

# Neeruasendusravi intensiivravi osakonnas

Vladislav Mihnovitš<sup>1</sup>

Eesti Arst 2021;  
100(8):438–443

Saabunud toimetusse:  
25.01.2021  
Avaldamiseks vastu võetud:  
11.03.2021  
Avaldatud internetis:  
26.08.2021

<sup>1</sup> TÜ Kliinikumi  
anestesioloogia ja  
intensiivravi kliinik

Kirjavahetajaautor:  
Vladislav Mihnovits  
*mihnovits.vladislav@gmail.com*

Võtmesõnad:  
neeruasendusravi,  
hemodialüüs, hemodialüüsi  
režiimid

Äge neerukahjustus on intensiivravi osakonnas sage probleem ning selle korral on letaalsus suur. Neeruasendusravi on üks võimalik raviviis ägeda neerukahjustuse korral. Seega peab intensiivraviarst teadma erakorralise dialüüsi näidustusi, oskama seda optimaalselt rakendada ja vältima tüsistusi. Absoluutsete näidustuste puudumisel peaks neeruasendusravi rakendamine olema juhupõhine. Kuigi enamasti kasutatakse intensiivravi osakondades püsidualüüsi, pole seni suudetud tõestada selle paremust vahelduva dialüüsi ees. Teatud olukordades, nagu hüperkaleemia ja ravimi intoksikatsioon, tuleks kaaluda ka hemodünaamilise ebastabiilsuse korral vahelduvat dialüüsi, sest see tagab vere kiirema puhastamise. Tänapäeva juhendites on soovitatud eelistada regionaalset tsitraadiga antikoagulatsiooni, sest võrreldes süsteemse antikoagulatsiooniga on sel puhul veritsuste risk väiksem ning filtri eluiga pikem. Hüpotensioon ja hüpotermia on kõige sagedasemad neeruasendusravi tüsistused.

Äge neerukahjustus (ÄNK) võib esineda kuni pooltel intensiivravil viibivatel patsientidel ning nende haigete suremus jääb vahemikku 15–60%. Enam kui viiendik ÄNKiga patsientidest vajab neeruasendusravi (NAR) esimese haiglanädala jooksul (1).

Esimesest hemodialüüsiseansist maailmas on möödas pea 100 aastat, kuid jätkuvalt on mitmed olulised küsimused NARi kohta vastuseta (2). Artikli eesmärk on anda lühiülevaade värskemast kirjandusest erakorralise neeruasendusravi kohta: käsitletud on NARi näidustusi, ajastamist, optimaalse veenitee rajamist, NARi režiime, doseerimist, komplikatsioone ja võõrutamist.

## NEERUASENDUSRABI NÄIDUSTUSED JA AJASTAMINE

Rahvusvahelise neeruhaiguste tõenduspõhist ravi toetava organisatsiooni KDIGO 2012. aasta juhendis on ÄNKi korral ekspertide arvates NARi absoluutseteks näidustusteks ravile halvasti alluv hüperkaleemia, hüpervoleemia, metaboolne atsidoos, sümptomaatiline ureemia (näiteks ureemiline perikardiit või entsefalopaatia) või juhud, mil on tegemist dialüüsitava aine mürgistusega (näiteks metformiin, etüleenglükool või liitium) (3, 4).

Absoluutsete näidustuste puudumisel on dialüüsiga alustamine ÄNKi korral soovituslikult juhupõhine. Ühelt poolt peab arvestama sellega, et märkimisväärsel hulgal

ÄNKiga haigetel taastub neerufunktsioon spontaanselt ja NARiga liiga varakult alustades tekitatakse kahju. Teiselt poolt aga soodustab dialüüsiga viivitamine toksiinide ja vedeliku kuhjumist, mis võib suurendada suremust (5). Senini pole suudetud tuvastada biomarkereid, mis aitaksid varakult selekteerida ÄNKiga haigeid, kes saaksid dialüüsist kasu.

Furosemiidi stresstest on paljulubav marker patsientide väljavalimiseks. Chawla ja kaasautorite tehtud uuringus manustati ÄNKiga haigetele veenisisesi furosemiidi 1 mg/kg diureetikumi suhtes naiivsetele ja 1,5 mg/kg diureetikumi suhtes eksponeeritutele ning mõõdeti uriini kogus 2 tunni möödudes. Uriinimaht alla 200 ml viitas 87% tundlikkuse ning 84% spetsiifilisusega progresseeruvale ÄNKile. Seega võimaldab furosemiidi stresstest üsna edukalt otsustada NARi vajaduse üle (6, 7).

