

# Kristalloidlahused infusioonravis

Minna Mari Lett<sup>1</sup>, Joel Starkopf<sup>2, 3</sup>

Eesti Arst 2019;  
98(9):512–517

Saabunud toimetusse:  
09.04.2019  
Avaldamiseks vastu võetud:  
27.08.2019  
Avaldatud internetis:  
28.10.2019

<sup>1</sup> TÜ meditsiiniteaduste valdkonna üliõpilane,  
<sup>2</sup> TÜ kliinilise meditsiini instituudi anestesioloogia ja intensiivravi kliinik,  
<sup>3</sup> TÜ Kliinikumi anestesioloogia ja intensiivravi kliinik

Kirjavahetajaautor:  
Minna Mari Lett  
minnamarii@gmail.com

Võtmesõnad:  
infusioonravi, Ringeri laktaadilahus, 0,9% naatriumkloriidilahus, NaCl

Eesti Arstiteadusüliõpilaste Seltsi ja ajakirja Eesti Arst artiklikonkursile „Minu esimene publikatsioon“ esitatud töö.

Raske dehüdratsiooniga kulgev koolera viis juba rohkem kui 180 aastat tagasi William Brooke O’Shaughnessy ja Thomas Latta juhtimisel infusioon- ehk vedelikravi arenguni. Kuigi infusioonravi on tänapäeval üks enam kasutatud ravivõtteid, on teadusuuringud eri lahuste eeliste ja puuduste kohta üsna tagasihoidlikud. Kliinilises praktikas kasutatakse kõige rohkem kristalloidlahuseid. Neist enim kasutatud on naatriumkloriidi (NaCl) 0,9% lahus ja Ringeri laktaadilahus.

Naatriumkloriidi 0,9% lahuse puhul on probleemiks hüperkloreemilise atsidoosi ja kaaliumi ainevahetuse häirete tekke risk. Hüperkloreemia omakorda on seotud halvemate ravitulemuste, ennekõike neerupuudulikkuse tekkega. Tasakaalustatud lahuste, näiteks Ringeri laktaadilahuse kasutamisel on hüperkloreemiat ja neerupuudulikkust vähem võrreldes NaCl 0,9% lahuse kasutamisega. Koertel tehtud eksperimentid on näidanud stabiilsemat vere pH-d Ringeri laktaadilahuse kasutamisel. NaCl 0,9% lahus on esmavalik neurokirurgias, kuna tasakaalustatud lahuste suhteline hüpotoonilisus võib neil patsientidel põhjustada koljusisese rõhu suurenemist. Lisaks on NaCl 0,9% lahus hea alkaloosi ja hüpokloreemia korrigeerimiseks. NaCl 0,9% lahuse kasutamisel on probleemiks ka lahjenduskoagulopaatia. Ringeri laktaadilahus on pigem seotud hüperkoagulatsiooniga, kuid selle kliiniline tähendus ei ole selge.

Lahuste manustamine veeni, tänapäevases mõistes infusioon- ehk vedelikravi, on nüüdisajal laialt kasutatud ravivõtte, mida esimest korda kirjeldati juba rohkem kui 180 aastat tagasi (1–4). Koolera kui raske dehüdratsiooniga kulgeva fataalse haiguse ravi otsingud viisid veenisisesse vedelikravi esmaste katsetusteni (5). Saadud positiivsetest tulemustest hoolimata vajus ravivõtte ligi sajaks aastaks unustusse, kuni 1930. aastatel tehtud kliinilised uuringud tõestasid veenvalt ravimeetodi tõhusust (6). Tänapäeval ravitakse infusioonravi lahustega iga päev tuhandeid patsiente, et kõrvaldada vedelikudefitsiit, taastada piisav ringleva vere maht ja tagada elundite küllaldane perfusioon. Infusioonravis kasutatakse mitmeid erinevaid lahuseid, mida võib jaotada kristalloidide ja kolloidide tüüpi lahusteks (7). Kliinilises praktikas on rohkem kasutusel kristalloidlahused (3).

