



**TURUN  
YLIOPISTO**

# **Albumiinin käyttö nestehoidossa**

Lääketieteen koulutusohjelma  
Syventävien opintojen kirjallinen työ

Anna Hakkarainen

Syyslukukausi 2025

Turku

Turun yliopiston laatujärjestelmän mukaisesti tämän julkaisun alkuperäisyys on tarkastettu Turnitin OriginalityCheck -järjestelmällä.

**Tutkinto-ohjelma, oppiaine:** Lääketieteen lisensiaatti, anestesiologia ja tehohoito

**Tekijä:** Anna Hakkarainen

**Otsikko:** Albumiinin käyttö nestehoidona tehohoidossa ja ei-sydänkirurgisissa leikkauksissa

**Ohjaaja:** professori Teijo Saari

**Sivumäärä:** 21 sivua

**Päivämäärä:** 20.12.2025

## **Abstract**

Tässä opinnäytteessä tarkastellaan albumiinin käyttöä suonensisäisessä nestehoidossa osana akuutti- ja tehohoidon volyymiresuskitaatiota. Tavoitteena on koota ja arvioida tutkimusnäyttö albumiinin hyödyistä ja haitoista sekä sen asemasta suhteessa kristalloideihin ja muihin kolloideihin eri potilasryhmissä, erityisesti kriittisesti sairailta, sepsispotilailla, palovammapotilailla ja kirurgisilla potilailla. Työ toteutettiin kirjallisuuskatsauksena. PubMed-haku tehtiin 11.11.2024 hakulausekkeella, joka yhdisti albumiinin, nestevajauksen ja keskeiset hoitoympäristöt, ja lisäksi hyödynnettiin suomalaisia anestesiologian oppikirjalähteitä. Aineistoon rajattiin ihmisillä tehdyt englanninkieliset satunnaistetut kontrolloidut tutkimukset vuodesta 2004 alkaen, ja pois suljettiin lapsipotilaat sekä sydänkirurgiaa käsittelevät tutkimukset. Hakutuloksista tunnistettiin 135 artikkelia, joista lopulliseen analyysiin sisältyi 12 RCT-tutkimusta. Suurissa tehohoitotutkimuksissa 4–5 % albumiini ei vähentänyt kuolleisuutta verrattuna suolaliuokseen, mutta 20 % albumiinilla voitiin saavuttaa hemodynaamisia tavoitteita pienemmällä nestemäärällä. Näyttö viittaa mahdollisiin hyötyihin nestemäärän rajoittamisessa ja palovammapotilaiden liiallisen nesteytyksen vähentämisessä, kun taas tietyissä alaryhmissä, kuten traumaattisessa aivovammassa, albumiiniin on liitetty haittoja ja hyperonkoottisiin liuoksiin munuaisriskin lisääntymistä. Johtopäätöksenä albumiinia ei voida pitää ensisijaisena nestevalintana, mutta se voi olla perusteltu valikoiduissa tilanteissa, joissa pyritään minimoimaan annettu nestetilavuus ja tukemaan onkoottista painetta, ja lisätutkimusta tarvitaan erityisesti ajoituksesta ja annostelusta sekä potilasryhmäkohtaisista vaikutuksista.

**Avainsanat:** albumiini, nestehoito, tehohoito

# Sisällysluettelo

|          |  |           |
|----------|--|-----------|
| <b>1</b> | <b>Johdanto</b>  | <b>5</b>  |
| <b>2</b> | <b>Nestehoito</b>  | <b>6</b>  |
| 2.1      | Nestetasapaino ja sen häiriöt  | 6         |
| 2.2      | Nestehoidon perusteet  | 6         |
| 2.3      | Nestehoidon strategiat: liberaali nestehoito vs. konservatiivinen nestehoito | 7         |
| 2.4      | Tavoiteohjattu nestehoito  | 9         |
| <b>3</b> | <b>Nestehoidon menetelmät</b>  | <b>11</b> |
| 3.1      | Kristalloidit  | 11        |
| 3.2      | Kolloidit  | 12        |
| 3.2.1    | Kolloidien historiaa   | 12        |
| <b>4</b> | <b>Albumiini nestehoidossa</b>   | <b>14</b> |
| 4.1      | Taustaa albumiinin käytölle: historiallisia näkökulmia                       | 14        |
| 4.2      | Albumiinin fysiologia  | 14        |
| 4.2.1    | Kolloidiosmoottinen paine  | 14        |
| 4.2.2    | Vaikutus happo-emäs-tasapainoon  | 15        |
| 4.2.3    | Hypoalbuminean vaikutukset   | 15        |
| 4.2.4    | Vaikutukset endoteelin seinämään   | 16        |
| 4.3      | Tutkimusnäyttö albumiinin käytölle tehohoidossa                              | 16        |
| 4.4      | Albumiinin käyttö kirurgisilla potilailla                                    | 17        |
| 4.5      | Albumiinin käyttö palovammapotilailla  | 18        |
| 4.6      | Albumiinin käytön haitat   | 18        |
| <b>5</b> | <b>Menetelmät</b>  | <b>20</b> |
| 5.1      | Kirjallisuushaku   | 20        |
| 5.2      | Tulosten analysointi, tutkimuksen laadun selvittäminen                       | 20        |
| <b>6</b> | <b>Tulokset</b>  | <b>21</b> |
| 6.1      | Yhteenveto tuloksista  | 21        |
| 6.2      | Kirjallisuushaussa löytyneet RCTtutkimukset                                  | 22        |
| <b>7</b> | <b>Pohdinta</b>  | <b>25</b> |



## 1 Johdanto

Nestehoito muodostaa keskeisen osa akuutti- ja tehohoitoa. Elimistön nestetasapainon häiriöt voivat johtaa hoitamatta nopeasti henkeä uhkaaviin tiloihin. Aikuisen kehossa vesi muodostaa noin puolet sen kokonaismassasta, ja sen jakautuminen solujen sisä- ja ulkopuolisiin tiloihin on tarkkaan säädelty prosessi. Pienetkin muutokset nestetilavuuksissa tai niitä säätelevissä järjestelmissä voivat horjuttaa elimistön tasapainoa ja vaikuttaa potilaan vointiin. Tämän takia elimistön nestetasapainon arviointi on tärkeää potilaan kokonaistilanteen hahmottamiseksi ja hoidon suunnittelemiseksi.

Kliinisessä työssä nestehoidon päätavoitteena on usein riittävän veritilavuuden ylläpitäminen. Samanaikaisesti liiallisten nestekertymien ja tästä aiheutuvien komplikaatioiden kehittyminen pyritään estämään. Perinteisesti kristalloideihin perustuva nesteytys on toiminut hoidon kulmakivenä. Viime vuosikymmenien tutkimus on kuitenkin tuonut esiin liiallisen nesteytyksen haittoja, mikä on herättänyt keskustelua nesteytyksen yksilöityyn ja fysiologiseen lähestymistapaan siirtymisestä.

Albumiinin käyttö nestehoidossa on herättänyt runsaasti mielenkiintoa tutkimuksen saralla. Varhaiset meta-analyysit kyseenalaistivat sen turvallisuuden, kun taas myöhemmät tutkimukset ovat antaneet uutta tietoa sen tehosta ja mahdollisista riskeistä. Albumiinin fysiologisten ominaisuuksien vuoksi se on erityisen mielenkiintoinen etenkin potilasryhmissä, joissa on tavoitteena nesteen kokonaisvolyymien minimointi.

Tämä katsausartikkeli kokoaa ajankohtaisen tutkimusnäytön nestehoidosta ja erityisesti albumiinin käytöstä kriittisesti sairailta potilailla.

