

**Laatijat:**

Siv Ansa  
Marko Lempinen  
Maarit Lång  
Arno Nordin  
Hilja-Maaria Stauffer  
Aki Uutela

**Asiantuntijat:**

Olli-Matti Aho  
Kaisa Ahopelto  
Ines Beilmann-Lehtonen  
Ilkka Helanterä  
Michael Kohvakka  
Tea Kontio  
Jarkko Lempiäinen  
Antti Niemelä  
Essi Malmi  
Erika Saksa  
Ville Sallinen  
Sari-Mari Salonen  
Johanna Savikko  
Carola Schauman  
Leena Toivonen  
Eija Tukiainen  
Elina Turunen  
Ville-Veikko Tuukkanen  
Marko Vannas  
Anniina Visa  
Fredrik Åberg

**SOP**

# ABDOMINAL NORMOTHERMIC REGIONAL PERFUSION (A-NRP) DCD- ELINLUOVUTUKSEN YHTEYDESSÄ

*Ohje koskee ainoastaan vatsanalueen elinten talteenottoa (maksat, haima ja munuaiset).*

# Sisältö

<b>1</b>	<b>Lyhenteet .....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Johdanto.....</b>	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>Mitä käytännön muutoksia A-NRP tuo DCD-toimintaan?</b>	<b>5</b>
3.1	Hoito teho-osastolla.....	5
3.2	Toiminta leikkaussalissa.....	5
<b>4</b>	<b>Elinluovuttajan sekä vastaanottajan kriteerit.....</b>	<b>6</b>
4.1	DCD-maksan elinluovuttajan kriteerit NRP-irrotuksessa	6
4.2	DCD-NRP-maksan vastaanottajan kriteerit...	7
4.3	DCD-haiman elinluovuttajan kriteerit NRP-irrotuksessa	7
<b>5</b>	<b>Toiminta leikkaussalissa.....</b>	<b>8</b>
5.1	Valmistelut ennen elinirrotusleikkausta .....	8
5.2	Henkilökunta A-NRP-elinirrotusleikkauksessa	8
5.3	Elinirrotusleikkaus .....	9
5.4	Perfuusio .....	13
	<b>Viitteet:.....</b>	<b>15</b>

## 1 Lyhenteet

**ALF:** Acute Liver Failure

**CIT:** cold ischemia time, kylmäiskemia-aika, aika luovuttajan elinten kylmähuuhtelun alusta verenkierron kytkemiseen elinten vastaanottajalla

**DCD:** Donation after Circulatory Death, elinluovutus verenkierron pysähtymisen ja kuoleman toteamisen jälkeen

**ECMO:** Extracorporeal Membrane Oxygenation

**fWIT:** functional Warm Ischaemia Time, toiminnallinen lämmiskemia-aika (RRsyst < 50 mmHg, NRP)

**MELD:** Model for End-Stage Liver Disease

**NRP:** Normothermic Regional Perfusion, normoterminen alueellinen perfuusio, verenkierron keinotekoinen ylläpitäminen varmistaen, ettei aivoihin pääse verenkiertoa

**A-NRP:** Abdominaalinen, vatsanalueen NRP

**T-NRP:** Torakaalinen, rintaontelon NRP

**TA-NRP:** Torakoabdominaalinen, rinta- ja vatsaontelon NRP

**SMV:** Superior Mesenteric Vein

**SRR:** Super Rapid Retrieval, nopea elinten paikallinen kylmähuuhtelu ja elinten irrotus

**UK:** Yhdistynyt kuningaskunta

## 2 Johdanto

Koska aivokuolleista elinluovuttajista on maailmanlaajuisesti jatkuva pula, on monessa maassa tehostettu elinluovutustoimintaa käynnistämällä ”Elinluovutus verenkierron pysähtymisen ja kuoleman toteamisen jälkeen” -toiminta (Donation after Circulatory Determination of Death, DCD). Euroopan Unionin ja World Health Organizationin (WHO) antaman ohjeistuksen mukaan jokaisen maan, jossa harjoitetaan elinluovutus- ja elinsiirto-toimintaa, tulisi käynnistää DCD-toiminta kuolleiden elinluovuttajien määrän lisäämiseksi (1 ja 2).

Alkuvuodesta 2023 lähtien DCD-elinluovutus on ollut osa normaalia elinluovutustoimintaa Suomessa. Suomessa on tehty ainoastaan munuaisten irrotuksia DCD-luovuttajilta. Munuaiset kestävät parhaiten tähän liittyvää pidempää lämminiskemia-aikaa, säilytyksen aikaista kylmäiskemiaa ja näistä seuraavaa soluvauriota siirron jälkeen (iskemia-reperfuusioaurio). Tällä hetkellä DCD elinirrotusleikkaus Suomessa tehdään niin sanotulla Super Rapid Retrieval (SRR) -tekniikalla, jossa luovuttaja siirretään heti kuoleman toteamisen jälkeen nopeasti leikkaussaliin ja elimet pyritään viilentämään mahdollisimman nopeasti hapenpuutteen aiheuttaman vaurion minimoimiseksi.