Enamik infusioonravi lahuseid on kasutusele võetud ajal, mil ravimi kasutusloa saamiseks ei olnud vajalikud sellisel tasemel kliinilised uuringud nagu tänapäeval. See on ka põhjuseks, miks vaatamata lahuste laialdasele kasutamisele on teadmised nende turvalisuse ning tõhususe kohta endiselt lünklikud ning konkreetse lahuse kasutamine sõltub pigem tavast, turun-

dusest, hinnast ja kättesaadavusest (1). Ülevaate eesmärk on kirjeldada infusioonravi tekkelugu, tuua välja levinuimate infusioonravi lahuste teadaolevad eelised ja puudujäägid ning kirjeldada nende lahuste kasutamist Eestis.

## ESIMENE VEDELIKU VEENISISENE MANUSTAMINE

Veenisisesse vedelikravi teket seostatakse eelkõige teise koolerapandeemiaga, mis jõudis Inglismaale Sunderlandi 1831. aastal (4, 5, 8). Aasta varem oli Moskvas keemik Hermann kirjeldanud, et koolerapatsientide veri on kaotanud kuni 28% oma voolavusest ja vere paksenemine viib vereringe häirumiseni. Hermann kolleeg Jachnichen süstis kooleraga patsiendile veeni 6 untsi (1 unts on umbes 28,35 g) vett, mille järel patsiendi pulss taastus 15 minutiks, kuid 2 tundi hiljem patsient siiski suri. 1831. aasta detsembris kirjeldas äsja Edinburghi meditsiinikooli lõpetanud 22aastane William Brooke O’Shaughnessy ajakirjas Lancet koolera uut ravimeetodit, mille sisuks oli suure oksügeniseerumisastmega soolade manustamine veeni. Ta täheldas, et koolera korral tekkis üldine venoosse vereringe seiskumine, arterialisatsiooni puudulikkus, ja arvas, et suure hapnikusaldusega

soolade viimine kontakti koolerahaige „musta verega” suudab taastada vere arteriaalsed omadused. Selleks soovitas ta süstida veeni suure hapnikusisaldusega soolaladid neil juhtudel, kui aadrilaskmine ei õnnestu, näiteks kaaliumnitraati või -kloriidi. Koolera paremaks mõistmiseks reisis O’Shaughnessy Sunderlandi ja esitas Lancetis esialgse aruande, kus ta kirjeldas koolerahaigete verega tehtud eksperimente. Hermanni ja Stevensi töid enda tehtud uurimuste andmetega kõrvutades jõudis O’Shaughnessy arusaamale, et tema idee suure hapnikusisaldusega soolalahuste kasutamisest on vale ja soovitas manustada veeni vett koos tavaliste sooladega (5).

Vähem kui 7 nädalat pärast O’Shaughnessy soovitude avaldamist raviti esimesi koolerahaiged vedeliku veenisisesel manustamisega. Edinburghi arst Thomas Latta üritas O’Shaughnessy tööde lugemise järel taastada patsientide vere endist olekut lahuste suukaudse manustamisega, kuid see vaid võimendas iiveldust ja oksendamist. Seetõttu katsetas ta järgmisena vedeliku otsest viimist vereringesse. Kuna puudus pretsedent, millest juhinduda, kasutas ta erinevate mineraalide vesilahust, mis tänapäevase hinnangu kohaselt võis sisaldada 48 kuni 68 mmol/l naatriumi, 39 kuni 59 mmol/l kloriidi ja 9 mmol/l bikarbonaati (5). Edinburghi arsti Robert Lewinsi soovitusel raporteeris Latta oma ravimeetodist kirjas Lancetile 26. mail 1832 (5, 9). Lewins kirjeldas infusiooni vahetut toimet kui kõige imelisemat efekti ja soovitas korduvaid süsteid suure hulga lahusega, juhindudes patsiendi pulsist ja sümptomitest (5). Latta suri aasta hiljem, kooleraepideemia taandus ning ravimeetod vajus unustusse (10).