## 2 Nestehoito

### 2.1 Nestetasapaino ja sen häiriöt

Aikuisen ihmisen painosta noin 50-60 % koostuu vedestä. Sen osuus vaihtelee myös iän, sukupuolen ja kehon rasvaprosentin mukaan. Elimistön nesteet voidaan jakaa solujen sisäiseen, eli intrasellulaarinesteeseen sekä solujen ulkoiseen, eli ekstrasellulaarinesteeseen. Noin kolmasosa kaikista nesteistä sijaitsee solujen ulkopuolella soluvälitiloissa ja veren plasmassa. Eri nestetiljen nesteet ovat koostumukseltaan toisistaan poikkeavia erityisesti elektrolyytti- ja proteiinipitoisuuksien suhteen. (1)

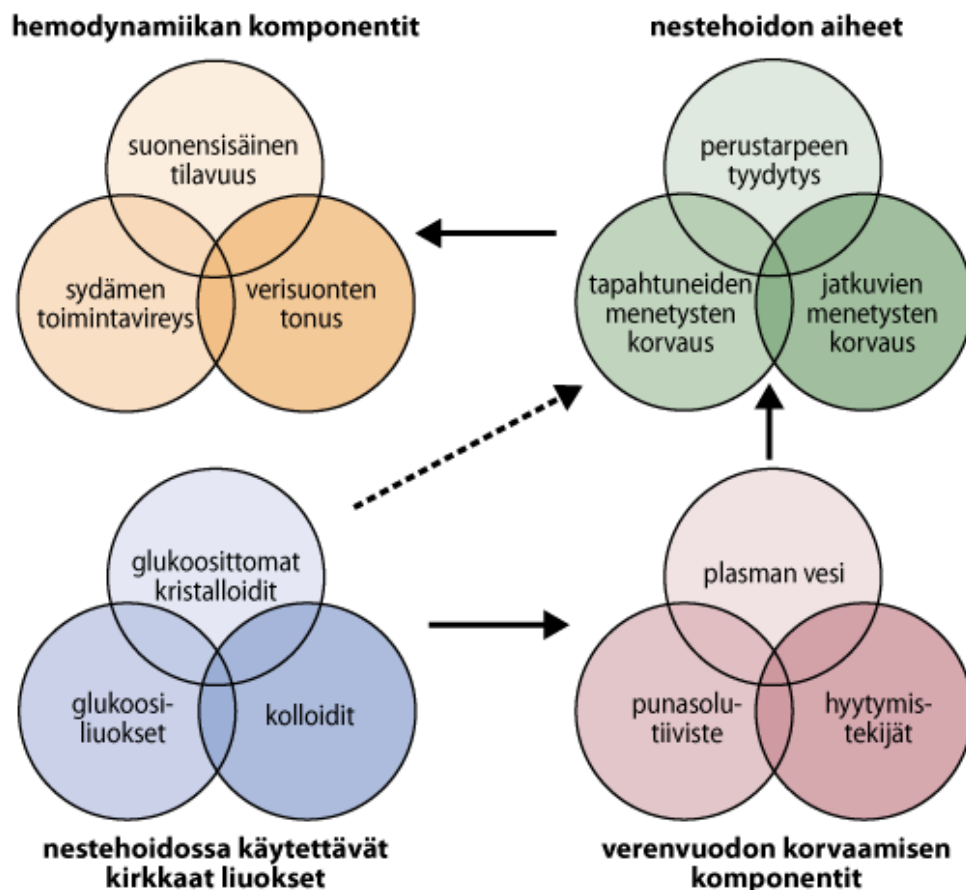
Yleisimpiä häiriöitä nestetasapainoon aiheuttavia tekijöitä ovat nesteen menetys, riittämätön nesteen saanti, nesteen kertyminen kudoksiin ja häiriöt hormonitoiminnoissa. Elimistö pyrkii häiriötilassa kompensoimaan tapahtunutta haittaa muun muassa antidiureettisen hormonin (ADH), reniini-angiotensiini-alodosteronijärjestelmän, keskushermoston osmoreseptorian, verenkiertoelimistön baroreseptorien sekä natriureettisten peptidien avulla. Nestetasapainoa kuvaa plasman osmolaliteetti, joka tarkoittaa siihen liuenneiden aineiden pitoisuutta. Korkea osmolaliteetti kertoo veden puutteesta, ja matala sen liiasta määrästä ekstrasellulaaritalassa. (1) Nestetasapainoa tarkkaillaan kliinisessä työssä useilla mittareilla. Hoitotyön menetelmiä ovat nesteen saannin kirjaaminen, virtsamäärien ja muun erityksen seuraaminen, sekä potilaan painon mittaaminen. Potilaan statuksessa nestetasapainosta kertoo verenpaine, sydämen syke, raajojen mahdolliset lämpörajat sekä turvotukset, limakalvojen kosteus ja ihon kimmoisuus

### 2.2 Nestehoidon perusteet

Nestehoidon tavoitteena on ylläpitää elimistön normaalia veritilavuutta ja hapenkuljetuskapasiteettia. Nämä vaikuttavat sydämen minuuttitilavuuteen sekä soluvälিনesteen tilavuuteen, jolla varmistetaan hapen siirtyminen keuhkorakkuloista vereen sekä verestä kudoksiin ja soluihin. Lisäksi nestehoidolla pyritään saavuttamaan tai ylläpitämään normaalia veren hyytymiskykyä. Näiden tavoitteiden avulla pyritään vähentämään kuolleisuutta erityisesti tehohoidossa olevilla potilailla. (2)

Nestehoidon syynä voi perustarpeen tyydyttämisen lisäksi olla potilaan jo menetetyin tai edelleen jatkuvasti menetettävän nesteen korvaaminen. Nestehoidon kolmikantamallin avulla pyritään erittelemään miksi, ja mihin tarkoitukseen nestettä annetaan. Tämä malli voidaan jakaa nestehoidon aiheiden lisäksi hemodynamiikan komponentteihin, nestehoidossa käytettäviin kirkkaisiin liuksiin ja verenvuodon korvaamisen komponentteihin.

Hemodynamiikkaan vaikuttavat suonensisäinen tilavuus, sydämen toimintavireys sekä verisuonten tonus. Näitä monitoroidaan tehohoidon potilailla nestehoidon seurannassa. Nestehoidon kirkkaan liukset voidaan jakaa glukoosiliuoksiin, glukoosittomiin kristalloideihin ja kolloideihin. Menetetyn nesteen koostumus määrittää, mitä korvausnestettä potilaalla käytetään. Verenvuototilanteessa huolehditaan veren eri komponenttien riittävydestä. Kun vuotoa korvataan, kiinnitetään huomioita plasman vesipitoisuuteen, hyytymistekijöihin sekä punasolutiivisteeseen. (3)



Kuva 1

### 2.3 Nestehoidon strategiat: liberaali nestehoito vs. konservatiivinen nestehoito

Nestehoidon liberaali ja nollabalanssiin pyrkivä, eli konservatiivinen tai volyymirajoitteinen lähestymistapa tarkoittavat eri strategioita, joilla pyritään ylläpitämään kriittisesti sairaan potilaan nestetasapainoa. Kummankin strategian tavoitteena on ylläpitää elinten verenkiertoa, vähentää kuolleisuutta ja varmistaa tehokas perfuusio elimiin. (5)

Liberaalissa nestehoidossa potilaalle annetaan runsaasti nestettä hemostabiliteetin ylläpitämiseksi tai lisäämiseksi. (6) Tätä strategiaa on perinteisesti käytetty esimerkiksi palovammapotilaiden hoidossa. Liberaaliin nestehoitoon liittyy fluid creep -ilmiö. Fluid creep viittaa siihen, että potilaalle annetaan nestettä laskettua tarvetta enemmän. Tämä voi johtaa komplikaatioihin, kuten aitiopainesyndroomaa tai keuhkopöhhön. (7) Palovammapotilailla tarvittun nesteenmäärä lasketaan yleisesti Parklandin kaavalla, jossa kokonaisnesteen määrä on  $3 \text{ ml} \times \text{potilaan paino (kg)} \times \text{TBSA\%}$ . Kaavassa TBSA% kuvaa kehon prosentuaalista osaa, joka on palovammojen peitossa. (8)

Tutkimuksessaan Hunter et al. 2016 osoittivat, että liiallinen nesteytys voi johtaa useisiin haitallisiin komplikaatioihin. Potilaalle koituvia haittoja voivat olla esimerkiksi palovammaturvotuksen paheneminen, keuhkopöhö ja aitiopaineoireyhtymät. (7)

Tutkimuksessa verrattiin Parklandin kaavaan perustuvaa nesteystystä hybridiohjelmaan, eli Muir and Barclay – kaavaan. Tuloksissa hybridiryhmä sai merkittävästi vähemmän nestettä, kuin Parkland -ryhmä, vaikka hybridiryhmän potilaiden palovammat olivat pinta-alaltaan suurempia. Tulokset osoittivat, että albumiinin sisällyttäminen hoitoon voi auttaa vähentämään liiallista nesteystystä ja siitä koituvia haittoja. Osana SAFE-tutkimusta Bellomo et al., 2006 osoittivat, että nesteystyksen määrä oli huomattavasti vahvempi happo-emästasapainon ja seerumin elektrolyyttien muutosten ennustaja, kuin annetun nesteen tyyppi. Tämä vahvistaa, että nesteen määrällä on kliinisesti merkittävä vaikutus potilaan happo-emästasapainoon. (8)