Wierstra ja kaasautorite avaldatud metaanalüüsis, milles võrreldi varajast ja hilist alustamist dialüüsiga, ei leitud vahet suremuses ega haiglaravi pikkuses (8). Pärast Wierstra metaanalüüsi on publitseeritud mitu juhuslikustatud uuringut, milles võrreldi varajast ja hilist alustamist NARiga. 231 patsiendiga ELAIN-uuringus selgus, et varajase (6 tunni jooksul pärast teise staadiumi ÄNKi tuvastamist) NARi rühmas oli väiksem 90 päeva suremus (39,4%) ning edukam neerufunktsiooni

taastumine 90. päevaks (53,6%-l patsientidest) kui pärast 25,5 tunni möödumist alustatud NARi rühmas, kus suremus oli 54,7% ja neerufunktsioon taastus 38,7%-l. Lisaks vajasis varajase rühma haiged harvemini ka kopsude kunstlikku ventilatsiooni ja olid lühemat aega haiglas (9).

620 patsiendiga AKIKI-uuring ei tuvatatud statistiliselt olulist erinevust suremuses vara alustatud (6 tunni jooksul pärast kolmanda staadiumi ÄNKi tuvastamist) ega hiljem NARiga alustatud haigete rühmas. Samas tuvastati varajases rühmas rohkem kateetriga seotud vereringeinfektsioone (10% vs. 5%). Lisaks taastus ligikaudu pooltel patsientidel, kes olid juhuslikustatud hilisesse rühma, neerufunktsioon enne dialüüsiga alustamist. AKIKI-uuringu järelanalüüsis selgus, et patsientidel, kes ei vajanud NARi, oli suremus väiksem (37%). Suremus neil, kel alustati varakult või hiljem dialüüsiga, oli vastavalt 49% ja 62% (10).

448 patsiendiga IDEAL-ICU-uuring lõpetati enne tähtaega, sest ei leitud vahet 90 päeva suremuses sõltuvalt NARi ajastamisest. Hilisemalt NARiga alustatud haigete rühmas taastus 29%-l patsientidest neerufunktsioon enne dialüüsiga alustamist (11).

Neeruasendusraviga alustamine peaks olema juhupõhine. Esitatud kirjanduse andmeid kokku võttes võiks absoluutsete näidustuste puudumisel eelistada NARi hilisemat alustamist (12).

## OPTIMAALNE VEENIKANÜÜL JA VEENITEE NEERUASENDUSRAVIKS

Korralikult funktsioneeriv veenitee on NARi optimaalse doosi tagamiseks väga oluline. Tsentraalveenikateetriga seotud häired on dialüüsimasinatel kõige sagedasemad alarmi allikad. Lähtudes Hageni-Poiseuille'i seadusest, on vool kateetris võrdeline selle raadiuse ning pöördvõrdeline pikkusega, mis tähendab, et tuleks eelistada suure diameetriga kateetreid. Parim vool kateetris saavutatakse, kui selle ots paikneb suure vooluga veresoones, näiteks ülemise õõnesveeni ja parema koja ühendumiskohas. Morgani ja teiste avaldatud juhuslikustatud uuringus selgus, et pehmete silikoonkateetrite ots võib paikneda ka paremas kajas, suurendamata seejuures rütmihäirete riski (13). Igasugused kumerused kateetris soodustavad turbulentsse voolu teket, mis omakorda aitab kaasa kateetri tromboosumisele.

Ülemise õõnesveeni harudest tuleks kateteriseerimisel eelistada paremat sisemist kägiveeni (14). Vasakus sisemises kägiveenis paikneva kateetriga tuleb sagedamini ette erinevaid kateeteriga seotud probleeme. Rangluualust veeni tuleks kateteriseerimiseks võimaluse korral vältida, sest võib tekkida veeni stenoos, mis omakorda võib takistada arteriovenoosse fistuli rajamist krooniliseks neeruasendusraviks. Reieveeni kasutamisel peaks kateeter olema piisavalt pikk, et jõuaks otsaga alumisse õõnesveeni, kus vool on kõige suurem (14).

