u pacientov s dlhodobou PD v dôsledku glykozylácie štrukturálnych proteínov pri používaní glukózových roztokov.

Skupina pacientov s veľkou priepustnosťou peritonea (high) má dobré odstraňovanie metabolitov a nižšiu UF. Týmto pacientom sa odporúča navýšiť počet výmen. Pacienti so strednou priepustnosťou peritonea majú dobrú UF, ale pri poklese reziduálnej funkcie obličiek môžu byť poddialyzovaní. Týmto pacientom sa odporúča včas zvýšiť objem náplne a frekvenciu výmen. Pacienti s malou priepustnosťou nie sú vhodní pre PD. Pri poruche UF dochádza k hyperhydratácii pri poklese diurézy. Pacienti s poruchou UF typ I sú vhodní na APD. Vhodnejšie sú kratšie cykly. Pre pacientov s poruchou UF typ II. sú vhodnejšie kratšie cykly vo vyššom počte. Ak UF nie je ani tak dostatočná odporúča sa zmena na HD. Roztok s icodextrínom sa používa u pacientov s poruchou akvaporínov pretože zvyšuje UF malými pórmí. Polyurický pacienti môžu mať aj negatívnu UF. Ak nie je možné dialýzou dosiahnuť negatívnu UF je potrebné objem tekutín doplniť perorálne alebo parenterálne.

K ďalším parametrom, ktoré posudzujú efektivitu dialýzy patrí **KT/ V** a **celkový týždenný clearance kreatinínu (Clcr)**. Tieto parametre hodnotia efektivitu odstránenia malých molekúl (urea, kreatinín). **KT/ V** (K-clearance, T-čas, V-objem) posudzuje efektivitu odstránenia močoviny. Hodnota indexu **KT/ V** by mala byť $\geq 1,7$. U pacienta s reziduálnou diurézou sa močovina odstraňuje glomerulovou filtráciou a v tubuloch sa sčasti resorbuje. Koncentrácia močoviny v sére závisí od príjmu bielkovín, jej elimináciu je preto potrebné posudzovať aj s jej denným príjmom. Efektivita odstránenia kreatinínu je trochu iná. Koncentrácia kreatinínu v sére závisí od množstva svalovej hmoty a od rýchlosti jeho eliminácie. Kreatinín sa u pacientov s reziduálnou diurézou odstraňuje glomerulovou filtráciou a časť tubulárnou sekréciou. Preto celkový clearance kreatinínu bude nadhodnotený. Ak je pacient anurický má vyšší index **KT/ V** a nižší celkový clearance kreatinínu. Pacienti s dostatočnou diurézou budú mať lepší celkový clearance kreatinínu ako index **KT/ V** ($KT/ V < Clcr$). Ak má pacient nižšiu schopnosť odstraňovať kreatinín peritoneálnou membránou (nízka priepustnosť) a má reziduálnu diurézu, väčšie množstvo kreatinínu sa odstráni močom. Parametre **KT/ V** a **Clcr** sa hodnotia dvakrát ročne ev. podľa stavu pacienta. Na našom pracovisku počítame distribučný objem močoviny podľa Watsona. Podľa odporúčení by každé pracovisko malo mať vypracovaný vlastný postup hodnotenia **KT/ V** a **Clcr**, aby sa výsledky dali u pacientov porovnávať. Príklad výpočtu **KT/ V** a **Clcr** u našej pacientky je uvedený na obrázku číslo 10.

Obrázok 10. Príklad výpočtu KT/V a Cl_{cr} u našej pacientky

Dievča, 18 ročné, váha 55 kg, výška 158 telesný povrch 1,55

$KT/V = (CD + CU) / V \times 7$ 1,5 (NORMA 1,4)

CD (dialyzačný clearance močoviny), $CD = V_d \times D_u / P_u$
 CU (renálny clearance močoviny), $CU = V_u \times U_u / P_u$
 V (distribučný objem močoviny), používame hodnotu podľa Watsona ($V = 44,48$ l)

Potrebné parametre:

P_u	(koncentrácia močoviny v sére)	147
$P_{kreatinín}$	(koncentrácia kreatinínu v sére)	448
V_d	(objem dialyzátu za 24 hodín)	11,265
V_u	(objem moču za 24 hodín)	12
D_u	(koncentrácia močoviny v dialyzáte)	7
$D_{kreatinín}$	(koncentrácia kreatinínu v dialyzáte)	261
U_u	(koncentrácia močoviny v moči)	54 / 43
$U_{kreatinín}$	(koncentrácia kreatinínu v moči)	36 / 29

Dievča, 18 ročné, váha 55 kg, výška 158 telesný povrch 1,55

$Cl_{cr} = (CD_{kreatinín} + CU_{kreatinín}) \times 7 \times 1,73 / SA$ 90,9 (NORMA 60-110 / 1,73 m²)

CD (dialyzačný clearance kreatinínu), $CD = D_{kreatinín} / P_{kreatinín}$
 CU (renálny clearance kreatinínu) $CU = V_d + U_{kreatinín} / P_{kreatinín} \times V_u$
 SA (povrch tela, m²), $SA = 0,167 \sqrt{(V \times H)}$, (V je výška v metroch a H je hmotnosť v kg)

Potrebné parametre:

$P_{kreatinín}$	(koncentrácia kreatinínu v sére)	448
V_d	(objem dialyzátu za 24 hodín)	11,265
V_u	(objem moču za 24 hodín)	12
$D_{kreatinín}$	(koncentrácia kreatinínu v dialyzáte)	261
$U_{kreatinín}$	(koncentrácia kreatinínu v moči)	36 / 29

1.9 Farmakokinetika liekov a peritoneálna dialýza

Faktory ovplyvňujúce farmakokinetiku (clearance) jednotlivých liekov počas PD je viacero. Za fyziologických okolností k nim patrí transportná schopnosť peritonea, množstvo napusteného dialyzátu, veľkosť dialyzačnej plochy, UF, veľkosť dávky lieku a jeho väzba na bielkoviny a vlastnosti lieku (napr. nežiaduce účinky). Peritonitída, reparačné zmeny peritonea a vplyv samotnej PD sú tiež významnými faktormi. Odmerať clearance jednotlivých liekov je zložité, pretože je zložité presne zhodnotiť prekrvenie peritonea. Clearance liekov je dôležitý počas peritonitídy na určenie presnej dávky antibiotík podávaných intraperitoneálne a parenterálne s prihliadnutím aj na reziduálnu renálnu funkciu, aby bola dodržaná správna liečba. Dávkovanie liekov sa môže mierne líšiť od používaného zdroja (tabuľka 11).

Tabuľka 11. Dávkovanie liekov počas peritoneálnej dialýzy

Lieky a ich dávkovanie
Amoxicilín: Deti: 15 mg/ kg á 12 hod. max 250 mg á 12 hod. (IV), Dospelí: 250 mg á 12 hod. (IV)
Ampicilín: Deti: 15 mg/ kg á 12 hod. (< 20 kg) max 250 mg á 12 hod. (IV), Dospelí: 250 mg á 12 hod. (IV)
Amoxycilín/ kys. klavulanová: Deti: 25 mg/ kg á 24 hod. (IV), Dospelí: úvodná dávka 1000 mg á 24 hod., nasledujúce dávky 500 mg á 24 hod. (IV)
Ceftazidím: Deti: 15-50 mg/ kg/ dávku 1x denne (IV), Dospelí: 500 mg á 24 hod. (IV)
Ceftriaxon: Deti: 50-100 mg/ kg á 24 hod. (IV), Dospelí: 750-1000 mg á 12 hod (IV)
Cefotaxim: Deti: 100-200 mg/ kg/ deň (IV), Dospelí: 0,5-2 g á 24 hod. (IV)
Cefuroxim axetil: Deti: 20-30 mg/ kg á 24 hod. (IV), 10 mg á 24 hod. (P.OS), Dospelí: 100 % dávky á 24 hod. (IV)
Ciprofloxacín: Deti: 25-50 % dávky á 24 hod. (IV, P.OS), Dospelí: 25-50 % dávky á 24 hod. (IV, P.OS)
Gentamycín: radšej intraperitoneálne podanie do jednej výmeny u detí aj dospelých
Linezolid: Deti: 10 mg/ kg á 8 hod. (IV, P.OS) do 12 rokov, od 12 rokov ako u dospelých, Dospelí: 600 mg á 12 hod. (IV, P.OS)
Meropeném: Deti: 10-20 mg/ kg á 24 hod. (IV) max 250-500 mg á 24 hodín, Dospelí: 250-500 mg á 24 hod. (IV)
Metronidazol: Deti: 5 mg/ kg á 8 hod. (IV, P.OS), Dospelí: 75 % dávky (IV, P.OS)
Piperacilín/ tazobactam: Deti: 70 mg piperacilínu/ 8,75 mg tazobaktámu/ kg á 8 hod. (IV), Dospelí: 2 g á 8 hod. (IV)
Vankomycín: Deti: 10-15 mg/ kg (IV) a ďalšia dávka sa opakuje podľa koncentrácie v sére, Dospelý: 500 mg á 48 hod. (IV), kontrola koncentrácie v sére s úpravou
Flukonazol: Deti: 100 % dávky (IV, P.OS) po PD, (úvodná dávka 6 mg/ kg, potom 3-4 mg/ kg), Dospelí: 100 % dávky (IV, P.OS) po PD
Acyclovir: Deti: 10 mg/ kg á 6 hod. (IV, P.OS), Dospelí: 200-800 mg á 12 hod. (IV, P.OS)
Diazepam, Midazolam: bez zmeny dávkovania
Enalapril: dávka podľa TK
Omeprazol: bežná dávka po PD, Deti: 10 mg/ kg/ deň (IV, P.OS), Dospelí: 40 mg á 24 hod. (IV, P.OS)
Kyselina valproová: podľa hladiny v sére
Levetiracetam: Deti: 10 mg/ kg á 24 hod. (P.OS) po PD, Dospelí: 500-1000 mg á 24 hod. (P.OS) po PD

Legenda: IP-intraperitoneálne podanie, IV-intravenózne podanie, PD-peritoneálna dialýza, P.OS-per os, TK-tlak krvi

2 AKÚTNA PERITONEÁLNA DIALÝZA U DETÍ

Akútne obličkové zlyhanie je významný rizikový faktor závažnej morbidity a mortality detí na jednotkách intenzívnej starostlivosti ale aj mimo nich. Môže byť súčasťou multiorgánového zlyhania alebo môže prebiehať aj samostatne. Incidencia AKI nie je presne známa. Najčastejšia je v novorodeneckom veku a u detí do 3 rokov a klesá s vekom. Hoci je hemolyticko-uremický syndróm stále najčastejšou príčinou akútneho obličkového zlyhania, v poslednom období sa do popredia dostáva predovšetkým ischemické poškodenie obličiek. Závažné vrodené vývojové chyby obličiek vrátane obštrukčných uropatií, hypoplázie/dysplázie obličiek a autozomálne recesívna polycystická choroba obličiek sa môžu v novorodenom období manifestovať akútnym obličkovým zlyhaním, častejšie však vedú k chronickej chorobe obličiek. Akútna glomerulonefritída, ochorenia spojivového tkaniva a vaskulitídy sú častejšie u starších detí. Rozpoznanie skorých prejavov AKI je pre prognózu vývoja poškodenia obličiek zásadné.

Liečba nahrádzajúca obličky (RRT-renal replacement therapy) je vysokošpecializovaná liečba, ktorá vyžaduje komplexné personálne a materiálne zabezpečenie. Výber jednotlivých metód závisí od diagnózy, veku a samozrejme skúsenostiach pracovníka. Na Slovensku sa RRT realizuje v štyroch pracoviskách pediatrickej intenzívnej medicíny (Bratislava, Martin, Banská Bystrica a Košice). Rozhodnutie začať dialyzačnú liečbu by sa nemalo odkladať, pretože miera prežitia detí s AKI je lepšia, ak sa s liečbou začne skôr.

Peritoneálna dialýza má za sebou dlhú a úspešnú históriu riešenia AKI u detí. Za posledné desaťročie ale došlo ku klesajúcemu trendu v jej používaní a tiež v použití intermitentnej hemodialýzy (IHD). S postupným technickým pokrokom sa stále častejšie využívajú kontinuálne eliminačné metódy aj u detí s nízkou hmotnosťou (do 10 kg). Ak ale nie je možné použiť iný typ dialýzy, PD je bezpečná a účinná metóda vo všetkých vekových aj hmotnostných kategóriách.

2.1 Výhody a nevýhody

PD je dynamický proces s menšou prozápalovou aktivitou v porovnaní s ostatnými dialyzačnými metódami. Zdá sa, že peritoneum je najviac „biokompatibilnou“ membránou zo všetkých dostupných dialyzačných membrán. Výhody a nevýhody akútnej peritoneálnej dialýzy sú uvedené v tabuľke 12.

Tabuľka 12. Výhody a nevýhody akútnej peritoneálnej dialýzy

Výhody	Nevýhody
✓ kontinuálna liečba (kontinuálne odstraňovanie minerálov, dusíkatých látok)	• pomalá pri akútnych poruchách mineralogramu (napr. hyperkaliémia)
✓ použitie pri hemodynamickej nestabilite s dostatočnou ultrafiltráciou	• zvýšenie vnútrobrušného tlaku a následné zvýšenie vnútrohrudníkového tlaku
✓ jednoduchosť	• vyššie riziko infekcie
✓ bez potreby cievneho prístupu	• vyššia strata bielkovín
✓ bez ovplyvnenia intrakraniálneho tlaku	• obmedzené využitie pri intoxikáciách
✓ ideálne pre hypoglykemických pacientov	
✓ bez potreby ohrievania počas dialýzy	
✓ nie je potrebná antikoagulácia	

Peritoneálna dialýza nie je vhodná u pacientov s AKI a edémom pľúc, hyperhydratáciou, sepsou s multiorgánovým zlyhaním a hyperhydratáciou, ako aj s umelou pľúcnou ventiláciou (UPV) s ventilačnou nestabilitou. U pacientov na UPV a ventilačne nestabilných pacientov dochádza po naplnení dutiny brušnej k zvýšeniu intraabdominálneho tlaku, s postupným nárastom vnútrohrudníkového tlaku, s redukciou funkčnej kapacity pľúc, pľúcneho objemu a negatívnym ovplyvnením poddajnosti pľúcneho parenchýmu. Pacienti s multiorgánovým zlyhávaním a hypotenziou potrebujú k dosiahnutiu primeraného tlaku inotropnú podporu čo môže mať negatívny vplyv na dostatočné prekrvenie peritonea s následnou poruchou odstraňovania metabolitov a UF. Pre relatívne pomalé odstraňovanie metabolitov nie je PD vhodná u novorodencov s poruchou metabolizmu, pri symptomatickej hyperkaliémii, syndróme nádorového rozpadu a hyperamonémii. Porovnanie jednotlivých RRT v liečbe AKI je uvedené v tabuľke 13.

Tabuľka 13. Porovnanie jednotlivých eliminačných metód v liečbe akútneho obličkového zlyhania

	PD	CRRT	IHD
Kontinuálna liečba	Áno	Áno	Nie
Použitie pri hypotenzii	Áno	Áno	Nie
Efektivita	závisí od typu PDR, množstva a doby pôsobenia	vysoká	vysoká
Permeabilita membrány	variabilná	vysoká	variabilná
Antikoagulácia	Nie	Áno	Áno
Optimálna výživa	Nie	Áno	Nie
Jednoduchosť	Áno	Nie	Nie
Kontrola bilancie tekutín	Áno	Áno	Áno
Ovplyvnenie intrakraniálneho tlaku	Nie	Áno	Áno
Cievny prístup	Nie	Áno	Áno
Použitie u novorodencov	Áno	Áno	Áno
Použitie u novorodencov s vrodenou poruchou metabolizmu	Nie	Áno	Áno
Riziko infekcie	Áno	Áno	Áno
Kontrola UF	závisí od typu dialyzačného roztoku, množstve a dobe pôsobenia	Áno	Áno
Použitie pri intoxikáciách	menej časté	Áno	Áno

Legenda: CRRT-kontinuálna liečba nahrádzajúca funkciu obličiek, HD-hemodialýza, PD-peritoneálna dialýza, PDR-peritoneálny dialyzačný roztok

2.2 Indikácie a kontraindikácie

Indikácie akútnej PD sa schematicky rozdeľujú na obličkové a neobličkové.