Liberaalin nestehoidon yleinen ongelma on niin sanottu ylinesteytys. Se on yhdistetty huonontuneisiin hoitotuloksiin esimerkiksi sepsiksen, akuutin hengitysvaikeusoireyhtymän (ARDS) ja akuutin munuaisvaurion yhteydessä. (9) (10) Varhainen nesteresuskitaatio voi jatkua pidempään, kuin on tarkoituksenmukaista. Tämä johtaa kumuloituvaan positiiviseen nestetasapainoon, kudosturvotukseen, keuhkoödeemaan ja elinperfuusion heikkenemiseen. Akuuttia keuhkovauriota sairastavilla potilailla tehdyssä tutkimuksessa konservatiivinen nestehoitostrategia paransi keuhkofunktiota ja lisäsi ventilaattori- ja tehohoitopäiviä ilman, että 60 vuorokauden kuolleisuus lisääntyi. Potilaiden tuloksia verrattiin liberaalia nestehoitoa saaneiden tuloksiin. (11)

Bellomo et al analyysi RENAL-aineistosta (2012) osoitti vastaavasti, että negatiivinen, tai vain lievästi positiivinen päivittäinen nestetasapaino assosioitui parempaan eloonjäämiseen, pienempään määrään tehohoitopäiviä, ja vähäisempiin komplikaatioihin akuuttia

munuaisvauriota sairastavilla potilailla. (12) Kumuloituva positiivinen nestetasapaino taas ennusti huonompaa ennustetta myös muissa potilasryhmistä, kuten sepsistä sairastavilla, traumapotilailla, palovammapotilailla ja maksansiirtopotilailla. (9) (5) (13)

Perioperatiivisia potilaita tutkivassa kirjallisuudessa on viime vuosina erityisesti korostunut, että liian tiukasti restriktiivinen nesteytysstrategia ei ole ongelmaton. RELIEF-tutkimuksessa rajoittava nesteytys lisäsi akuutin munuaisvaurion ja mahdollisesti myös komplikaatioiden riskiä, eikä parantanut potilaiden toimintakykyistä elossaoloaika. (14)

Yhdessä nämä tutkimukset osoittavat, että optimaalinen nestehoito suunnitellaan potilaan fysiologian ja ajankohtaisen nestetarpeen perusteella yksilöllisesti. Tässä pyritään välttämään sekä hypovolemian aiheuttamaa kudoshypoperfuusiota, että ylinesteytyksen aiheuttamaa haitallista nestekertymää. Nestehoidon ei siis tulisi perustua kiinteisiin nestemääriin, vaan hemodynaamisten muuttujien arviointiin. (15)

## 2.4 Tavoiteohjattu nestehoito

Tavoiteohjatussa nestehoidossa nesteen antoa ohjaavat potilaalta jatkuvasti mitattavat fysiologiset parametrit, joille on ennalta määrätty tietyt tavoitteet. Tehohoidon potilailla seurattiin tutkimuksissa useita parametrejä.

Keskimääräinen valtimopaine (MAP = Mean Arterial Pressure) ja sykemittaus ovat yleisiä tehohoidon potilailla käytettyjä seurantavälineitä. Sydämen toimintaa voidaan seurata sydäniindeksillä (CI = Cardiac Index) ja iskuutilavuusindeksillä (SVI = Stroke Volume Index). SVI kertoo sydämen minuutin aikana aorttaan pumppaaman verimäärän jaettuna kehon pinta-alalla. SVI kertoo verimäärän, jonka sydän pumppaa ulos yhdellä supistuksella.

Potilaiden nestetasapainoa voidaan arvioida virtsanerityksen seurannalla. (9) Laktaattitasoja seuraamalla voidaan ennustaa kudosten hyperperfuusiota, jonka vuoksi laktaatin pitoisuutta seurataan ja matalaa pitoisuutta tavoitellaan. (2)

SWIPE-tutkimuksessa Mårtesson et al (2018) verrattiin 20 % albumiinilla ja 4-5 % albumiinilla totetutettua nestehoitoa teho-osaston potilailla. Tutkimuksen tavoite oli arvioida tarvittavan nesteen määrää ja fysiologisia vasteita. 20 % albumiiniyryhmässä kumulatiivinen nestemäärä oli 48 tunnin kohdalla merkittävästi pienempi. Saman ryhmän potilailla oli myös pienempi kumulatiivinen nestetasapaino ja korkeammat albumiinitasot, mutta matalammat natrium- ja kloriditasot. Potilailla ei todettu negatiivista vaikutusta munuaisten toimintaan tai

muihin keskeisiin kliinisiin tuloksiin. 20 % albumiiniryhmässä myös kuolleisuus oli merkittävästi pienempää. Tämä tukee pienen nestetilavuuden turvallisuutta ja tehokkuutta. (16)

Tuoreessa meta-analyysissä Shafiq et al. (2025) vertasivat varhaista tavoiteohjattua nestehoitoa konservatiiviseen nestehoittoon (engl. Early Goal-Directed Therapy = EDGT). Katsauksen mukaan vuosina 2000-2024 tehdyissä kahdeksassa RCT-tutkimuksessa ei havaittu merkittävää eroa akuutin munuaisvaurion, kuolleisuuden, tai munuaiskorvaushoidon tarpeen ilmaantuvuudessa. Sen sijaan EDGT-ryhmässä potilaat olivat teho-osastolla keskimäärin 2,81 päivää kauemmin verrattuna konservatiivista nestehoitoa saaneisiin. (17)

### 3 Nestehoidon menetelmät

Nykyisin käytössä olevat nestevalmisteet voidaan jakaa kristalloideihin ja kolloideihin. Nesteiden valintaan vaikuttavat niiden fysiologiset ominaisuudet, kuten osmolaliteetti, toonisuus, mineraalipitoisuudet ja pysyvyys intravaskulaarisessa tilassa. (1) Nestehoidon liuoksia käytettäessä metabolisia ongelmia voi syntyä erityisesti silloin, kun valitun nesteen ominaisuudet poikkeavat plasman fysiologisesta koostumuksesta.

Osmolaliteetti kuvaa liuenneiden aineiden pitoisuutta liuotintilavuudessa. Toonisuus kuvaa liuoksen vaikutusta veden siirtymiseen elimistön nestetilojen välillä. Hypotoniset liuokset voivat johtaa veden siirtymiseen soluihin, mikä altistaa hyponatremialle etenkin, jos akuutin stressin aikana, kun ADH:n erityis on suurentunut. Hypertoniset liuokset siirtävä vettä soluvälitilasta plasmaan, minkä vuoksi niiden käyttö on indisoitua vain erityistilanteissa, kuten hoidettaessa kohonnutta kallonsisäistä painetta. (18) Elektrolyyttikoostumukseltaan nestehoidon valmisteet voivat olla balansoituja, tai ei-balansoituja. Balansoidut kristalloidit, pyrkivät vastaamaan plasman elektrolyyttikoostumusta. Ei-balansoidut kristalloidit, kuten 0,9 % -NaCl- liuos voi plasmaan verrattuna poikkeavan elektrolyyttipitoisuutensa vuoksi aiheuttaa kloridikuormitusta. Liian suuri kloridimäärä vähentää vahvojen ionien välistä eroa ja voi aiheuttaa hyperkloremisen asidoosin. Hyperkloremia lisää munuaisten vasokonstriktiota, mikä heikentää munuaisten kykyä erittää kaliumia ja aiheuttaa näin ollen muita elektrolyyttitasapainon häiriöitä elimistössä.