Sisemise kägiveeni ja reieveeni kateteriseerimisega kaasneb enam-vähem sarnane kateetriga seotud vereringeinfektsioonide ja turbulentsse verevoolu risk (15, 16). Infektsiooniriski võib mõjutada patsiendi kehamassiindeks (KMI). Parienti ja kaasautorite avaldatud uuringus selgus, et suurema KMI-ga ( $KMI > 28,4 \text{ kg/m}^2$ ) patsientidel esines reieveeni kanüülides sagedamini bakteriaalset kolonisatsiooni kui kägiveeni kanüülides. Väiksema KMI-ga ( $< 24,2 \text{ kg/m}^2$ ) patsientidel esines sagedamini bakteriaalset kolonisatsiooni kägiveeni kanüülides (17).

KDIGO juhiste alusel oleks kateetri paigaldamisel esmaseks valikuks parem kägiveen, teiseks reieveenid, kolmandaks vasak kägiveen ja viimaseks valikuks rangluualused veenid (3).

## OPTIMAALNE NEERUASENDUSRAVI REŽIIM

Neeruasendusravi on võimalik teostada vahelduva või pideva (püsiva) protseduurina. Mõlemal režiimil on omad eelised ja puudujäägid.

Vahelduva dialüüsiga on võimalik jääkaaineid kiiremini elimineerida. Vahelduva dialüüsi korral esinevad protseduuride vahel pausid, millal on võimalik haiget mobiliseerida või teha vajalikke uuringuid. Vahelduva dialüüsi ajal võib tekkida hüpotensioon ning võivad kaasuda kiired vere elektrolüütide sisalduse ja osmolaarsuse muutused (12, 18).

Võrreldes vahelduvat ja pidevat dialüüsi, pole suudetud leida erinevust suremuses ega neerufunktsiooni taastumises (19–21). Üldjuhul eelistab enamik intensiivraviarste kasutada pidevat dialüüsi, sest sel puhul kujuneb harvemini hüpotensioon ning on lihtsam vedelikubilanssi korrigeerida (22). Püsidualüüsi on soovituslik kasutada koljusisese patoloogiaga, maksapuudulikkuse ja hüperammoneemiaga haigetel (23, 24).

Vahelduvat dialüüsi võiks eelistada mürgistuste (näiteks liitium ja etüleenglükool) ja eluohtliku hüperkaleemia (EKGs juhtehäire või bradükardia) korral ja seda ka siis, kui kaasub hüpotsioon (25).

Kirjanduse järgi on populaarsust kogumas pikendatud vahelduv dialüüs, millel võiks olla nii pideva kui ka vahelduva režiimi eelised. Senini pole kindlalt tõestatud pikendatud vahelduva dialüüsi paremust teiste dialüüsirežiimide ees (26).

Pideva dialüüsi korral on kasutusel mitu režiimi: pidev hemofiltratsioon ehk CVVH (ingl *continuous veno-venous hemofiltration*), pidev hemodialüüs ehk CVVHD (ingl *continuous veno-venous hemodialysis*) ja pidev hemodiafiltratsioon ehk CVVHDF (ingl *continuous veno-venous hemodiafiltration*). Kliinilistes uuringutes on loetletud hemodialüüsi meetodid osutunud võrdselt efektiivseks. Keskmiste ja suurte molekulidega jääkainete eemaldamine on tõenäoliselt tõhusam konvektsioonil põhinevate hemodialüüsimeetodite kasutamisel (27), kuid sel puhul on täheldatud sagedamini filtri tromboseerumist (28). Difusioonil rajanevad hemodialüüsimeetodid vajavad väiksemat verevoolu mahtu, mille tõttu võiks neid eelistada patsientidel, kel on väiksema diameetriga veenitee või hüpovoleemia.

## NEERUASENDUSRAVI DOSEERIMINE

Neeruasendusravi doosi võiks vaadata kui puhastatud vere hulka ajaühikus. Lihtsustatult peegeldab doos NARi intensiivsust. Vahelduva dialüüsi korral mõõdetakse doosi vere urea sisalduse muutuste järgi ning püsialüüsi korral heitvee koguse alusel dialüüsiaparaadis.

Ühest küljest esineb neerupuudulikkuse korral organismis toksiinide kuhjumine, mille tõttu võiks eeldada, et mida rohkem toksine eemaldada (ehk mida suurem on NARi doos), seda parem on ka lõpptulemus. Teisest küljest kaasub NARi suurema doosiga ka antibiootikumide, aminohapete ja teiste eluks vajalike ainete ning ravimite eemaldamine organismist. Senimaani pole suudetud tuvastada ideaalset NARi doosi intensiivravi haigetele (12).