Tabuľka 14. Obličkové a neobličkové indikácie peritoneálnej dialýzy

Indikácie (obličkové/ neobličkové)	
✓ oligúria/ anúria hemodynamicky nestabilný pacient	✓ pečenné zlyhanie
✓ nemožnosť zaistiť adekvátny cievny prístup	✓ refraktérne srdcové zlyhanie
✓ novorodenci s AKI po kardiochirurgických výkonoch s hyperhydratáciou/ minimálnou hyperhydratáciou	✓ aplikácia liekov a živín u kriticky chorých pacientov
✓ intrakraniálna hypertenzia/ krvácanie	✓ intoxikácia látkami s molekulovou hmotnosťou > 10 KD
✓ izolované AKI u detí do 10 kg	
✓ porucha koagulácie	

Legenda: AKI-akútne obličkové zlyhanie, KD-kilodalton

Akútna PD je častejšie preferovaná u detských pacientov s izolovaným AKI (akútna tubulárna nekróza) a častejšie u detí najnižšieho veku a hmotnosti. AKI je závažnou komplikáciou u detí (novorodenci a dojčatá) po kardiochirurgických výkonoch. V etiológii sa uplatňuje viacero faktorov (nízky srdcový výdaj, hemolýza s hemoglobínúriou, zvýšený centrálny venózný tlak), ktoré spôsobujú zmeny prekrvenia obličiek. Hypotenzia ovplyvňuje osmotickú UF. Nedochádza ale k ovplyvneniu efektivity odstraňovať metabolity. V takýchto prípadoch je vhodné použitie PD s kontinuálnym prietokom. PD umožňuje u pacientov s pečenným zlyhaním odstránenie tekutín, minerálov, amoniaku, bilirubínu a ostatných toxických látok, bez rizika hypoglykémie, hypotermie a bez použitia antikoagulačnej liečby. PD sa môže použiť aj ako doplnková liečba u pacientov s ťažkou hypotermiou s použitím rýchlych výmen zohriateho dialyzačného roztoku. Opačný efekt s použitím chladného dialyzačného roztoku môže byť spojený s ťažkou hypotenziou, preto nie je odporúčaný.

K absolútnym kontraindikáciám akútnej PD patrí akútna peritonitída (nie peritonitída vzniknutá počas PD), peritoneálna fibróza, omfalokéla, gastroschíza, diafragmatická hernia, extrofia močového mechúra, malígne ochorenie vnútrobrušných orgánov a nekrotizujúca enterokolitída. Relatívne kontraindikácie môžu byť prekážkou v samotnej realizácii PD. Ak nie je možné použiť inú dialyzačnú metódu a dialyzačná liečba je potrebná, môže byť PD použitá.

Tabuľka 15. Relatívne kontraindikácie akútnej peritoneálnej dialýzy

Relatívne kontraindikácie akútnej peritoneálnej dialýzy	
✓	nedávna vnútrobrušná operácia
✓	mykotická peritonitída
✓	celulitída brušnej steny
✓	ťažká hyperkaliémia
✓	nestabilné respiračné zlyhanie
✓	ťažký edém pľúc
✓	ventrikuloperitoneálna drenáž

2.3 Technické a materiálne zabezpečenie

Tenckhoffov dialyzačný katéter s rovnou alebo stočenou intraabdominálnou časťou a jednou manžetou sa používa najčastejšie. Katéter bez manžety je rizikový pre častejší únik dialyzačného roztoku a vznik peritonitídy. Rovnú časť majú dialyzačné katétre používané prevažne u novorodencov a špirálovito stočenú u ostatných detí. K dispozícii je ešte

multifunkčný flexibilný dialyzačný katéter, ktorého koniec sa po vytiahnutí zavádzača stočí. Na PD s kontinuálnym prietokom sa používa samostatný typ dialyzačného katétra („Ronco“ dialyzačný katéter) alebo sa použijú dva dialyzačné katétre. „Ronco“ dialyzačný katéter je dvojlumenový s dvomi manžetami, intraperitoneálna časť je stočená. Jeho použitie je výhodnejšie pretože nedochádza k recirkulácii dialyzačného roztoku, ktorá je častejšia pri použití dvoch dialyzačných katétrov. Katéter sa implantuje chirurgicky v celkovej anestézii (laparoskopicky, laparotomicky) alebo seldingerovou metódou v lokálnej anestézii priamo na lôžku pacienta. Pred implantáciou sa odporúča zaviesť permanentný močový katéter ako prevencia perforácie močového mechúra. Ako prevencia peritonitídy sa 60 minút pred samotnou implantáciou podávajú antibiotiká (cefalosporín I. alebo II. generácie) v jednej dávke, intravenózne a pokračuje sa v ich podávaní intraperitoneálne ďalších 48 hodín.

Výber vhodného dialyzačného roztoku závisí od typu ochorenia, hmotnosti pacienta, krvného tlaku, stavu hydratácie a výživy. Všeobecnou zásadou, ak je to možné, je použiť roztok s čo najnižšou koncentráciou glukózy. V iniciálnej fáze sa najčastejšie používa 2,5 % roztok glukózy, môže sa však použiť aj roztok s nižšou koncentráciou (1,5 %). Roztoky s vyššou koncentráciou (3,5 %) sa používajú u pacientov s hyperhydratáciou a poruchou výživy. Tieto roztoky zabezpečujú UF 300-400 ml/ hod. 2,5 % roztok glukózy zabezpečuje UF 100-300 ml/ hod. a 1,5 % roztok glukózy 50-150 ml/ hod. pri použití 2000 ml roztoku na jednu výmenu a s dobou pôsobenia 60 min. Roztoky s nízkou koncentráciou glukózy (1,5 %) sa používajú u euvolemických pacientov. U novorodencov sa používa 2,0 % roztok glukózy, ktorý možno pripraviť zmiešaním roztokov 1,5 % a 2,5 % glukózy. Roztok s icodextrínom sa používa na akútnu PD len minimálne. Roztok s aminokyselinami sa väčšinou používa v kombinácii s roztokom s glukózou za účelom zlepšenia stavu výživy. Ako prevencia hyperkalciémie sa odporúčajú roztoky s nižšou koncentráciou kalcia (1,25 mmol/ l). Roztoky s bikarbonátom sa preferujú u novorodencov s laktátovou acidózou, vrodenými metabolickými chybami a u pacientov s dysfunkciou pečene. Do dutiny brušnej sa dialyzačný roztok napúšťa ohriaty na 35 až 37 °C. Podávanie studeného dialyzačného roztoku môže u dojčiat vyvolať chladom indukovanú hypotenziu, u niektorých pacientov je nepríjemné a často až bolestivé. Na elimináciu bolesti sa do vakov môže pridávať 1% roztok Mesocainu. Koncentrácia Na je v dialyzačnom roztoku 132-134 mmol/ l. Sodík sa odstraňuje počas dialýzy konvekciou len s malým koncentračným gradientom. Preto sa počas rýchlych výmen často objavuje hypernatriémia, pretože prvých 30 minút sa prevažne odstraňuje voda cez aquaporínové kanály. Ak vznikne hypernatriémia, môže sa, ak je to možné, predĺžiť doba pôsobenia alebo znížiť koncentrácia glukózy v roztoku. Počas kontinuálnej PD sa často

objavuje aj hypokaliémia, pretože dialyzačný roztok neobsahuje kálium a dochádza k jeho dostatočnej eliminácii. Ako prevencia sa môže do dialyzačného roztoku doplniť kálium (7,45 % roztok KCl 3-4 mmol/ l dialyzačného roztoku). Po akútnom zavedení dialyzačného katétra sa v úvode PD odporúča do roztokov podávať Heparín 500 IU/ l dialyzačného roztoku ako prevencia tvorby fibrínových vlákien.

2.4 Predpis a režim peritoneálnej dialýzy

Po nekomplikovanom zavedení dialyzačného katétra je možné začať s PD takmer okamžite. Režim PD je individuálny a závisí od typu ochorenia, klinického stavu pacienta a laboratórnych parametrov. Množstvo dialyzačného roztoku na jednu výmenu je v úvode **300-600 ml/ m² (10-20 ml/ kg)**. Postupne sa množstvo môže navyšovať na **800-1100 ml/ m² (30-40 ml/ kg)**. Po náplni dutiny brušnej stúpa intraabdominálny tlak s postupným nárastom vnútrohruďníkového tlaku. Čím väčší je objem náplne tým vyšší je intraabdominálny a vnútrohruďníkový tlak. Nižší objem náplne sa využíva u ventilačne nestabilných pacientov, s prítomnými herniami a bezprostredne po inzercii dialyzačného katétra (prevencia úniku dialyzačného roztoku popri katétri). Doba napúšťania dialyzačného roztoku je cca 10 minút. Dialyzačný roztok je napúšťaný po koncentračnom gradiente (ručná PD) cez Y-set (ručná PD) alebo pomocou cyclera. Ručná PD sa využíva u novorodencov a dojčiat (5-10 kg), pretože cycler nedokáže aplikovať nižší objem ako 60 ml na jednu výmenu. Ručná PD je náročnejšia na personálne a materiálne vybavenie. Manuálne výmeny sú rizikovejšie zo vzniku infekcie. Cycler ohrieva, napúšťa a vypúšťa dialyzačný roztok v požadovanom množstve podľa dopredu nastaveného režimu. Optimálna doba pôsobenia je obvyčajne **30-60 minút** opakovane počas 24 hodín (cca 18-22 výmen) obvyčajne prvé 3 dni. Doba pôsobenia kratšia ako 30 minút je väčšinou neefektívna. Urea sa najviac odstraňuje prvých 60 minút, kálium prvých 30 minút. Čas vypúšťania dialyzačného roztoku je obvykle 10 minút. Množstvo dialyzačného roztoku vypusteného z dutiny brušnej je rôzne. Pozitívna UF znamená, že sa vypustí viac roztoku ako sa do dutiny brušnej napustilo a negatívna UF opačne. Negatívna UF neznamena nefunkčnosť PD, pretože dialyzačný roztok obsahuje produkty metabolizmu. Pacienti s hyperhydratáciou by mali mať pozitívnu UF.

Monitoring vitálnych funkcií (saturácia krvi kyslíkom, krvný tlak, srdcová frekvencia, frekvencia dýchania, EKG), klinického stavu, laboratórnych parametrov (mineralogram, dusíkaté látky, acidobázická rovnováha, glykémia, celkové bielkoviny, albumín, krvný obraz, hemokoagulácia), denné váženie, sledovanie príjmu a výdaja tekutín (hodinová diuréza), sledovanie účinnosti PD (UF, zloženie dialyzátu, kultivačné vyšetrenie

dialyzátu) je potrebný monitorovať u všetkých pacientov s PD. Monitorovať by sa mala aj koncentrácia niektorých liekov (antibiotiká, antikonvulzíva, sedatíva) pretože počas PD sa mení ich koncentrácia v krvi.

Podľa časového harmonogramu výmen a množstva použitého dialyzačného roztoku sa rozlišuje niekoľko typov akútnej PD. U detí sa najčastejšie používa intermitentná PD a PD s kontinuálnym prietokom.

Akútna intermitentná peritoneálna dialýza (IPD) je najčastejšie používaný typ akútnej PD. Vypočítané množstvo dialyzačného roztoku sa po určitej dobe pôsobenia vypúšťa a opakovane napúšťa do dutiny brušnej. Používajú sa menšie objemy napustenia, krátke doby pôsobenia (prevažne 60 min.) a časté výmeny. Odstraňovanie látok s malou molekulovou hmotnosťou je vysoké, odstraňovanie ostatných látok je nižšie.

Peritoneálna dialýza s kontinuálnym prietokom (Continuous flow peritoneal dialysis-CFPD) je čoraz častejšie realizovaná u detí s AKI. Podľa niektorých štúdií z pohľadu adekvátnej UF a eliminácie metabolitov je táto forma účinnejšia ako IPD. Princípom CFPD je kontinuálne napúšťanie a vypúšťanie dialyzačného roztoku do dutiny brušnej prostredníctvom pumpy, ktorá umožňuje nastavenie jeho prietoku. Podľa publikovanej práce Raaijmakers a kol. sa najčastejšie používa objem napustenia 10-20 ml/ kg, prietok dialyzačného roztoku 100 ml/ 1,73 m²/ min., iniciálna UF 2,5 ml/ 1,73 m²/ min. s možnou úpravou počas realizácie dialýzy. Obyčajne sa používa 1,5 % roztok glukózy, ale použiť sa samozrejme môžu aj roztoky s vyššou koncentráciou. Trvanie dialýzy je v úvode 6-8 hodín a tento čas sa upravuje podľa potrieb pacienta.

„Prílivová“ alebo „Tidal“ peritoneálna dialýza je typ APD. V dutine brušnej zostáva rezervný objem a v krátkych časových intervaloch sa vypustí iba časť objemu tzv. „príliv“. Dutina brušná je tak neustále napustená určitým množstvom dialyzačného roztoku. Nevýhodou tohto typu PD je väčšia strata bielkovín.

Kontinuálna peritoneálna dialýza s kontinuálnym ekviliom je podobá CAPD. Používa sa väčší objem napustenia (40-45 ml/ kg) a dlhšia doba pôsobenia (2-6 hodín). Cykly sa opakujú určitý čas počas dňa alebo noci. Odstraňovanie látok s malou molekulovou hmotnosťou je podobné ako pri IPD, ale odstraňovanie ostatných látok je väčšie vďaka dlhšej dobe pôsobenia.

2.5 Efektivita peritoneálnej dialýzy a výživa

Adekvátna dialýza je definovaná ako liečba, ktorá zlepšuje klinický stav, hemodynamickú stabilitu, UF je dostatočná, odstraňovanie metabolitov a úprava vnútorného

prostredia je kontinuálna a je zabezpečená dostatočná výživa. Efektivita akútnej PD je daná priepustnosťou peritonea a dostatočnou UF, ktorá sa dá ovplyvniť správne zvoleným dialyzačným roztokom a objemom napustenia. Priepustnosť peritonea možno len predpokladať, ale vo všeobecnosti je u detí dostatočná. V odbornej literatúre sa veľa diskutuje o efektívite akútnej PD u hyperkatabolických pacientov s AKI. Typickými znakmi AKI je porucha metabolizmu (spomalenie a katabolizmus), zvýšenie sekrécie katabolických hormónov, znížená sekrécia rastových faktorov a ich zvýšená rezistencia, zvýšená tvorba cytokínov a metabolická acidóza. Ku katabolizmu prispieva aj dialýza odstraňovaním nutrične významných metabolitov. U pacientov s AKI je množstvo dusíkatých látok dané rýchlosťou katabolizmu bielkovín. Denný príjem bielkovín sa u nich počíta podľa (PNA-protein equivalent of nitrogen appearance) súčtu strát bielkovín do moču a dialyzátu. Deti do 10 kg majú straty bielkovín približne 2-4 g/ kg/ 24 hod. Deti od 10 do 25 kg približne 1-3 g/ kg/ 24 hod. Pri porovnaní PD s ostatnými dialyzačnými metódami sú tieto straty bielkovín podobné. Straty bielkovín sa dajú čiastočne eliminovať použitím kombinácie roztokov glukózy a aminokyselín a s využitím schopnosti peritonea resorbovať aminokyseliny. Zlepšuje sa tak stav výživy, metabolizmus glukózy (nižší výskyt hyperglykémii s redukciou dávky inzulínu), mierne sa zvyšuje koncentrácia urey v sére, ale vo všeobecnosti sa znižuje katabolizmus bielkovín.