## VEENISISESTE LAHUSTE KASUTAMISE NÄIDUSTUSED

Vedelikravi kasutatakse, et asendada vedeliku puudujääk ja tagada organismi füsioloogiline vedelikuvajadus olukorras, kus vedelike manustamine seedetrakti ei ole võimalik. Infusioonravi on asendamatu elektrolüütide ja happe-aluse tasakaalu häirete ravis ning glükoosi ainevahetuse korrigeerimisel. Vedelikuvajadust mõjutavad mitmed tegurid nagu palavik, higistamine, põletused, tahhüpnöe, gastriintestinaalsed kaod, drenid kehaõõntes, polüuuria (4).

## MÕISTED

Osmolaalsus ja osmolaarsus on sisult sarnased keemiamõisted. Osmolaarsus on osmootselt aktiivsete osakeste kontsentratsioon osmolites ühes liitris lahuses, osmolaalsuse puhul väljendatakse lahustunud aine kontsentratsiooni kilogrammi lahusti kohta (11).

Toonilisus on füsioloogiamõiste, millega kirjeldatakse efektiivset osmootset rõhugradienti kahe lahuse vahel, mis on teineteisest eraldatud poolläbilaskva membraaniga (11, 12). Erinevalt osmootselt rõhust on toonilisus mõjutatud ainult nendest ainetest, mis membraani ei läbi. Rakumembraani kontekstis on toonilisuse määrajaks lahuse naatriumi kontsentratsioon, naatriumpump tagab naatriumi kontsentratsioonigradiendi rakuvälise ja -sisese ruumi vahel (11).

Mõiste „isotooniline lahus“ tähistab lahust, mille naatriumikontsentratsioon on võrdne vereseerumi (rakuvälise ruumi) omaga, kuivõrd hüpo- ja hüpertooniliste lahuste naatriumikontsentratsioon on vastavalt suurem või väiksem (11).

## KRISTALLOIDLAHUSED

Kristalloidlahused on kõige enam kasutatud veenisisesel manustatavad lahused, millega ravitakse pea kõiki ägeda haiguskuluga patsiente (13). Kristalloidlahusteks nimetatakse lahuseid, mis sisaldavad naatriumi-, kaaliumi- ja klooriione või ka väikese molekulmassiga kristalliseeruvaid aineid, näiteks glükoosi või elektrolüüte koos väikese molekulmassiga ainetega (14).

Kristalloidlahused saab omakorda jagada tasakaalustatud ja tasakaalustamata lahusteks (1, 2). Tasakaalustatud kristalloidlahused on loodud sarnanema inimplasmaga, kuid ideaalset inimplasmaga identset lahust ei ole olemas (1). Tasakaalustatud lahused on näiteks Ringeri laktaat, Ringeri atsetaat, Sterofundin ja Plasma-Lyte (2). Tasakaalustamata lahuste hulka kuuluvad erineva kontsentratsiooniga soolalahused (2). Erinevalt NaCl 0,9% lahusest on tasakaalustatud kristalloidlahuses kloori sisaldus füsioloogiline või füsioloogilisele lähedane, kuna nad sisaldavad anioonidena lisaks kloorile veel laktaati, atsetaati, malaati või glükonaati, mis toimivad puhvritena, et tekitada bikarbonaati (1). Ajalooliselt on kõige enam kasutatud veenisiseseks lahuseks olnud NaCl 0,9% lahus (2). Tabelis 1 on esitatud

**Tabel 1.** Vereplasma ja sagedamini kasutatavate infusioonilahuste koostise võrdlus (8)

	Vereplasma	NaCl 0,9% lahus	Ringeri laktaadilahus
Osmolaarsus (mOsm/l)	275–295	308	273
Naatrium (mmol/l)	135–145	154	130
Kloor (mmol/l)	94–111	154	109
Kaalium (mmol/l)	3,5–5,3	0	4
Kaltsium (mmol/l)	2,2–2,6	0	1,4
Magneesium	0,8–1,0	0	0
Laktaat (mmol/l)	1–2	0	28

sagedamini kasutatavate infusioonilahuste koostise võrdlus.

