

TALLINNA TERVISHOIU KÕRGKOO



Tallinna Tervishoiu Kõrgkool

Õenduse õppekava

Tarmo Parts

**TRANEKSAAMHAPPE ANNUSTAMINE JA MANUSTAMINE TRAUMAATILISE  
AJUKAHJUSTUSE KORRAL ERAKORRALISE MEDITSIINI ETAPIS**

Lõputöö

Tallinn 2026

Olen koostanud lõputöö iseseisvalt. Kõik töö koostamisel kasutatud teiste autorite töödest, kirjandusallikatest ja mujalt pärinevad andmed on viidatud. Luban Tallinna Tervishoiu Kõrgkoolil avalikustada oma lõputöö PDF-versiooni raamatukoguprogrammis.

Lõputöö autori allkiri

/allkirjastatud digitaalselt/

/kuupäev digitaalallkirjas/

Lubatud kaitsmisele.

Juhendaja Aivar Kärner, RN, MSc  
*/nimi ja akadeemiline kraad/*

/allkirjastatud digitaalselt/

/kuupäev digitaalallkirjas/

## KOKKUVÕTE

Tarmo Parts (2026). Tallinna Tervishoiu Kõrgkool, õenduse õppetool. Traneksaamhappe annustamine ja manustamine traumaatilise ajukahjustuse korral erakorralise meditsiini etapis. Lõputöö 27 leheküljel, 31 õendusosalast kirjandusallikat, nendest 28 on inglise keeles ja 3 eesti keeles.

Lõputöö eesmärgiks on anda kirjandusülevaade traneksaamhappe annustamisest ja manustamisest traumaatilise ajukahjustuse korral erakorralise meditsiini etapis ning tuua välja praktilisi soovitusi õendustöö seisukohalt Eestis.

Uurimistöö on kvalitatiivne kirjanduse ülevaade, mille koostamiseks on kasutatud järgnevaid andmebaase: EBSCO (CINAHL Plus with Full Text; Medline Complete; ScienceDirect; PubMed), otsingumootorit Google Scholar. Lisaks teaduskirjandusele kasutati Eesti kontekstis olulisi ravi- ja tegevusjuhiseid.

Lõputöö tulemusena järeldus, et traneksaamhappe on oluline ravim traumaatilise ajukahjustuse käsitluses parandades oluliselt ravitulemusi. Siiski sõltub traneksaamhappe efektiivsus mitmest tegurist nagu vigastuse raskusastmest, patsiendi üldseisundist ning ravimi manustamise ajastusest. Erakorraline meditsiin pakub võimalust alustada ravi juba haiglaeelses etapis, mis parandab TBI patsientide prognoosi sekundaarse ajukahjustuse väljakujunemise või süvenemise seisukohalt.

Traneksaamhappe manustamise ja annustamise soovitustes ei ole välja kujunenud ühtseid rahvusvahelisi standardeid. Soovitav on alustada ravimi manustamist kolme tunni jooksul trauma tekkimisest. Leidub juhendeid, mis soovitavad ravimit manustada kuni kahe tunni jooksul trauma tekkimisest. Siiski on oluline mõista, et traneksaamhapet tuleb manustada võimalikult varakult. TBI korral ei ole ka standardiseeritud ravimi annustamine ja lahjendamine. Tihti manustatakse üks gramm traneksaamhapet boolusena. Samas on nii rahvusvaheliselt kui ka Eestis kirjeldatud kahe grammi ravimi manustamist ühekordse boolusannusena TBI patsientidel. Praktikas kasutatakse erinevaid lahjendusi ning ravimit võib manustada nii infusioonina kui ka aeglase intravenoosse süstena. Oluline on tagada ravimi manustamine kontrollitud kiirusega, et vältida võimalikke kõrvaltoimeid.

Võtmesõnad: traumaatiline ajukahjustus, traneksaamhappe, traumakäsitlus, annustamine, manustamine

## SUMMARY

Tarmo Parts (2026). Tallinn Health Care College, Department of Nursing. Administration and Dosing of Tranexamic Acid in Traumatic Brain Injury During the Emergency Care Phase. The thesis consists of 27 pages, 31 references, 28 references in English, 3 references in Estonian.

The aim of this thesis is to provide a literature review of the dosing and administration of tranexamic acid in traumatic brain injury during the emergency care phase and to present practical recommendations from a nursing perspective in Estonia.

The study is a qualitative literature review. The following databases were used for data collection: EBSCO (CINAHL Plus with Full Text; Medline Complete; ScienceDirect; PubMed) and the search engine Google Scholar. In addition to scientific literature, relevant clinical guidelines and protocols applicable in the Estonian context were also included.

The results of the thesis indicate that tranexamic acid is an important medication in the management of traumatic brain injury, significantly improving clinical outcomes. However, the effectiveness of tranexamic acid depends on several factors, including the severity of the injury, the patient's overall condition, and the timing of administration. Emergency medical care provides the opportunity to initiate treatment already in the prehospital phase, which improves the prognosis of TBI patients by preventing or reducing the development of secondary brain injury.

There are no universally established international standards for the dosing and administration of tranexamic acid. It is recommended to initiate treatment within three hours of trauma, although some guidelines suggest administration within two hours. Nevertheless, it is essential to understand that tranexamic acid should be administered as early as possible. In the context of TBI, there is also no standardized approach to dosing and dilution. A common practice is the administration of 1 gram of tranexamic acid as an intravenous bolus. However, both internationally and in Estonia, the use of a single 2-gram bolus dose has also been described in TBI patients. In clinical practice, various dilution methods are used, and the drug may be administered either as an infusion or as a slow intravenous injection. It is important to ensure controlled administration in order to avoid potential adverse effects.

Keywords: traumatic brain injury, tranexamic acid, trauma management, dosing, administration

## SISUKORD

KOKKUVÕTE.....	3
SUMMARY .....	4
SISSEJUHATUS.....	6
1. METOODIKA .....	8
2. ÜLEVAADE TRAUMAATILISEST AJUKAHJUSTUSEST .....	10
2.1. Traumaatilise ajukahjustuse olemus ja esinemissagedus .....	10
2.2. Traumaatilise ajukahjustuse patofüsioloogia .....	11
2.3. Traumaatilise ajukahjustuse käsitus erakorralise meditsiini etapis.....	13
3. TRANEKSAAMHAPPE ANNUSTAMINE JA MANUSTAMINE TRAUMAATILISE AJUKAHJUSTUSE KORRAL .....	15
3.1. Traneksaamhappe ajalugu ja kasutuselevõtt .....	15
3.2. Traneksaamhappe toimemehhanism, näidustused ja ravimi manustamisega kaasuvad riskid	15
3.3. Traneksaamhappe annustamine ja manustamise skeemid.....	16
3.4. Traneksaamhappe manustamise ajastus erakorralises meditsiinis .....	19
4. ARUTELU .....	21
JÄRELDUSED.....	24
KASUTATUD KIRJANDUS .....	25

## SISSEJUHATUS

Traumaatiline ajukahjustus (TBI, *traumatic brain injury*) on üks peamisi vigastustest tingitud suremuse ja püsiva puude põhjuseid kogu maailmas. Vigastused põhjustavad hinnanguliselt ligikaudu 4,4 miljonit surma aastas ning moodustavad olulise osa ülemaailmsest haiguskoormusest. Traumaatiline ajukahjustus on nende vigastuste hulgas üks sagedasemaid ja raskemaid seisundeid, millel on märkimisväärne mõju nii üksikisiku tervisele kui ka tervishoiusüsteemile. (WHO, 2024). Traumaatilise ajukahjustusega patsiendi käsitus algab sageli juba haiglaeelses etapis, kus olulist rolli mängivad kiirabibrigaadides töötavad õed ja erakorralise meditsiini töötajad. Eestis kuuluvad õed kiirabibrigaadide koosseisu nii brigaadijuhtidena kui ka kiirabibrigaadi 2. liikmetena. (Eesti Kiirabi Liit, 2025).

Traumaatilise ajukahjustuse kulgu mõjutavad lisaks esmasele vigastusele ka sekundaarse ajukahjustuse mehhanismid, sealhulgas hüpoksia, hüpotensioon ja intrakraniaalne verejooks. Seetõttu on varajane ja adekvaatne käsitus erakorralise meditsiini etapis kriitilise tähtsusega, et vähendada ajukahjustuse süvenemist ning parandada patsiendi ravitulemust. (Maas jt, 2022).