Tabuľka 16. Straty bielkovín (g/ deň) pri použití jednotlivých dialyzačných metód a denný príjem bielkovín podľa veku (g/ deň)

vek, hmotnosť	PD	IHD	CRRT	denný príjem bielkovín
< 2 roky, (< 10 kg)	2-4	0,5-1	2-3	2-3
1-6 rokov (10-25 kg)	2-3	0,5-1	2-3	1,5-2
7-14 rokov (25-40 kg)	1-2	0,5-1	2-3	1,5-2
15-21 (> 40 kg)	1-2	0,5-1	2-3	1,5

Legenda: CRRT-kontinuálna liečba nahrádzajúca funkciu obličiek, IHD-intermitentná hemodialýza, PD-peritoneálna dialýza

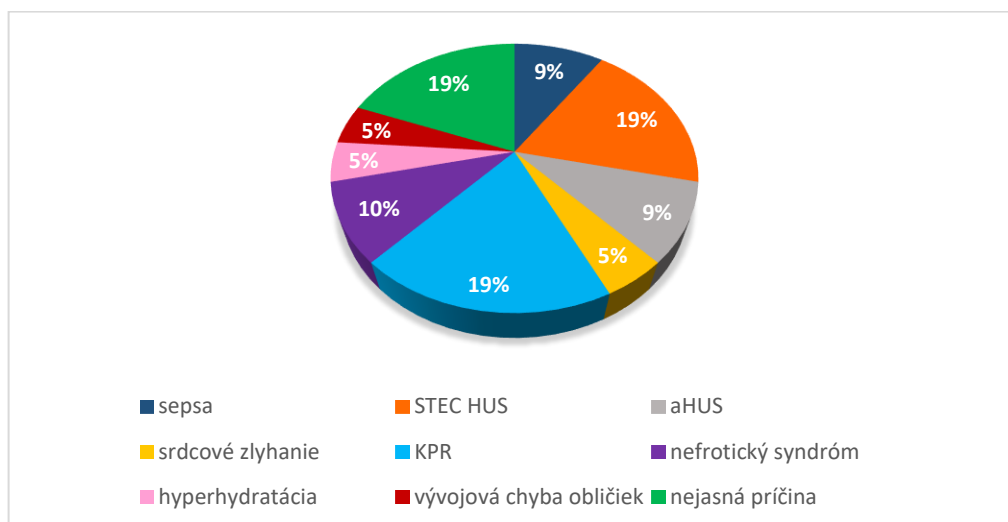
Poruchy mineralogramu sú častejšie pri režimoch s častými výmenami a koncentrovanou glukózou. Môže dochádzať k príliš rýchlej UF so vznikom hypovolemickej hyponatriémie spojenej s hypokaliémiou alebo sa rýchlejšie odstráni voľná voda s nedostatočným odstraňovaním sodíka (hypernatriémia). Poruchy acidobázickej rovnováhy tiež negatívne ovplyvňujú stav výživy u kriticky chorých pacientov. Dochádza k nim aj pri podávaní roztokov s bikarbonátom. Paradoxne vysoký prísun báz (parenterálne

a z dialyzačného roztoku) vedie k acidóze mozgovomiechového moku, následkom čoho dochádza k hyperventilácii a alkalóze. Dialyzačné roztoky s laktátom u pacientov s poškodením pečene spôsobujú laktátovú acidózu, pretože dochádza k horšiemu odbúravaní laktátu a jeho hromadeniu v organizme.

2.6 Vlastné skúsenosti

Od roku 2007 do mája 2020 bola na Klinike detí a dorastu a Klinike detskej anestézie a intenzívnej medicíny, Jesseniovej lekárskej fakulty, Univerzity Komenského v Martine použitá akútna PD u 22 detí (10 chlapcov). V posledných troch rokoch čoraz častejšie používame CRRT.

Graf 1. Jednotlivé diagnózy, pri ktorých bola použitá akútna peritoneálna dialýza a ich percentuálne zastúpenie

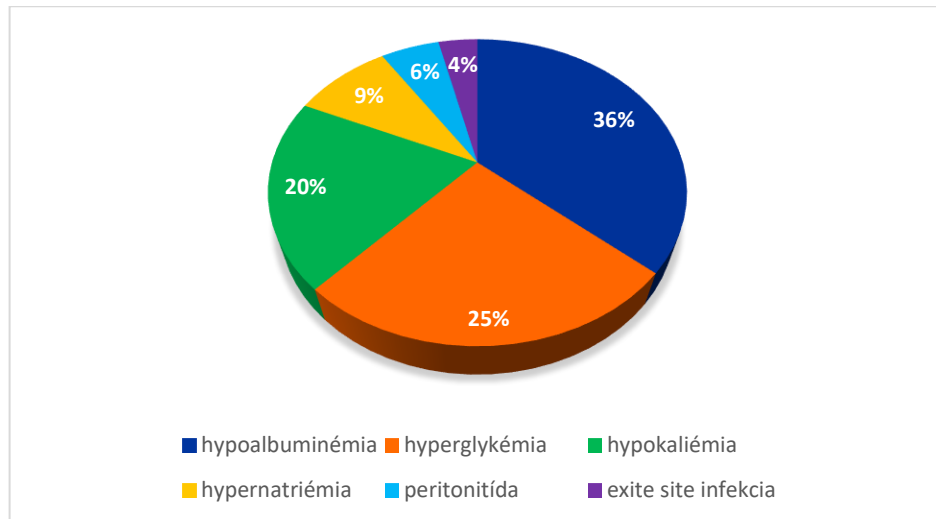


Legenda: KPR-kardiopulmonálna resuscitácia, STEC HUS-Shigatoxin-producing *Escherichia coli* hemolyticko uremický syndróm, aHUS-atypický hemolyticko uremický syndróm

Vekové rozloženie detí bolo od novorodeneckého obdobia do 18 rokov. Medián veku bol 6 rokov (IQR 0-18 rokov). Novorodenci boli dvaja a deti do 1 roka boli 4. Priemerná doba zotrvania na PD bola 8 dní. PD bola úspešná v 17 (77,27 %) prípadoch pacientov. 4 (18,18 %) pacienti zomreli a u jedného pacienta bolo potrebné zmeniť dialyzačnú metódu na CRRT. Peritoneálny dialyzačný katéter bol u všetkých pacientov zavedený laparotomicky v celkovej anestézii detským chirurgom. V 20 (90,90 %) prípadoch bol použitý Tenckhoffov curl cath dialyzačný katéter s jednou manžetou, v 2 (9,09 %) prípadoch bol použitý rovný dialyzačný katéter s jednou manžetou (novorodenci) s orientáciou exit site smerom nadol a miestom umiestnenia v pravom alebo ľavom mezogastriu. Antibiotiká

a antimykotiká boli podávané u všetkých pacientov ako prevencia peritonitídy. Používali sme dialyzačný roztok Physioneal® a Gambrosol®, Nutrineal® najčastejšie s koncentráciou glukózy 2,5 %. Na umelej pľúcnej ventilácii bolo 20 detí. Komplikácie sú uvedené v grafe číslo 2.

Graf 2. Jednotlivé komplikácie a ich percentuálne zastúpenie



3 CHRONICKÁ PERITONEÁLNA DIALÝZA U DETÍ

Chronická obličková choroba predstavuje významný zdravotnícky a ekonomický problém. Je definovaná ako ireverzibilné poškodenie funkcie obličiek. Najčastejšou príčinou v detskej populácii sú vrodené vývojové chyby obličiek, hereditárne nefropatie a chronické glomerulonefritídy (v porovnaní s dospelou populáciou kde dominuje diabetes mellitus typ I., II. a hypertenzia). V literatúre sa udáva, že z detských pacientov s ESRD vyžaduje nejakú formu RRT 8 detí (resp. 18-100 prípadov na 1 000 000 detí). Dostupnosť a typy RRT sa líšia a ich výber závisí od veku, diagnózy a klinického stavu pacienta. Boli zaznamenané aj geografické rozdiely. Každá RRT má svoje výhody a nevýhody. Preferovanou metódou je stále transplantácia obličiek s najvyššou mierou prežitia a najlepšou kvalitou života v porovnaní s ostatnými. V súčasnosti nie sú k dispozícii štúdie, ktoré by zrovnávali PD a IHD u detí a jednoznačne potvrdili, ktorá z modalít je najvýhodnejšia. Výber konkrétnej dialyzačnej metódy preto závisí od skúseností a preferencie zdravotníckych pracovníkov a rodiny.

3.1 Výhody a nevýhody

Chronická peritoneálna dialýza je najčastejšie využívaná a efektívna metóda RRT obzvlášť u detí mladších ako 5 rokov v porovnaní s IHD. Jednotlivé výhody a nevýhody PD v porovnaní s IHD sú uvedené v tabuľke 17.

Tabuľka 17. Výhody a nevýhody peritoneálnej dialýzy u detí s chronickým obličkovým zlyhaním

Výhody	Nevýhody
✓ realizácia v domácom prostredí (bez dochádzania 2-3x týždenne do dialyzačného strediska)	• zodpovednosť rodičov za realizáciu PD v domácom prostredí, „burden of care“ – „vyhorenie, preťaženie rodiny“
✓ menšie obmedzenie bežných denných aktivít (škôlka, škola, práca rodičov, výlety, ...)	• potrebná dobrá spolupráca s rodinou
✓ dlhšie zachovanie reziduálnej renálnej funkcie (reziduálna diuréza)	• riziko vzniku infekcie (peritonitída)
✓ bez potreby cievneho prístupu a bolesti pri jeho napichovaní (fistula)	
✓ bez striktnej diéty a prísnej reštrikcie tekutín	
✓ miernejšia anémia	
✓ nepretržitá liečba (každý deň)	

Legenda: PD-peritoneálna dialýza

3.2 Indikácie a kontraindikácie

Potreba začatia dialyzačnej liečby je u každého dieťaťa individuálna. Indikáciou k jej začiatku je obvykle kombinácia zmien (klinických, laboratórnych a psychosociálnych). Vo všeobecnosti by sa dialyzačná liečba mala začať pri poklese eGFR pod 10 ml/ min/ 1,73 m². Jednotlivé kontraindikácie (absolútne a relatívne) PD sú uvedené v tabuľke číslo 18.

Tabuľka 18. Kontraindikácie peritoneálnej dialýzy

Kontraindikácie	
Absolútne	Relatívne
<ul style="list-style-type: none">• porucha integrity steny dutiny brušnej	<ul style="list-style-type: none">• nedávna chirurgická operácia v dutine brušnej• nespolupráca pacienta alebo rodinných príslušníkov

3.3 Technické a materiálne zabezpečenie

Podľa North American Pediatric Renal Trials and Collaborative Studies (NAPRTCS) a IPPR sa pre chronickú PD odporúča použiť Tenckhoffov dialyzačný katéter s dvoma manžetami a stočenou intrabdominálnou časťou s orientáciou exit site smerom nadol a miestom umiestnenia v pravom alebo ľavom mezogastriu. Umiestnenie exite site je jedným z kľúčových faktorov. Jeho poloha sa najlepšie určuje v polohe v sede. Umiestňuje sa mimo plienkovanej oblasti, aby sa predišlo kontaminácií a chronickému dráždeniu. U starších detí sa umiestňuje nad alebo pod líniu pásu a mimo kožných záhybov. U pacientov so stómiou sa umiestňuje na opačnej strane a v čo najväčšej vzdialenosti od stómie. Môže sa použiť aj presternálny typ katétra s dlhým podkožným tunelom a vyústením na prednej stene hrudníka nad dolným okrajom sternu. Titánová spojka je v tomto prípade uložená v podkoží. Pred implantáciou sa odporúča vyprázdniť hrubé črevo, zaviesť permanentný močový katéter. Zápcha je významným rizikovým faktorom migrácie a obštrukcie katétra. Ako prevencia infekcie sa aplikujú antibiotiká (najčastejšie cefalosporíny I. alebo II. generácie v jednej dávke). Ak je prítomná stómia používajú sa aminoglykozidy tiež v jednej dávke. Pacientom s nosičstvom *Staphylococcus aureus* z výteru z nosa sa odporúča intranasálna aplikácia (neomicín/ bacitracín, mupirocín) dva krát denne počas 5 dní. V súčasnosti sa používajú dva spôsoby vytvorenia exite site. Podľa Moncriefa sa extraabdominálna časť katétra po implantácii ponechá uložená podkožne bez vyvedenia na povrch. Externalizácia sa realizuje neskôr s odstupom 4 až 6 týždňov po implantácii. Predpokladá sa zahojenie rán a lepšie zarastanie manžiet za aseptických podmienok bez

možnosti infekcie. Podľa Twardowského sa extraabdominálna časť externalizuje už počas implantácie katétra. Imobilizácia katétra je dôležitá z pohľadu traumatizácie exite site. Neodporúča sa fixácia katétra stehom z dôvodu dráždenia kože v okolí. Pod katéter sa podkladá sterilný štvorec a katéter sa imobilizuje. Preväz sa po implantácii realizuje jedenkrát za týždeň až do úplného zhojenia. Ak je prítomná infekcia alebo krvácanie v mieste inzercie, katéter sa preväzuje častejšie. Pri infekcii na ošetrenie môže použiť roztok s jódom alebo aplikovať neomicín/ bacitracín prípadne mupirocín. Miesto inzercie musí byť suché. Po zhojení sa exite site ošetruje denne fyziologickým roztokom alebo roztokom s obsahom jódu. Katéter by sa mal implantovať minimálne 2 týždne (break in perióda) pred začatím PD, aby došlo k správnej fixácii katétra v podkoží (zarastanie manžiet). PD sa začína napustením menšieho objemu dialyzačného roztoku s postupným navyšovaním a sleduje sa únik roztoku mimo dutiny brušnej. Napúšťanie a vypúšťanie by sa malo prvé týždne vykonávať v polohe v ľahu. Správna implantácia a starostlivosť o exite site je kľúčová v prevencii peritonitídy a exite site infekcie.

Obrázok 11. Exite site a umiestnenie katétra (vlastný archív autora).



Katéter by sa mal implantovať skúseným chirurgom laparoskopicky alebo laparotomicky. Každá z techník má niekoľko výhod a závisí len od skúseností operátora. Ak je prítomná hernia, plastika sa realizuje počas implantácie katétra. Ako prevencia obštrukcie katétra sa odporúča parciálna omentektómia. Môže sa vykonať aj omentopexia s fixáciou omenta stehom k prednej stene dutiny brušnej. Správna poloha dialyzačného katétra sa overuje RTG snímkou brucha po implantácii.

Na našom pracovisku sa katéter implantuje detských chirurgom. Používame Tenckhoffov „swan neck“ dialyzačný katéter s dvoma manžetami. Ako prevenciu infekcie používame cefalosporíny II. generácie. Laparoskopické zavedenie sa začína vytvorením kapnoperitonea. Infraumbilikálne sa následne zavedenie 5 mm port pre kameru (do ľavého mesogastria). Druhý 5 mm port sa zavádza do pravého hypogastria. Katéter sa zavádza cez ranu po extrahovanom porte z ľavého mesogastria do c. Duglasi. Laparotomicky sa katéter

3.4 Predpis a režim peritoneálnej dialýzy

Obrázok 12. Vyplnený dialyzačný zošit (vlastný archív autora)

Datum	Druk releja	Druk releja	Pojavilo se Poziv. data pila	Mesure napetosti releja	Mesure opornosti releja Otpori kod vga
28.8.20					285
29.8.20					245
30.8.20					265
31.8.20					240
01.9.20					276
02.9.20					274
03.9.20					278
04.9.20					276
05.9.20					274
06.9.20					276
07.9.20					274
08.9.20					276
09.9.20					274
10.9.20					276
11.9.20					274
12.9.20					276
13.9.20					274
14.9.20					276
15.9.20					274
16.9.20					276
17.9.20					274
18.9.20					276
19.9.20					274
20.9.20					276
21.9.20					274
22.9.20					276
23.9.20					274
24.9.20					276
25.9.20					274
26.9.20					276
27.9.20					274
28.9.20					276
29.9.20					274
30.9.20					276
01.10.20					274
02.10.20					276
03.10.20					274
04.10.20					276
05.10.20					274
06.10.20					276
07.10.20					274
08.10.20					276
09.10.20					274
10.10.20					276
11.10.20					274
12.10.20					276
13.10.20					274
14.10.20					276
15.10.20					274
16.10.20					276
17.10.20					274
18.10.20					276
19.10.20					274
20.10.20					276
21.10.20					274
22.10.20					276
23.10.20					274
24.10.20					276
25.10.20					274
26.10.20					276
27.10.20					274
28.10.20					276
29.10.20					274
30.10.20					276
31.10.20					274
01.11.20					276
02.11.20					274
03.11.20					276
04.11.20					274
05.11.20					276
06.11.20					274
07.11.20					276
08.11.20					274
09.11.20					276
10.11.20					274
11.11.20					276
12.11.20					274
13.11.20					276
14.11.20					274
15.11.20					276
16.11.20					274
17.11.20					276
18.11.20					274
19.11.20					276
20.11.20					274
21.11.20					276
22.11.20					274
23.11.20					276
24.11.20					274
25.11.20					276
26.11.20					274
27.11.20					276
28.11.20					274
29.11.20					276
30.11.20					274
31.11.20					276

CELULA ZA POKAZIVANJE Očitavanja
vrijed. napetosti releja i otpora

Pomoćnik

Baxter

59

Kontinuálna ambulantná peritoneálna dialýza (Continuous ambulatory peritoneal dialysis-CAPD) je najčastejšie používaný typ PD pokiaľ nie je dostupný cycler. Napúšťanie a vypúšťanie dialyzačného roztoku prebieha pod vplyvom gravitácie. Drenážny vak je umiestnený pod úrovňou pacientovho brucha a vak s novým dialyzačným roztokom je umiestnený vyššie na stojane. Výmeny si pacient realizuje sám alebo s pomocou druhej osoby, ručne počas dňa. Počet výmen a doba pôsobenia sú individuálne v závislosti od potrieb pacienta. V noci je dutina brušná väčšinou napustená dialyzačným roztokom s vyššou koncentráciou glukózy alebo s roztokom icodextrín.