## TASAKAALUSTATUD LAHUSED

### Ringeri laktaadilahus

Aastatel 1882 kuni 1885 tegi inglase füsioloog Sydney Ringer katseid, mida nimetas sõnaühendiga „*extravital investigations*” ja pani kokku vedeliku, mis sarnanes plasmaga ja võimaldas konna südamel jätkata tööd ka väljaspool keha. Sydney Ringeri neli publikatsiooni varastel 1880ndatel on tuntud kui tänapäevase arusaama alguspunkt kaltsiumi rolli mõistmisel südamelihase kontraktsioonis (4). Lahust, kus südamelihase suutis mitmeid tunde kontraktsioone jätkata, nimetati Ringeri lahuseks (15). Aastal 1932 modifitseeris Ringeri lahust Ameerika pediaater Alexis Hartmann, asendades bikarbonaadi laktaadiga. See oli üks esimesi tasakaalustatud lahuseid, mida kasutati kliinilises praktikas infusioonraviks. Ringeri laktaadilahus ja Hartmanni lahus on seega olemuselt sarnased. (4).

Ringeri laktaadilahus on isotooniline kristalloidlahus, mis sisaldab naatriumi, kloori, kaaliumi, kaltsiumi ja laktaati. Lahuse osmolaarsus on 273 mOsm/l ja pH 6,5 (16).

Laktaat on üheks põhiliseks glükoneogeneesi lähtesubstraadiks, seega on Ringeri laktaadilahus tänu laktaadi sisaldusele muu hulgas ka bioenergeetilise kütuse allikas, mida inimkeha suudab kasutada isheemia tingimustes (16). Sigadel tehtud katsed on näidanud, et hemorraagilise šoki korral on Ringeri laktaadilahuse kasutamine seotud laktaadisisalduse suurenemisega, kuid mitte atsidoosiga (17). Korduvad hemorraagiaeksperimentid koertel näitasid, et vere mahu taastamine Ringeri laktaadiga hoidis pH stabiilselt 7,40 võrreldes NaCl

0,9% lahusega, kus pH vähenes 7,36 peale (4). 5 uuringut näitasid Ringeri laktaadilahuse manustamisel laktaadi sisalduse suurenemist võrreldes teiste lahustega. Kaks uuringut näitasid trendi samas suunas, kuid muutus ei olnud statistiliselt oluline ning ühes uuringus muutust ei leitud (13).

Ringeri laktaadilahuse kaaliumisisalduse tõttu kardetakse, et lahus põhjustab hüperkaleemiat. Kuid tänu kaaliumi suurele jaotusruumalale nii ekstratsellulaarses kui ka intratsellulaarses ruumis jaotub isegi neerupuudulikkusega patsiendil 4 mmol/l kaaliumi nii suurel ruumalal, et sellega ei kaasne hüperkaleemiat (16). Võimalik hüperkaleemia on olnud argumendiks, miks mitte kasutada Ringeri laktaadilahust neerusiirdamise ajal. O'Malley jt uurisid topeltpimendatud juhuslikustatud katses Ringeri laktaadilahuse ja NaCl 0,9% lahuse toimet neerudele, võrreldes seerumi kreatiini sisaldust kolmandal päeval. Uuring lõpetati enneaegselt, sest naatriumkloriidi saanud patsientide rühmas tekkis tunduvalt rohkem hüperkloreemilist atsidoosi ja hüperkaleemiat ( $S-K > 6$  mmol/l) (4).

Loomkatsetes on Ringeri laktaadilahuse kasutamisel kirjeldatud neutrofiilide suurenenud aktivatsiooni, hapniku vabade radikaalide teket, leukotstüütide põletiku-geenide üleekspressiooni ja tsütokiinide sisalduse suurenemist (13).

Lisaks on näidatud, et Ringeri laktaadilahuse manustamisel esineb vähem lahjenduskoagulopaatiat. Pigem on lahus seotud hüperkoagulatsiooniga, kuid selle kliiniline tähtsus ei ole veel selge (4, 13, 17). Kaltsiumi sisalduse tõttu ei saa Ringeri laktaadilahust kasutada vereproduktide lahjendamisel, mis sisaldavad antikoagulandina tsitraati. Kaltsiumiga kokkupuutel tekib kaltsiumtsitraadi pretsipitatsioon, mis võib põhjustada hüübeid ja kanüüliummistust (16). Prob-

leemiks ei ole teisest kanüülist samal ajal Ringeri laktaadilahuse manustamine (16).