Üheks oluliseks ravivõimaluseks traumaatilise ajukahjustuse korral on traneksaamhape, mis on antifibrinolüütiline ravim ja mille eesmärk on vähendada verejooksu, stabiliseerides fibrini hüübeid. Traneksaamhappe kasutamine traumapatsientidel on viimastel aastatel märkimisväärselt sagenenud, eriti pärast traumaatilistele ajukahjustustele keskendunud uuringu CRASH-3 (2019) avaldamist, mis on näidanud selle potentsiaalset kasu suremuse vähendamisel. Samas sõltub ravimi efektiivsus suurel määral selle õigeaegsest manustamisest, sobivast annusest ja korrektsetest manustamisest. (CRASH-3 trial ..., 2019).

Varasemates uuringutes on käsitletud traneksaamhappe efektiivsust traumapatsientidel, ravimi manustamise ajastust ning mõju suremusele ja neuroloogilistele ravitulemustele (CRASH-2 trial ..., 2010; CRASH-3 trial ..., 2019; Sarhan jt, 2024). Samas esineb teaduskirjanduses ja ravijuhistes erinevusi traneksaamhappe annustamise, lahjendamise ja manustamise põhimõtete osas, eriti traumaatilise ajukahjustusega patsientide käsitluses erakorralise meditsiini etapis. Eesti kontekstis on teemat käsitletud “Traumahaige esmase käsitluse Eestis” juhendis ning Eesti Kiirabi Liidu tegevusjuhistes, kuid ühtsed praktilised soovitused traneksaamhappe lahjendamise ja manustamise kohta puuduvad (Kaitseväge Akadeemia, 2024; Eesti Kiirabi Liit, 2025).

**Uurimisprobleem:** Kuigi traneksaanhappe kasutamine traumaatilise ajukahjustuse korral on teaduskirjanduses laialdaselt käsitletud ning selle efektiivsus verejooksu vähendamisel on tõendatud, esineb uuringutes ja ravijuhistes märkimisväärseid erinevusi ravimi annustamise, manustamise ajastuse ja manustamisviiside osas. See tekitab kliinilises praktikas ebakindlust, eriti erakorralise meditsiini etapis, kus otsused tuleb teha kiiresti ning tuginedes selgetele ja ühtsetele juhistele. Seetõttu on vajalik koondada olemasolev teaduslik tõendusmaterjal, et anda terviklik ülevaade traneksaanhappe kasutamisest traumaatilise ajukahjustuse korral. (CRASH-3 trial ..., 2019; Utsumi et al., 2024). Käesolev lõputöö toetab Tallinna Tervishoiu Kõrgkooli õenduse õppetooli uurimissuundi õendusteaduse ning tervise- ja heaoluteenuste kvaliteedi valdkonnas. Lõputöö keskendub tõenduspõhisele õenduspraktikale erakorralises meditsiinis ning patsiendiohutuse tagamisele traumaatilise ajukahjustusega patsiendi käsitluses.

Käesoleva lõputöö eesmärk on anda kirjandusülevaade traneksaanhappe annustamisest ja manustamisest traumaatilise ajukahjustuse korral erakorralise meditsiini etapis õendustöö seisukohalt, et toetada tõenduspõhist õenduspraktikat ning patsiendiohutust erakorralises meditsiinis.

Uurimistöö eesmärgi saavutamiseks on püstitatud järgmised uurimisülesanded:

1. Kirjeldada traumaatilist ajukahjustust ning selle käsitlust erakorralise meditsiini etapis.
2. Kirjeldada traneksaanhappe annustamise ja manustamise põhimõtteid traumaatilise ajukahjustuse korral erakorralise meditsiini etapis.

## 1. METOODIKA

Käesolev lõputöö on teoreetiline kirjanduse ülevaade, mis on koostatud tuginedes erinevate autorite uurimistöodele. Teoreetilise uurimistöoga saab kirjeldada, mis on uurimisvaldkonnas üldiselt või uuritava teemaga seoses teada ning mida on vaja veel uurida (Õunapuu 2014). Kirjandusülevaate kasutamine uurimismeetodina võimaldab koondada erinevate uuringute tulemused, hinnata olemasolevat teaduslikku tõendusmaterjali ning teha järeldusi kliinilise praktika jaoks, eriti olukorras, kus esmaseid andmeid ei koguta (Polit jt, 2021).

Tulemuste esitamisel toetub lõputöö autor kirjandusallikatest saadud informatsioonile, et anda süstematiseeritud ülevaade traneksaamhappe annustamisest ja manustamisest traumaatilise ajukahjustuse korral erakorralise meditsiini etapis. Lõputöö uuritavaks materjaliks olid eelretsenseeritud teadusartiklid, ravijuhendeid, süstemaatilised kirjandusülevaated ning erialaste usaldusväärsete organisatsioonide koduleheküljed, et selgitada välja tõenduspõhised praktikad ning tuua esile erinevused ja sarnasused rahvusvahelises ja Eesti kontekstis.

Kirjandusülevaate koostamiseks kasutati järgnevaid andmebaase: EBSCO (CINAHL Plus with Full Text; Medline Complete; ScienceDirect; PubMed; Academic Search Complete; Health Source: Nursing/Academic Edition), otsingumootorit Google Scholar. Lisaks teaduskirjandusele kasutati ka Eesti kontekstis olulisi ravi- ja tegevusjuhiseid.

Andmebaasidest informatsiooni otsimisel kasutati järgnevaid esmaseid otsingusõnu ja nende omavahelisi kombinatsioone: traneksaamhape (*tranexamic acid*), traumaatiline ajukahjustus (*traumatic brain injury*), õde (*nurse*). Teised otsingusõnad olid traneksaamhappe manustamine (*tranexamic acid administration*), haiglaeelne ravi (*prehospital care*), traumajuhtimine (*trauma management*), erakorraline meditsiin (*emergency medicine*).

Lõputöö koostati kahes etapis. Esimeses etapis otsis autor välja töö eesmärgiga sobivad ja vähemalt ühe uurimisülesandega seotud teadusartiklid. Sobivate allikate leidmiseks luges autor esmalt läbi teadusartikli pealkirja ja kokkuvõtte ning seejärel otsustas artikli sobivuse üle lähtuvalt lõputöö teemast. Teadusartikli sobivuse hindamise aluseks oli artikli temaatiline ja sisuline sobivus töö teema, lõputöö eesmärgi ja vähemalt ühe uurimisülesandega. Lõputöö järelduste esitamiseks on autor läbi töötanud 31 õendusala teadusallikat, mis vastavad järgnevatele kriteeriumidele: avaldatud viimase kümne aasta jooksul (2016-2026),

rõhuasetusega uuematel uuringutel; tegemist on eelretsenseeritud teadusartikliga, teave tugineb teadusuuringutele; tasuta täistekstina kättesaadav; eesti- või ingliskeelsed ning on vähemalt ühe uurimisülesandega seotud. Loetud kirjandusallikatest vastas seatud kriteeriumitele 25 teadusartiklit. Ülejäänud lõputöös kasutatud allikad on lõputöö teemaga seotud juhendid ja usaldusväärsete organisatsioonide koduleheküljed. Sobivad artiklid tõlgiti eesti keelde ning nende refereerimisel kasutati selle lõputöö koostamiseks vaid tulemusi ja järeldusi. Sarnase sisuga teadusartiklid koondati kokku ja neile tuginedes kirjutati lõputöö erinevad peatükid ning alapeatükid. Lõputöö on jaotatud kaheks peatükiks. Esimeses peatükis antakse ülevaade traumaatilise ajukahjustusest ning selle käsitlest erakorralise meditsiini etapis. See peatükk annab vastuse uurimistöö esimesele uurimisülesandele. Lõputöö teine peatükk keskendub traneksaamhappele. Selles peatükis toob autor välja traneksaamhappe näidustused, manustamise skeemid, ajastamise erakorralise meditsiini etapis ning toob välja traneksaamhappe manustamise soovitusi nii Eestis kui maailma teiste riikide näidetel. Teine peatükk vastab teisele uurimisülesandele.

Lõputöö koostamisel järgiti 2025. aasta Tallinna Tervishoiu Kõrgkooli kehtiva üliõpilastööde koostamise ja vormistamise juhendit. Kõik kasutatud allikad on korrektselt viidatud, järgides akadeemilise kirjutamise põhimõtteid ning vältides plagiaati. Kirjanduse refereerimise suhtuti austusega allikate autoritesse ja allikate sisu anti edasi võimalikult täpselt. Töö koostamisel jälgiti, et töö autori ja teiste autorite seisukohad oleksid eristatavad. Käesolevas lõputöös järgiti akadeemilise kirjutamise põhimõtteid nagu teaduspõhisus, objektiivsus, korrektne viitamine, loogiline töö ülesehitus ning erialase terminoloogia täpne kasutus. Töös tugineti rahvusvahelistele teadusuuringutele ja ravijuhistele ning analüüsiti kriitiliselt traneksaamhappe kasutamist traumaatilise ajukahjustuse korral erakorralise meditsiini etapis.