Kahes suuremas juhuslikustatud püsialüüsiuuringus ei leitud erinevust suremuses ega neerufunktsiooni taastumises, kui võrreldi heitvee koguse järgi väikse (20 ja

25 ml/kg tunnis) ja suure (35 ja 40 ml/kg tunnis) doosi mõju. Samas esines suurte dooside kasutamisel rohkem hüpofosfaateemiat (18, 29). Samuti pole suudetud tõestada, et intensiivsem (eesmärk saavutada urea kontsentratsioon plasmas  $< 15$  mmol/L) vahelduv dialüüs tagaks parema tulemuse (18, 30). KDIGO juhendi alusel on optimaalseks püsialüüsi doosiks 20–25 ml/kg tunnis ja vahelduva dialüüsi korral urea kliirens (Kt/V) 3,9 nädalas. Püsialüüsi korral võib päeva jooksul esineda mitmeid tõrkeid, mille tõttu peab seansi korraks peatama. See vähendab kätte saadud dialüüsidoosi. Seetõttu on soovituslik enne alustamist ordineerida veidi suurem doos: 25–30 ml/kg tunnis (3).

## ANTIKOAGULATSIOON NEERUASENDUSRAVI KORRAL

Mittebioloogilises torustikus ringlevas veres aktiveeruvad trombotsüüdid ning käivitub koagulatsioonikaskaad. Tekkinud trombid kogunevad dialüüsiaparaadi kehavälisesse ringesse, eelkõige filtrisse, mille tõttu aparaadis halveneb verevool.

Lühikese kestuse ning kiire verevoolu tõttu on vahelduvat dialüüsi enamasti võimalik teostada ilma antikoagulatsioonita (18). Suure veritsusriskiga haigetele on võimalik ka püsialüüs läbi viia ilma verd vedeldava ravita (31).

Antikoagulatsioon võib olla süsteemne ehk hüübimine on pärsitud nii ekstrakorporaalses ringes kui ka patsiendi veres või regionaalne ehk hüübimine on pärsitud vaid kehavälises ringes. Veel hiljuti domineeris püsialüüsi korral süsteemse antikoagulatsiooni soovitus. Üldjuhul teostatakse seda fraktsioneerimata hepariini infusiooniga. Antikoagulandiks võib kasutada ka madalmolekulaarset hepariini, kuid selle kineetika võib ÄNKi ja NARi korral olla ennustamatu. Süsteemne antikoagulatsioon suurendab veritsusriski ning soovituslik on seda regulaarselt jälgida. Kasutades fraktsioneerimata hepariini, on soovituslik aktiveeritud osaline tromoplastiini aeg (APTT) hoida baasväärtusest 1,5 kuni 2 korda kõrgemana ning madalmolekulaarse hepariini kasutamisel hoida anti-Xa väärtus vahemikus 0,25–0,35 kIU/L (32, 33). Lisaks suuremale veritsusriskile on hepariini üheks võimalikuks kõrvaltoimeks hepariini esilekutsutud trombotsütopeenia, mille tekkel tuleks minna üle heparinoididele (näiteks

fondapariinuks) või kasutada regionaalset antikoagulatsiooni.

KDIGO juhendis on soovitatud kasutada esmavalikuna regionaalset antikoagulatsiooni (3). Mitmes juhuslikustatud uuringus on tõestatud, et võrreldes süsteemse antikoagulatsiooniga väheneb regionaalse tsitraadiga antikoagulatsiooni (RTA) kasutamisel vajadus teha vereülekandeid ning aparraadi filtri eluiga on pikem (34, 35). Regionaalset antikoagulatsiooni on võimalik tagada ka hepariini ja protamiini kombineerimisel, kuid sel puhul esineb võrreldes RTAga rohkem kõrvaltoimed (36). Teoreetiliselt võiks ka hepariiniga kaetud filtrite eluiga olla pikk ning veritsuste risk väike, kuid senimaani pole seda suudetud tõestada (37, 38).

RTA võimalikeks tüsistusteks on tsitraadi liig, tsitraadi metaboliseerumise häire ja hüpomagneseemia. Tsitraadi liiga peetakse healoomuliseks kõrvaltoimeks. Sel puhul kujuneb metaboolne alkaloos, sest metaboliseeritud tsitraadi-kaltsiumi-kompleksist vabaneb naatriumioon, mis suurendab tugevate ionide vahet. Tsitraadi liia korral on ioniseeritud kaltsiumi tase normis ning selle suhe kaltsiumi koguhulgaga ei suurene. Tsitraadi metaboliseerumise häire on ohtlik kõrvaltoime, mille põhjuseks on organismi võimetus metaboliseerida kaltsiumi-tsitraadi-komplekse. See võib esineda šoki või maksapuudulikkuse korral. Sellele on omane metaboolne atsidoos ja raskeematel juhtudel hüpokaltseemia. Tsitraadi kuhjumist selle metaboliseerumise häire tõttu tuleks kahtlustada, kui totaalse ja ioniseeritud kaltsiumi suhe veres on üle 2,5. Lisaks tuleks RTA kasutamisel jälgida ka vere magneesiumisisaldust, sest tsitraat võib seda endaga siduda. Osa magneesiumi-tsitraadi-kompleksist eemaldatakse dialüüsi käigus, mille tõttu on soodustatud hüpomagneseemia teke (39).

