

používání krystaloidních roztoků v humánní medicíně. Velká epidemie cholery v Indii v roce 1817, která se postupně rozšířila přes Asii a kontinentální Evropu až na Britské ostrovy, a absence účinné terapie vedla k vysokým počtům úmrtí. Tehdejšími lékaři byly popisovány nálezy jako stagnující tmavá krev, neschopná arterIALIZACE a se ztrátou tekutosti (3). Skotský lékař Thomas Latta v roce 1832 podal intravenózně několika pacientům s cholerou infuzní roztok s ionty. Již v té době poukazoval na potřebu časného podání tekutiny v dostatečném množství s nutností opakované kontroly klinického stavu a odpovědi pacienta. Z pohledu složení šlo o hypotonické krystaloidní roztoky vody, soli a bikarbonátu (3, 4). Po odeznění epidemie cholery se díky používání krystaloidních roztoků v léčbě krvácení a traumatu nadále udržuje zájem odborné veřejnosti o tento typ terapie. Dalším důležitým mezníkem z pohledu znalostí složení balancovaných krystaloidních roztoků byl objev anglického fyziologa Sydneyho Ringera. Jím původně používaný krystaloidní roztok pro studium kontraktility preparátu žabího srdečního svalu měl jiný účinek poté, co laborant použil k jeho přípravě namísto destilované vody vodu z kohoutku, která obsahovala příměs kalcia. Toto zjištění vedlo následně ke vzniku Ringerova balancovaného krystaloidního roztoku (roztok vody, soli, kalie a kalcia) v roce 1882. Na sklonku 19. století zkoumal holandský chemik Hartog Jakob Hamburger krev savců a obojživelníků *in vitro* a hledal roztok ideální tonicity, ve kterém by nedocházelo k hemolýze erytrocytů. Experimentálně zjistil, že erytrocyty savců nehemolyzují v roztoku 0,9% NaCl. Od té doby byl tento roztok vody a soli, který nezpůsoboval hemolýzu, nazýván fyziologickým roztokem (3, 4). I když byl tento roztok vytvořen v rámci *in vitro* studií, stal se tento nebalancovaný roztok v průběhu 20. století prakticky nejrozšířenějším klinicky používaným krystaloidním roztokem. V roce 1932 americký pediatr a biochemik Alexis Hartman modifikuje Ringerův roztok přidáním laktátu sodného jako pufru kyselin (metabolicky se laktát v rámci Krebsova cyklu mění na CO₂ + H₂O a následně na bikarbonát) s cílem podávat tento roztok dětem s metabolickou acidózou při průjmu a dehydrataci. V některých zemích se jako alternativa laktátu jako pufru přidává acetát sodný.

V průběhu 20. století trvají snahy o návrh vhodné strategie udržovací tekutinové terapie a rehydratačních postupů v případech dehydratace u dětských pacientů (5). Významným milníkem je publikace Malcolma A. Hollidaye a Williama E. Segara z roku 1957, která navazovala na práce předchozích autorů v oblasti rehydratační a infuzní udržovací terapie (6). Autoři navrhli protokolární podávání dávek tekutin, kdy postup udržovací tekutinové terapie vychází z kalkulace energetického obratu dítěte a tekutinového obratu tekutin vzhledem k hmotnosti s ohledem na renální a insenzibilní fyziologické ztráty tekutin. Holliday-Segarova formule je stále nejrozšířenějším a nejvíce užívaným postupem kalkulace dávky udržovací tekutinové terapie u dětí. Již na tomto místě musíme zdůraznit doporučení autorů, že se jedná o kalkulaci udržovací tekutinové terapie (pokrývá fyziologickou potřebu tekutin a základních iontů = Na, K, Cl) v případě jinak zdravého dítěte nezátíženého kritickým stavem či dehydratací. Autoři dodávají, že toto doporučení není platné v případě deplece intravaskulárního volumu (nutnost zohlednit ztráty) a v případě poruch výdeje tekutin (kritický stav, oligurie) s nutností redukce tekutin. Tento přístup doporučoval současně definované množství iontů na každých 100 ml podané volné vody: 3 mmol Na/100 ml (≈30 mmol/l Na) a 2 mmol K a Cl/100 ml (≈20 mmol/l K a 20 mmol/l Cl). Holliday-Segarova formule tedy kalkuluje doporučené množství iontů ve vztahu k množství podané vody, a nikoliv dle tělesné hmotnosti. Na základě tohoto doporučení byly dětem v rámci udržovací tekutinové terapie podávány hypotonické roztoky (většinou poloviční

fyziologický roztok 0,45% NaCl nebo 0,45% NaCl v 5% glukóze). Široce rozšířená praxe podávání hypotonických roztoků (původně doporučených pouze v rámci udržovací tekutinové terapie u jinak zdravých dětí, které nemohou přijímat perorální stravu a tekutiny) vedla bohužel k tomu, že lékaři aplikovali tato doporučení také na řadu jiných pacientů. Tito pacienti často trpěli deficitem extracelulární tekutiny (hypotonická tekutina byla používána v rámci rehydratace při depleci intravaskulárního volumu) či jinými patologiemi spojenými s neosmotickými stimuly produkce ADH (viz výše). Tato skutečnost bohužel v řadě případů rezultovala v těžké hyponatremické stavy, v některých případech i úmrtí v důsledku maligního edému mozku (7). Tato zjištění vedla k otevření diskuze nad tím, jaký typ roztoku z hlediska tonicity má být aplikován v rámci udržovací tekutinové terapie a v rámci korekce deficitů extracelulárního ev. i intracelulárního objemu tekutin u dětí s dehydratací. Řada pracovišť na základě těchto poznatků začala používat namísto hypotonických krystaloidních roztoků izotonické nebalancované (0,9% NaCl) nebo balancované krystaloidní roztoky. Přehled složení nejčastěji historicky používaných i aktuálně používaných balancovaných i nebalancovaných krystaloidních roztoků je uveden v tabulce (Tab. 3). Pokud se budeme řídit medicínou založenou na důkazech, pak nesmíme opomenout metaanalýzy studií, které se zabývaly srovnáním bezpečnosti a účinku podávání izotonických a hypotonických tekutin. Poslední publikovaná metaanalýza dochází k závěru, že podávání izotonických tekutin ve srovnání s hypotonickými tekutinami je spojeno s nižším rizikem hyponatre-

Tab. 3. Složení krystaloidů, koncentrace v mmol/l

	Na	K	Cl	Ca	Mg	Organický aniont / konc.	Glukóza	Osmol.
0,45% NaCl	77	0	77	0	0	0	0	154
0,45% NaCl + 2,5% Glu	77	0	77	0	0	0	139	293
0,9% NaCl	154	0	154	0	0	0	0	308
Ringerův roztok	147	4	155	2,25	0	0	0	309
Hartmannův roztok	131	5,4	112	1,8	0	laktát / 28	0	277
Ringerfundin	145	4	127	2,5	1	acetát / 24 malát / 5	0	309
Benelyte (1% Glu)	140	4	118	1	1	acetát / 30	55	351
Isolyte	137	4	110	0	1,5	acetát / 34	0	287
Plasmalyte	140	5	98	0	1,5	acetát / 27 glukonát / 23	0	295
Plasmalyte + 5% Glu	140	5	98	0	1,5	acetát / 27 glukonát / 23	277	572