## 2. ÜLEVAADE TRAUMAATILISEST AJUKAHJUSTUSEST

### 2.1. Traumaatilise ajukahjustuse olemus ja esinemissagedus

Traumaatiline ajukahjustus (*traumatic brain injury*, TBI) on ajukoe kahjustus või ajufunktsiooni häire, mis tekib välise mehaanilise jõu toimeel. See võib olla põhjustatud löögi, kukkumise või liiklusõnnetuse tagajärjel. Traumaatiline ajukahjustus võib põhjustada ajutisi või püsivaid neuroloogilisi häireid, sealhulgas teadvuse kadu, kognitiivseid häireid, motoorseid ja sensoorseid funktsioonihäireid, neurodegeneratiivseid haigusi ning psühhiaatriliste probleeme. (Maas jt, 2022). TBI peamiseks põhjuseks olid 2025. aasta andmetel kukkumised, millele järgnesid liiklusõnnetused, vägivald ning kokkupuude mehhaanilise jõuga (Zhong jt, 2025).

TBI ja selle tagajärjed on oluline rahvatervise probleem ning üks peamisi vigastustest tingitud suremuse ja püsiva puude põhjuseid. Ülemaailmse haiguskoormuse uuringu andmetel esines 2021. aastal maailmas hinnanguliselt ligi 21 miljonit uut traumaatilise ajukahjustuse juhtu, mis omakorda tõid kaasa 5,48 miljonit püsiva või ajutise puudega elatud aastat, mis näitab selle vigastuse liigi märkimisväärset mõju rahvastiku tervisele. (Zhong jt, 2025; Wang, 2025). Kuigi traumaatilise ajukahjustuse juhtude absoluutarv on viimastel aastakümnetel suurenenud, on vanuse standarditud esinemissagedus ja levimus osades piirkondades vähenenud. See vähenemine võib viidata ennetusmeetmete ja traumakäsitluse paranemisele. (Zhong jt, 2025; Guan jt, 2023). Samas prognoositakse, et rahvastiku vananemise ja urbaniseerumise tõttu võib TBI globaalne haiguskoormus tulevikus taas suureneda (Yao jt, 2026).

2023. aastal läbiviidud uuringu kohaselt esineb TBI sagedamini meestel ning risk suureneb vanuse kasvades (Guan jt, 2023). Uuringute andmetel moodustasid mehed ligikaudu 74% TBI juhtudest ning liiklusõnnetused olid kõige sagedasem vigastuse põhjus (M. Shah jt, 2025; Capizzi jt, 2020). Lisaks on traumaatilise ajukahjustuse esinemissagedus ja haiguskoormus suurem teatud piirkondades, sealhulgas Ida- ja Kesk-Euroopas (Safdarian jt, 2024).

Mitmed uuringud on näidanud, et enamik traumaatilise ajukahjustuse juhtudest on kerge raskusastmega. Siiski võib ka kerge ajukahjustus põhjustada pikaajalisi terviseprobleeme, sealhulgas kognitiivseid häireid, peavalu, unehäireid ja emotsionaalseid probleeme. Seetõttu peetakse traumaatilist ajukahjustust mitte ainult ägedaks vigastuseks, vaid ka potentsiaalselt

krooniliseks haigusseisundiks, millel võivad olla pikaajalised neuroloogilised ja psühhosotsiaalsed tagajärjed. (Obasa jt, 2024; Maas jt, 2022).

Traumaatilise ajukahjustuse ulatuslik levimus ning sellega kaasnev märkimisväärne suremus ja puue rõhutavad vajadust tõenduspõhise käsitluse järele kogu raviahelas. Eriti oluline on varajane diagnostika ja ravi erakorralise meditsiini etapis. Õigeaegne sekkumine võib oluliselt parandada patsiendi prognoosi ning vähendada sekundaarse ajukahjustuse tekkimise riski. (Rapp jt, 2025).

## **2.2. Traumaatilise ajukahjustuse patofüsioloogia**

Traumaatilise ajukahjustuse patofüsioloogia on kompleksne protsess, mille korral eristatakse primaarset ja sekundaarset ajukahjustust. Primaarne ajukahjustus tekib trauma hetkel välise mehaanilise jõu toimel ning võib hõlmata ajupõrutust, ajukontusiooni, laialdast aju närvikiudude kahjustust või intrakraniaalset verejooksu. (Freire jt, 2023). Sellised kahjustused võivad tekkida löögi, kiirenduse-aeglustuse mehhanismi või läbistava trauma tagajärjel. Primaarse kahjustuse ulatus sõltub trauma tugevusest, mehhanismist ja vigastuse asukohast ajus. (Maas jt, 2022).

Primaarse ajukahjustuse korral võivad tekkida erinevad intrakraniaalsed kahjustused nagu epiduraalne hematoom, subduraalne hematoom, subarahnoidaalne hemorraagia ja ajukontusioon. Need seisundid võivad põhjustada ajukoe kompressiooni, verevarustuse häireid ning intrakraniaalse rõhu tõusu, mis omakorda süvendavad ajukahjustust. Lisaks võib trauma põhjustada difuusse aksonaalse vigastuse, mille korral ajukoe kiire liikumine põhjustab aksonite mehaanilist kahjustust ja neuronite funktsiooni häireid. (Capizzi jt, 2020).

Lisaks primaarsele ajukahjustusele kujuneb TBI korral sageli sekundaarne ajukahjustus, mis võib tekkida minutite kuni päevade jooksul pärast esmast traumat ning mis on seotud mitmete patofüsioloogiliste protsessidega nagu ajuturse, põletikulised reaktsioonid ja metaboolsed häired. Olulist rolli sekundaarse ajukahjustuse kujunemisel mängivad ka süsteemsed tegurid nagu hüpoksia ja hüpotensioon. Hüpoksia vähendab ajukoe hapnikuga varustatust ning võib põhjustada neuronite energiapuudust ja raku surma. Hüpotensioon seevastu vähendab aju perfusioonirõhku, mis võib põhjustada ajukoe isheemiat. Uuringud on näidanud, et isegi

lühiajaline hüpoksia või hüpotensioon võib oluliselt halvendada traumaatilise ajukahjustusega patsiendi prognoosi. (Freire jt, 2023; Maas jt, 2022). Hüpotensioon suurendab sellisel juhul suremust kaks korda, hüpoksia ja hüpotensioon suurendavad suremust 75% võrra (Kaitsevää Akadeemia, 2024: 88).

Teine oluline patofüsioloogiline mehhanism TBI korral on hemostaasi häire ning fibrinolüüsi aktivatsioon. Trauma võib aktiveerida fibrinolüütilisi protsesse, mille tulemusena suureneb verehüüvete lagunemine ja verejooks võib süveneda. See võib viia intrakraniaalsete hematoomide suurenemiseni ning süvendada ajukahjustust. Need protsessid võivad omakorda viia ajukoe isheemiani ja neuronite kahjustusteni. Seetõttu on viimastel aastatel pööratud üha rohkem tähelepanu antifibrinolüütiliste ravimite kasutamisele traumapatsientidel, et vähendada verejooksu ja parandada ravitulemusi. (Freire jt, 2023; CRASH-3 trial ..., 2019).

Lisaks verejooksule ja hemostaasi häiretele võivad traumaatilise ajukahjustuse korral tekkida ka neuroinflammatoorsed reaktsioonid. Trauma aktiveerib ajus mikroglia rakud ning vabanevad erinevad põletikumediaatorid, mis võivad süvendada ajukoe kahjustust. Pikaajaline põletikuline reaktsioon võib olla seotud ka krooniliste neuroloogiliste probleemidega, sealhulgas kognitiivsete häirete ja neurodegeneratiivsete haiguste suurenenud riskiga. (Freire jt, 2023).

Traumaatilise ajukahjustuse patofüsioloogia mitmetahulisus rõhutab varajase ja tõendus põhise ravi olulisust. Erakorralise meditsiini etapis on oluline kiiresti stabiliseerida patsiendi elutähtsad funktsioonid, tagada adekvaatne hapnikuga varustus ning ennetada sekundaarse ajukahjustuse tekkimist. Lisaks on oluline kontrollida verejooksu ning vähendada intrakraniaalse rõhu tõusu riski. Nende eesmärkide saavutamiseks kasutatakse mitmeid ravimeetodeid nagu hemodünaamika stabiliseerimine, ventilatsioon toetus ning vajadusel farmakoloogiline sekkumine, mis võivad mõjutada verejooksu ja koagulatsiooniprotsesse. (Maas jt, 2022; CRASH-3 trial ..., 2019).