Arvestades RTAga kaasnevat kõrvaltoimete profiili (metaboolsed nihked ja elektrolüütide häired), on soovituslik seda rakendada vaid osakondades, kus on loodud vastavad kasutusjuhendid, ning vältida kasutamist maksapuudulikkuse või šoki korral (3, 40).

## NEERUASENDUSRAVI TÜSISTUSED

NARi komplikatsioonid võivad olla seotud veeniteega, antikoagulatsiooni ja ekstrakorporaalse ringega. Põhilised veeniteega

seotud tüsistused on mehaanilised (veresoone vigastus, veritsus) ja kateetriga seotud vereringeinfektsioonid. Mehaaniliste tüsistuste esinemissageduse vähendamiseks on soovituslik veenitee rajada ultraheli kontrolli kasutades. Antikoagulatsiooniga seotud tüsistused on detailsemalt kirjas eespool.

Modernsed dialüüsimasinad aitavad kaitsemehhanismidega vältida mitmeid kehavälise ringe tüsistusi (näiteks õhkemboolia või ringe lahtiühendumine). Kuni pooltel haigetel langeb püsidualüüsi ajal kehatemperatuur. Hüpotermia võib soodustada energiakadu (tekivad lihasvärinad), koagulatsioonihäireid ja palaviku puudumise tõttu võib hilineda infektsiooni tuvastamine. Kehavälise ringe biosobivus on aastate jooksul oluliselt paranenud, kuid ikkagi võib tekkida allergilisi reaktsioone.

Hüpotensioon on vahelduva dialüüsi sage komplikatsioon, kuid see võib esineda ka püsidualüüsi korral. Dialüüsi tasakaaluhäire sündroom (DDS) on seotud urea kiire väljaviimisega verest ning vedeliku ümberpaiknemisega intratsellulaarsele. DDSi korral ilmneb ajutursele iseloomulik sümptomaatika: pearinglus, peavalu, iiveldus, rahutus, krambid, teadvusehäire. DDSi riskirühma kuuluvad haiged, kel on soodumus ajuturse tekkeks, näiteks peaaju trauma järel, maliigse hüpertermia, hüponatreemia korral. Sündroomi on võimalik vältida, kasutades vähem agressiivset dialüüsirežiimi.

Dialüüsiga võib kaasneda mitmete elektrolüütide (näiteks kaalium, fosfaat, magneesium) ja toitainete (glükoos, aminohapped) kadu. Samuti peab arvestama, et NAR mõjutab ka mitmete ravimite farmakokineetikat (41–43).

Akhoundi ja kaasautorite avaldatud uuringus registreeriti 97%-l püsidualüüsi patsientidest tüsistused, millest kõige sagedasemad olid hüpotermia (44%), hüpotensioon (43%), trombotsütopeenia (40%), aneemia (30%) ja rütmihäired (29%) (44).

## NEERUASENDUSRAVIST VÕÖRUTAMINE

Kirjanduses ei ole ühtset seisukohta millal ja milliste kriteeriumite alusel võiks patsienti NARist võõrutada ja ravi katkestada. Patsiendi kõrge ea, elundikahjustuste püsiva suure skoori (SOFA) korral ning pikaajalise NARi järel ei ole see sageli võimalik. Paljude uuringute põhjal võiks võõrutamine olla edukas, kui ravi käigus diurees järjest



suureneb ning ööpäevane uriini kogus on 300–400 ml ilma diureetikume kasutamata ja üle 2300 ml diureetilise raviga. Klouche ja kaasautorite artiklis on toodud NARist eduka võõrutamise algoritm. Selle järgi on eduka võõrutamise eeltingimused järgmised: stabiilne hemodünaamika ja hingamisfunktsioon, hästi kontrollitud ägedat neerukahjustust põhjustavad tegurid, diurees suurem kui 50 ml tunnis ja kreatiniini tase üle 5,2 mmol/L 24 tunni uriinis (45).