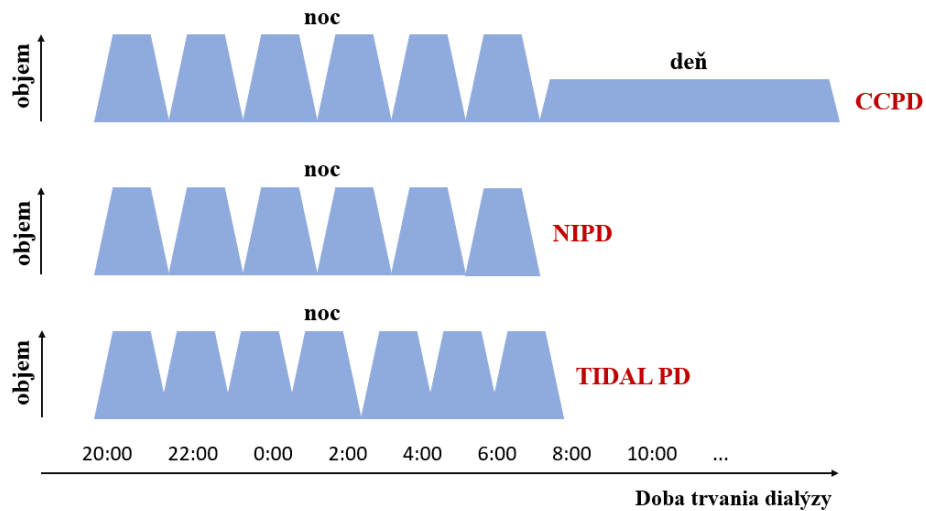
Kontinuálna cyklická peritoneálna dialýza (Continuous cyclic peritoneal dialysis-CCPD) je typ APD. Výmeny dialyzačného roztoku sú realizované cyclerom počas noci podľa vopred nastaveného programu. Po skončení dialýzy sa do dutiny brušnej napustí dialyzačný roztok podľa potrieb pacienta. Ak je to potrebné, cez deň sa môže realizovať ešte ručná výmena.

Nočná intermitentná peritoneálna dialýza (Nightly intermittent peritoneal dialysis-NIPD) je typ APD. Výmeny sú realizované cyclerom počas noci. Po skončení dialýzy zostáva dutina brušná prázdna. Jej modifikáciou je denná intermitentná peritoneálna dialýza (Daily intermittent peritoneal dialysis-DIPD), pri ktorej sú výmeny realizované počas dňa. V noci je dutina brušná prázdna.

„Prílivová“ peritoneálna dialýza (Tidal peritoneal dialysis-TIDAL) je typ APD. V dutine brušnej zostáva rezervný objem a v krátkych časových intervaloch sa vypustí iba časť objemu tzv. „príliv“. Dutina brušná je tak neustále napustená určitým množstvom dialyzačného roztoku. Výmeny sa môžu realizovať počas dňa alebo noci a po skončení môže byť dutina brušná prázdna alebo napustená dialyzačným roztokom.

Intermitentná peritoneálna dialýza (Intermittent peritoneal dialysis-IPD) sa často používa pri začatí PD u pacientov s dostatočnou reziduálnou funkciou obličiek a výmeny nemusia byť realizované denne. Režim sa postupne upravuje podľa individuálnych potrieb pacienta a realizujú sa ručne alebo cyclerom najčastejšie počas dňa niekoľko dní v týždni.

Obrázok 13. Schématické rozdelenie režimov podľa časového harmonogramu



Legenda: CCPD- kontinuálna cyklická peritoneálna dialýza (Continuous cyclic peritoneal dialysis), NIPD- Nočná intermitentná peritoneálna dialýza (Nightly intermittent peritoneal dialysis), TIDAL PD-prílivová peritoneálna dialýza

3.5 Osobitosti chronickej peritoneálnej dialýzy

3.5.1 Anémia

Normocytárna, normochrómna anémia s hypoproliferatívnou kostnou dreňou je častou komplikáciou ESRD. Etiológia je multifaktoriálna. Najčastejšia príčina je porucha tvorby erytropoetínu a jeho nedostatočný účinok. Medzi ostatné faktory patrí nedostatok železa, vitamínov (predovšetkým skupiny B, kyselina listová), chronický zápal, porucha kostnej drene, niektoré lieky a krvné straty. Neliečená anémia prispieva k rozvoju hypertrofie ľavej komory, častejšej potrebe podávania transfúzií s následnou senzibilizáciou čo môže komplikovať budúcu transplantáciu obličiek, zvyšuje riziko hospitalizácie a samozrejme mortalitu. Nedostatočný účinok erytropoetínu sa dáva do súvislosti s nedostatkom železa, chronickým zápalom, nedostatkom vitamínu B₁₂ a sekundárnou hyperparatyreózou. Podľa odporúčaní Kidney disease outcomes quality initiative (KDOQI) z roku 2012 sa odporúča u detí udržiavať koncentráciu hemoglobínu (Hb) 110-120 g/l, transferínu > 20 %, feritínu > 100 ng/ml. Železo sa substituuje v dávke 3-6 mg/kg/deň, perorálnou ale aj intravenóznou formou. Ako substitučná liečba sa odporúča podávanie erytropoetínu α , β alebo darbepoetínu α . Dávka pre dojčatá je 350 IU/kg/týždeň rozdelených do 2 až 3 dávok, u ostatných detských pacientov sa odporúča dávka 150 IU/kg/týždeň rozdelených do 2 až 3 dávok. Darbepoetín α a erytropeotín s dlhodobým účinkom je ideálny u detí. Erytropeotín sa môže podávať nielen subkutánne, ale aj intraperitoneálne. Ako

podporná liečba sa odporúča podávanie vitamínu C (nie rutinne pre retenciu oxalátov), kyseliny listovej a vitamínov B₆, 12.

Tabuľka 19. Požadované hodnoty laboratórnych parametrov a dávkovanie liekov

Parameter	Požadovaná koncentrácia a dávkovanie
Hemoglobín	110-120 g/l
Transferín	> 20 %
Feritín	> 100 ng/ml
Fe	3-6 mg/kg/deň (dávkovanie)
Erytropoetín	350 IU/kg/týždeň rozdelených do 2-3 dávok (dojčatá) 150 IU/kg/týždeň rozdelených do 2-3 dávok (ostatné deti)

3.5.2 Výživa

Porucha výživy nie je u detí v pravidelnom dialyzačnom programe žiadnou výnimkou. Je bežná nielen u dojčiat a mladších detí, ale aj adolescentov. Príčinou proteínovokatabolickej malnutrície je zápalový proces, ktorý prispieva k poruche peritonea ako dialyzačnej membrány (porucha priepustnosti). Príčinou proteínovoenergetickej malnutrície je znížený príjem a strata bielkovín, zvýšený katabolizmus a neadekvátna dialýza. Nedostatočná UF (pri PD aj HD) spôsobuje hyperhydratáciu organizmu, dochádza k mestnaniu krvi v splachnickej oblasti, ktorá sa prejaví tráviacimi ťažkosťami a zníženou chuťou do jedla. Nechutenstvo je ovplyvnené aj perorálnou medikáciou (napr. fosfátové viazače), nedostatočne liečenou anémiou a psychosociálnymi faktormi. Neadekvátna dialýza je príčinou anorexie čo sa prejaví znížením kalorického príjmu. Pre stav výživy je dôležitý aj typ transportéra. Rýchly transportér odstraňuje rýchlo malé molekuly a aj priepustnosť pre bielkoviny je zvýšená.

Tabuľka 20. Výhody a nevýhody peritoneálnej dialýzy z pohľadu jej vplyvu na stav výživy

Výhody	Nevýhody
✓ stabilné vnútorné prostredie	• strata bielkovín
✓ trvalý prísun energie (glukóza)	• hyperglykémia a hyperinzulinémia
✓ dlhšie zachovaná reziduálna funkcia obličiek	• hyperlipidémia
✓ biokompatibilita	• znížený selén
✓ lepšie odstraňovanie stredných molekúl	• katabolický vplyv prekonanej peritonitídy
	• zvýšený leptín-nechutenstvo

Hodnotenie stavu výživy by sa malo realizovať aspoň jedenkrát za 6 mesiacov. K základným ukazovateľom patrí fyzikálne vyšetrenie, anamnéza, diétne návyky, antropometrické merania (váha, výška, BMI, telesný tuk, ...), biochemické (albumín, prealbumín, transferín, urea, katabolický index, ...), imunologické parametre (zložky komplementu, počet lymfocytov).

Denná potreba energie by mala byť aspoň 150 kJ/ kg. Nutné je zvýšiť chuť do jedla. Ak to nie je možné (predovšetkým dojčatá, deti do 3 rokov) potrebné je zavedenie nasogastrickej sondy (NGS) alebo perkutánnej gastrostómie (gombíkový PEG) na zabezpečenie enterálnej výživy. Ďalšou možnosťou je podporná parenterálna výživa. Potrebná je prevencia peritonitíd. Primeraná pohybová aktivita je tiež dôležitá. Z pohľadu diétnych opatrení je vo všeobecnosti PD menej prísna v porovnaní s HD. Diétne opatrenia závisia aj od objemu reziduálnej diurézy a pridružených ochorení. Príjem bielkovín by mal byť $> 1 \text{ g/ kg/ deň}$, z toho 2/ 3 by mali tvoriť plnohodnotné bielkoviny a esenciálne aminokyseliny. Denný príjem fosforu sa u detí stanovuje ťažko, pretože jeho príjem úzko súvisí s príjmom bielkovín. Pri výbere potravín je dôležitý pomer fosfor/ bielkovina, ktorý je výhodnejší v rastlinných bielkovinách. Z bielkovinových potravín sa vstrebáva približne 60 % prijatého fosforu, z tzv. potravinových aditív kompletne. Vo všeobecnosti by cieľová hodnota fosforu mala byť nižšia ako 1,5 násobok fyziologickej koncentrácie. Obmedzenie mliečnych výrobkov je problematické pre potrebu vápnika pre správny vývoj kostí. Odporúčaný denný príjem vápnika vo veku 1-10 rokov je 500-600 mg/ deň a vo veku 11-18 rokov 800-1000 mg/ deň. Vláknina je potrebná aj v prevencii zápchy. Príjem sodíka sa väčšinou u dialyzovaných pacientov obmedzuje (3 g/ 24 hod ev. aj menej 1,5 g/ 24 hod.). U pediatrických pacientov je práve častejšie potrebné natrium substituovať. Súvisí to s primeranou reziduálnou diurézou a s vysokou UF. Deplécia sodíka spôsobuje u detí poruchu rastu, zraku a hypotenziu. Pridanie modifikátorov ako doplnok k výžive je potrebné za účelom dosiahnutia dostatočného prísunu energie a bielkovín bez súčasného dodania kálie a fosforu. K takýmto modifikátorom patrí napríklad Renastart®. Má vysokú energetickú hodnotu s nízkym obsahom bielkovín, draslíka a fosforu. Príjem tekutín je ovplyvnený reziduálnou diurézou a UF. Anurické deti vyžadujú prísnu kontrolu príjmu tekutín a draslíka. Koncentrácie vitamínov A, E, B₂, B₁₂ sú väčšinou u detí s PD primerané. Potrebné je ale substituovať vitamín C, B₁, B₆ a kyselinu listovú. Dôležitý je zvýšený príjem zinku, selénu, magnézia a medi. Multivitamínové prípravky nie je vhodné podávať.

Tabuľka 21. Vhodné a nevhodné potraviny

Vhodné a nevhodné potraviny	
✓	mäso-morčacie, kuracie, králičie, hovädzie, ryby
•	bravčové, zverina, údeniny, mastné výrobky, trvanlivé mäsové výrobky (saláma)
✓	syry-čerstvé, polomäkké, tvrdé s obsahom tuku 45 %, s nízkym obsahom soli a fosforu
•	zrejúce s plesňou, tavené
✓	mliečne výrobky-kyslo mliečne výrobky, polotučné výrobky
•	nízkotučné výrobky
✓	vajcia-žltok obsahuje lecitín, vitamíny, cholesterol, fosfor, bielok-plnohodnotná bielkovina
•	trvanlivé potraviny (veľký obsah stabilizátorov a konzervantov), dochucovadlá (fosfor a soľ)
✓	ovocie (výber podľa koncentrácie kálie), čerstvé, kompóty bez pridaného cukru
-	jablká, hrušky, jahody, čučoriedky, (draslík < 100 mg/ 100 g)
•	sušené (majú viac kálie), džúsy, smoothies
✓	zelenina (výber podľa koncentrácie kálie), uhorky (draslík < 100 mg/ 100 g)
-	zemiaky, šošovica, orechy, semená (draslík > 200 – 250 mg/ 100 g)
✓	obilniny-múka celozrnná, ryža, krúpy (vláknina), cestoviny celozrnné
•	sladké šišky, plnené koláče, napolitánky
✓	želatínové cukríky, ovocné želé
•	sladkosti (čokoláda-fosfor 70 %, vysoký obsah kálie)
✓	tuky-kvalitné rastlinné oleje, nesolené maslo
✓	pitná čistá voda
•	coca - cola, alkohol, sladké nápoje (vysoký obsah fosforu, kofola neobsahuje fosfor, ale obsahuje cukor)

3.5.3 Porucha kalcio-fosfátového metabolizmu, porucha rastu

Minerálová a kostná porucha pri CKD (CKD-MBD) je komplexná zmena metabolizmu vápnika, fosforu a vitamínu D. V pediatrickej populácii s CKD patrí k najvčasnejším metabolickým poruchám. Nedostatok kalcitriolu spôsobuje zmeny vo vstrebávaní vápnika v čreve (znížené vstrebávanie) s následným zvyšovaním koncentrácie parathormónu (PTH) a udrжанím kalcémie uvoľnením vápnika z kostí. Po jeho uvoľnení dochádza k jeho ukladaniu do tkanív a ciev. Cievne kalcifikácie sú časté, progresívne a často ireverzibilné. V patofyziológii CKD-MBD zohráva kľúčovú úlohu aj porucha vylučovania fosforu. Hyperfosfatémia patrí aj k významným negatívnym faktorom kardiovaskulárnej mortality. Preto je podľa súčasných poznatkov základom liečby úprava koncentrácie fosforu v sére.