#### 3.1 Kristalloidit

Kristalloidit ovat infuusionesteitä, jotka sisältävät pienimolekyylisiä suoloja ja sokereita. Ne ovat vesipohjaisia ja näin ollen pystyvät diffundoitumaan vapaasti kapillariseinämän läpi. (19) Kristalloidit voidaan jakaa isotonisiin, hypertonisiin ja hypotonisiin liuoksiin. Isotonisia liuoksia ovat esimerkiksi 0,9 % NaCl ja Ringer-acetat®. Hypertonisia ovat esimerkiksi 7,5 % NaCl ja 20 % - mannitoli, ja hypotonisia esimerkiksi G5 ja Perusliuos-K®. (18)

Kristalloidit ovat edullisia ja hyvin siedettyjä, mutta niiden ongelmana on valuminen soluvälitilaan. Tämä johtaa kudosturvotukseen, joka on riskitekijänä esimerkiksi hengityksen, kudosten hapensaannin, haavojen paranemisen ja sydänlihaksen toiminnan vaarantumiselle. (19) Soluvälitilaan valuminen edellyttää myös suurempien tilavuuksien antoa. (2)

## 3.2 Kolloidit

Kolloidit sisältävät suurimolekyyllisiä aineita, kuten proteiineja tai synteettisiä polymeerejä, jotka pysyvät verisuonistossa kauemmin kuin kristalloidit. Ne on suunniteltu hyödyntämään onkoottista painetta. Kolloideja voidaan käyttää kriittisesti sairaiden potilaiden nesteytyksessä, mutta niiden käyttöön liittyvät hyödyt ja haitat ovat kristalloideihin nähden vertailun kohteena. (19) Yleisiä kolloideja ovat esimerkiksi ihmisen albumiini, hydroksietyylitärkkelys (HES) ja gelatiinit. Kolloidit voidaan edelleen jakaa hypo-onkoottisiin, kuten gelatiini sekä 4 % - tai 5 %- albumiini ja hyperonkoottisiin, kuten HES sekä 20 %- tai 25 % -albumiinit. (2)

Verrattuna kristalloideihin, kolloidit ovat teoreettisella tasolla tehokkaampia lisäämään verisuonitilavuutta, koska ne pysyvät verisuonistossa pidempään. Kolloideja käyttäen voidaan tämän vuoksi saavuttaa samat hemodynaamiset tavoitteet pienemmillä nestetilavuuksilla, mikä voi johtaa vähäisempään fluid creep -ilmiöön ja tämän tuomiin riskeihin. (19)

Kolloidien merkittävimmät haittavaikutukset liittyvät niiden taipumukseen kertyä elimistöön. Esimerkiksi HES-liuokset aiheuttavat munuaisten vajaatoiminnan pahenemista sekä koagulopatiaa. Gelatiiniliuokset ovat tutkimuksissa aiheuttaneet allergisia reaktiota. Albumiiniliuokset ovat ihmisperäisiä, jonka vuoksi niiden käyttöön liittyy ainakin teoreettinen infektioriski. (18)

### 3.2.1 Kolloidien historiaa

HES-liuoksia käytettiin pitkään tehohoidon potilaalla, koska niiden pysyvyys intravaskulaaritulassa on hyvä. Vuonna 2012 julkaistiin kaksi merkittävää kliinistä tutkimusta, jotka johtivat lopulta HES-liuosten käytön kieltämiseen EU-alueella. Scandinavian Starch for Severe Sepsis/Septic Shock, eli 6S-tutkimus vertasi 6 % HES 130/0.42 -liuosta Ringerin asetaattiin vaikeaa sepsistä sairastavilla potilailla. 90 päivän kuolleisuusriski oli HES-ryhmässä 51 % ja Ringer-ryhmässä 43 %: Absoluuttinen kuolemanriski kasvoi HES-ryhmässä 8 prosenttiyksiköllä. Lisäksi HES-ryhmän potilaat tarvitsivat 22 % todennäköisyydellä munuaiskorvaushoitoa, kun Ringer-ryhmässä vastaava osuus oli 16 %. (20)

CHEST-tutkimuksessa verrattiin 6 % -HES 130/0. -liuosta 0,9 % -NaCl-liuokseen heterogeenisessä teho-osastopotilaiden joukossa. Tutkimuksessa ei havaittu merkittävää eroa

90 päivän kuolleisuudessa, mutta HES-ryhmässä potilaat tarvitsivat enemmän munuaiskorvaushoitoa. (7,0 % vs. 5,8 %). Myös haittatapahtumia, kuten kutinaa ja ihottumaa, sekä uutena ilmentynyttä maksan vajaatoimintaa raportoitiin HES-ryhmässä enemmän.

Tutkimuksissa esiin tulleiden kuolleisuuden sekä munuaisten vajaatoiminnan aiheuttamisen vuoksi EMA (European Medicines Agency) käynnisti HES:n turvallisuusarvioinnin. Vuonna 2013 EMA suositteli HES-liuosten rajoittamista. Uudelleenarviointia tehtiin vuosina 2017-2018 EMA:n ja PRAC:n (Pharmacovigilance Risk Assessment Committee) toimesta, jolloin huomattiin, että riskinhallintatoimenpiteet eivät olleet potilasturvallisuuden kannalta riittäviä. Tuolloin päädyttiin keskeyttämään HES-liuosten markkinointiluvat EU:n alueella. 2018 jäsenmaiden lääkekomitea CMDh hyväksyi PRAC:n ilmi antamat riskit, mutta HES jäi vielä markkinoille tiukennetuin ehdoin. Uusien vuosina 2019-2021 saatujen seurantatulosten myötä PRAC teki uuden suosituksen markkinointilupien täydestä lopettamisesta. Tämä hyväksyttiin Euroopan komissiossa toukokuussa 2022. (21)

HES-liuosten kiellon jälkeen kolloideista vain albumiini jäi kliiniseen käyttöön.

Toukokuussa 2024 Abdelhamed et. al huomasi retrospektiivisessä tutkimuksessaan, että vuosina 2013-2021 albumiinin käyttö kasvoi 5 %:sta 32,5 %:iin tehohoidon potilailla Baselin yliopistosairaalassa. (22). Kuitenkin jo aiemman tutkimustiedon perusteella tiedettiin albumiinilla olevan mahdollisia kliinisiä haittoja.

| <b>Nestehoidossa käytettävät valmisteet</b> |                                       | <b>Esimerkkejä</b> |
|---|---------------------------------------|--------------------|
| <b>Kristalloidit</b>                        | <b>Glukoosittomat</b>                 |                    |
|   | Hypotoniset                           | NaCl 0,45 %        |
|   | Isotoniset                            | Ringerin liuokset  |
|   | Hypertoniset                          | NaCl 7,5 %         |
|   | <b>Glukoosia sisältävät</b>           |                    |
|   | Hypotoniset                           | Perusliuos-K       |
|   | Isotoniset                            | Plasmalyte         |
|   | Hypertoniset                          | G10                |
| <b>Kolloidit</b>                            | <b>Veren komponentit</b>              |                    |
|   | Albumiini                             |                    |
|   | Jääplasma                             |                    |
|   | <b>Synteettiset (käyttö vähäistä)</b> |                    |

Taulukko 1

## 4 Albumiini nestehoidossa

### 4.1 Taustaa albumiinin käytölle: historiallisia näkökulmia

Vuoden 1998 Cochranen meta-analyysi (Injuries Group Albumin Reviewers) toi esiin, että albumiinia sisältävien nesteiden anto lisäsi kuoleman absoluuttista riskiä 6 % kriittisesti sairailta potilailla verrattuna kristalloidiluosten antoon. (6), (23) Tämän meta-analyysin myötä monet yksiköt ympäri maailmaa luopuivat kolloidien käytöstä maailmanlaajuisesti. Meta-analyysia kuitenkin kritisoitiin esimerkiksi liian heterogeenisistä tutkimuksista ja sellaisten tutkimuksien sisällyttämisestä, joissa molemmat ryhmät saivat vain kolloideja. Myöhemmin johtopäätöksiä tarkasteltiin uudelleen, ja päädyttiin siihen lopputulemaan, että ei ole näyttöä siitä, että kolloidit vähentäisivät kuolleisuuden riskiä kriittisesti sairailta potilailla. (7)

Vuonna 2004 tehtiin SAFE-tutkimus (Saline versus Albumin Fluid Evaluation, 2004), jossa vertailtiin 4 % albumiinin ja suolaliuoksen vaikutusta kuolleisuuteen teho-osaston potilailla. Tulokset olivat samanlaisia 28 vuorokauden kohdalla. (24) Vaikka SAFE-tutkimus kumosikin laajalti väitteen albumiinin käyttöön liitetystä lisääntyneestä kuolleisuudesta, sen tehoa ja optimaalista käyttöä tarkastellaan edelleen tehohoidon ja ensihoidon useilla potilasryhmillä. (25)

### 4.2 Albumiinin fysiologia

Albumiini on ihmisen plasmassa esiintyvä proteiini ja luonnollinen kolloidi. Sillä on useita tärkeitä fysiologisia tehtäviä elimistössä, joista seuraavissa kappaleissa yksityiskohtaisemmin.