## MITTETASAKAALUSTATUD LAHUSED

### Naatriumkloriidi 0,9% lahus

Levinud arvamuse kohaselt pärineb NaCl 0,9% lahus samuti Euroopa koolerapandemia ajast, kuid tegelikkuses ei sisaldanud ükski aastatel 1832–1895 veenisisesi kasutatud lahus naatriumkloriidi sellises kontsentratsioonis (8). Esimene viide NaCl 0,9% lahusele pärineb 1890ndatest, kui W. Z. Lazarus-Barlow viitas enda artiklis hollandlasest keemiku Hartog Jacob Hamburgeri eksperimentidele erütrotsüütide ja soolalahustega (8, 12). Hamburger järeldas, et enamiku soojavereliste loomade, kaasa arvatud inimese veri on isotooniline NaCl 0,9% lahusega, mitte 0,6% lahusega, nagu varem arvati (8, 12).

Esialgul nimetati lahust Hamburgeri indiferentseks vedelikuks (*indifferent fluid*), kuid aastate jooksul asendus see füsioloogilise lahuse nimetusega (8, 12). Nimetusest tulenev füsioloogilise aspekt on soodustanud lahuse kasutamist ja senini on NaCl 0,9% lahus üks kõige enam kasutatud lahuse erinevate probleemidega ägeda haigusega patsientidel (12).

### Suurem naatriumi ja kloori kontsentratsioon

Vaatamata lahuse üldkasutatud nimetusele ei ole NaCl 0,9% lahus füsioloogiline lahus. Võrreldes inimese vereplasmaga on NaCl 0,9% lahusel ligi 10% suurem naatriumi kontsentratsioon ja 50% suurem kloori kontsentratsioon. Lisaks on NaCl lahus happeline. Seda aitab seletada Stewarti lähenemine happe-aluse tasakaalule, kus pH määravad kolm sõltumatut tegurit: esiteks tugevate ionide diferents (*strong ion difference*, SID), teiseks kogu nõrga mittelenduva happe kontsentratsioon (Atot) ja kolmandaks CO<sub>2</sub> osarõhk (12). Neist kolmest on pH põhiline määraja SID. SID on kõigi täielikult dissotsieerunud katioonide ja anioonide vahe. Tavaolukorras, kus vere pH jääb normi vahemikku (7,35–7,45), on SID umbes 40 mmol/l. NaCl 0,9% lahuse SID on null naatriumi ja kloori võrdse kontsentratsiooni tõttu, ka Atot on null. Füsioloogilise lahuse veenisine infusioon lahjendab tsirkuleerivat albumiini ja fosfaati, vähendades sellega

Atot'i (metaboolne alkaloos), samal ajal väheneb ka SID (metaboolne atsidoos). SID vähenemine on tugevama toimega kui Atot'i vähenemine, mistõttu kokkuvõttes tekib eelnevate happe-aluse tasakaalu häirete puudumisel metaboolne atsidoos (12).