Peritoneálna dialýza dokáže zabezpečiť vyrovnanú bilanciu vápnika. Nedokáže ale zabezpečiť optimálne odstraňovanie fosforu aj napriek tomu, že jeho odstraňovanie je kontinuálne a nedochádza k opakovaným zvýšeniam ako pri HD. Jeho eliminácia závisí od doby pôsobenia, celkového denného množstva dialyzátu a priepustnosti peritoneálnej membrány. Nesúvisí s odstraňovaním malých molekúl aj napriek tomu, že fosfor je malá molekula dobre rozpustná vo vode, pretože sa okolo nej vytvára vodný obal, ktorý jej molekulovú hmotnosť relatívne zvyšuje. Tiež index KT/V nie je pre elimináciu fosforu výpovedný. Pre jeho elimináciu je najdôležitejšie zachovanie reziduálnej diurézy dialyzovaných pacientov. V dôsledku strát bielkovín, ktoré viažu vitamín D je jeho koncentrácia v sére nižšia. Koncentrácia PTH je tiež nižšia v porovnaní s HD. Výskyt adynamickej formy osteopatie je tiež častejší v porovnaní s pacientami s HD, pretože nízke koncentrácie PTH (< 100 pg/ ml) sú spojené s hyperkalciémiou.

Koncentrácie sérového vápnika, fosforu, alkalickéj fosfatázy, bikarbonátov, PTH a vitamínu D by mala byť monitorovaná u pacientov s PD minimálne jedenkrát mesačne. Podľa International Pediatric Peritoneal Dialysis Network (IPPDN) je optimálna koncentrácia PTH pre pacientov na PD 100-300 pg/ ml. Pri zvýšenej koncentrácii fosforu v sére sa podávajú viazače fosfátov. Ako prvé sa používajú kalciové viazače (samozrejme len u pacientov bez hyperkalciémie). Ďalšími sú viazače fosfátov sevelamer hydrochlorid alebo sevelamer karbonát. Použitie viazačov na báze lantánu môže byť pri dlhodobom užívaní spojené s jeho ukladaním v kostiach. V liečbe sekundárnej hyperparatyreózy sa využívajú analógy vitamínu D (kalcitriol, paricalcitol). Použitie kalcimimetík môže byť spojené so vznikom hypokalciémie a ich použitie nie je u detí jednoznačne indikované.

Porucha rastu je častá a skorá komplikácia u detí s ESRD (45-60 %). Etiopatogenéza je multifaktoriálna. Hlavnými príčinami sú malnutrícia, porucha acidobázickej rovnováhy (acidóza), porucha kalcio-fosfátového metabolizmu, anémia, neadekvátna dialýza a zmena metabolizmu rastového hormónu. Koncentrácia rastového hormónu je síce vyššia, ale je prítomná rezistencia tkanív a znížený počet receptorov. U detí na PD sa podáva rekombinantný rastový hormón v obvyklej dennej dávke 0,045-0,05 mg/ kg (28-30 IU/ kg) bez ohľadu na vek pacientov. Podáva sa v jednej dennej dávke subkutánne (obvykle večer). Úprava dávky a jeho ďalšie použitie sa hodnotí každé 3-4 mesiace.

3.5.4 Metabolizmus lipidov

Pre pacientov s PD je typická zvýšená koncentrácia TAG a lipoproteínov, koncentrácia cholesterolu je stabilnejšia. LDL zložka cholesterolu je väčšinou v norme,

HDL zložka je znížená. V patofyziológii týchto zmien sa uplatňujú zvýšené straty HDL cholesterolu a albumínu do dialyzátu, zvýšené vstrebávanie glukózy z dialyzačných roztokov, nízka koncentrácia lipoproteínovej lipázy a chronický zápal. Hyperglykémia zvyšuje tvorbu TAG priamo a prostredníctvom zvýšenej tvorby inzulínu, ktorý tiež zvyšuje ich produkciu v pečeni. Znížená koncentrácia albumínu spôsobuje zvýšenú tvorbu bielkovín v pečeni (zvýšená tvorba apolipoproteínov). Pri chronickom zápale dochádza k zvýšenej syntéze zápalových proteínov, zníženej tvorbe albumínu a cholesterolu s rozvojom malnutrície. Metabolizmus lipidov negatívne ovplyvňuje aj hypotyreóza, acidóza, anémia, hyperparatyreóza, ktoré sú časté u pacientov s CKD. Liečba by sa mala začať úpravou stravovacích návykov a životného štýlu. Užívanie omega 3 mastné kyseliny sa štandardne neodporúča. Používanie statínov u detí nie je jednoznačné pre ich vplyv na stav výživy, rast a dospievanie. Ak sa začne s ich užívaním odporúča sa použiť nižšie dávky.

3.5.5 Kardiovaskulárny systém

Pediatrickí pacienti v pravidelnom dialyzačnom programe majú v porovnaní so svojimi rovesníkmi vyššie riziko kardiovaskulárnych ochorení, čo je spojené aj s vyššou mortalitou. Hypertenzia a objemové preťaženie s následnou hypertrofiou ľavej komory je prítomné až u polovice pacientov. Zvýšená koncentrácia parathormónu je rizikovým faktorom pre vznik fibrotických zmien myokardu. Poruchy mineralogramu sú spojené so vznikom cievnych kalcifikácií. Medzi ďalšie rizikové faktory patrí porucha metabolizmu lipidov, zápalový proces a anémia.

Pacienti by mali byť pravidelne kontrolovaní, minimálne každých 6 až 12 mesiacov. Medzi základné vyšetrenia patrí echokardiografické vyšetrenie srdca a 24 hodinové monitorovanie TK. Stav hydratácie a objemové preťaženie sa hodnotí podľa suchej váhy, výšky TK pred a po dialýze, hodnoty UF, prítomnosť edémov, hodnôt Hb/ hematokritu. Stav hydratácie je kľúčový nielen pre anurických pacientov, ale aj pre pacientov s reziduálnou diurézou. U pacientov s reziduálnou diurézou sa podávajú v úvode kľúčkové diuretiká až neskôr roztoky s vyššou koncentráciou glukózy (prevencia poškodenia peritonea). Udržanie funkčnosti peritoneálnej membrány je najlepší preventívny faktor hyperhydratácie. Tlak krvi by sa mal udržiavať u detí pod 90 percentil pre daný vek, pohlavie a výšku.

3.5.6 Psychosociálne aspekty

Komplexná starostlivosť o dieťa s chronickou PD je náročná nielen pre ošetrojúci personál ale aj pre celú rodinu. Popri fyzických zmenách sú prítomné aj psychické zmeny. Aj v tomto smere má PD svoje pozitívne a negatívne špecifiká (tabuľka 22).

Tabuľka 22. Pozitívne a negatívne psychosociálne aspekty peritoneálnej dialýzy

Pozitívne špecifiká PD	Negatívne špecifiká PD
<ul style="list-style-type: none">✓ pravidelné navštevovanie škôlky, školy✓ väčšia možnosť trávenia voľného času s rovesníkmi✓ liečba v domácom prostredí bez dochádzania do dialyzačného strediska✓ menej bolesti pri napájaní	<ul style="list-style-type: none">• neestetickosť-dialyzačný katéter• zodpovednosť za liečbu• pocit viny v prípade komplikácií• strata radosti z kúpania vo vani, kúpaliska• každodenná liečba

Legenda: PD-peritoneálna dialýza

Vo všeobecnosti je PD lepšie tolerovaná deťmi v nižšej vekovej kategórii. Väčším problémom sú adolescenti, ktorí viac trpia stratou vitality, zhoršením fyzickej kondície, stratou slobody a nezávislosti, obmedzením výberu školy a neskôr aj zamestnania. Úzkosť a depresia je u nich častejšia. Veľmi často odmietajú spolupracovať, nedodržia režim a diétne opatrenia, neužívajú potrebnú medikáciu. Pacienti a ich rodiny sú počas dlhodobej dialyzačnej liečby ohrození aj syndrómom vyhorenia, ktorý je spojený s dlhodobým psychickým a fyzickým vypätím. V súčasnosti je táto téma veľmi aktuálna a mala by sa jej venovať dostatočná pozornosť. Potrebná je preto starostlivosť psychológov a sociálnych pracovníkov.

3.6 Očkovanie a peritoneálna dialýza

Pacienti v pravidelnom dialyzačnom programe majú vyššie riziko vzniku infekcií a následných komplikácií a očkovanie je jedna z najúčinnějších možností ich prevencie. Je potrebné si uvedomiť, že pacienti v pravidelnom dialyzačnom programe majú nielen poruchy imunity, ale po očkovaní je typická slabšia imunitná odpoveď, nižšia sérokonverzia, nižšia koncentrácia protilátok, rýchlejší pokles protilátok a nižšia účinnosť očkovania. Pacienti na PD majú zníženú koncentráciu imunoglobulínov v sére z dôvodu ich zvýšených strát do dialyzačného roztoku. Vo všeobecnosti je možné všetkým dialyzovaným pacientom bezpečne aplikovať všetky neživé vakcíny a živé atenuované vakcíny s výnimkou živých

vakcín proti chrípke a poliomyelitíde. Pri výbere očkovacej látky je potrebné myslieť aj na lieky, ktoré pacient užíva (imunosupresia, kortikosteroidy).

Detskí pacienti liečení peritoneálnou dialýzou by mali byť očkovaní podľa aktuálneho národného imunizačného programu bez obmedzenia.

Očkovanie proti hepatitíde typu B je už súčasťou národného imunizačného programu. Neočkovaným pacientom sa odporúča ešte pred vstupom do pravidelného dialyzačného programu. Podľa koncentrácie protilátok sa odporúča aj pravidelné preočkovanie. Po skončení základného očkovania je vhodné s odstupom 1-2 mesiacov po poslednej dávke skontrolovať koncentráciu anti-HBs protilátok v sére. Minimálna protektívna koncentrácia je 10 mIU/ml. Ak pacient túto koncentráciu nedosiahne, odporúča sa celú očkovaciu schému zopakovať. Ak pacient ani po druhom očkovaní nedosiahne požadovaný titer protilátok odporúča sa už ďalej neočkovávať. Ak je titer protilátok medzi 10-100 mIU/ml aplikuje sa jedna booster dávka. Väčšina dialyzačných stredísk kontroluje koncentrácie anti-HBs protilátok každé tri mesiace pri pravidelnom vyšetrení iných serológií, minimálne ale jedenkrát ročne.

Medzi ďalšie odporúčané očkovania patrí sezónne **očkovanie proti chrípke**. Používa sa neživá očkovacia vakcína od 6 mesiacov veku. V porovnaní so zdravou populáciou je očkovanie menej účinné proti typu A (H1N1 a H3N2). Očkovanie proti typu B je dostatočne účinné.

Očkovanie proti pneumokokom je vhodné realizovať ešte pred začatím chronického dialyzačného programu, pretože organizmus je schopný lepšej odpovede. Očkovanie je vhodné začať jednou dávkou konjugovanej očkovacej vakcíny (Pneumococcal conjugate vaccine-PCV-13) a preočkovanie polysacharidovou vakcínou (Pneumococcal polysaccharide vaccine-PPSV23) s odstupom 2-6 mesiacov od prvého podania. Revakcinácia sa odporúča po 5 rokoch od očkovania a je vhodná pre všetkých pacientov.

Očkovanie proti rotavírusom je kontraindikované (živá vakcína).

O **očkovaní proti ľudskému papilomavírusu (Human papillomavirus-HPV)** je len málo štúdií, ktoré by sa zaoberali touto problematikou. Podľa štúdie Nelson a kol. (2016), ktorá sa zaoberala zisťovaním koncentrácie protilátok po očkovaní u 57 dievčat a žien vo veku 9–21 rokov s CKD a dialýzou bola koncentrácia protilátok dostatočná.

Očkovanie proti varicеле je indikované u detí, ktoré neprekonali varicelu a nie sú liečené imunosupresívnou liečbou. Aplikujú sa dve dávky subkutánne s odstupom druhej 6-8 týždňov od prvej.

Morbilli, mumps, rubeola (MMR) vakcína by sa nemala aplikovať pacientom, ktorí sú liečení imunosupresívnou liečbou.

Tabuľka 23. Očkovanie dialyzovaných pacientov

Typ očkovania	
Hepatitída B	✓
Chríпка	✓ (v sezóne)
MMR	✓ (bez imunosupresívnej liečby)
Varicela	✓
Pneumokoky	✓
Rotavírusy	-
HPV infekcia	✓

Legenda: HPV-human papillomavirus-ľudský papilomavírus, MMR-morbilli, mumps, rubeola.

3.7 Transplantácia obličiek a peritoneálna dialýza

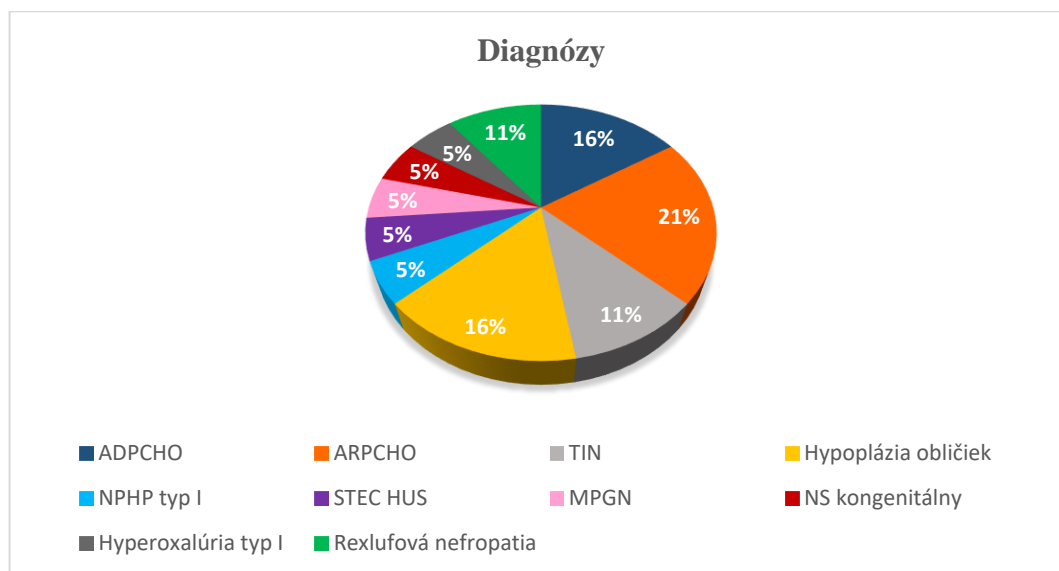
Podľa dostupných informácií je PD adekvátna dialyzačná metóda z pohľadu prežívania a funkcie štetu v porovnaní s HD. Pacienti s PD majú dlhšie zachovanú reziduálnu diurézu a aj kapacita močového mechúra je väčšia. Tento fakt je dôležitý pri našívaní ureteru s vytvorením antirefluxového systému. V porovnaní s HD majú pacienti s PD rýchlejší nástup štetu po transplantácii pre lepší stav hydratácie. Aj riziko prenosu hepatitídy B a C je nižšie v porovnaní s HD. PD sa môže ak je to potrebné do úplného nástupu štetu používať, pokiaľ nedošlo k poškodeniu peritonea alebo komunikácii s dutinou brušnou. Katéter sa po úspešnej transplantácii väčšinou extrahuje pred odchodom pacienta z nemocnice. Môže sa aj ponechať v dutine brušnej (1-3 mesiace), ale v takomto prípade je potrebné myslieť na vyššie riziko infekcie pri súčasnom užívaní imunosupresívnej liečby. Ak je katéter ponechaný, je potrebné pokračovať v pravidelnom ošetrovaní exitu site. Z pohľadu prežívania po zlyhaní funkcie štetu nie je rozdiel medzi PD a HD. Funkcia peritonea nie je ovplyvnená imunosupresívnou liečbou ani kortikosteroidmi.

3.8 Vlastné skúsenosti

Program chronickej peritoneálnej dialýzy začal na Klinike detí a dorastu Univerzitnej nemocnice v Martine v roku 2006 vznikom ambulancie pre chronickú peritoneálnu dialýzu a pokračuje doposiaľ. Do roku 2006 boli všetky deti s chronickým obličkovým zlyhávaním hemodialyzované. Od januára roku 2006 bolo do mája roku 2020 v dispenzárnej starostlivosti 19 detí (12 chlapcov) s chronickou obličkovou chorobou v štádiu ESRD.