#### 4.2.1 Kolloidiosmoottinen paine

Albumiini ylläpitää kolloidiosmoottista (engl. blood colloid osmotic pressure = BCOP) painetta. Tämä on pääasiallinen reabsorptiota aiheuttava tekijä. Reabsorptiossa nesteitä ja partikkeleita siirtyy kudostenesteeestä kapillaareihin. Päinvastaista tapahtumaa kutsutaan filtraatioksi. Nämä nestesiirtymät pyrkivät normaalitilassa tasapainoon, ja nesteen siirtymän suuntaa kuvataan nettofiltraatiopaineen avulla. (26) BCOP:n ylläpito auttaa säilyttämään veritilavuutta ja estämään interstitiaalista turvotusta. Sen palauttaminen on tärkeää esimerkiksi palovammapotilailla, jotta interstitiaaliselta turvotukselta vältytään. (5)

Kokeellisissa tutkimuksissa on havaittu, että 4-5 % albumiinin veritilavuutta lisäävä vaikutus on suunnilleen sama, kuin infuusionesteen tilavuus. 20 % albumiinin vaikutus on noin

kaksinkertainen verrattuna infuusionesteen tilavuuteen. (27) Liian korkea BCOP voi kuitenkin heikentää munuaisissa glomerulusten suodatusnopeutta. (14)

#### 4.2.2 Vaikutus happo-emäs-tasapainoon

Albumiini voi toimia heikkona happona. Happamoittava vaikutus liittyy molekyylin rakenteessa esiintyvään histidiinijaksojen dissosiaatioon ja mahdollisesti myös sen sisältämään oktaonaattiin. Oktaonaatti voi kertyä plasmaan, ja toimia mittaamattomana vahvana ionina. Albumiini käyttö nestehoidossa voi johtaa näin ollen pieneen, mutta tilastollisesti merkitsevään pH:n laskuun verrattuna fysiologiseen suolaliuokseen. (28)

Finfer et al. (2006) tutkivat suolaliuoksen ja albumiinin vaikutuksia kriittisesti sairaiden potilaiden happo-emäs-tasapainoon ja seerumin elektrolyytteihin. Tutkimus oli osana laajempaa SAFE-nesteytystutkimusta tehohoidon potilailla. Potilaat satunnaistettiin saamaan joko 4 %-albumiiniliuosta tai fysiologista suolaliuosta. Alkumittauksissa potilaiden seerumin bikarbonaatti-, albumiini-, ja emäsyylimääräarvot olivat samankaltaiset. Annetun nestetilavuuden todettiin olevan vahvempi ennustaja happo-emästasyyppien ja elektrolyyttien muutoksille, kuin nestetyyppi. Molemmassa ryhmässä tapahtui merkittäviä muutoksia happo-emästasyyppien ja elektrolyyteissä ajan kuluessa, mutta tyyppien väliset erot olivat vähäisiä. Albumiinin käyttö ennusti pienempää nousua pH:ssa, bikarbonaatissa ja emäsyylimäärässä verrattuna suolaliuokseen. Ero oli tilastollisesti merkittävä, mutta sitä pidettiin todennäköisesti kliinisesti merkityksettömänä. Lisäksi muutoksiin vaikutti todennäköisesti taustalla olevan sairauden paraneminen tai paheneminen sekä muiden nesteiden samanaikainen antaminen. (28)

#### 4.2.3 Hypoalbuminean vaikutukset

Hypoalbuminemia, eli seerumin alhainen albumiinipitoisuus, on yleistä akuuteissa sairauksissa. Se liittyy huonompiin hoitotuloksiin ja lisääntyneeseen kuolemanriskiin. (19) Toisessa SAFE-tutkimuksen alaryhmäanalyysissä Bellomo et al. (2006) tutkittiin, vaikuttiko potilaan lähtötilanteen hypoalbuminemia hoidon lopputuloksiin, kun verrattiin 4 %-albumiinia ja suolaliuosta. Albumiiniryhmässä potilaat saavuttivat korkeamman keskimääräisen seerumin albumiinipitoisuuden ensimmäisen seitsemän vuorokauden aikana verrattuna suolaliuosryhmään. Kuolleisuus 28 vuorokauden kohdalla oli 23.7 % albumiinia saaneilla ja 26.2 % suolaliuosta saaneilla. Erotus ei ollut tilastollisesti merkittävä, eli seerumin albumiinipitoisuuksien nousu albumiiniryhmässä ei johtanut merkittäviin eroavaisuuksiin

kuolleisuudessa. Tutkimus oli suunniteltu selittämään, miten hyvin albumiini palauttaa tai ylläpitää intravaskulaarista tilavuutta. Tämän vuoksi tutkijat päättelivät, että albumiinin annon vaikutusta hypoalbumineaa saraistaville potilaille ja sen vaikutuksista kuolleisuuteen, tulisi suunnitella erikseen oma tutkimus. (23)

#### 4.2.4 Vaikutukset endoteelin seinämään

Viimeaikaisten tutkimusten mukaan albumiinin vaikuttaa endoteelin homeostaasiin sen antioksidanttisten ja anti-inflammatoristen vaikutusten kautta. Albumiinin on osoitettu kuljettavan sfingosini-1-fosfaattia (S1P). Se saattaa edistää endoteelin suojavaikutuksia, jotka edistävä verisuonten läpäisevyyttä ja vähentävät interstitiaalista turvotusta. In vivo -albumiini-infusion yhteydessä on havaittu vaikutuksia myös endoteelin solujen glykokalyksiin, eli pinnan hiilihydraattipitoisen kerrokseen. (5)

Eläimillä tehdyt tutkimukset ovat antaneet ristiriitaisia tuloksia albumiinin suojaavasta vaikutuksesta endoteeliin palovammojen ja sepsiksen yhteydessä. On esitetty, että palovammat häiritsevät endoteelin glykokalyksia vamman vakavuuden mukaan, mutta albumiinin anto ei muuta verisuonten läpäisevyyttä. (5)

### 4.3 Tutkimusnäyttö albumiinin käytölle tehohoidossa

Tutkimusnäyttö albumin käytölle nestehoidossa kriittisesti sairailta potilailta on monimutkaista, ja tutkimustulokset vaihtelevat.

SAFE-tutkimus (2004) oli suuri satunnaistettu ja kaksoissokkoutettu tutkimus, jossa vertailtiin 4 %- albumiinin ja fysiologisen suolaliuoksen käyttöä nestehoidossa tehohoidon potilailta. Tutkimus osoitti, että tulokset olivat liuoksilla samankaltaiset, kun verrattiin 28 vuorokauden kuolleisuutta. SWIPE-tutkimuksessa (2007) tehohoidossa vertailtiin 20 % albumiinia 4-5 % albumiiniin. 20 % albumiinilla havaittiin alhaisempi kumulatiivinen nestehoitovolyymi 48 tunnin kohdalla verrattuna laimeampaan liuokseen. Potilaat, joita nestehoidettiin 20 %-liuoksella, todettiin myös alhaisempi kuolleisuus teho-osastolla, eikä liuoksella havaittu negatiivisia vaikutuksia munuaisiin, tai muihin merkittäviin elimiin. Tulosten perusteella albumiini ei siis lisännyt kuolleisuutta, ja suurempi pitoisuus vähensi tarvittavan nesteen määrää ilman, että potilaille syntyi fysiologisia haittavaikutuksia. (6) (16)

SAFE-tutkimuksen yhteydessä tehtiin useita alaryhmäanalyysseja. Traumaattisen aivovamman saaneilla potilailta huomattiin, että albumiinilla nesteytys liittyi korkeampaan

kuolleisuusriskiin verrattuna suolaliuokseen. Osalla alaryhmistä tutkittiin seerumin albumiinipitoisuutta sekä happo-emästasapainoa. Potilaiden seerumin albumiinipitoisuudella ei havaittu merkitystä nestehoidon lopputulemiin. Happo-emästasapainoa tutkiessa havaittiin, että albumiinin anto aiheuttaa pienen, mutta tilastollisesti merkittävän pH-laskun. (5) Sepsispotilailla albumiinin antaminen viittasi kuolemanriskin vähentämiseen, ja se ei heikentänyt munuaisten tai muiden elinten toimintaa. (5)

CRISTAL-tutkimuksessa (2013) albumiinia ja muita kolloideja verrattiin kristalloideihin hypovolemisen sokin hoidossa. Merkittävää eroa 28 päivän kuolleisuudessa ei havaittu, mutta 90 päivän kuolleisuus kolloideja saaneilla oli pienempi. Havaintoa pidettiin kuitenkin alustavana, ja asia vaatii lisätutkimusta. (2)

Nakamura et al. (2024) tutkivat albumiinin käyttöä vakavan palovamman saaneilla potilailla. Albumiinin antaminen akuutin hoitovaiheen aikana ei ollut yhteydessä 28 päivän kuolleisuuteen. Samassa tutkimuksessa havaittiin myös, että albumiinin anto vaikutti mikrobilääkkeenä käytetyn piperasilliini-tatsobaktaamin farmakokinetiikkaan. Vaikutus ei ollut tilastollisesti merkittävä, mutta todettiin, että tulevaisuudessa tulisi tutkia lääkkeitä, joilla on korkeampi sitoutumistaipumus plasman proteiineihin. (5)

Hunter et al. (2016) vertailivat tutkimuksessaan fluid creep -ilmiön esiintymistä. Fluid creep -ilmiötä havaittiin edelleen esiintyvän albumiinia annettaessa. Ilmiö oli kuitenkin vähäisempää albumiinilla nesteytetyillä potilailla verrattuna Parkland -kaavalla nesteytettyihin. (7)

Albumiini voi siis auttaa vähentämään nesteen kokonaismäärää ja siihen liittyviä komplikaatioita tietyissä tilanteissa. Joissakin alaryhmäanalyseissä on myös viitteitä kuolleisuushyödyistä. Yleinen näyttö albumiinin paremmuudesta muihin nesteisiin nähden kuolleisuuden osalta on kuitenkin ristiriitaista tai puutteellista. Joissain tapauksissa käyttöön voidaan liittää jopa haittoja.