Traumaatilise ajukahjustuse patofüsioloogiliste mehhanismide mõistmine on oluline nii diagnoosimisel kui ka ravistrateegiate väljatöötamisel. See teadmine on aluseks ka uute ravimeetodite, sealhulgas antifibrinolüütiliste ravimite kasutamisele traumaatilise ajukahjustuse käsitluses. Traneksaamhappe kasutamine traumapatsientidel on pälvinud

märkimisväärsed tähelepanu, kuna see võib aidata vähendada verejooksu ja parandada patsiendi prognoosi. (CRASH-3 trial ..., 2019).

### 2.3. Traumaatilise ajukahjustuse käsitus erakorralise meditsiini etapis

Traumaatilise ajukahjustusega patsiendi käsitus algab sageli juba erakorralise meditsiini etapis ning selle peamine eesmärk on vältida sekundaarse ajukahjustuse teket. Sekundaarne ajukahjustus võib tekkida hapnikupuuduse, vererõhu languse, intrakraniaalse rõhu tõusu või verejooksu süvenemise tagajärjel ning see võib oluliselt halvendada patsiendi prognoosi. Seetõttu on traumaatilise ajukahjustusega patsiendi käsitluses oluline kiire ja süsteemne lähenemine, mis hõlmab elutähtsate funktsioonide stabiliseerimist, neuroloogilise seisundi hindamist ning võimalike komplikatsioonide varajast ennetamist (Maas jt, 2022; Carney jt, 2017).

Erakorralise meditsiini etapis kasutatakse traumapatsiendi hindamisel ABCDE põhimõtet, mille eesmärk on kiiresti tuvastada ja ravida eluohtlikke seisundeid. Esmalt hinnatakse ja tagatakse patsiendi hingamisteed (*airway*), seejärel hinnatakse hingamist (*breathing*) ja vereringet (*circulation*). Järgneb neuroloogilise seisundi hindamine (*disability*), mille käigus kasutatakse sageli Glasgow koomaskaala (GKS) hindamissüsteemi, ning lõpuks hinnatakse patsiendi kogu keha võimalike vigastuste suhtes (*exposure*). Glasgow koomaskaala on üks olulisemaid kliinilisi vahendeid traumaatilise ajukahjustuse raskusastme hindamisel ning see võimaldab hinnata patsiendi teadvuse taset silmade avamise, verbaalse vastuse ja motoorse reaktsiooni põhjal. (Carney jt, 2017).

Traumaatilise ajukahjustuse käsitluses erakorralise meditsiini etapis on oluline ka adekvaatse hapnikuga varustatuse tagamine ja vererõhu stabiliseerimine. Uuringud on näidanud, et hüpoksia ja hüpotensioon on traumaatilise ajukahjustuse korral kaks kõige olulisemat tegurit, mis võivad süvendada sekundaarset ajukahjustust ning halvendada patsiendi prognoosi. Seetõttu on soovitatav tagada piisav hapnikuga varustatus ning vältida süstoolse vererõhu langust alla kriitilise taseme. (Maas jt, 2022; Carney jt, 2017). Kiirabi tegevusjuhendi kohaselt on süstoolse vererõhu eesmärkväärtus >110 mmHg (Eesti Kiirabi Liit, 2025: 142; Kaitseväge Akadeemia, 2024: 27).

Lisaks elutähtsate funktsioonide stabiliseerimisele on oluline ka intrakraniaalse verejooksu varajane tuvastamine ja ravi. Traumaatilise ajukahjustuse korral võivad tekkida erinevad intrakraniaalsed verejooksud, sealhulgas epiduraalne hematoom, subduraalne hematoom ja subarahnoidaalne hemorraagia. Need seisundid võivad põhjustada intrakraniaalse rõhu tõusu ning ajukoe kompressiooni, mis võib viia aju perfusiooni vähenemiseni ja ajukoe kahjustuseni. Varajane diagnostika ja ravi on seetõttu olulised, et vähendada tüsistuste riski ja parandada patsiendi ravitulemusi. (Capizzi jt, 2020). Viimastel aastatel on traumaatilise ajukahjustuse käsitluses pööratud järjest rohkem tähelepanu hemostaasi häiretele ja verejooksu kontrollile. Trauma võib aktiveerida fibrinolüütilisi protsesse, mille tagajärjel suureneb verehüüvete lagunemine ja verejooks võib süveneda. Selle tõttu on uuritud antifibrinolüütiliste ravimite kasutamist traumapatsientidel, et vähendada verejooksu ja parandada ravitulemusi. Üks sellistest ravimitest on traneksaanhape, mis pärsib fibrinolüüsi ja aitab stabiliseerida verehüübeid. (CRASH-3 trial ..., 2019).

Traumaatilise ajukahjustustusega patsientidele keskendunud rahvusvaheline kliiniline uuring on näidanud, et traneksaanhappe varajane manustamine võib vähendada verejooksust tingitud suremust traumapatsientidel. Näiteks randomiseeritud topeltpimedas uuringus, milles osales üle 12 000 TBI patsiendi, leiti, et traneksaanhappe manustamine kolme tunni jooksul pärast traumad vähendas peavigastusest tingitud suremust, eriti kerge ja mõõduka traumaatilise ajukahjustusega patsientidel. (CRASH-3 trial ..., 2019).

Erakorralise meditsiini etapis on oluline roll õdedel, kes osalevad traumapatsiendi hindamises, ravis ja jälgimises. Õed vastutavad sageli ravimite ettevalmistamise ja manustamise eest, samuti patsiendi elutähtsate näitajate ja neuroloogilise seisundi pideva monitoorimise eest. Seetõttu on oluline, et õendustöötajatel oleks piisavad teadmised traumaatilise ajukahjustuse käsitlusest ning kasutatavatest ravimitest, sealhulgas traneksaanhapest. Selge arusaam ravimi annustamisest, lahjendamisest ja manustamisest aitab tagada patsiendi ohutu ja tõenduspõhise ravi erakorralise meditsiini etapis. (Maas jt, 2022; CRASH-3 trial ..., 2019).

Traumaatilise ajukahjustuse käsitlus erakorralise meditsiini etapis nõuab multidistsiplinaarset koostööd ning tõenduspõhiste ravijuhiste järgimist. Varajane ja adekvaatne ravi võib oluliselt vähendada sekundaarse ajukahjustuse tekkeriski ning parandada patsiendi prognoosi. Seetõttu on oluline, et tervishoiutöötajad, sealhulgas õed, oleksid kursis kaasaegsete ravimeetodite ja kliiniliste soovitusetega, mis puudutavad traumaatilise ajukahjustuse käsitlust. (Maas jt, 2022).

### **3. TRANEKSAAMHAPE ANNUSTAMINE JA MANUSTAMINE TRAUMAATILISE AJUKAHJUSTUSE KORRAL**

#### **3.1. Traneksaamhappe ajalugu ja kasutuselevõtt**

Traneksaamhape (*tranexamic acid*, TXA) töötati välja 1960. aastatel antifibrinolüütilise ravimina eesmärgiga vähendada verejooksu. Traneksaamhape pärsib plasminogeeni aktivatsiooni plasmiiniks ning seeläbi fibriini lagunemist. Algselt kasutati traneksaamhapet peamiselt kirurgias ja sünnitusabis, kuid hiljem laienes selle kasutus ka traumakäsitluse ning erakorralise meditsiini valdkonda. (Ker jt, 2012).

Traneksaamhappe laialdasem kasutuselevõtt traumapatsientidel toimus pärast suurte randomiseeritud uuringute avaldamist. CRASH-2 uuring näitas, et traneksaamhappe varajane manustamine vähendab verejooksust tingitud suremust traumapatsientidel (CRASH-2 trial ..., 2010). Hilisem CRASH-3 uuring keskendus spetsiifiliselt traumaatilise ajukahjustusega patsientidele ning tõi esile, et traneksaamhappe võib vähendada peavigastusest tingitud suremust, eriti kerge ja mõõduka ajukahjustusega patsientidel (CRASH-3 trial ..., 2019).

Traumaatilise ajukahjustuse patofüsioloogias mängib olulist rolli varajane hüperfibrinolüüs, mis võib viia intrakraniaalse verejooksu süvenemiseni ning edasiste tüsistusteni. Seetõttu on traneksaamhappe kasutamise eesmärk just verejooksu stabiliseerimine ja sekundaarse ajukahjustuse vähendamine. (Meer jt, 2024).

Viimaste aastate metaanalüüsid on kinnitanud, et traneksaamhappe võib vähendada ajusise hematoomi suurenemist ning parandada ravitulemusi, eriti kui seda manustatakse varakult. Samas rõhutatakse, et ravimi efektiivsus sõltub suuresti patsiendi anamneesist, vigastuse raskusastmest ja manustamise ajastusest. (Sarhan jt, 2024).