## TÄNUAVALDUS

Avaldan tänu professor Joel Starkopfile juhendamise eest artikli kirjutamisel.

## VÕIMALIKU HUVIKONFLIKTI DEKLARATSIOON

Autoril puudub seoses artikliga huvikonflikt.

## SUMMARY

### Renal replacement therapy in the intensive care unit

**Vladislav Mihnovitš<sup>1</sup>**  
**Supervisor: Joel Starkopf**

Acute kidney injury (AKI) occurs in about half of critically ill patients and is associated with high mortality. Renal replacement therapy (RRT) is one of the treatment options to alleviate symptoms associated with AKI. It is essential for an intensivist to know the basics like indications, optimization and potential side effects of RRT.

Beyond conventional emergent indications, the optimal timing of RRT should be individualised. For optimal vascular access, the right internal jugular insertion site is preferred. Most intensivists opt to use the continuous form of RRT (CRRT), although clinical trials to this date have not shown better results compared to intermittent haemodialysis (IHD). Emergency treatment of intoxications or extreme hyperkalemia with IHD may be beneficial even to haemodynamically unstable patients. The optimal prescribed treatment dose for CRRT is between 25 – 30 ml/kg/hour and a weekly Kt/V of 3.9 for IHD. When anticoagulation is required for RRT, most guidelines recommend regional citrate anticoagulation because of higher filter lifespan and lower bleeding events compared to systemic anticoagulation. The most common side effects of RRT are hypotension and hypothermia.

## KIRJANDUS / REFERENCES

- Hoste EAJ, Bagshaw SM, Bellomo R, et al. Epidemiology of acute kidney injury in critically ill patients: the multinational AKI-EPI study. *Intensive Care Med* 2015;41:1411–23.
- Gottschalk CW, Fellner SK. History of the science of dialysis. *Am J Nephrol* 1997;17:289–98.
- KDIGO Clinical Practice Guidelines for Acute Kidney Injury. *Kidney Int Suppl* 2012; 2:1.
- Bouchard J, Roberts DM, Roy L, et al. Principles and operational parameters to optimize poison removal with extracorporeal treatments. *Semin Dial* 2014;27:371–80.
- Libório AB, Leite TT, Neves FM de O, et al. AKI complications in critically ill patients: association with mortality rates and RRT. *Clin J Am Soc Nephrol* 2015;10:21–8.
- Chawla LS, Davison DL, Brasha-Mitchell E, et al. Development and standardization of a furosemide stress test to predict the severity of acute kidney injury. *Crit Care* 2013;17:R207.
- Koyner JL, Davison DL, Brasha-Mitchell E, et al. Furosemide stress test and biomarkers for the prediction of AKI severity. *J Am Soc Nephrol* 2015;26:2023–31.
- Wierstra BT, Kadri S, Alomar S, et al. The impact of “early” versus “late” initiation of renal replacement therapy in critical care patients with acute kidney injury: a systematic review and evidence synthesis. *Crit Care* 2016; 20:122.
- Zarbock A, Kellum JA, Schmidt C, et al. Effect of early vs delayed initiation of renal replacement therapy on mortality in critically ill patients with acute kidney injury: the ELAIN randomized clinical trial. *JAMA* 2016;315:2190.
- Gaudry S, Hajage D, Schortgen F, et al. Initiation strategies for renal-replacement therapy in the intensive care unit. *N Engl J Med* 2016;375:122–33.
- Barbar SD, Clere-Jehl R, Bourredjem A, et al. Timing of renal-replacement therapy in patients with acute kidney injury and sepsis. *N Engl J Med* 2018;379:1431–42.
- Rachoin J-S, Weisberg LS. Renal replacement therapy in the ICU. *Crit Care Med* 2019;47:715–21.
- Morgan D, Ho K, Murray C, et al. A randomized trial of catheters of different lengths to achieve right atrium versus superior vena cava placement for continuous renal replacement therapy. *Am J Kidney Dis* 2012; 60:272–9.
- Huriaux L, Costille P, Quintard H, et al. Haemodialysis catheters in the intensive care unit. *Anaesth Crit Care Pain Med* 2017;36:313–9.
- Marik PE, Flemmer M, Harrison W: The risk of catheter-related bloodstream infection with femoral venous catheters as compared to subclavian and internal jugular venous catheters: A systematic review of the literature and meta-analysis\*. *Crit Care Med* 2012;40:2479–85.
- Parienti J-J, Mégarbane B, Fischer M-O, et al. Catheter dysfunction and dialysis performance according to vascular access among 736 critically ill adults requiring renal replacement therapy: A randomized controlled study. *Crit Care Med* 2010;38:1118–25.
- Parienti J-J, Thirion M, Mégarbane B, et al. Femoral vs Jugular venous catheterization and risk of nosocomial events in adults requiring acute renal replacement therapy: a randomized controlled trial. *JAMA* 2008;299:2413.
- Intensity of renal support in critically ill patients with acute kidney injury. *N Engl J Med* 2008;359:7–20.
- Bagshaw SM, Berthiaume LR, Delaney A, et al. Continuous versus intermittent renal replacement therapy for critically ill patients with acute kidney injury: A meta-analysis\*. *Crit Care Med* 2008;36:610–17.
- Pannu N, Klarenbach S, Wiebe N, et al. Renal replacement therapy in patients with acute renal failure: a systematic review. *JAMA* 2008; 299:793.
- Nash DM, Przech S, Wald R, et al. Systematic review and meta-analysis of renal replacement therapy modalities for acute kidney injury in the intensive care unit. *J Crit Care* 2017;41:138–44.
- Legrand M, Darmon M, Joannidis M, et al. Management of renal replacement therapy in ICU patients: an international survey. *Intensive Care Med* 2013;39:101–8.
- Davenport A. Management of acute kidney injury in neurotrauma: Management of AKI in neurotrauma. *Hemodial Int* 2010;14:S27–S31.
- Cardoso FS, Gottfried M, Tuijss S, et al. Continuous renal replacement therapy is associated with reduced serum ammonia levels and mortality in acute liver failure. *Hepatology* 2018; 67:711–20.
- Ghannoum M, Hoffman RS, Gosselin S, et al. Use of extracorporeal treatments in the management of poisonings. *Kidney Int* 2018; 94:682–8.
- Edrees F, Li T, Vijayan A. Prolonged intermittent renal replacement therapy. *Adv Chronic Kidney Dis* 2016; 23:195–202.
- Friedrich JO, Wald R, Bagshaw SM, et al. Hemofiltration compared to hemodialysis for acute kidney injury: systematic review and meta-analysis. *Crit Care* 2012;16:R146.