#### **4.4 Albumiinin käyttö kirurgisilla potilailla**

Teho-osastojen kirurgisilla potilailla albumiinin käyttöä on tutkittu vähäisissä määrin. RELIEF-tutkimuksessa (2018) vertailtiin rajoittavaa ja liberaalia nestehoidon strategiaa potilailla, jotka olivat olleen vatsaelinkirurgisessa leikkauksessa. Rajoittava nestestrategia, jossa käytettiin sekä kristalloideja, että kolloideja, ei ollut yhteydessä korkeampaan vammattomaan selviytymisen asteeseen verrattuna liberaaliin nestestrategiaan. Rajoittavalla

nestestrategialla hoidetuilla potilailla todettiin myös korkeampi riski akuuttiin munuaisvaurioon. (14)

#### **4.5 Albumiinin käyttö palovammapotilailla**

Albumiinilla ja muilla kolloidiliuoksilla on ominaisuus vaikuttaa plasman kolloidiosmoottiseen paineeseen enemmän, kuin kristalloideilla. (16) Tämän on perinteisesti uskottu vähentävän systeemistä turvotusta palovammapotilailla. (5)

Palovammapotilaiden elinten perfuusion ylläpitämisen kannalta on tärkeää antaa riittävä määrä nesteytystä. Kliinisissä tutkimuksissa havaittiin, että kolloidit, kuten albumiini, voivat vähentää käytettävää nestetilavuutta. Fluid creep -ilmiö, eli potilaalle liiallisen nestemäärän anto, joka voi johtaa useisiin komplikaatioihin, tunnistettiin 2000-luvun alussa. Tuolloin kolloidien käyttöä alettiin uudelleenarvioida liiallisen nestehoidon välttämiseksi. (7)

#### **4.6 Albumiinin käytön haitat**

Albumiinin haittoja ja riskejä voidaan arvioida usealla eri mittarilla. Haitat voivat liittyä albumiinin fysiologisiin vaikutuksiin, tehokkuuteen, hintaan tai käytännön klinisen työn toteutuksen haasteisiin.

Albumiinin käytöllä havaittiin kuolleisuuden lisääntymistä traumaattisen aivovamman saaneilla potilailla sekä sepsispotilailla. Albumiinin antaminen lisäsi suhteellista kuolleisuusriskiä verrattuna keittosuolaliuokseen SAFE-tutkimuksen alaryhmäanalyysissä traumaattisen aivovamman kokeneilla. Kun verrattiin 28 päivän kuolleisuutta, oli albumiiniryhmän kuolleisuus 24,5 % ja keittosuolaryhmän 15,1 %,  $p = 0,0009$ . Tätä tutkimustulosta tulisi kuitenkin tulkita harkiten, sillä traumapotilaat muodostivat vain 7 % tutkimuspopulaatiosta. Näin ollen sattumalla saattoi olla suuri osuus tulokseen. (6)

ABC-sepsis-tutkimuksessa (2024) vertailtiin kristalloidia ja 5 % ihmisen albumiinia varhaisessa nestehoidossa. Tässä osoitettiin, että kristalloidiryhmässä oli numeerisesti alhaisempi 30 vuorokauden kuolleisuus (14,8 %) verrattuna 5 % -albumiiniliuosta saaneisiin (21,1 %) Ero ei ollut tilastollisesti merkittävä, mutta viittaa siihen, että 5 % albumiinin käyttö voi olla haitallista. Tutkimuksessa havaittiin myös, että vasopressoreiden annostelun, invasiivisen ventilaation ja munuaiskorvaushoidon tarve oli alhaisempi kristalloidiryhmässä. (25)

Hyperonkoottisen albumiinin osoitettiin liittyvän merkittävästi kohonneeseen munuaisvaurioiden riskiin ja teho-osaston kuolleisuuteen. Munuaisvaurion riski lähes kuusinkertaistui ja teho-osaston kuoleman riski lähes kolminkertaistui verrattuna kristalloideihin. (27)

## **5 Menetelmät**

### **5.1 Kirjallisuushaku**

Katsausartikkelin kirjallisuushaku tehtiin 11.11.2024 kansainvälisestä PubMed -tietokannasta. Hakulauseke oli muodossa: Albumin AND (“fluid deficienc\*” OR “fluid resuscitation\*” OR “fluid replace\*”) AND (surgical\* OR “intensive care unit\*”). Lisäksi katsausartikkeliin haettiin tietoa suomalaisista lääketieteen alan oppikirjoista, jotka käsittelevät anesthesiologiaa.

### **5.2 Tulosten analysointi, tutkimuksen laadun selvittäminen**

Artikkeleiden hakua rajattiin niin, että aineistoon jäivät ihmisillä tehdyt englanninkieliset RCT-tutkimukset, jotka oli julkaistu vuonna 2004 tai sen jälkeen. Näillä hakukriteereillä tulokseksi saatiin 135 artikkelia. Artikkeleista valittiin lopulliseen aineistoon vuonna 2004 tai tämän jälkeen tehdyt tutkimukset. Pois rajattiin lapsipotilailla tehdyt, sekä sydänkirurgisia potilaita käsittelevät artikkelit.

Tulosten analysointiin käytettiin apuna Notebook LM -ohjelmaa. Ohjelma hyödynsi kielimallipohjaista työkalua, joka muodosti jokaisesta artikkelista alustavan tiivistelmän. Artikkeleiden tiivistelmät tarkastettiin manuaalisesti ja niitä täydennettiin tarvittaessa alkuperäisartikkeleiden perusteella. Hyväksytyjen ja korjattujen sisältöä tiivistettiin, ja taulukoitiin katsauksen tulostaulukkoon, jonka pohjalta jatkoanalyysi tekstiä varten tehtiin.

## 6 Tulokset

### 6.1 Yhteenveto tuloksista

Taulukkoon 2 on koottu PubMedistä löytyvät albumiinitutkimukset, jotka on toteutettu RCT-asetelmassa. Tulokset osoittavat, että albumiinin käyttöä kriittisesti sairaiden, sepsispotilaiden, palovammapotilaiden ja kirurgisten potilaiden nestehoidossa on tutkittu sekä suurissa monikeskustutkimuksissa, että pienemmissä kohortti- ja interventiotutkimuksissa.

Suurissa tehohoitotutkimuksissa (Finfer ym. 2004; SAFE 2006, 2011) 4-5 %-albumiiniliuosta verrattiin tavanomaiseen suolaliuokseen, ja päätetapahtumana oli pääosin 28 vuorokauden kuolleisuus. Useissa muissa teho-osaston tutkimuksissa (Annane 2013; Mårtesson 2018; Bellomo 2006) albumiinia verrattiin joko kristalloideihin, toisiin kolloideihin, happo-emästasapainoon tai elvytysnesteen kokonaismäärään.

Sepsistä sairastavilla potilailla toteutetut tutkimukset (Gray 2024; Friedman 2008) keskittyivät lyhyen aikavälin hemodynaamisiin vasteisiin ja kuolleisuuteen, kun taan palovammapotilaiden aineistot (Hunter 2026; Blanco-Schweizer 2020; Kumas 2017; Nakamura 2024; Wulkersdorfer 2024) tarkastelivat erityisesti nesteytysstrategioita, albumiinin annon ajankohtaa ja siihen liittyviä komplikaatioita. Näitä ovat esimerkiksi akuutti munuaisvaurio (AKI) ja fluid creep -ilmiö, eli nesteen kertyminen. Lisäksi hyvin laaja perioperatiivinen rekisteritutkimus (Opperer 2015) arvioi HES:n ja albumiinin yhteyttä munuais- ja sydänkomplikaatioihin suurivolyymisessa tekonivelleikkauksessa. Maksansiirtopotilailla albumiini ja kristalloidi näyttivät eroavan vaikutuksiltaan elintoimintahäiriön kehittymiseen. (Abguri 2024)

Kokonaisuutena tutkimukset kattavat monipuolisesti albumiinin käytön kliinisiä vaikutuksia eri potilasryhmissä, painottuen kuolleisuuteen, elintoimintahäiriöihin, hemodynamiikan muutoksiin ja nesteytyksen kokonaismäärään.