### Hüperkloreemia, hüperkloreemiline atsidoos

Ekstratsellulaarses vedelikus on levinuim anioon kloriid, millel on inimkehas oluline roll happe-aluse tasakaalus, osmootse rõhu tekitamises, vee jaotumises vedelikuruumides ning ka lihasaktiivsuses. Kloriid vastutab umbes kolmandiku ekstratsellulaarse vedeliku toonilisuse ja kahe kolmandiku kõigest anioonsete laengute eest seerumis. Suure kontsentratsiooni tõttu on kloriidioon kõige olulisem anioon, et tasakaalustada ekstratsellulaarseid katioone (12). Prekliinilistes mudelites on leitud, et NaCl 0,9% lahuse füsioloogilisest suurema kloriidisisalduse tõttu põhjustab lahus hüperkloreemiat, atsidoosi, põletikku, vasokonstriksiooni neerudes, ägedat neerukahjustust, hüpotensiooni ja surma (2, 15). Hüperkloreemilise atsidoosi teket on leitud ka tervetel täiskasvanutel. Erinevate infusioonravi lahuste toimet happe-aluse tasakaalule võrrelnud ülevaateartiklis toodi välja, et 22 uuringus 23st leiti NaCl 0,9% lahuse manustamisel vere pH vähenemist, kloori taseme tõusu, bikarbonaadi või tugevate ionide diferentsi vähenemist. Sellist metaboolset toimet põhjustab klooriidionide manustamisel tekkiv vähenev anioonide vahe ja bikarbonaadi kasutamine selle kompenseerimiseks. Kloori taseme tõus vähendab ka tugevate ionide diferentsi, mis mõjutab omakorda vee dissotsiatsiooni vesinikioonideks. Toime on märgatavam lahuse kiirel manustamisel ja muutused kaovad tundidega. Suurimat pH muutust täheldasid Scheingraber ja tema kolleegid, kes tõid välja füsioloogilise lahuse manustamisel pH 7,28 võrreldes pH 7,4ga Ringeri laktaadilahusega ravimise järel, kui veeni viidi 60 ml/kg vedelikku kahe tunni jooksul (13).

Hüperkloreemilise atsidoosi korral häirub kaaliumi normaalne ainevahetus, tekib hüperkaleemia oht. Kaalium liigub atsidoosi korral ekstratsellulaarsesse ruumi proportsionaalselt pH vähenemisega. Kuna vaid 2% kogu keha kaaliumist on rakuvälises ruumis, on isegi väike muutus elektrolüüdi

liikumisel rakust välja olulise toimega rakuvälise vedeliku kaaliumikontsentratsioonile (12). Lisaks võib hüperkloreemiline atsidoos mõjutada põletikku ja koagulatsiooni (13).

## TOIME NEERUDELE

Vedelikravi eesmärk hüpovoleemilisel patsiendil on parandada neerude verevoolu, parandada glomerulaarfiltratsiooni (GFR) ja ära hoida ägeda neerukahjustuse kujunemist (8). Uuringud tervetel täiskasvanutel viitavad, et NaCl 0,9% lahus võib vähendada neerude perfusiooni kloriidi vahendatud vasokonstriksiooni tõttu (15). Renaalse vasokonstriksiooni põhjuseks võib olla ka hüperkloreemiline atsidoos (13). Vaatlusuuringud kriitiliselt haigetel täiskasvanutel on näidanud ägeda neerukahjustuse, neeruasendusravi ja surmajuhtude suurenemist, kui kasutati NaCl 0,9% lahust tasakaalustatud kristalloidide lahuse asemel, kuigi tulemused on olnud ebapüsivad. Hiljuti avaldatud juhuslikustatud kontrolluuringus, kus osales 15 000 patsienti, leiti tasakaalustatud kristalloidide lahuse kasutamisel ühe protsendi võrra vähem uusi neeruasendusravi juhte, püsivat neerude düsfunktsiooni, surma (2, 15). Sarnased tulemused on saadud ka täiskasvanutel, kes ei ole olnud kriitiliselt haiged (15). Samas ei olnud erinevusi eri infusioonilahuste igas esmase tulemi rühmas, mille alla kuulusid haiglasuremus 30 päeva jooksul, uus neeruasendusravi juht, lõplik kreatiniinitase üle 200% baastasemest. Lisaks ei olnud rühmades erinevust ka teise või enama astme neerukahjustuse kujunemises (2).

Suurtel andmebaasidel põhinevates retrospektiivsetes analüüsid on näidatud, et hüperkloreemia (üle 110 mmol/l) on seotud halvemate ravitulemutega, ennekõike neerupuudulikkuse tekkega (18). Ka need uuringud kinnitavad, et tasakaalustatud lahuste kasutamisel on hüperkloreemiat ja neerukahjustust vähem kui NaCl 0,9% lahuse kasutamisel.