Z celkového počtu 19 detí bolo zatiaľ 8 detí úspešne transplantovaných, 2 deti zomreli a 4 deti boli zverené po dovŕšení 18 roku života do starostlivosti nefrológa pre dospelých. Hemodialýzou boli od začiatku liečené 4 deti. Jedno dieťa podstúpilo preemptívnu transplantáciu obličky. Jednotlivé diagnózy znázorňuje graf číslo 3.

Graf číslo 3. Diagnózy a ich percentuálne zastúpenie

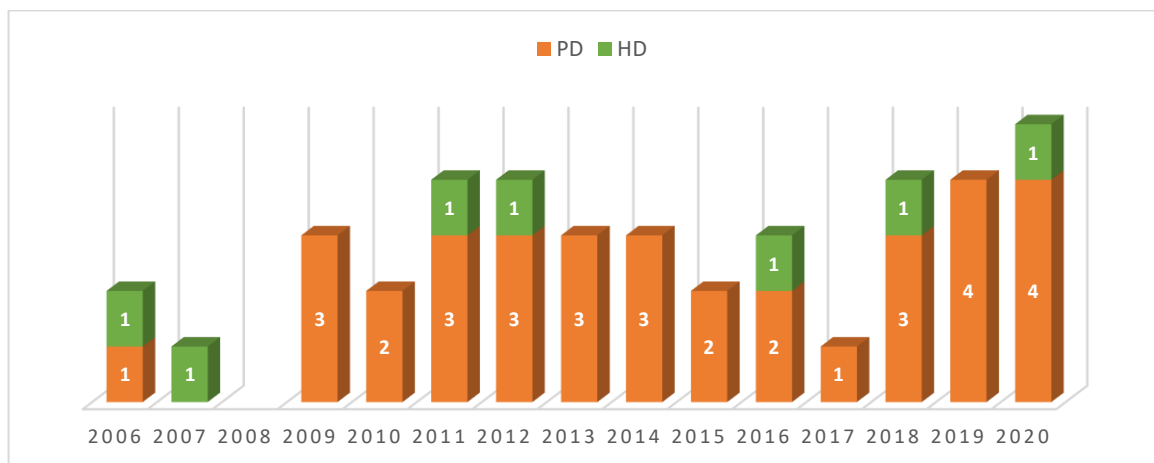


Legenda: ADPCHO-autozomálne dominantná polycystická choroba obličiek, ARPCHO-autozomálne recesívna polycystická choroba obličiek, MPGN-membranoproliferatívna glomerulonefritída, NS-nefrotický syndróm, NPHP typ I-nefronoftíza typ I, STEC HUS-Shigatoxin-producing *Escherichia coli* hemolyticko uremický syndróm, TIN-tubulointersticiálna nefritída

Peritoneálnou dialýzou bolo liečených 14 detí (8 chlapcov, 6 dievčat), z ktorých 3 deti boli neskôr prevedené na HD (2 chlapci, 1 dievča). Počty dialyzovaných detí v daných rokoch zobrazuje graf číslo 4. Vekové rozloženie detí liečených PD bolo od 6 mesiacov do 18 rokov. Medián veku, v ktorom bola začatá PD bol 13,5 roka (IQR 0,6-18). Medián zotrvania na PD bol 8 mesiacov (IQR 2-60). Incidencia výskytu peritonitídy bola 1 epizóda na 19,2 mesiacov čo je porovnateľné s publikovaným priemerom. Najčastejšou príčinou prechodu na HD bola porucha funkcie peritonea po prekonanej peritonitíde (2 deti) a u jedného dieťaťa bola funkcia peritonea poškodená po opakovaných chirurgických intervenciách v dutine brušnej pre malpozíciu katétra. Malpozíciu a wrapping PD katétra sme zaznamenali u 4 detí. Všetky deti boli liečené APD. Najčastejšie používaným režimom je TIDAL režim s realizáciou PD počas noci. Spolupráca detí a rodičov je primeraná. Jedno dieťa má diagnózu autizmu (nerozpráva, poruchy správania, stavy agresie, psychiatrická liečba). Peritoneálnou dialýzou boli dialyzovaní aj dvaja súrodenci (sestry) s odstupom 5

rokov. Z celkového počtu zomreli 2 deti liečené PD. V jednom prípade bola príčinou peritonitída a jedno dieťa zomrelo na komplikácie základného ochorenia (krvácanie z ezofágových varixov pri diagnóze ARPCHO). Sedem detí liečených PD bolo zatiaľ úspešne transplantovaných (5 detí v spolupráci s transplantáčnym centrom Univerzitetnej nemocnice v Martine, vek 10-18 rokov).

Graf 4. Počet dialyzovaných pacientov a typ dialyzačnej metódy v jednotlivých rokoch



Legenda: HD-hemodialýza, PD-peritoneálna dialýza

Roztok s icodextrínom bol použitý u štyroch detí. Jeho použitie a zaznamenaný efekt sú uvedené v tabuľke číslo 24.

Tabuľka 24. Použitie roztoku s icodextrínom u detí, vek, hmotnosť, objem, doba pôsobenia a jeho efekt

Vek, váha	Objem napusteného Icodextrínu, doba pôsobenia a efekt jeho použitia
6 mesiacov (6,8 kg)	objem napustenia 200 ml, UF negatívna, bez efektu
10 rokov (33 kg)	objem napustenia 1100 ml, UF 200-400 ml, pokles kreatinínu 1300-889 umol/ l, doba pôsobenia 14 hodín
17 rokov (65 kg)	objem napustenia 1500 ml, UF 400-600 ml, doba pôsobenia 13 hodín
19 rokov (50 kg)	objem napustenia 1000 ml, UF 200-400 ml, doba pôsobenia 14 hodín

Legenda: UF-ultrafiltrácia

Roztok s aminokyselinami bol použitý u dvoch detí (dievčat) vo veku 7 a 17 rokov. Indikáciou bola nedostatočná výživa (nechutenstvo, anorexia). U staršieho dievčaťa sme roztok použili počas jednej dennej výmeny s dobrým efektom. Zvýšenie koncentrácií albumínu a celkových bielkovín a vzostup hmotnosti bez zvýšenia koncentrácie urey bol zaznamenaný po 2 mesiacoch používania. U mladšieho dievčaťa sme tento roztok použili v kombinácii s roztokom glukózy počas celej doby dialýzy. Po mesiaci používania sme

zaznamenali vzostup koncentrácie urey bez zlepšenia hodnôt albumínu a celkových bielkovín.

4 PERITONEÁLNA DIALÝZA NOVORODENCŮV, DOJČIAT A DETÍ DO DVOCH ROKOV

Najčastejšou príčinou ESRD detí do dvoch rokov života sú vývojové chyby obličiek (hypoplázia, aplázia, dysplázia), polycystické ochorenie obličiek, obštrukčné uropatie, kongenitálny nefrotický syndróm a hemolyticko uremický syndróm. Hoci je transplantácia obličiek najideálnejšia liečba terminálneho obličkového zlyhania, vo vekovej skupine do jedného roku života je ťažko realizovateľná. Dialyzačná liečba sa preto stáva tzv. premost'ujúcou liečbou („bridging treatment“) k úspešnej transplantácii. Jej realizácia je náročná nielen z pohľadu dieťaťa a rodiča, ale aj ošetrojúceho personálu. Prináša so sebou množstvo zložitých lekárskech, sociálnych, ale aj etických otázok.

Podľa NAPRTCS až 96 % detí mladších ako 2 roky, ktoré vyžadujú dlhodobú dialyzačnú liečbu sú liečené práve peritoneálnou dialýzou. V liečbe akútneho obličkového zlyhania detí do 10 kg bola PD donedávna dialyzačnou metódou prvej voľby. S technickým pokrokom sa v súčasnosti u detí s akútnym zlyhávaním začínajú stále častejšie využívať kontinuálne metódy očisťovania krvi (CRRT).

Hlavnou výhodou PD u detí mladších ako 2 roky je, že nie je potrebný cievny prístup. Eliminácia metabolitov je fyziologickejšia a vďaka väčšej ploche peritonea a hustoty cievneho zásobenia sa vytvára efektívnejší gradient ich odstraňovania. V porovnaní s HD je menej prozápalová. Reziduálna funkcia obličiek je dlhšie zachovaná. Glukóza je primeraný zdroj energie a to predovšetkým u novorodencov so sklonom k hypoglykémii.

4.1 Peritoneálny dialyzačný katéter

Implantácia peritoneálneho dialyzačného katétra je kľúčová pre jeho správne fungovanie. Keďže detí vyžadujúcich dialyzačnú liečbu do 2 rokov je málo, implantáciu by mal vykonávať chirurg, ktorý má potrebné skúsenosti. Katéter sa implantuje laparoskopicky alebo laparotomicky. Z pohľadu prevencie peritonitídy sa odporúča implantácia s umiestnením exite site smerom nadol. Miesto vyústenia by malo byť umiestnené mimo plienkovej oblasti a čo najďalej od akejkoľvek potencionalnej stómie (ktorá by mohla byť v budúcnosti potrebná). Povrchová manžeta by mala byť umiestnená aspoň 2 cm od exite site aby sa minimalizovalo riziko jej protrúzie. Omentektómia sa nevykonáva rutinne, hoci obštrukcia katétra omentom je jednou z častých komplikácií. Počas implantácie sa ako prevencia infekcie odporúča podávanie antibiotík (cefalosporín I. generácie). Imobilizácia katétra po jeho implantácii je protektívny faktor správneho zahojenia exite site.

Pre novorodencov sa najčastejšie používa dialyzačný katéter s rovnou intraabdominálnou časťou. Ak je predpoklad dlhodobej PD používa sa katéter so stočenou intraabdominálnou časťou a s dvoma manžetami (Tenckhoff). Primeraná dĺžka intrabdominálnej časti zabezpečuje správnu polohu. Ak je dlhšia častejšie dochádza k migrácii a dislokácii katétra. Katéter s jednou manžetou je rizikový z dôvodu častejšieho výskytu peritonitídy. Po implantácii sa odporúča počkať s realizáciou PD minimálne 2 až 3 týždne, aby došlo k zarasteniu manžiet. Ideálne je aby deti s malou hmotnosťou a nedostatočnou vrstvou podkožného tuku začali s PD, ak je to možné, po zlepšení stavu výživy. U novorodencov s kongenitálnym nefrotickým syndrómom sa odporúča implantácia katétra aspoň 2 týždne pred plánovanou nefrektómiou. V úvode PD je vhodné do roztokov pridávať Heparín v dávke 500 IU/ l dialyzačného roztoku.

4.2 Peritoneálne dialyzačné roztoky

Štandardne sa používajú roztoky s glukózou. Vzhľadom k častým problémom s výživou by mohlo byť použitie roztokov s aminokyselinami prínosom. Nie sú ale dostatočné informácie o zaťažení organizmu dusíkom a schopnosťou adekvátne využiť aminokyseliny z roztoku. V súčasnosti sa preferuje agresívna enterálna výživa cez NGS alebo gastrostómiu. Roztoky s icodextrínom sa tiež používajú zriedkavejšie. Dosiahnutie adekvátnej UF nie je totiž také zaručené v porovnaní s dospelou populáciou, pretože dochádza k častému vstrebávaniu icodextrínu. Problematické je aj dosiahnutie adekvátneho objemu roztoku, ktorý by zabezpečil dostatočnú UF. Výhodnejšie sú roztoky s nízkym obsahom vápnika (1,25 mmol/ l), pretože výhradnou výživou detí do prvého roku života je väčšinou materské mlieko alebo umelá mliečna formula s vyšším obsahom vápnika. Výhodné sú roztoky s neutrálnym pH pre ich lepšiu biokompatibilitu s menším poškodením peritonea pri dlhodobej dialýze. Na korekciu metabolickej acidózy sa častejšie používajú roztoky s bikarbonátom (laktát môže byť v určitých prípadoch horšie metabolizovaný).

4.3 Režim, predpis a efektivita peritoneálnej dialýzy

Odporúča sa objem napusteného dialyzačného roztoku na jednu výmenu vypočítať s prihliadnutím na povrch tela nie telesnú hmotnosť. Plocha peritonea detí je v porovnaní s dospelými dvakrát väčšia a preto pri použití malého objemu nie je úplne využitý jeho transportný potenciál. Pri prepočítaní objemu na telesnú hmotnosť by sa mohlo stať, že objem bude malý a rýchlejšie sa dosiahne ekvilibrium medzi jednotlivými molekulami. Pri prepočte objemu na povrch tela (povrch tela nezávisí od veku) je väčšinou napustený objem

dostatočný a dokáže vo väčšej miere využiť transportný potenciál peritonea. Vzhľadom k rôznej veľkosti dieťaťa nie je možné použiť jednotný objem tak ako je to u dospelých. Množstvo roztoku na jednu výmenu by malo zohľadňovať aj hodnotu intraabdominálneho tlaku ($< 18 \text{ cm H}_2\text{O}$). Pri dlhodobo zvýšenom intraabdominálnom tlaku dochádza k väčšiemu vstrebávaniu dialyzačného roztoku lymfatickým systémom. Je rizikovým faktorom častejšieho vracania a vzniku hernií. V súlade s týmito poznatkami sa najčastejšie používa objem napusteného dialyzačného roztoku na jednu výmenu $600\text{--}800 \text{ ml/ m}^2$ ($800\text{--}1000 \text{ ml/ m}^2$ podľa typu literatúry). Povrch tela dieťaťa sa vypočíta podľa vzorca $S=0,167\sqrt{(V \times H)}$, (S je povrch tela m^2 , V je výška v metroch a H je hmotnosť v kg). Vďaka väčšej ploche peritonea a hustote cievneho zásobenia majú dojčatá zníženú ultrafiltračnú kapacitu. Dôvodom je zvýšená resorpcia osmoticky aktívnych látok a preto je potrebné na zabezpečenie dostatočného osmotického gradientu používať cykly s kratšou dobou pôsobenia v porovnaní so staršími deťmi.

Ak je potrebné začať s PD čo najrýchlejšie po inzercii katétra, najčastejšie sa používa režim CAPD. Množstvo napusteného roztoku na jednotlivé výmeny by sa mal prepočítavať na povrch tela. Začína sa s množstvom napusteného roztoku na jednu výmenu 200 ml/ m^2 (10 ml/ kg), s dobou pôsobenia najmenej 30-50 minút, v trvaní 5-7 dní, aby sa minimalizovalo riziko úniku dialyzačného roztoku. Následne sa množstvo napusteného roztoku zvyšuje na $600\text{--}800 \text{ ml/ m}^2$ a zvyšuje sa aj počet výmen 8-12 za 24 hodín. Odhad ideálnej normovolemickej telesnej hmotnosti oligurických a anurických detí je veľmi náročné. Ak je dieťa oligurické alebo anurické, hmotnosť by mala byť kontrolovaná každých 6 hodín a koncentrácia glukózy v roztoku je potom na nasledujúcich 6 hodín definovaná individuálnou váhou dieťaťa. Napríklad ak je cieľová váha 3 kg a aktuálna hmotnosť dieťaťa je $< 3 \text{ kg}$, použije sa roztok s nízkou koncentráciou glukózy. Ak je aktuálna hmotnosť $3,0\text{--}3,2 \text{ kg}$ použije sa roztok so strednou koncentráciou glukózy. Ak je aktuálna hmotnosť $> 3,2 \text{ kg}$ použije sa roztok glukózy s najvyššou koncentráciou. Roztok sa do dutiny brušnej napúšťa po koncentračnom gradiente. Ak je množstvo napusteného roztoku na jednu výmenu väčšie ako 100-150 ml môže sa použiť cycler a realizovať APD.