## 6.2 Kirjallisuudessa löytyneet RCT-tutkimukset

|                          | n*   | Potilasryhmä | Interventio   | Tutkimusasetelma  | Muu hoito                                    | Päätetapahtuma          | Viite |
|--------------------------|------|--------------|---|---|--|-------------------------|-------|
| Annane et al.,<br>2013   | 2857 | ICU**        | Potilaiden jako<br>kolloidiryhmään ja<br>kristalloidiryhmään ja<br>nestehoidon toteutus tämän<br>mukaisesti | 4 % tai 20 % albumiini vs.<br>kolloidiliuokset  | Standardoitu<br>tehoahoito                   | Kuolleisuus, 28 pv      | 2     |
| Finfer et al.,<br>2004   | 6997 | ICU**        | Nestehoito<br>kaksoissokkoutettuna joko<br>albumiinilla tai<br>suolaliuoksella.                             | 4 % albumiini vs. 0,9 %<br>NaCl   | Standardoitu<br>tehoahoito                   | Kuolleisuus, 28 pv      | 6     |
| Hunter et al.,<br>2016   | 72   | Palovammat   | 4,5 % ihmisen albumiinin<br>antaminen Muirin ja<br>Barclayn kaavan mukaan 8 h<br>hoidon jälkeen             | Parklandin kaava vs.<br>hybridimenetelmä, jossa<br>jatkohoitona nesteytys<br>Muir&Barclay | Standardoitu<br>tehoahoito,<br>hemofiltratio | Fluid creep -ilmiö      | 7     |
| Kumar et al.,<br>2017    | 254  | Palovammat   | Palovammapotilaiden<br>nestehoito, TBSA%<br>laskemminen   | Mitkä tekijät vaikuttavat<br>AKI:n kehitykseen  | Standardoitu<br>tehoahoito                   | AKI:n***** kehittyminen | 9     |
| Nakamura et<br>al., 2024 | 2492 | Palovammat   | Albumiinin antaminen vs.<br>muu nestehoito  | Onko albumiinin anto<br>yhteydessä kuolleisuuteen   | Standardoitu<br>palovammojen<br>hoito        | Kuolleisuus, 28 pv      | 10    |

|                                |      |               |  |   |   |  |    |
|--------------------------------|------|---------------|--|---|---|--|----|
| Mårtesson et al., 2018         | 330  | ICU**         | nestehoidon toteutus joko 20 % tai 4-5 % albumiinilla                            | 20 % albumiini vs. 4-5 % albumiini  | Standardoitu tehoahoito                               | Kumulatiivinen elvytysnesteen määrä 48 h aikana                            | 16 |
| Friedman et al., 2008          | 34   | Sepsis        | Annettiin 400 ml joko 10 % HES, 6 % HES*** tai 4 % albumiinia 40 minuutin aikana | 6 % ja 10 % HES**** vs. 4 % albumiini   | Standardoitu tehoahoito                               | Sydänindeksin, istkutlavuusindeksin, vasemman kammion skutyöindeksin kasvu | 19 |
| SAFE study investigators, 2011 | 1281 | ICU*          | Nestehoito joko albumiinilla tai suolaliuoksella                                 | 4 % albumiini vs. NaCl  | Standardoitu tehoahoito, standardoitu sepsiksen hoito | Kuolleisuus, 28 pv   | 24 |
| Gray et al., 2024              | 300  | Sepsis        | Nestehoidon toteutus 6 h ajan joko HAS tai kristalloidi                          | 5 % HAS*** vs. balansoitu kristalloidi  | Sepsiksen standardihoito                              | Kuolleisuus, 30 pv   | 25 |
| SAFE Study investigators, 2006 | 6045 | ICU**         | Nestehoito joko albumiinilla tai suolaliuoksella                                 | 4 % albumiini vs. NaCl  | Standardoitu tehoahoito                               | Kuolleisuus, 28 pv   | 26 |
| Schortgen et al., 2008         | 928  | ICU* / shokki | Nestehoidon anto jollakin tutkimusnesteistä                                      | Kristalloidit vs. hypokonoottiset kolloidit vs. keinotekoset hypokonoottiset kolloidit vs. hyperkonoottinen albumiini | Standardoitu tehoahoito                               | Munuaisten vajaatoiminta ja tehoahoitoon joutuminen, kuolleisuus           | 27 |
| Bellomo et al., 2006           | 691  | ICU**         | Nesteytys joko albumiinilla tai suolaliuoksella                                  | 4 % albumiini vs. suolaliuos  | Standardoitu tehoahoito                               | Muutokset happo-emäs-tasapainossa ja seerumin elektrolyyteissä             | 28 |

|                               |         |                     |  |  |   |   |  |
|-------------------------------|---------|---------------------|--|--|---|---|--|
| Blanco-Schweizer et al., 2020 | 40      | Palovammat          | BET-kaavan käyttö  | BET-kaava: albumiinin anto alusta asti vs. 8 h jälkeen vammasta (Parkland) | Standardoitu palovammojen hoito                             | Palovammojen komplikaatiot ja liiallisen nesteytyksen komplikaatiot |  |
| Wulkersdorfer et al., 2024    | 7       | Palovammat          | Piperasilliini-tazobaktaamin ja albumiinin anto rutiinisti | Piperasilliini-tazobaktaami ennen ja jälkeen albumiinin annon              | Standardoitu tehohoito                                      | Piperasilliini-tazobaktaamin farmakinetiikka                        |  |
| Opperer et al., 2015          | 1051441 | Tekonivelleikkaus   | HES**** 6 % tai Albumiini 5 % vs. ei kumpaakaan            | Perioperativinen HES**** 6 % tai 5 % albumiinin yhteys komplikaatioihin    | Verensiirto, Standardoitu yleisanestesia leikkauksen aikana | AKI*****, sydän- ja keuhkokomplikaatiot, tehohoitoon joutuminen     |  |
| Abguri et al., 2024           | 57      | Maksansiirto / ICU* | nestehoito joko albumiinilla tai kristalloidilla           | 5 % albumiini vs. kristalloidi   | Verensiirrot, standardoitu tehohoito                        | SOFA-pisteet*****   |  |

\* = Otanta

\*\* = Tehovalvontaosasto (engl. Intensive Care Unit)

\*\*\* = Hydroksietyyliätkkelys

\*\*\*\* = Humaani albumiini -liuos (engl. Human Albumin Solution)

\*\*\*\*\* = Akuutti munuaisvaurio (engl. Acute Kidney Injury)

\*\*\*\*\* = pisteytysjärjestelmä, jolla arvioidaan ja seurataan peruselintoimintojen häiriöitä (engl. Sequential Organ Failure Assessment)

## 7 Pohdinta

Tässä katsausartikkelissa tarkasteltiin albumiinin käyttöä nestehoidossa, sen hyötyjä, riskejä sekä näyttöön perustuvaa soveltuvuutta eri kliinisissä tilanteissa. Tavoitteena oli koota yhteen olemassa oleva tutkimuskirjallisuus ja tämän pohjalta tarkastella, mitä albumiinin haittavaikutuksista ja hyödyistä tiedetään. Lisäksi selvitettiin, mikä on albumiinin asema hoidollisena nesteenä verrattuna muihin nestevajaus-hoidossa käytettäviin liuoksiin. Lähteinä käytettiin kansainvälisiä artikkeleja, jotka käsittelivät albumiinin käyttöä tehohoidossa. Aineistosta rajattiin pois lapsipotilaisiin sekä sydänkirurgisiin potilaisiin keskittyvät, sekä ennen vuotta 2004 julkaistut artikkelit. Mukana oli yhteensä 12 RCT-tutkimusta, joista 3 käsitteli palovammapotilaita ja 9 muita tehohoidon potilaita. Näistä yhdeksästä artikkelista kahdessa oli osin mukana myös kirurgisia potilaita. Muita kuin kirurgisia syitä potilaiden tehohoidolle olivat muun muassa sepsis ja trauma. Albumiinin käytöstä perioperatiivisena nesteenä muissa kuin sydänkirurgisissa leikkauksissa ei tällä hetkellä ole tuoreta tutkimustietoa.