#### **3.2. Traneksaamhappe toimemehhanism, näidustused ja ravimi manustamisega kaasuvad riskid**

Traneksaamhappe kasutamine traumaatilise ajukahjustuse korral on näidustatud eelkõige olukordades, kus esineb või kahtlustatakse intrakraniaalset verejooksu. Rahvusvaheliste juhiste kohaselt soovitatakse traneksaamhapet kasutada (CRASH-3 trial ..., 2019; A. Shah jt, 2025):

- traumaatilise ajukahjustusega patsientidel, kellel esineb või kahtlustatakse verejooksu
- võimalikult varakult pärast trauma teket
- patsientidel, kes saavad ravile kuni kolme tunni jooksul pärast traumat ning vältida esmast manustamist rohkem kui kolm tundi möödumisel pärast traumat, kui puudub aktiivne fibrinolüüs
- eelkõige kerge ja mõõduka ajukahjustusega patsientidel

Lisaks võib traneksaamhapat kasutada ka polütraumaga patsientidel, kus traumaatilise ajukahjustuse olemasolu ei ole veel lõplikult kinnitatud, kuid verejooksu risk on suur (CRASH-2 trial ..., 2010; Kaitseväge Akadeemia, 2024).

Kuigi traneksaamhappe on üldiselt ohutu, tuleb selle kasutamisel arvestada võimalike vastunäidustuste ja riskidega. Peamised traneksaamhappe vastunäidustused on aktiivne trombembooliline haigus, teadaolev ülitundlikkus traneksaamhappe suhtes ning rasked hüübimishäired, kus antifibrinolüütiline ravi ei ole näidustatud. (Raviomaduste kokkuvõte: tranexamic acid..., 2025).

Traumaatilise ajukahjustuse kontekstis tuleb arvestada ka patsiendi neuroloogilise seisundiga. Uuringud on näidanud, et traneksaamhappe ei pruugi olla efektiivne raske ajukahjustusega patsientidel (GKS 3), eriti kui esineb kahepoolne pupillide valgusreaktsiooni puudumine (A. Shah jt, 2025; CRASH-3 trial ..., 2019).

Ohutusprofiili osas on mitmed uuringud näidanud, et traneksaamhappe ei suurenda oluliselt trombootiliste tüsistuste riski traumaatilise ajukahjustusega patsientidel. Samas tuleb arvestada, et väga suurte annuste korral võib suureneda krambihooegade risk ning kiire intravenoosne manustamine võib põhjustada vererõhu langust. (Yokobori jt, 2020; Raviomaduste kokkuvõte: tranexamic acid..., 2025).

### **3.3. Traneksaamhappe annustamine ja manustamise skeemid**

Traneksaamhappe kasutamine traumapatsientidel on viimase kümnendi jooksul oluliselt laienenud, kuna mitmed suured kliinilised uuringud ja metaanalüüsid on kinnitanud selle efektiivsust verejooksu kontrollimisel. Üheks olulisemaks uuringuks selles valdkonnas on

CRASH-2 trial, milles osales üle 20 000 traumapatsiendi ning mille tulemused näitasid, et traneksaamhappe varajane manustamine vähendab verejooksust tingitud suremust ilma trombootiliste komplikatsioonide riski suurenemiseta (Roberts jt., 2010).

Hiljutised metaanalüüsid kinnitavad neid tulemusi. Näiteks 2024. aasta süstemaatiline ülevaade näitas, et traneksaamhappe kasutamine traumapatsientidel vähendab märkimisväärselt suremust ning verejooksu progresseerumist, ilma et suureneks tõsiste kõrvaltoimete, näiteks trombembooliliste tüsistuste risk. (Sarhan jt, 2024).

Traneksaamhappe annustamine traumaatilise ajukahjustuse korral põhineb peamiselt rahvusvaheliste uuringute ja juhiste soovitusel. Kõige sagedamini kasutatav skeem on (CRASH-2 trial ..., 2010; CRASH-3 trial ..., 2019):

- 1 gramm intravenoosne boolus (10 minuti jooksul), millele järgneb
- 1 gramm intravenoosne infusioon 8 tunni jooksul

Seda skeemi kasutatakse laialdaselt nii haiglaeelses kui ka haiglasiseses ravietaapis ning see on osutunud efektiivseks suremuse vähendamisel (CRASH-2 trial ..., 2010; CRASH-3 trial ..., 2019).

Traneksaamhapet võib manustada lahjendatult füsioloogilises lahuses või aeglase intravenoosse süstena. Oluline on vältida liiga kiiret manustamist, kuna see võib põhjustada kõrvaltoimeid, nagu hüpotensioon või krampid. (McCormack, 2012).

Viimased uuringud on käsitlenud ka alternatiivseid annustamisskeeme. 2025. aasta metaanalüüs näitas, et traumaatilise ajukahjustuse korral kaks grammi ravimit ühekordse boolusena võib olla seotud madalama suremusega võrreldes standardse skeemiga, kuid autorid rõhutavad, et selle kinnitamiseks on vaja täiendavaid uuringuid. Randomiseeritud kliinilise uuringu analüüs näidanud, et kahe grammi traneksaamhappe ühekordne haiglaeelne boolus mõõduka kuni raske traumaatilise ajukahjustusega patsientidel, kellel esines intrakraniaalne hemorraagia, oli seotud madalama 28 päeva suremuse ning parema 6 kuu neuroloogilise tulemusega võrreldes nii platseebo kui ka standardse annustamisskeemiga valimis olnud patsientidel. (Utsumi jt, 2025; Rowell jt, 2020).

Kahe grammi booluse kasutamist haiglaeelses etapis on põhjendatud ka praktilise aspektiga: suurem ühekordne annus võimaldab saavutada kiire antifibrinolüütilise toime olukorras, kus infusiooni jätkamine ei pruugi olla kohe võimalik (Anderson jt, 2020). Haiglaeelse traneksaamhappe manustamise kliinilise uuringu protokollis kirjeldati, et kaks grammi traneksaamhapet lahjendati 250 milliliitris 0,9% naatriumkloriidi lahuses ning manustati intravenoosse infusioonina haiglaeelses etapis. Selline lähenemine võimaldab ravimi kontrollitud manustamist ning on sobiv olukordades, kus patsiendi seisund nõuab kiiret, kuid samas hemodünaamiliselt ohutut sekkumist. (Rowell jt, 2020). Teistes traumat käsitlevates ravijuhistes on kirjeldatud lahjendusviisi, mille kohaselt manustatakse kaks grammi traneksaamhapet 100 milliliitris 0,9% naatriumkloriidi lahuses 10 minuti jooksul. Sellist skeemi kasutatakse eelkõige olukordades, kus on vajalik kiire ravimi manustamine ning infusioonilahuse maht peab olema piiratud. (Joint Trauma System, 2023).

Samas tuleb arvestada, et nimetatud tulemused pärinevad alagrupi analüüsist ning kogu uuringu populatsioonis ei ole kahe grammi traneksaamhappe manustamise skeemi eelis olnud üheselt tõendatud, mistõttu ei ole see skeem kujunenud rahvusvaheliseks standardiks (Rowell jt, 2020).

Eesti kontekstis soovivad Eesti Kiirabi Liidu tegevusjuhendid traumaatilise ajukahjustuse korral manustada täiskasvanud patsiendile kaks grammi traneksaamhapet intravenoosselt, eriti juhul, kui Glasgow koomaskaala väärtus on alla 12 punkti. Samas ei ole juhendites täpsustatud konkreetset lahjendusmahtu, mistõttu tuleb praktilises töös lähtuda kohaliku raviasutuse ravimi käsitlemise juhistest ning standardiseeritud protseduuridest. (Eesti Kiirabi Liit, 2025).

Kahe grammi traneksaamhappe manustamine traumaatilise ajukahjustuse korral on kliinilises praktikas üha enam kasutusel. Siiski ei ole selle annuse puhul lahjendamise osas ühtset rahvusvahelist standardit. Praktikas kasutatakse peamiselt kas 250-milliliitrist või 100-milliliitrist 0,9% naatriumkloriidi lahust. Lahuse valik on sõltunud kliinilisest olukorrast ja ravietapist. Olulisem on tagada ravimi manustamine kontrollitud kiirusega, et vältida võimalikke kõrvaltoimeid. Samuti on leitud, et traneksaamhappe toime võib sõltuda vigastuse raskusastmest ning manustamise ajastusest, mistõttu ei ole optimaalne annustamisskeem lõplikult kindlaks määratud. (Bian jt, 2025).