Pre deti v chronickom dialyzačnom programe, ktoré sa liečia APD sa najčastejšie využíva režim CCPD. Podľa literatúry čas trvania liečby je obvykle 10-12 hodín s počtom výmen 10-14 a s množstvom roztoku na jednu výmenu $800\text{--}1000 \text{ ml/ m}^2$ počas noci (800 ml/ m^2 do 1 roka a $800\text{--}1000 \text{ ml/ m}^2$ od 1 do 2 rokov a posledné naplnenie počas dňa $400\text{--}500 \text{ ml/ m}^2$). U nefrektomovaných a anurických detí sa odporúča pred nočnou dialýzou realizovať ešte 2 výmeny s náplňou $400\text{--}500 \text{ ml/ m}^2$ s dobou pôsobenia 60 minút s použitím

roztoku strednej až vysokej koncentrácie glukózy za účelom dosiahnutia dostatočnej UF. U týchto detí sa odporúča (samozrejme s prihliadnutím na ich stav) reštrikcia tekutín aby sa minimalizovala potreba používania roztokov s vysokou koncentráciou glukózy. Dieťa by malo byť vážené 2-3 krát počas dňa a roztoky a režim by mal byť upravovaný podľa váhového limitu. Keďže dieťa rastie, váhový limit by mal byť prehodnocovaný každé 2 týždne. Ďalším režimom, ktorý sa u detí do 2 rokov používa je režim prílivovej peritoneálnej dialýzy (TPD). Častejšie sa používa väčšinou u detí s vysokou priepustnosťou peritonea a u mechanických problémoch s nízkym vypúšťacím objemom a pri bolestivom vypúšťaní roztoku.

Podľa odporúčení KDOQI pre dospelých pacientov by mala byť hodnota týždňového $K_t/V_{urea} > 1,7$. Keďže je dostupných len málo štúdií, ktoré by hodnotili tento parameter u detí do 2 rokov, nie je hodnota K_t/V_{urea} presne stanovená. Vo všeobecnosti s dôrazom na individualizáciu dialyzačnej liečby v detskom veku je ťažko zhodnotiť, či by presne daná hodnota K_t/V_{urea} bola obrazom efektivity PD. Spomedzi jednotlivých parametrov by sa mal sledovať predovšetkým lineárny rast a prírastok hmotnosti, zväčšenie obvodu hlavy a psychomotorický vývoj. Medzi ďalšie dôležité ciele patrí vyhýbanie sa hypovolémii a deplécii nátria, ktoré majú významný vplyv na rast detského organizmu.

4.4 Výživa a rast

Pre detských pacientov s ESRD je typická slabá chuť do jedla a skorý pocit sýtosti, ktoré je čiastočne ovplyvnené aj zvýšenými koncentraciami cirkulujúcich cytokínov. Častejšie je pozorovaná aj porucha motility žalúdka, jeho spomalené vyprázdňovanie a gastroezofágový reflux. U detí s PD sú tieto faktory podporované aj zvýšeným intraperitoneálnym tlakom napusteného dialyzačného roztoku. Pre dosiahnutie primeraného stavu výživy u týchto detí je väčšinou ťažko nedosiahnuteľné bez zavedenej NGS alebo gastrostómie. Na začiatku môže byť zavedenie sondy na kŕmenie rodičmi odmietané. Postupom času sa zmierni stres spojený s odmietaním potravy dieťaťom a neustáleho tlaku zdravotníkov, aby dieťa pribralo a rodičia súhlasia aj s touto formou výživy. Samozrejme použitie NGS má aj svoje nevýhody. Je spojené s vyšším rizikom aspirácie, potrebné sú jej pravidelné výmeny a môže mať vplyv aj na psychomotorický vývoj dieťaťa. Prítomnosť gastrostómie je častejšie spájaná s exite site infekciou a peritonitídou. Preferuje sa zavedenie gombíkovej gastrostómie. Kŕmenie sondou sa väčšinou realizuje počas noci (keď je dieťa aj dialyzované), aby nemuselo byť imobilizované počas dňa. Zavedenie stómie alebo použitie NGS môže mať výhodu aj v období po transplantácii obličiek, aby bola zabezpečená

dostatočná hydratácia a podávanie liekov. Implantácia gastrostómie sa ideálne odporúča pred implantáciou dialyzačného katétra a začatím PD. Perkutánnu implantáciu počas PD by sa nemala realizovať z dôvodu vysokého rizika infekcie a mechanických komplikácií. Implantácia chirurgickou (otvorenou) gastrostómiou je možné aj počas PD s prihliadnutím na preventívne opatrenia infekcie a poškodenia peritonea.

Tabuľka 25. Navrhovaný objem enterálnej výživy pre začiatok a pokračovanie podávania s použitím nasogastrickej sondy alebo gastrostómie (upravené podľa Warady a kol, 2012).

Vek	Iniciálne podávanie	Denné navýšenie	Optimálne množstvo
Kotinuálne kŕmenie			
0-1 rok	10-20 ml/ h (1-2 ml/ kg/ h)	5-10 ml/ 8 h (1 ml/ kg/ h)	21-54 ml/ h (6 ml/ kg/ h)
1-6 rokov	20-30 ml/ h (2-3 ml/ kg/ h)	10-15 ml/ 8 h (1 ml/ kg/ h)	71-92 ml/ 8 h (4-5 ml/ kg/ h)
Bolusové kŕmenie			
0-1 rok	60-80 ml á 4 h (10-15 ml/ kg)	20-40 ml á 4 h	80-240 ml á 4 h (20-30 ml/ kg)
1-6 rokov	80-120 ml á 4 h (5-10 ml/ kg)	40-60 ml á 4 h	280-375 ml á 4 h (15-20 ml/ kg)

Potreba energie u detí podľa veku je uvedená v tabuľke 22. Z roztokov s glukózou je možné získať 10 kcal/ kg telesnej hmotnosti.

Tabuľka 26. Potreba energie u detí podľa veku, (hmotnosť je uvedená v kg) (upravené podľa KDOQI, 2009).

Vek (v mesiacoch)	Odhadovaná potreba energie kcal/ deň
0-3	$(89 \times \text{hmotnosť} - 100) + 175$
4-6	$(89 \times \text{hmotnosť} - 100) + 56$
7-12	$(89 \times \text{hmotnosť} - 100) + 22$
13-36	$(89 \times \text{hmotnosť} - 100) + 20$

Deti do 2 rokov liečené PD sú ohrozené vyššími stratami bielkovín a sodíka. Podľa niektorých centier sa vo všeobecnosti odporúča denný príjem bielkovín 2-3 g/ kg/ deň. Straty bielkovín PD sa odhadujú na 0,15-0,3 g/ kg/ deň. Príjem fosforu koreluje s príjmom bielkovín. Denný príjem jednotlivých zložiek je uvedený v tabuľke 23.

Tabuľka 27. Denný príjem vybraných zložiek.

	0-6 mesiacov	7-12 mesiacov	1-3 roky
Bielkovina	1,8 g/ kg/ deň	1,5 g/ kg/ deň	1,3 g/ kg/ deň
Fosfor	100 mg	270 mg	460 mg
Kalcium	420 mg	540 mg	750 mg

Výhradnou výživou detí do prvého roku života je materské mlieko alebo umelá mliečna formula. Materské mlieko predstavuje jedinečnú výživu, ktorá svojim zložením plne rešpektuje požiadavky dieťaťa a adaptuje sa na potreby rastúceho organizmu. Jeho zloženie je ideálne aj pre deti v pravidelnom dialyzačnom programe, hoci niektoré zložky musia byť podľa typu dialyzačnej liečby substituované. Biologická dostupnosť materského mlieka umožňuje optimálny príjem bielkovín a mikronutrientov. Má prirodzene nižší obsah fosforu a hliníka. Vďaka vyššiemu obsahu srvátky, ktorá je rýchlejšie stráviteľná je vhodné aj u detí s oneskoreným vyprázdňovaním žalúdka. Materské mlieko je hypoosmolárne. Na Slovenskom trhu sú v súčasnosti dostupné umelé mliečne formuly určené ako jediný zdroj výživy alebo formuly na moduláciu existujúcich výrobkov. Renastart® je špecifická výživa určená pre deti s ochorením obličiek vo veku jeden a viac rokov ev. ako počiatočná dojčenská výživa s nízkym obsahom vápnika, bielkovín, chloridov, fosforu, draslíka a vitamínu A. Môže sa kombinovať aj ako doplnok k dojčeniu. Vzhľadom k stratám sodíka dialýzou, ktoré sa obvykle pohybujú okolo 3 mmol na 100 ml UF je potrebná jeho suplementácia. Preferuje sa korekcia perorálnym podávaním. Začína sa s polovicou odhadovanej potreby a dávka sa zvyšuje postupne, až kým koncentrácia sodíka v sére nedosiahne normálne hodnoty (> 135 mmol/ l). Vysoký príjem nátrie je spojený s hyperhydratáciou a hypertenziou. Veľká pozornosť sa venuje aj monitorovaniu sérovej koncentrácie vápnika, ktorá sa zvyšuje pri používaní vápnikových viazačov fosfátov. Pre dojčenský vek je typický rýchlejší rast s potrebou bielkovín. Súbežne je ale s bielkovinami dodávaný aj fosfor a potreba fosfátových viazačov stúpa. Tým sa zvyšuje aj príjem vápnika a výskyt epizód hyperkalciémie, čo môže viesť ku kalcifikácii tkanív a ciev. Preto sa odporúča používať roztoky s nízkym obsahom vápnika alebo sa môžu použiť aj fosfátové viazače bez obsahu vápnika. Deti do 2 rokov sú z pohľadu typu transportéra väčšinou označované ako „high transporter“. Okrem metabolitov sa preto vo zvýšenej miere môže strácať aj draslík a paradoxne je potrebná jeho suplementácia.

Tabuľka 28. Zloženie materského mlieka a najčastejšie používaných umelých mliečnych formúl (množstvo je uvedené v mg/ 100 ml mlieka).

Zložky	MM	Beba I.	Nutrilon I.	Renastart
Bielkoviny	1,2	1,2	1,2	1,5
Tuky	4	3,6	3,5	4,8
Cukry	6,9	7,4	7,6	12
Sodík	14	25	22	50
Draslík	58	70	73	23
Vápnik	25-35	42	62	22
Fosfor	13-16	23	43	18

Obzvlášť náročné u detí v pravidelnom dialyzačnom programe je dosiahnutie primeraného rastu. Pre deti do prvého roku života je typický vysoký lineárny rast takmer 25 cm/ rok, ktorý postupne klesá na 18 cm/ rok. Toto počiatočné obdobie rastu závisí predovšetkým od zabezpečenia optimálnej výživy, koncentrácie rastového hormónu a inzulínu podobného rastovému faktoru. Udržanie optimálneho rastu v tomto období je potom správnym predpokladom primeranej telesnej výšky v dospelosti. Deti s ESRD majú vo všeobecnosti nižšiu telesnú výšku. Podľa literatúry sa primeraný rast dá dosiahnuť pri adekvátnej výžive, dostatočnom odstraňovaní malých molekúl, primeranej minerálovej a tekutinovej stabilite aj bez podávania rastového hormónu. Podľa štúdií je rast detí na PD spojený aj s dlhšie zachovanou funkciou obličiek (reziduálna diuréza).

4.5 Komplikácie peritoneálnej dialýzy, prognóza a kvalita života

Najčastejšou a najobávanejšou komplikáciou PD je peritonitída. Jej výskyt je u mladších detí častejší v porovnaní s deťmi vo vyššej vekovej skupine. Medzi rizikové faktory patrí problematický stav výživy a nižšia obranyschopnosť organizmu. Častejší je aj výskyt hernií, únik dialyzačného roztoku a migrácia katétra v dutine brušnej. Napriek pokroku v starostlivosti o deti v pravidelnom dialyzačnom programe je morbidita pacientov vysoká. Hoci sa znížila miera výskytu peritonitídy vo vekovej kategórii do 2 rokov stále zostáva vyššia ako u starších detí. Tiež celková správna funkcia dialyzačného katétra („catheter survival“) nie je optimálna. Deti s PD sú častejšie hospitalizované a vyžadujú ústavnú starostlivosť. Prežitie detí, ktoré sú pri začatí PD mladšie ako 5 rokov je nižšie ako u starších detí predovšetkým vďaka komorbiditám. Najčastejšou príčinou smrti je infekcia a ochorenie kardiopulmonálneho systému. Medzi významné komorbidity a rizikové faktory, ktoré zvyšujú mortalitu patrí hypoplázia pľúc a anúria. Vo všeobecnosti sa dá povedať, že

pri včasnej diagnostike, agresívnej liečbe s použitím adekvátnej PD, s optimálnou výživou a skorou transplantáciou obličky je možné dosiahnuť normálny vývoj dieťaťa. Keďže liečba týchto detí je náročná a ich počet malý, významným prognostickým faktorom stále zostáva aj ich centralizácia do centier s dostatočnými skúsenosťami a multidisciplinárnou starostlivosťou.

ZOZNAM TABULIEK

- Tabuľka 1. Porovnanie peritoneálnej dialýzy a hemodialýzy
- Tabuľka 2. Jednotlivé zloženie vybraných peritoneálnych dialyzačných roztokov
- Tabuľka 3. Dĺžka peritoneálneho dialyzačného katétra v závislosti od hmotnosti pacienta
- Tabuľka 4. Rizikové faktory pre vznik peritonitídy
- Tabuľka 5. Antibiotiká, antimykotiká, dávka a typ intraperitoneálneho podania
- Tabuľka 6. Indikácie extrakcie dialyzačného katétra
- Tabuľka 7. Jednotlivé typy peritonitídy a ich liečba
- Tabuľka 8. Profylaktické podávanie antibiotík počas výkonov a v rizikových situáciách
- Tabuľka 9. Neinfekčné komplikácie peritoneálnej dialýzy
- Tabuľka 10. Rozdelenie pacientov podľa peritoneálneho ekvilibračného testu
- Tabuľka 11. Dávkovanie liekov počas peritoneálnej dialýzy
- Tabuľka 12. Výhody a nevýhody akútnej peritoneálnej dialýzy
- Tabuľka 13. Porovnanie jednotlivých eliminačných metód v liečbe akútneho obličkového zlyhania
- Tabuľka 14. Obličkové a neobličkové indikácie peritoneálnej dialýzy
- Tabuľka 15. Relatívne kontraindikácie akútnej peritoneálnej dialýzy
- Tabuľka 16. Straty bielkovín (g/ deň) pri použití jednotlivých dialyzačných metód a denný príjem bielkovín podľa veku (g/ deň)
- Tabuľka 17. Výhody a nevýhody peritoneálnej dialýzy u detí s chronickým obličkovým zlyhaním
- Tabuľka 18. Kontraindikácie peritoneálnej dialýzy
- Tabuľka 19. Požadované hodnoty laboratórnych parametrov a dávkovanie liekov
- Tabuľka 20. Výhody a nevýhody peritoneálnej dialýzy z pohľadu jej vplyvu na stav výživy
- Tabuľka 21. Vhodné a nevhodné potraviny
- Tabuľka 22. Pozitívne a negatívne psychosociálne aspekty PD
- Tabuľka 23. Očkovanie u dialyzovaných pacientov
- Tabuľka 24. Použitie roztoku s icodextrínom u detí. Vek, hmotnosť, objem, doba pôsobenia a jeho efekt
- Tabuľka 25. Navrhovaný objem enterálnej výživy pre začiatok a pokračovanie podávania s použitím nasogastrickej sondy alebo gastrostómie (upravené podľa Warady a kol, 2012)

Tabuľka 26. Potreba energie u detí podľa veku, (hmotnosť je uvedená v kg) (upravené podľa KDOQI, 2009)

Tabuľka 27. Denný príjem vybraných zložiek

Tabuľka 28. Zloženie materského mlieka a najčastejšie používaných umelých mliečnych forém (množstvo je uvedené v mg/ 100 ml mlieka)

ZOZNAM OBRÁZKOV

- Obrázok 1. Zjednodušené znázornenie princípov difúzie a konvekcie
- Obrázok 2. Zjednodušený „Trojpórový model“ peritoneálneho transportu (upravené podľa Agarwal a spol., 2007)
- Obrázok 3. Fibrínové vlákna v odpadovom vaku po ukončení dialýzy-označené šípkami (vlastný archív autora)
- Obrázok 4. Tenckhoffov curl cath a curl cath swan neck, intraabdominálna časť je stočená alebo rovná a perforovaná.
- Obrázok 5. Konektorový systém na pripojenie peritoneálneho dialyzačného katétra (transfer set a titánová spojka).
- Obrázok 6. Vytvorenie exite site peritoneálneho dialyzačného katétra a jeho umiestnenie
- Obrázok 7. a) správna poloha konca dialyzačného katétra-označené šípkou, b) dislokácia dialyzačného katétra pod ľavý rebrový oblúk-označené šípkou (vlastný archív autora)
- Obrázok 8. HomeChoice (Baxter) a vak na ručnú dialýzu (Baxter) (vľavo), SleepSafe Harmony (Fresenius medical care) a systém PD-paed (Fresenius medical care) (vpravo)
- Obrázok 9. Exite site infekcia (vlastný archív autora)
- Obrázok 10. Príklad výpočtu KT/V a Cl_{cr} u našej pacientky
- Obrázok 11. Exite site a umiestnenie katétra (vlastný archív autora)
- Obrázok 12. Vyplnený dialyzačný zošit (vlastný archív autora)
- Obrázok 13. Schématické rozdelenie režimov podľa časového harmonogramu

ZOZNAM GRAFOV

Graf 1. Jednotlivé diagnózy, pri ktorých bola použitá akútna peritoneálna dialýza a ich percentuálne zastúpenie

Graf 2. Jednotlivé komplikácie a ich percentuálne zastúpenie

Graf 3. Diagnózy a ich percentuálne zastúpenie (ADPCHO-autozomálne dominantná polycystická choroba obličiek, ARPCHO-autozomálne recesívna polycystická choroba obličiek, MPGN-membranoproliferatívna glomerulonefritída, NS-nefrotický syndróm, NPHP typ I-nefronoftíza typ I, STEC HUS-Shigatoxin-producing *Escherichia coli* hemolyticko uremický syndróm, TIN-tubulointersticiálna nefritída).