<sup>1</sup> Anaesthesiology and Intensive Care Clinic, Tartu University Hospital, Tartu, Estonia

Correspondence to:  
Vladislav Mihnovits  
mihnovits.vladislav@gmail.com

Keywords:  
renal replacement therapy, haemodialysis, haemodialysis modalities

28. Joannidis M, Oudemans-van Straaten HM. Clinical review: Patency of the circuit in continuous renal replacement therapy. *Crit Care* 2007;11:218.
29. Intensity of Continuous Renal-Replacement Therapy in Critically Ill Patients. *N Engl J Med* 2009;12.
30. Faulhaber-Walter R, Hafer C, Jahr N, et al. The Hannover Dialysis Outcome study: comparison of standard versus intensified extended dialysis for treatment of patients with acute kidney injury in the intensive care unit. *Nephrol Dial Transplant* 2009;24:2179–86.
31. Tan HK, Baldwin I, Bellomo R. Continuous veno-venous hemofiltration without anticoagulation in high-risk patients. *Intensive Care Med* 2000;26:1652–7.
32. Joannidis M, Kountchev J, Rauchenzauner M, et al. Enoxaparin vs. unfractionated heparin for anticoagulation during continuous veno-venous hemofiltration: a randomized controlled crossover study. *Intensive Care Med* 2007;33:1571–9.
33. Anton FI, Rus PA, Hagau N. Monitoring anticoagulation with unfractionated heparin on renal replacement therapy. Which is the best aPTT sampling site? *J Crit Care Med* 2020;6:159–66.
34. Bai M, Zhou M, He L, et al. Citrate versus heparin anticoagulation for continuous renal replacement therapy: an updated meta-analysis of RCTs. *Intensive Care Med* 2015;41:2098–110.
35. Stucker F, Ponte B, Tataw J, et al. Efficacy and safety of citrate-based anticoagulation compared to heparin in patients with acute kidney injury requiring continuous renal replacement therapy: a randomized controlled trial. *Crit Care* 2015;19:91.
36. Gattas DJ, Rajbhandari D, Bradford C, et al. A Randomized controlled trial of regional citrate versus regional heparin anticoagulation for continuous renal replacement therapy in critically ill adults\*. *Crit Care Med* 2015;43:1622–9.
37. Sagedal S, Witczak BJ, Osnes K, et al. A heparin-coated dialysis filter (AN69 ST) does not reduce clotting during hemodialysis when compared to a conventional polysulfone filter (F×8). *Blood Purif* 2011;32:151–5.
38. Evenepoel P, Dejjagere T, Verhamme P, et al. Heparin-Coated Polyacrylonitrile Membrane Versus Regional Citrate Anticoagulation: A Prospective Randomized Study of 2 Anticoagulation Strategies in Patients at Risk of Bleeding. *Am J Kidney Dis* 2007;49:642–9.
39. Schneider AG, Journois D, Rimmelé T. Complications of regional citrate anticoagulation: accumulation or overload? *Crit Care* 2017;21:281.
40. Morabito S, Pistolesi V, Tritapepe L, et al. Regional citrate anticoagulation for RRTs in critically ill patients with AKI. *Clin J Am Soc Nephrol* 2014;9:2173–88.
41. Finkel KW, Podoll AS. Complications of continuous renal replacement therapy. *Semin Dial* 2009;22:155–9.
42. Palevsky PM, Baldwin I, Davenport A, et al. Renal replacement therapy and the kidney: minimizing the impact of renal replacement therapy on recovery of acute renal failure. *Curr Opin Crit Care* 2005;11:548–54.
43. Mistry K. Dialysis disequilibrium syndrome prevention and management. *Int J Nephrol Renov Dis* 2019;12:69–77.
44. Akhouni A, Singh B, Vela M, et al. Incidence of adverse events during continuous renal replacement therapy. *Blood Purif* 2015;39:333–9.
45. Klouche K, Gibney RTN, Forni LG. Can this patient be safely weaned from RRT? *Intensive Care Med* 2018;44:639–42.