### **3.4. Traneksaamhappe manustamise ajastus erakorralises meditsiinis**

Traneksaamhappe efektiivsuse seisukohalt on üheks kõige olulisemaks teguriks ravimi manustamise ajastus. Traumaatilise ajukahjustuse korral käivituvad varakult fibrinolüütilised protsessid, mis võivad viia verejooksu süvenemiseni ning halvendada patsiendi prognoosi. Seetõttu on antifibrinolüütilise ravi eesmärk sekkuda võimalikult varajases faasis, enne kui hüperfibrinolüüs saavutab maksimaalse aktiivsuse. (Yokobori jt, 2020).

Rahvusvahelised uuringud on näidanud, et traneksaamhappe manustamine esimese kolme tunni jooksul pärast traumat on seotud paremate ravitulemustega, sealhulgas vähenenud suremusega (Roberts jt, 2012; Yokobori jt, 2020). Eriti oluline on varajane manustamine traumaatilise ajukahjustusega patsientidel, kuna intrakraniaalse verejooksu progresseerumine toimub sageli juba esimestel tundidel pärast vigastust. CRASH-3 uuringu tulemused kinnitavad, et varajane traneksaamhappe manustamine vähendab peavigastusest tingitud suremust, eriti kerge ja mõõduka traumaatilise ajukahjustusega patsientidel. (CRASH-3 trial ..., 2019).

Lisaks ajafaktorile on oluline arvestada ka patsiendi kliinilist seisundit ning vigastuse raskusastet. Uuringud viitavad sellele, et traneksaamhappe kasutamisest on enim kasu patsientidel, kellel ei ole väga raske ajukahjustus. Hilinenud manustamine või ravimi kasutamine väga raskes seisundis patsientidel ei pruugi anda soovitud tulemust. See rõhutab vajadust teha kliinilisi otsuseid kiiresti ning lähtudes patsiendi individuaalsest seisundist. (CRASH-3 trial collaborators, 2019; A. Shah jt, 2025).

Eesti kontekstis lähtutakse sarnastest põhimõtetest. Juhend “Traumahaige esmane käsitus Eestis” soovib traneksaamhappet kasutada olukordades, kus esineb massiivne verejooks või selle kahtlus, ning rõhutab varajase manustamise olulisust. Juhendi kohaselt tuleks antifibrinolüütiline ravi alustada võimalikult kiiresti, eelistatult erakorralise meditsiini etapis ning mitte hiljem kui kolme tunni jooksul pärast trauma tekkimist. (Kaitseväge Akadeemia, 2024: 115).

Eesti Kiirabi Liidu tegevusjuhised soovivad veelgi varasemat sekkumist, tuues välja, et traneksaamhappe manustamine peaks toimuma võimalusel kuni kahe tunni jooksul pärast trauma tekkimist (Eesti Kiirabi Liit, 2025: 143). See rõhutab haiglaeelse etapi kriitilist rolli, kus kiire otsustamine ja ravimi manustamine võivad oluliselt mõjutada patsiendi edasist prognoosi.

Erakorralise meditsiini etapis kasutatakse sageli lihtsustatud manustamisskeeme, mis võimaldavad kiiret ja efektiivset sekkumist ajakriitilistes olukordades. Praktikas tähendab see enamasti traneksaamhappe manustamist intravenoosse boolusena kohe pärast trauma tuvastamist, millele järgneb vajadusel edasine ravi haiglas. Selline lähenemine aitab vähendada viivitusi ravi alustamisel ning tagab ravimi varajase toime avaldumise. (CRASH-2 trial collaborators, 2010; Rowell jt, 2020).

Traneksaamhappe varajane manustamine on selgelt seotud paremate ravitulemustega ning ravimi kasulikkus väheneb aja möödudes. Hilinenud manustamine, eriti pärast kolme tunni möödumist trauma tekkimisest, ei pruugi olla enam efektiivne ning võib olla seotud halvemate ravitulemustega, sealhulgas suurenenud suremusega. Seetõttu on ajafaktor kriitilise tähtsusega ning nõuab erakorralise meditsiini töötajatelt kiiret ja otsustavat tegutsemist. (Roberts jt, 2012).

Kokkuvõttes võib järeldada, et traneksaamhappe manustamise ajastus on traumaatilise ajukahjustuse käsitluses üks olulisemaid mõjutegureid. Varajane sekkumine, eelistatult juba haiglaeelses etapis, võimaldab vähendada verejooksu progresseerumist ja parandada patsiendi ravitulemust. See rõhutab erakorralise meditsiini süsteemi rolli ning vajadust ühtsete ja selgete ravijuhiste järele, mis toetaksid tervishoiutöötajaid õigeaegsete kliiniliste otsuste tegemisel. (CRASH-3 trial ..., 2019; Yokobori jt, 2020)

#### 4. ARUTELU

Traumaatiline ajukahjustus on üks peamisi vigastustest tingitud suremuse ja püsiva puude põhjuseid kogu maailmas (WHO, 2024). TBI tagajärjed on oluline rahvatervise probleem (Zhong jt, 2025; Wang, 2025), millel võivad olla pikaajalised neuroloogilised ja sotsiaalsed tagajärjed (Obasa jt, 2024; Maas jt, 2022). Seetõttu on eriti oluline, et traumaatilise ajukahjustuse käsitus põhineks tõenduspõhistel raviprintsiipidel kogu ravi ahela ulatuses (Rapp jt, 2025).

Traumaatiline ajukahjustus on kompleksne protsess, mis jaotatakse primaarseks ja sekundaarseks ajukahjustuseks (Freire jt, 2023). Traumaatilise ajukahjustuse patofüsioloogia mitmetahulisus rõhutab varajase ja tõenduspõhise ravi olulisust. Erakorralise meditsiini etapis on oluline ennetada sekundaarse ajukahjustuse teket. (Maas jt, 2022; CRASH-3 trial ..., 2019). Üheks teisese ajukahjustuse väljakujunemise pidurdamise ja ennetamise meetodina on kasutusele võetud antifibrinolüütiline ravim traneksaamhape, mis on pälvinud märkimisväärset tähelepanu, sest see võib vähendada verejooksu ulatust ning parandada patsiendi prognoosi. Traneksaamhappe manustamine kolme tunni jooksul pärast traumat vähendab peavigastusest tingitud suremust, eriti kerge ja mõõduka traumaatilise ajukahjustusega patsientidel. (Sarhan jt, 2024; CRASH-3 trial ..., 2019). Samas on uuringud näidanud, et traneksaamhappe manustamine ei pruugi olla efektiivne raske ajukahjustusega patsientidel, kelle Glasgow koomaskaala punktisumma on 3 (A. Shah jt, 2025; CRASH-3 trial ..., 2019).

Erakorralise meditsiini etapp nõuab multidistsiplinaarset koostööd ning tõenduspõhiste ravijuhiste järgimist. Seetõttu on oluline, et tervishoiutöötajad, sealhulgas õendustöötajad, oleksid teadliku traumaatilise ajukahjustuse kaasaegsetest kliinilistest soovistest (Maas jt, 2022).

Traneksaamhappe manustamine ja annustamise juhised põhinevad eelkõige CRASH-2 ja CRASH-3 uuringutel (CRASH-3 trial ..., 2019; (CRASH-2 trial ..., 2010. Ka hilisemad uuringud on kinnitanud traneksaamhappe võimalikult varajase manustamise efektiivsust traumaatilise ajukahjustusega patsientide seisukohalt (Sarhan jt, 2024, Rowell jt; 2024). Traneksaamhappe puhul kasutatakse kõige sagedamini raviskeemi, mille korral manustatakse üks gramm traneksaamhapet veenisiseses boolussüstena 10 minuti jooksul (CRASH-2 trial ...,

2010; CRASH-3 trial ..., 2019). Ravimit võib lahjendada füsioloogilises lahuses või manustada aeglase intravenoosse süstena (McCormack, 2012).

Kasutusele on võetud ka alternatiivne traneksaamhappe manustamise skeem traumaatilise ajukahjustusega patsientide puhul, mille korral on lubatud manustada kaks grammi ravimit ühekordse boolusena (Utsumi jt, 2025; Rowell jt, 2020). Suurem ühekordne annus võimaldab saavutada kiire antifibrinolüütilise toime (Anderson jt, 2020). Samas tuleb rõhutada, et need tulemused põhinevad sageli alagrupi analüüsidel ning ei ole kogu uuringupopulatsioonis üheselt kinnitatud (Rowell jt, 2020). Lõputöö autori arvates piirab see tulemuste üldistatavust ning viitab vajadusele täiendavate randomiseeritud uuringute järele.