## TOIME HÜÜBIVUSELE

10 uuringus võrreldi veritsusriski erinevate infusioonilahuste kasutamisel ning toimeid hüübivusele. McFarlane ja Lee tõid välja sarnase veritsusriski Plasma-Lyte'i lahuse ja füsioloogilise lahuse puhul. Seitsmes uuringus, kus võrreldi Ringeri laktaati ja füsioloogilist lahust, ei leitud olulist

erinevust verekaotuses või transfusiooni vajaduses. Waters ja kolleegid leidsid aordi rekonstrueeriva operatsiooni suure riskiga patsientidel suurenenud vajaduse veretoodete ülekandeks, kui neile manustati NaCl 0,9% lahust. Metaanalüüsis, milles võrreldi verekaotust NaCl 0,9% lahuse ning Ringeri laktaadilahuse manustamisel, ei leitud erinevust kaotatud vere mahus. Jagades patsiendid rühmadesse riskiastme ja kaotatud vere mahu järgi, leiti NaCl 0,9% lahusega ravimisel suurem veritsusrisk (13).

## INFUSIOON NEUROKIRURGILISELE PATSIENDILE

Konkreetne infusioonravi lahus tuleb valida patsiendi haigusseisundist lähtudes. Tasakaalustatud kristalloidide lahuse suhteline hüpotoonilisus võib põhjustada koljusisese rõhu tõusu ja olla probleemiks neurokirurgilistel patsientidel (15). Alternatiivina sobib hästi NaCl 0,9% lahus. Lisaks sobib NaCl lahus hästi alkaloosis ja hüperkloreemilistele patsientidele (8).

## INFUSIOONLAHUSTE KASUTAMINE EESTIS

Populaarseimaks infusioonravi lahuseks on meil NaCl 0,9% lahus. Aastatel 2015–2017 kasutati Eestis Raviameti andmetel umbes 1,5 miljonit liitrit NaCl 0,9% lahust. Ringeri laktaadilahust manustati aga 0,34 miljonit liitrit ja Ringeri atsetaathahust 0,07 miljonit liitrit. Seega on NaCl 0,9% lahuse manustamine pea 5 korda sagedasem kui Ringeri laktaadilahuse manustamine. Vaadeldud aastate jooksul on NaCl 0,9% lahuse kasutamine püsinud üpris samal tasemel, Ringeri laktaadilahuse manustamine on aga vähenenud 30% võrra.

## KOKKUVÕTE

Infusioonravi on väga tõhus ning oluline ravimeetod paljude haiguste korral, kuid nagu iga ravimi korral on ka kristalloidlahuste kasutamisel eeliseid ja puudusi. Patsiendile sobiva infusioonravi lahuse valikul tuleks lähtuda konkreetsest kliinilisest olukorrast. Kogu maailmas enim kasutatud naatriumkloriidi 0,9% lahusega ravimisel on probleem, et võib tekkida hüperkloreemiline atsidoos, millel on negatiivne toime neerufunktsioonile, hüperkaleemia ning lahjenduskoagulopaatia. Samas sobib NaCl 0,9% lahus hästi alkaloosis ning madala klooritasemega patsientidele. Tasa-

kaalustatud lahuste puhul on probleemiks suhteline hüpotoonilisus, mistõttu ei pruugi need sobida neurokirurgilistele patsientidele. Samas on pH nende kasutamisel stabiilsem ja uuringutes on leitud ka vähem negatiivset mõju neerufunktsioonile. Eestis on NaCl 0,9% lahuse kasutamine võrreldes Ringeri laktaadiga ebaproportsionaalselt suur.

## SUMMARY

### Crystalloid solutions in infusion therapy

Minna Mari Lett<sup>1</sup>, Joel Starkopf<sup>2</sup>

The Indian Blue Cholera pandemic in 1831 stimulated the first developments in intravenous fluid therapy by the two pioneers Thomas Latta and William O'Shaughnessy. Nowadays crystalloid solutions are the most widely used i.v. solutions and are administered at some point during treatment to almost all acutely ill patients. Each type of i.v. fluid has some certain advantages compared with other fluids but also some shortcomings. The most widely used i.v. crystalloid solutions differ considerably from human plasma in composition, tonicity, or both. The most frequently prescribed crystalloid solutions are normal saline and Ringer's lactate solutions. Possible disadvantages of 0.9% NaCl solution are hyperchloremic acidosis, negative effect on renal function and changes in potassium levels.