## LÜHIDALT

### Aktiivne füüsiline tegevus leevendab unehäiretega seotud terviseriske

On rohkesti andmeid unehäirete ja vähese füüsilise aktiivsuse negatiivse mõju kohta tervisele, kuid andmeid normaalse une ja aktiivse füüsilise tegevuse koosmõju kohta tervisele on vähe.

Sidney ülikooli teadlased analüüsisid Ühendkuningriigi biopanga andmete põhjal une ja füüsilise aktiivsuse mõju suremusele, vaadeldes üldsuse, kardiovaskulaarse ja vähisuse näitajaid kokku 380 055 vaatlusalusel. Nende keskmine vanus oli 55,9 eluaastat ja 55% neist olid naised. Vaatlusaluste füüsilist aktiivsust hinnati kas suureks (1200 või enam MET/min nädalas (MET – metaboolne ekvi-

valent)), mõõdukaks (600–1200 MET/min nädalas) või väikeseks, kui vastav näitaja oli alla 600. WHO soovitatud minimaalne füüsiline koormus on 600 MET/min nädalas. Sellele vastab 150 min mõõduka koormusega füüsilist tegevust või 75 min suure koormusega füüsilist tegevust nädalas. Vaatlusaluste uneskoori – tervislik, vahepealne või halb – hindamisel lähtuti erinevatest näitajatest (une kronotüüp, une kestus, päevane unisus, norskamine, insomniaperioodid).

Jälgimisperiod oli keskmiselt 11 aastat. Selle aja jooksul suri 15 503 vaatlusalust, neist 4095 mõnda kardiovaskulaarsesse haigusse ja 9064 erineva paikmehaigusega. Surma risk oli vahepealse ja halva uneskooriga vaatlusalustel oluliselt suurem kui tervisliku unega

isikutel. Mõõdukas või suur füüsiline koormus ja tervislik uni olid vastastikku sünergilise mõjuga surmariski vähendamisel. Halva uneskoori ja vähese füüsilise aktiivsusega vaatlusaluste grupis oli tervisliku uneskoori ja suure füüsilise aktiivsusega vaatlusalustega võrreldes 57% võrra suurem üldsuse, 67% võrra suurem kardiovaskulaarse suremuse ja 45% võrra suurem vähki suremuse risk. Sealjuures oli kopsuvähki suremuse risk 91% võrra suurem. Autorite hinnangul vähendab suur füüsiline aktiivsus halva unega seotud terviseriske.

#### REFEREERITUD

Huang B-H, Duncan MJ, Cistulli PA, Nassar N, Hamer M, Samatakis E. Sleep and physical activity in relation to all-cause, cardiovascular disease and cancer mortality risk. *Br J Sports Med* 2021, <https://bjsm.bmj.com/content/early/2021/05/25/bjsports-2021-104046>.