Kahe grammi traneksaamhappe manustamise puhul ei ole veel ühtset rahvusvahelist standardit (Bian jt, 2025). Ka Eestis kasutusel olevad ravijuhendid ei kirjelda konkreetset lahendusmahtu (Eesti Kiirabi Liit, 2025). Kliinilistes uuringutes avaldatud praktikas on kahe grammi manustamisel olnud kasutusel eelkõige kaks varianti (Bian jt, 2025; Rowell jt, 2020; Joint Trauma System, 2019):

1. kaks grammi traneksaamhapet lahjendada 250 milliliitris 0,9% naatriumkloriidi lahuses
2. kaks grammi traneksaamhapet lahjendada 100 milliliitris 0,9% naatriumkloriidi lahuses

Lõputöö autori arvates viitab rahvusvaheliste lahendusstandardite puudumine sellele, et praktikas lähtutakse kohalikest soovitustest. Eestis kasutusel olevatest juhenditest selgub eelkõige ühe grammi traneksaamhappe manustamise skeem, kuid puuduvad soovitused kahe grammi traneksaamhappe lahjendamiseks. Konkreetsete soovituste puudumine võib tekitada erinevusi kliinilises praktikas.

Suuremat rõhku pööratakse traneksaamhappe manustamise ajastusele. Rahvusvahelised uuringud ning juhend “Traumahaige esmane käsitus Eestis” soovivad traneksaamhapet manustada kuni kolme tunni jooksul pärast trauma tekkimist. (Kaitseväe Akadeemia, 2024; Yokobori jt, 2020). Eesti Kiirabi Liidu avaldatud “Kiirabi tegevusjuhendis” (2025) soovitatakse traneksaamhappe manustamisega alustada kuni kahe tunni jooksul pärast trauma tekkimist. Varasem ravimi manustamine on seotud paremate ravitulemustega (Yokobori jt, 2020; CRASH-3 trial ..., 2019). Lõputöö autori arvates rõhutab see erakorralise meditsiini etapi rolli ning vajadust kiireks otsustamiseks ning ravimi manustamiseks juba haiglaeelses keskkonnas.

Õendustöö seisukohalt on oluline rõhutada, et traneksaanhappe manustamine nõuab täpseid teadmisi ravimi annustamisest, lahjendamisest ja manustamiskiirusest. Õed mängivad olulist rolli ravimi ettevalmistamisel ja manustamisel ning nende teadmised mõjutavad otseselt patsiendi ohutust ja ravi efektiivsust. (Maas jt, 2022). Samas arvab lõputöö autor, et juhiste varieeruvus ja ebapiisav standardiseeritus võivad suurendada ravivigade riski ning mis rõhutab vajadust selgete ja ühtsete juhiste järele.

Käesoleva lõputöö piiranguks on asjaolu, et tegemist on kirjandusülevaatega, mis tugineb olemasolevale teaduslikule tõendusmaterjalile. Kuigi kasutatud allikad olid valdavalt viimase kümne aasta jooksul avaldatud eelretsenseeritud uuringud, võib osa järeldusi olla piiratud olemasoleva andmestiku heterogeensuse tõttu. Samuti ei võimalda kirjandusülevaade hinnata otseselt konkreetsete annustamisskeemide efektiivsust Eesti kliinilises praktikas. Lõputöö autor teeb ettepaneku tulevikus uurida Eestis kasutusel olevaid praktikaid ning välja selgitada erinevused traumaatilise ajukahjustusega patsientidele manustatud traneksaanhappe kontsentratsiooni ja ravitulemuste vahel. Kindlasti tuleb arvesse võtta ravimi manustamise ajastust, patsiendi Glasgow koomaskaala skoori ning ravijärgseid kaugtulemusi. Eesti kontekstis saadud tulemusi tuleks kõrvutada rahvusvaheliste uuringutega.

## JÄRELDUSED

Traumaatiline ajukahjustus on üks sagedasemaid vigastustest tingitud suremuse ja püsiva puude põhjuseid maailmas, mille käsitus nõuab kiiret ja tõenduspõhist sekkumist juba erakorralise meditsiini etapis. Traumaatilise ajukahjustuse korral on oluline varajane patsiendi seisundi hindamine, sekundaarse ajukahjustuse ennetamine ning hemodünaamilise stabiilsuse säilitamine. Erakorralise meditsiini etapis mängivad olulist rolli haiglaeelne käsitus, patsiendi kiire transport ning õigeaegne ravi alustamine. Traumaatilise ajukahjustuse käsitluses kasutatakse järjest enam traneksaamhapet, mille eesmärk on vähendada verejooksu progresseerumist ja parandada patsiendi ravitulemust. Kirjanduse põhjal sõltub ravi efektiivsus eelkõige ravimi varajasest manustamisest, patsiendi kliinilisest seisundist ning vigastuse raskusastmest. Samuti selgus, et erakorralise meditsiini töötajatel, sealhulgas õdedel, on oluline roll traumaatilise ajukahjustusega patsiendi käsitluses, kuna nad osalevad patsiendi hindamises, ravimi ettevalmistamises, manustamises ning patsiendi seisundi pidevas jälgimises.

Traneksaamhape on oluline ravim traumaatilise ajukahjustuse käsitluses, mille kasutamine on viimastel aastatel oluliselt laienenud. Oluliseks aspektiks traneksaamhappe manustamisel on ajastus. Tulemuste põhjal on selgelt näha, et ravimi manustamine esimese kolme tunni jooksul pärast traumat on kriitilise tähtsusega ning seotud paremate ravitulemustega. Seetõttu on oluline, et traneksaamhappe manustamine toimuks võimalikult varakult, eelistatult juba erakorralise meditsiini etapis. Siiski ei ole traneksaamhappe annustamise ja manustamise põhimõtted traumaatilise ajukahjustuse korral täielikult ühtsed ning praktikas kasutatakse erinevaid annustamis- ja manustamise skeeme. Kõige sagedamini kasutatakse standardset annustamisskeemi, mille puhul manustatakse esmalt üks gramm traneksaamhapet intravenoosse boolusena ning seejärel üks gramm infusioonina kaheksa tunni jooksul. Seda skeemi kasutatakse nii haiglaeelses kui ka haiglasiseses ravietapis ning see on laialdaselt tunnustatud kui efektiivne lähenemine. Samas on kirjeldatud ka alternatiivseid lähenemisi nagu kahe grammi traneksaamhappe ühekordset boolusannust, mida kasutatakse eelkõige haiglaeelses etapis. Selle lähenemise eeliseks on ravimi kiire manustamine olukorras, kus infusiooni jätkamine ei pruugi olla kohe võimalik. Samas ei ole selle skeemi kasutamine veel täielikult standardiseeritud ning selle efektiivsuse osas on vaja täiendavaid uuringuid. Praktikas kasutatakse erinevaid lahendusmahte ning ravimit võib manustada nii infusioonina kui ka aeglase intravenoosse süstena. Oluline on tagada ravimi manustamine kontrollitud kiirusega, et vältida võimalikke kõrvaltoimeid.

## KASUTATUD KIRJANDUS

Anderson, T. N., Hinson, H. E., Dewey, E. N., Rick, E. A., Schreiber, M. A., Rowell, S. E. (2020). Early Tranexamic Acid Administration After Traumatic Brain Injury Is Associated With Reduced Syndecan-1 and Angiopoietin-2 in Patients With Traumatic Intracranial Hemorrhage. *The Journal of head trauma rehabilitation*, 35(5), 317–323. <https://doi.org/10.1097/HTR.0000000000000619>

Bian W, Qi M, Ding L, Lu Y, Yan K, Wang Z, Zhang J, Zhou P. (2025). Is tranexamic acid effective for all traumatic brain injury patients? A severity based systematic review and meta-analysis. *Front Pharmacol*, 16. <https://doi.org/10.3389/fphar.2025.1677936>

Capizzi, A., Woo, J., Verduzco-Gutierrez, M. (2020). Traumatic brain injury: An overview of epidemiology, pathophysiology, and medical management. *Medical Clinics of North America*, 104(2), 213-238. <https://doi.org/10.1016/j.mcna.2019.11.001>

Carney, N., Totten, A. M., O'Reilly, C., Ullman, J. S., Hawryluk, G. W., Bell, M. J., Bratton, S. L., Chesnut, R., Harris, O. A., Kisson, N., Rubiano, A. M., Shutter, L., Tasker, R. C., Vavilala, M. S., Wilberger, J., Wright, D. W., Ghajar, J. (2017). Guidelines for the management of severe traumatic brain injury. *Neurosurgery*, 80(1), 6–15. <https://doi.org/10.1227/NEU.0000000000001432>

CRASH-2 trial collaborators. (2010). Effects of tranexamic acid on death, vascular occlusive events, and blood transfusion in trauma patients with significant haemorrhage (CRASH-2): A randomised, placebo-controlled trial. *The Lancet*, 376(9734), 23–32. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(10\)60835-5](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(10)60835-5)