Using balanced solutions like Ringer's lactate results in more stable pH. The 0.9% NaCl is better for neurosurgical patients because balanced solutions are relatively

hypotonic and may cause a rise in intracranial pressure. The 0.9% NaCl solution is also better for patients who have alkalosis or hypochloremia. When Ringer's lactate is more linked to hypercoagulation than normal saline, on the other hand, can cause dilution coagulopathy.

## KIRJANDUS / REFERENCES

1. Reddy S, Weinberg L, Young P. Crystalloid fluid therapy. *Critical Care* 2016;20.
2. Zayed Y, Aburahma A, Barbarawi M, et al. Balanced crystalloids versus isotonic saline in critically ill patients: systematic review and meta-analysis. *J Int Care* 2018;6.
3. Khandelwal P, Mitra S. Are all colloids same? How to Select the Right Colloid? *PubMed Central (PMC)*, 2009. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2900092/>.
4. Hoorn E. Intravenous fluids: balancing solutions. *J Nephrology* 2016;30:485–92.
5. Awad S, Allison S, Lobo D. The history of 0.9% saline. *Clin Nutr* 2008;27:179–88.
6. Kaur S, Kaur N, Kaur R, et al. A descriptive study to assess the knowledge and practice regarding venous access devices and its care among staff nurses in selected hospitals of district Mohali. *Int J Health Sci Res* 2017;7:151–7.
7. Annane D. Effects of fluid resuscitation with colloids vs crystalloids on mortality in critically ill patients presenting with hypovolemic shock. *JAMA* 2013;310:1809.
8. Lobo D, Awad S. Should chloride-rich crystalloids remain the mainstay of fluid resuscitation to prevent 'pre-renal' acute kidney injury?: con. *Kidney Int* 2014;86:1096–105.
9. Latta TA. Relative to the treatment of cholera by the copious injection of aqueous and saline fluids into the veins. *Lancet* 1832;2:274–7.
10. MacGillivray N. Dr Thomas Latta: the father of intravenous infusion therapy. *J Infect Prev* 2009;10(1\_suppl):S3–S6.
11. Hall J, Guyton A. *Guyton and Hall textbook of medical physiology*. 12th ed. Philadelphia: Elsevier; 2010.
12. Li H, Sun S, Yap J, Chen J, Qian Q. 0.9% saline is neither normal nor physiological. *J Zhejiang University-SCIENCE B*. 2016;17(3):181–7.
13. Orbegozo Cortés D, Rayo Bonor A, Vincent J. Isotonic crystalloid solutions: a structured review of the literature. *Br J Anaesth* 2014;112:968–81.
14. Frost P. Intravenous fluid therapy in adult inpatients. *BMJ* 2015;350(jan06 13):g7620–g7620.
15. Semler M, Self W, Wanderer J, et al. Balanced crystalloids versus saline in critically ill adults. *N Engl J Med* 2018;378:829–39.
16. Singh S, Davis D. Ringer's Lactate. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK500033/>.
17. Todd S, Malinoski D, Muller P, Schreiber M. Lactated Ringer's is superior to normal saline in the resuscitation of uncontrolled hemorrhagic shock. *J Trauma* 2007;62:636–9.
18. McCluskey S, Karkouti K, Wijesundera D, Minkovich L, Tait G, Beattie W. Hyperchloremia after noncardiac surgery is independently associated with increased morbidity and mortality. *Anesth Analg* 2013;117:412–21.

<sup>1</sup> MSc student, Faculty of Medicine, University of Tartu, Tartu, Estonia,

<sup>2</sup> Department of Anaesthesiology and Intensive Care, University of Tartu, Tartu, Estonia, <sup>3</sup> Anaesthesiology and Intensive Care Clinic, tartu University Hospital, Tartu, Estonia

Correspondence to: Minna Mari Lett [minnamarii@gmail.com](mailto:minnamarii@gmail.com)

**Keywords:** infusion therapy, Ringeri lactate solution, 0.9% sodium chloride solution, NaCl