Katsauksen perusteella albumiinin käyttö on potilasryhmäkohtaisesti harkittava hoitovaihtoehto. Useat satunnaistetut kliiniset tutkimukset eivät osoita albumiinin käyttöön liittyvää selvää kuolleisuutta vähentävää hyötyä verrattuna kristalloideihin. Kuitenkin tietyissä tilanteissa, kuten kokonaisnestemäärää rajoittaessa, albumiinin käyttö voi olla kliinisesti merkittävää. Esimerkiksi palovammapotilailla albumiini saattaa vähentää kudosturvotusta ja tarvittavan nestetuotteen määrää. Toisaalta tietyissä potilasryhmissä, kuten traumaattisen aivovamman saaneilla, tutkimusnäytön tulokset korostavat albumiinin käyttöön liittyviä riskejä. Lisäksi taloudellisesta näkökulmasta albumiinin korkea hinta verrattuna muihin yleisesti käytettyihin nestetuotteisiin lisää tarvetta sen käytön tarkkaan valintaan.

Albumiinia ei siis voida pitää kriittisesti sairaiden potilaiden ensisijaisena nestevalintana. Se voi olla hyödyllinen harkituissa tilanteissa, joissa pyritään rajoittamaan annettuja nestemääriä ja ylläpitämään onkoottista painetta. Aiheesta tarvitaan lisätutkimusta etenkin albumiinin strategiseen käyttöön, kuten ajoitukseen ja annosteluun liittyen, sekä vaikutuksista sen sairastuvuuden lisäämiseen.

## Lähteet

1. Oppiortti D. Duodecim Oppiortti. [viitattu 9. marraskuuta 2025]. Nestehoidon fysiologiaa. Saatavissa: <https://www.oppiortti.fi/atd00024>
2. Annane D, Siami S, Jaber S, Martin C, Elatrous S, Declère AD, ym. Effects of fluid resuscitation with colloids vs crystalloids on mortality in critically ill patients presenting with hypovolemic shock: the CRISTAL randomized trial. *JAMA*. 6. marraskuuta 2013;310(17):1809–17.
3. Nestehoidon tavoitteet ja osa-alueet - Duodecim Oppiortti [Internet]. [viitattu 3. kesäkuuta 2025]. Saatavissa: <https://www.oppiortti.fi/oppikirjat/aop00094?>
4. Oppiortti D. Duodecim Oppiortti. [viitattu 14. elokuuta 2025]. Nestehoidon tavoitteet ja peruseriaatteen. Saatavissa: <https://www.oppiortti.fi/atd00026>
5. Nakamura K, Isogai T, Ohbe H, Nakajima M, Matsui H, Fushimi K, ym. Effect of fluid resuscitation with albumin on mortality in patients with severe burns: A nationwide inpatient data analysis. *Burns*. joulukuuta 2024;50(9):107227.
6. Finfer S, Bellomo R, Boyce N, French J, Myburgh J, Norton R, ym. A comparison of albumin and saline for fluid resuscitation in the intensive care unit. *N Engl J Med*. 27. toukokuuta 2004;350(22):2247–56.
7. Hunter JE, Drew PJ, Potokar TS, Dickson W, Hemington-Gorse SJ. Albumin resuscitation in burns: a hybrid regime to mitigate fluid creep. *Scars Burn Heal*. 2016;2:2059513116642083.
8. Oppiortti D. Duodecim Oppiortti. [viitattu 23. heinäkuuta 2025]. Palovammapotilaan alkuhoito. Saatavissa: <https://www.oppiortti.fi/aop00487>
9. Wiedermann CJ. Phases of fluid management and the roles of human albumin solution in perioperative and critically ill patients. *Current Medical Research and Opinion*. 1. joulukuuta 2020;36(12):1961–73.
10. Seitz KP, Qian ET, Semler MW. Intravenous fluid therapy in sepsis. *Nut in Clin Prac*. lokakuuta 2022;37(5):990–1003.
11. Comparison of Two Fluid-Management Strategies in Acute Lung Injury. *N Engl J Med*. 15. kesäkuuta 2006;354(24):2564–75.
12. The RENAL Replacement Therapy Study Investigators. An observational study fluid balance and patient outcomes in the randomized evaluation of normal vs. augmented level of replacement therapy trial\*: *Critical Care Medicine*. kesäkuuta 2012;40(6):1753–60.

13. Morkane CM, Sapisochin G, Mukhtar AM, Reyntjens KMEM, Wagener G, Spiro M, ym. Perioperative fluid management and outcomes in adult deceased donor liver transplantation – A systematic review of the literature and expert panel recommendations. *Clinical Transplantation*. lokakuuta 2022;36(10):e14651.
14. Myles PS, Bellomo R, Corcoran T, Forbes A, Peyton P, Story D, ym. Restrictive versus Liberal Fluid Therapy for Major Abdominal Surgery. *N Engl J Med*. 14. kesäkuuta 2018;378(24):2263–74.
15. Lopes MR, Oliveira MA, Pereira VOS, Lemos IPB, Auler JOC, Michard F. Goal-directed fluid management based on pulse pressure variation monitoring during high-risk surgery: a pilot randomized controlled trial. *Crit Care*. 2007;11(5):R100.
16. Mårtensson J, Bihari S, Bannard-Smith J, Glassford NJ, Lloyd-Donald P, Cioccaro L, ym. Small volume resuscitation with 20% albumin in intensive care: physiological effects : The SWIPE randomised clinical trial. *Intensive Care Med*. marraskuuta 2018;44(11):1797–806.
17. Shafiq I, Hastings MC, Vo HQ, Raza SM, Zabiullah SF, Amin QK. Comparative Effectiveness of Fluid Resuscitation Strategies for Preventing Acute Kidney Injury in Critically Ill Patients: A Meta-Analysis.
18. Oppiportti D. Duodecim Oppiportti. [viitattu 23. heinäkuuta 2025]. Parenteraalisessa nestehoidossa käytettävät valmisteet. Saatavissa: <https://www.oppiportti.fi/atd00027>
19. Friedman G, Jankowski S, Shahla M, Gomez J, Vincent JL. Hemodynamic effects of 6% and 10% hydroxyethyl starch solutions versus 4% albumin solution in septic patients. *J Clin Anesth*. marraskuuta 2008;20(7):528–33.
20. Perner A, Haase N, Guttormsen AB, Tenhunen J, Klemenzson G, Åneman A, ym. Hydroxyethyl Starch 130/0.42 versus Ringer’s Acetate in Severe Sepsis. *N Engl J Med*. 12. heinäkuuta 2012;367(2):124–34.
21. Hydroxyethyl starch (HES) containing medicinal products - referral | European Medicines Agency (EMA) [Internet]. 2017 [viitattu 16. marraskuuta 2025]. Saatavissa: <https://www.ema.europa.eu/en/medicines/human/referrals/hydroxyethyl-starch-hes-containing-medicinal-products>
22. Abdelhamid S, Achermann R, Hollinger A, Hauser M, Trutmann M, Gallacchi L, ym. The Effect of Albumin Administration in Critically Ill Patients: A Retrospective Single-Center Analysis. *Critical Care Medicine*. toukokuuta 2024;52(5):e234.
23. SAFE Study Investigators, Finfer S, Bellomo R, McEvoy S, Lo SK, Myburgh J, ym. Effect of baseline serum albumin concentration on outcome of resuscitation with

- albumin or saline in patients in intensive care units: analysis of data from the saline versus albumin fluid evaluation (SAFE) study. *BMJ*. 18. marraskuuta 2006;333(7577):1044.
24. SAFE Study Investigators, Finfer S, McEvoy S, Bellomo R, McArthur C, Myburgh J, ym. Impact of albumin compared to saline on organ function and mortality of patients with severe sepsis. *Intensive Care Med*. tammikuuta 2011;37(1):86–96.
  25. Gray AJ, Oatey K, Grahamslaw J, Irvine S, Cafferkey J, Kennel T, ym. Albumin Versus Balanced Crystalloid for the Early Resuscitation of Sepsis: An Open Parallel-Group Randomized Feasibility Trial- The ABC-Sepsis Trial. *Crit Care Med*. 1. lokakuuta 2024;52(10):1520–32.
  26. Oppiportti D. Duodecim Oppiportti. [viitattu 10. joulukuuta 2025]. *Systeeminen verenkierto*. Saatavissa: <https://www.oppiportti.fi/ajt00094>
  27. Schortgen F, Girou E, Deye N, Brochard L, CRYCO Study Group. The risk associated with hyperoncotic colloids in patients with shock. *Intensive Care Med*. joulukuuta 2008;34(12):2157–68.
  28. Bellomo R, Morimatsu H, French C, Cole L, Story D, Uchino S, ym. The effects of saline or albumin resuscitation on acid-base status and serum electrolytes. *Crit Care Med*. joulukuuta 2006;34(12):2891–7.