CRASH-3 trial collaborators. (2019). Effects of tranexamic acid on death, disability and vascular events in patients with acute traumatic brain injury (CRASH-3). *The Lancet*, 394, 1713-1723. [http://doi.org/10.1016/S0140-6736\(19\)32233-0](http://doi.org/10.1016/S0140-6736(19)32233-0)

Eesti Kiirabi Liit. (2025). Kiirabi tegevusjuhised. Tervisekassa. 138-146 [https://tervisekassa.ee/sites/default/files/Kiirabi/kiirabi\\_tegevusjuhised\\_19.05.2025.pdf](https://tervisekassa.ee/sites/default/files/Kiirabi/kiirabi_tegevusjuhised_19.05.2025.pdf)

Freire, M. A. M., Rocha, G. S., Bittencourt, L. O., Falcao, D., Lima, R. R., Cavalcanti, J. R. L. P. (2023). Cellular and Molecular Pathophysiology of Traumatic Brain Injury: What Have We Learned So Far?. *Biology*, 12(8), 1139. <https://doi.org/10.3390/biology12081139>

Guan, B., Anderson, D. B., Chen, L., Feng, S., & Zhou, H. (2023). Global, regional and national burden of traumatic brain injury and spinal cord injury, 1990-2019: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2019. *The Lancet Neurology*, 22(2), 110-122. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2023-075049>

Joint Trauma System. (2019). Damage control resuscitation. Defense Health Agency. [https://jts.health.mil/assets/docs/cpgs/Damage\\_Control\\_Resuscitation\\_12\\_Jul\\_2019\\_ID18.pdf](https://jts.health.mil/assets/docs/cpgs/Damage_Control_Resuscitation_12_Jul_2019_ID18.pdf)

Kaitseväe Akadeemia. (2024). Traumahaige esmane käsitus Eestis. <https://www.kvak.ee/files/2025/02/Traumahaige-esmane-kaesitlus-eestis-2024.pdf>

Ker, K., Edwards, P., Perel, P., Shakur, H., Roberts, I. (2012). Effect of tranexamic acid on surgical bleeding: Systematic review and cumulative meta-analysis. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, (12), CD010562. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD010562>

Kim, Y. S., Jong, H.-G., Kang, D.-W., Guk, H. S. (2025) Impact of tranexamic acid on outcomes of elderly patients with acute traumatic brain injury. *Chest Journal*, 168(4). <https://doi.org/10.1016/j.chest.2025.07.1192>

Maas, A. I. R., Menon, D. K., Adelson, P. D., Andelic, N., Bell, M. J., Belli, A., Bragge, P., Brazinova, A., Büki, A., Chesnut, R. M., Citerio, G., Coburn, M., Cooper, D. J., Crowder, A. T., Czeiter, E., Czosnyka, M., Diaz-Arrastia, R., Dreier, J. P., Duhaime, A. C., Vande Vyver, M. (2022). Traumatic brain injury: Integrated approaches to improve prevention, clinical care, and research. *The Lancet Neurology*, 6(12), 987–1048. [https://doi.org/10.1016/S1474-4422\(17\)30371-X](https://doi.org/10.1016/S1474-4422(17)30371-X)

McCormack, P. L. (2012). Tranexamic acid: A review of its use in the treatment of hyperfibrinolysis. *Drugs*, 72(5), 585–617. <http://doi:10.2165/11209070-000000000-00000>

Meer, M. M., Mumtaz, M., Farrukh, Z., Ahmed, B. (2024). Efficacy and Safety of Tranexamic Acid in Traumatic Brain Injury: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *Cureus*, 16(11), e73781. <https://doi.org/10.7759/cureus.73781>

Obasa, A., Condon, B., & Ferguson, S. (2024). Long-term consequences of traumatic brain injury and implications for healthcare systems. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 158. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2024.105599>

Polit, D. F., Beck, C. T. (2021). *Nursing research: Generating and assessing evidence for nursing practice* (11th ed.). Wolters Kluwer.

Rapp, A., Schneider, M., & Huttner, H. B. (2025). Updated review of the management of and guidelines for traumatic brain injury. *Journal of Clinical Medicine*, 14(19), 6796. <https://doi.org/10.3390/jcm14196796>

Roberts, I., Perel, P., Prieto-Merino, D., Shakur, H., Coats, T., Hunt, B. J., Lecky, F., Brohi, K., Willett, K., CRASH-2 Collaborators (2012). Effect of tranexamic acid on mortality in patients with traumatic bleeding: prespecified analysis of data from randomised controlled trial. *BMJ (Clinical research ed.)*, 345, e5839. <https://doi.org/10.1136/bmj.e5839>

Rowell, S.E., Meier, E.N., McKnight, B., Kannas, D., May, S., Sheehan, K., Bulger, E. M., Idris, A. H., Christenson, J., Morrison, L. J., Frascione, R. J., Bosarge, P. L., Colella, M. R., Johannigman, J., Cotton, B. A., Callum, J., McMullan, J., Dries, D.J., Tibbs, B., Richmond, N. J., Weisfeldt, M. L., Tallon, J. M., Garrett, J. S., Zielinski, M. D., Aufderheide, T. P., Gandhi, R. R., Schlamp, R., Robinson, B. R. H., Jui, J., Klein, L., Rizoli, S., Gamber, M., Fleming, M., Hwang, J., Vincent, L. E., Williams, C., Hendrickson, A., Simonson, R., Klotz, P., Sopko, G., Witham, W., Ferrara, M., Schreiber, M. A. (2020). Effect of Out-of-Hospital Tranexamic Acid vs Placebo on 6-Month Functional Neurologic Outcomes in Patients With Moderate or Severe Traumatic Brain Injury. *JAMA*, 324(10), 961-974. <https://doi:10.1001/jama.2020.8958>

Safdarian M., Trinka E., Rahimi-Movaghar V. (2024). Global, regional, and national burden of traumatic brain injury and spinal cord injury, 1990–2021: A systematic analysis for the Global

Burden of Disease Study 2021. *The Lancet Neurology*, 22, 1026-1047. [https://doi:10.1016/S1474-4422\(23\)00287-9](https://doi:10.1016/S1474-4422(23)00287-9)

Sarhan, R. M., Boshra, M. S., Abdelrahim, M. E. A., Osama, H. (2024). Tranexamic acid in patients with traumatic brain injury: a meta-analysis. *Revista espanola de anestesiologia y reanimacion*, 71(5), 360–367. <https://doi.org/10.1016/j.redare.2024.02.013>

Shah, A., Klein, A. A., Agarwal, S., Lindley, A., Ahmed, A., Dowling, K., Jackson, E., Das, S., Raviraj, D., Collis, R., Sharrock, A., Stanworth, S. J., Moor, P. (2025). Association of Anaesthetists guidelines: the use of blood components and their alternatives. *Anaesthesia*. 80, 425-447. <https://doi.org/10.1111/anae.16542>

Shah, M., Patel, K., Patel, S. (2025). Epidemiological patterns and causes of traumatic brain injury in adult patients. *Cureus*, 17(8), e90510. <https://doi.org/10.7759/cureus.90510>

Utsumi, S., Kawakami, A., Amemiya, Y. (2025). Optimal dose of tranexamic acid in traumatic brain injury: Systematic review and network meta-analysis of randomized controlled trials. *Journal of Trauma and Acute Care Surgery*, 98(5): 816-823 <https://doi.org/10.1097/TA.0000000000004500>

Õunapuu, L. (2014). Kvalitatiivne ja kvantitatiivne uurimisviis sotsiaalteaduses. Tartu Ülikool.

Wang, Y. (2025). Global, regional, and national burdens of traumatic brain injury, spinal cord injury, and skull fracture and their attributable risk factors from 1990 to 2021: a systematic analysis of the global burden of disease study 2021. *Frontiers in public health*, 13, 1622693. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2025.1622693>

World Health Organization. (2024). Injuries and violence (Fact sheet). <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/injuries-and-violence> (11.09.2025)

Zhong, H., Feng, Y., Shen, J., Rao, T., Dai, H., Zhong, W., Zhao, G. (2025). Global Burden of Traumatic Brain Injury in 204 Countries and Territories From 1990 to 2021. *American journal of preventive medicine*, 68(4), 754–763. <https://doi.org/10.1016/j.amepre.2025.01.001>

Yao, N., Li, Y., Liu, W. (2026). Global, regional, and national burdens of traumatic brain injury in adolescents and young adults aged 10–24 years from 1990 to 2021. *Discov Public Health*, 23 (96). <https://doi.org/10.1186/s12982-026-01413-3>