Graf 4. Počet dialyzovaných pacientov a typ dialyzačnej metódy v jednotlivých rokoch (PD-peritoneálna dialýza, HD-hemodialýza)

LITERATÚRA

- AGARWAL, S.K., GUPTA, A. Aquaporins: The renal water channels. *In Indian J Nephrol*, 2008, 18 (3), 95-100.
- AKSU, N., ALPARSLAN C., YAVASCAN O., et al. A single-center experience on percutaneously performed partial omentectomy in pediatric peritoneal dialysis patients. *Renal Failure*, 2014, 36:5, 755-759.
- ANSARI N. Peritoneal Dialysis in Renal Replacement Therapy for Patients with Acute Kidney Injury. *In Int J Nephrol*. 2011, 1-10.
- Annual Report of the North American Pediatric Renal Trials and Collaborative Studies (NAPRTCS). 2008. dostupné na internete: <https://web.emmes.com/study/ped/annlrept/Annual%20Report%20-2008.pdf>.
- BONILLA-FELIX M. Peritoneal dialysis in the pediatric intensive care unit setting: techniques, quantitations and outcomes. *Blood Purif*, 2013, 35, 77-80.
- BRNDIAROVÁ, M., ANTONYOVA, M., BÁNOVČIN, P. Akútna peritoneálna dialýza. *Pediatrica*, 2015, 10(4), 175-178.
- BRNDIAROVÁ, M., ANTONYOVA, M., BÁNOVČIN, P. MUDr. Peritonitída-infekčná komplikácia peritoneálnej dialýzy. *Pediatrica*, 2012, 7(5), 213-217.
- CAMERON, J.S. The science of dialysis: 'uraemic toxins'. History of the Treatment of Renal Failure by Dialysis. Oxford: Oxford University Press, 2002, 15-23.
- CARAY, W.A, MARTZ, K.L, WARADY B.A, Outcome of Patients Initiating Chronic Peritoneal Dialysis During the First Year of Life. *Pediatric*, 2015, 136, 616-622.
- CRABTREE, JH. SAGES guidelines for laparoscopic peritoneal dialysis access surgery. *Surg Endosc*, 2014, 28, 3013-3015.
- CRABTREE, JH. Selected best demonstrated practices in peritoneal dialysis access Kidney International, 2006, 70, 27-37.
- CULLIS, B., ABDELRAHEEM, M., ABRAHAMS, G., et al. Peritoneal Dialysis for Acute Kidney Injury. *Perit Dial Int.*, 2014, 34(5), 494-517.
- DASCHNER M, GFRÖRER S, ZACHARIOU Z, et al. Perit Laparoscopic Tenckhoff catheter implantation in children. *Dial Int*, 2002, 22(1), 22-26.
- DART, A., FEBER, J., WONG, H., et al. Icodextrin re-absorption varies with age in children on automated peritoneal dialysis. *Pediatr Nephrol*, 2005, 20, 683-685.

DE BOER, A.W., SCHRODER, C.H., VAN VLIET. R., et al. Clinical experience with icodextrin in children: Ultrafiltration profiles and metabolism. *Pediatr Nephrol*, 2000, 15, 21-24.

DE GALASSO, L., PICCA, S., GUZZO, I. Dialysis modalities for the management of pediatric acute kidney injury. *Pediatr Nephrol*, 35, 2020, 753-765.

FISCHBACH, M, SCHMITT, C.P., SHROFF, R., et al. Increasing sodium removal on peritoneal dialysis: applying dialysis mechanics to the peritoneal dialysis prescription. *Kidney Int.*, 2016, 89(4), 761-766.

FOSTER, B.J, BORZYCH, D. Technical Aspect of controlled Enteral Nutrition in Pediatric Dialysis In Warady BA., et al. *Pediatric Dialysis*, New York: Springer-Verlag New York Inc., 2nd ed. 2012, 439-451. 825 pp.

FRASER, N., HUSSAIN, F.K., CONNELL, R., et al. Chronic peritoneal dialysis in children *International Journal of Nephrology and Renovascular Disease*, 2015, 8, 125-137.

GOTLOID, L. Functional Structure of the Peritoneum as a Dialyzing Membrane. In KHANA, R., KREDIET, R.T. Nolph and Gokal's Textbook of Peritoneal Dialysis. 3rd ed. New York: Springer, 2009, 934 p.

HAGGERTY, S., ROTH, S., WALSH, D. Guidelines for Laparoscopic Peritoneal Dialysis Access Surgery, Board of Governors of the Society of American Gastrointestinal and Endoscopic Surgeons (SAGES) in Jun 2014. <https://www.sages.org/publications/guidelines/guidelines-laparoscopic-peritoneal-dialysis-access-surgery/>

HOLMBERG, C, RÖNNHOLM, K. Maintenance peritoneal dialysis during infancy. In: Warady BA, Schaefer FS, Fine RN, Alexander SR (eds) *Pediatric dialysis*. Kluwer, Bodmin, UK, 2004, 209-220.

HÖLTTÄ, T, HOLMBERG, C.H, RÖNNHOLM K. Peritoneal dialysis during infancy. In Warady BA., et al. *Pediatric Dialysis*, New York: Springer-Verlag New York Inc., 2nd ed. 2012, 219-229. 825 pp.

HTAY, H., JOHNSON, D.W., WIGGINS, K.J., et. al. Biocompatible dialysis fluids for peritoneal dialysis. *Cochrane Database Syst Rev.*, 2018, 26, 10(10), CD007554.

HTAY, H., JOHNSON, D.W., CRAIG, J.C., et. al. Catheter type, placement and insertion techniques for preventing catheter-related infections in chronic peritoneal dialysis patients. *Cochrane Database Syst Rev*, 2019, 31, 5(5), CD004680

CHADHA V, JONES LL, RAMIREZ ZD, WARADY BA. Chest wall peritoneal dialysis catheter placement in infants with a colostomy. *Adv Perit Dial*, 2000, 16, 318-320.

CHEN G., WANG, P., LIU H. Greater omentum folding in the open surgical placement of peritoneal dialysis catheters: a randomized controlled study and systemic review. *Nephrol Dial Transplant*, 2014, 29, 687-697.

CHUA, A.N., WARADY, B.A. Care of the Pediatric Patient on Chronic Dialysis. *Adv Chronic Kidney Dis.*, 2017, 24(6), 388-397.

JESEŇÁK M, HAVLÍČEKOVÁ Z, BÁNOVČIN P. Materské mlieko a dojčenie v kontexte modernej medicíny. A-medi management, s.r.o Bratislava, 2015, 337s.

KDOQI Clinical Practice Guideline for Nutrition in Children with CKD: 2008 update. Executive summary. *Am J Kidney Dis.*, 2009, 53(2), 111-104.

KDOQI Clinical Practice Guideline for Nutrition in Children with CKD Work Group Meeting Nutritional Goals for Children Receiving Maintenance Dialysis In Warady BA., et al. Pediatric Dialysis, New York: Springer-Verlag New York Inc., 2nd ed. 2012, 377-437. 825 s.

KIEBALO, T., HOLOTA, J., HABURA, I., et al. Nutritional Status in Peritoneal Dialysis: Nutritional Guidelines, Adequacy and the Management of Malnutrition Nutrients, 2020, 12, 1-14.

KIM, Y.H., RESOTOC, LPR. Peritoneal dialysis in critically ill children. In: DEEP, A., GOLDSTEIN, SL. Critical Care Nephrology and Renal Replacement Therapy in Children. New York: SpringerLink: Springer, Cham; 2018, 307-323.

KEITA, Y., NDONGO, A.A., ENGOME, C.B., et al. Continuous ambulatory peritoneal dialysis (CAPD) in children: a successful case for a bright future in a developing country. *Pan Afr Med J.*, 2019, 30, 33, p. 71.

KEUNG, L.G. Renastart Use in an Infant on Peritoneal Dialysis. Advances in Peritoneal dialysis. *Conference on Peritoneal Dialysis*, 2017, 33, 79-83

KREDIET, R.T. The Physiology of Peritoneal Solute, Water, and Lymphatic Transport. In KHANA, R., KREDIET, R.T. Nolph and Gokal's Textbook of Peritoneal Dialysis. 3rd ed. New York: Springer, 2009, 934 s.

LALAN, S., DAI, H., WARADY, B.A. Hypogammaglobulinemia in infants receiving chronic peritoneal dialysis. *Pediatr Nephrol.*, 2017, 32(3), 503-509.

LEDERMANN, S.E, SPITZ, L, MOLONEY, J. et al. Gastrostomy feeding in infants and children on peritoneal dialysis. *Pediatr Nephrol.*, 2002, 17, 250.

LI, PK., SZETO, CHCH., PIRAINO, B. ISPD Peritonitis Recommendations: 2016 Update on Prevention and Treatment Peritoneal Dialysis International, Vol. 36, 481-508.

MADDEN, I., BLAAUW, M., BAUGH, N., et. al. Chronic peritoneal dialysis in children Paediatrics and Child Health, 2020, 30(9), 319-327.

MONCRIEF, J.W., POPOVICH, R.P., NOLPH, K.D. The history and current status of continuous ambulatory peritoneal dialysis. *Am J Kidney Dis*, 1990, 16, 579-584.

NAPRTCS Annual Report. 2014; <https://web.emmes.com/study/ped/annlrept/annlrept.html>.

NEGOI, D., NOLPH, K.D. History of peritoneal dialysis. In KHANA, R., KREDIET, R.T. Nolph and Gokal's Textbook of Peritoneal Dialysis. 3rd ed. New York: Springer, 2009, 934 s.

NELMS, CH.L. Optimizing Enteral Nutrition for Growth in Pediatric Chronic Kidney Disease (CKD) *Front Pediatr.*, 2018, 6, p. 214.

OKAN, M.A. Acute Peritoneal Dialysis in Premature Infants: Few Concerns: Authors' Reply. *Indian Pediatr.* 2020,15, 691.

OKAN, M.A, TOPCUOGLU, S., KARADAG, N.N, et al. Acute peritoneal dialysis in premature infants. *Indian Pediatr.*, 2020, 57(5), 420-422.

RAAIJMAKERS, R., SCHRODER, CH., GAJJAR, P. Continuous flow peritoneal dialysis: first experience in children with acute renal failure. *Clin J Am Soc Nephrol* 6, 2011, 311-318

REES L, SCHAEFER F, SCHMITT CP, SHROFF R, WARADY BA Chronic dialysis in children and adolescents: challenges and outcomes. *Lancet Child Adolesc Health.*, 2017, 1(1), 68-77.

RÖNNHOLM, K.A, HOLMBERG, C. Peritoneal dialysis in infants. *Pediatr Nephrol.*, 2006, 21, 751-756.

SANDERSON, K.R., ZARITSKY, J., WARADY B. Peritoneal dialysis in children. In: Magee C, Tucker JK, Singh AK, editors. Core concepts in dialysis and continuous therapies. Switzerland: Springer; 2016, 135-154

SANDERSON, K.R., WARADY, B.A. End-stage kidney disease in infancy: an educational review. *Pediatr Nephrol.*, 2020, 35, 229-240

SANDERSONA, KR., HARSHMANB, LA. Renal replacement therapies for infants and children in the ICU. *Curr Opin Pediatr.*, 2020, 32, 360-366

SETHI, S.K., CHAKRABORTY, R., JOSHI, H., et al. Renal Replacement Therapy in Pediatric Acute Kidney Injury. *Indian J Pediatr.*, 2020, 87, 608-617.

SCHAEFER F, BENNER L, BORZYCH-DUZALKA D, et al. International Pediatric Peritoneal Dialysis Network (IPPN) Registry Global variation of nutritional status in

children undergoing chronic peritoneal dialysis: a longitudinal study of the international pediatric peritoneal dialysis network. *Sci Rep.* 2019, 9(1), p. 4886

SCHMITT, C.P., BAKKALOGLU, S.A., KLAUS, G., et al. Solutions for peritoneal dialysis in children: recommendations by the European Pediatric Dialysis Working Group. *Pediatr Nephrol.* 2011, 26(7), 1137-1147.

TEITELBAUM I. The International Pediatric Peritonitis Registry: Starting to walk Kidney International, 2007, 72, 1305-1307.

VASUDEVAN, A., PHADKE, K., YAP, H.K. Peritoneal dialysis for the management of pediatric patients with acute kidney injury. *Pediatr Nephrol.* 2017, 32, 1145-1156.

VENTURELLI, C., BRUNORI, E.G. When to start chronic dialysis: as late as possible. *G Ital Nefrol.* 2010, 27(6), 568-573.

VERRINA, E, ZACCHELL, G, PERFUMO, F, et al. Clinical experience in the treatment of infants with chronic peritoneal dialysis. *Adv Perit Dial.*, 1995, 11, 281-214.

VERRINA, E., PERRI, K. Technical aspects and prescription of peritoneal dialysis in children. In WARADY, B.A., SCHAEFER, F., ALEXANDER S.R. Pediatric dialysis. 2nd ed. New York: Springer, 2012, 825 p.

WARADY, B.A., BAKKALOGLU, S., NEWLAND, J., et. al. Consensus guidelines for the prevention and treatment of catheter-related infections and peritonitis in pediatric patients receiving peritoneal dialysis: 2012 update. *Perit Dial Int.*, 2012, 32(2), 32-86.

WARADY, B.A., NEU, A.M., SCHAEFER, F., Optimal care of the infant, child, and adolescent on dialysis: 2014 update. *Am J Kidney Dis*, 2014, 64, 128-142.

WARADY, B.A., SCHAEFER, F., BAGGA, A., et al. Prescribing peritoneal dialysis for high-quality care in children. *Perit Dial Int*, 2020, 40(3), 333-340.

WHITE, C.T, GOWRISHANKAR, M, FEBER, J, et al. Canadian Association of Pediatric Nephrologists (CAPN), Peritoneal Dialysis Working Group. Clinical practice guidelines for pediatric peritoneal dialysis. *Pediatr Nephrol.*, 2006, 21, 1059-1066.

ZARITSKY, J.J., HANEVOLD, C., QUIQLEY, R., et. al Epidemiology of peritonitis following maintenance peritoneal dialysis catheter placement during infancy: a report of the SCOPE collaborative. *Pediatr Nephrol.*, 2018, 33(4), 713-722.

ZARITSKY, J, WARADY, B.A. Peritoneal Dialysis in Infants and Young Children Seminars in Nephrology, 2011, 31(2), 213-224.

ZUROWSKA, A.M, FISCHBACH, M, WATSON, A.R, et al. European Paediatric Dialysis Working Group. Clinical practice recommendations for the care of infants with stage 5 chronic kidney disease (CKD5). *Pediatr Nephrol*, 2013, 28, 1739-1748.