Osa Suomen DCD-ohjelman luovuttajista soveltuisi myös monielinluovuttajiksi. Maksan ja haimansiirtoja DCD-luovuttajilta tehdään useissa maissa, Pohjoismaista esim. Ruotsissa, Norjassa ja Tanskassa. Erityisesti maksansiirteiden sappitiet ovat herkkiä iskemia-reperfuusioauriolle DCD-elinsiirron jälkeen. Tämän iskeemiseksi kolangiopatiaksi kutsutun vaurion ilmaantuvuus on kansainvälisesti 16 % DCD- ja 3 % aivokuolleelta luovuttajalta tapahtuvan maksansiirron jälkeen. Vaurio voi johtaa sappitiehtaumiin, toistuviin tulehduksiin ja mahdollisesti uusintasiirtoon (3).

Iskemia-reperfuusioaurion ehkäisemiseksi ja korjaamiseksi on kehitetty tekniikka, normoterminen alueellinen perfuusio (normothermic regional perfusion, NRP), jossa DCD-leikkauksen aikana vatsaonteloon (Abdominal eli A-NRP) palautetaan paikallisesti verenkierto happipitoisella verellä noin kahden tunnin ajaksi ennen elinten irrottamista. Tähän tarkoitukseen käytetään sydänkeuhkokoneen tyyppistä ECMO-laitetta (ECMO extracorporeal membrane oxygenation). A-NRP-tekniikan avulla maksansiirteiden käytettävyys paranee merkittävästi (4). NRP-tekniikka on käytössä jo lähes kaikissa Euroopan maissa ja maailmalla useissa keskuksissa, joissa DCD-toimintaa harjoitetaan. Pohjoismaista NRP-tekniikka on käytössä Ruotsissa, Norjassa ja Tanskassa, ja NRP:n käyttö on jopa pakollista maksan irrotuksissa DCD:n yhteydessä Ranskassa, Italiassa ja Norjassa (5-9).

NRP mahdollistaa kaikkien vatsanalueen elinten käytön DCD-elinluovuttajilta. Lisäksi sen aikana voidaan mitata ja arvioida maksan toimintakykyä, mikä ei ole mahdollista SRR-irrotuksissa, ja näin voidaan pienentää riskiä saada huonosti toimiva maksa. Brittien kansallisessa aineistossa NRP:n on todettu kolminkertaistavan edellytykset maksansiirteiden käyttämiseksi DCD-elinluovuttajalta, ja maksansiirteiden toiminnan pettämisen riski

ensimmäisen vuoden aikana lähes puolittuu (10). Samassa tutkimuksessa todettiin NRP:n vähentävän munuaissiirteiden viivästynyttä käynnistymistä 35 % ja parantavan siirteiden toimintaa vuoden kohdalla siirrosta.

Tavoitteenamme Suomessa on lisätä vatsaontelon elinten talteenottoa DCD-luovuttajilta NRP:n avulla. Toiminta muistuttaisi läheisesti mm. Ruotsissa ja Brittein saarilla käytössä olevaa hyvin toimivaksi todettua mallia. Haimojen käyttö DCD-NRP-luovuttajilta aloitetaan, kun maksojen käyttö vakiintunut.

### 3 Mitä käytännön muutoksia A-NRP tuo DCD-toimintaan?

#### 3.1 Hoito teho-osastolla

Hoidosta luopuminen tapahtuu samoin periaattein, kuin tähänkin asti teho-osastolla. Kuoleman toteamisen jälkeen vainaja viedään leikkaussaliin (11).

Mahdollisen elinluovuttajan tutkimukset ja hoito tapahtuvat DCD-elinluovuttajan hoitoprotokollan mukaisesti, myös Hb-tavoite on 90 g/l. Ennen hoidosta luopumista teho-osastolla otetaan vielä kaksi ylimääräistä verinäytettä (elinsiirtokoordinaattori huolehtii asiasta), josta analysoidaan maksa-arvot ja astrup leikkausosastolla elinsiirtoryhmän Piccolo Xpress -laitteella ja astruplaitteella (vertailunäyte).

#### **HUOM!**

Irrotusleikkaukseen varataan kaikkiaan 6 yksikköä punasoluja (josta osa käytetään praimaukseen). Teho-osasto tekee verivarauksen ja NRP-hoitaja tilaa tarvittavan määrän leikkaussaliin. Virtsakatetria ei korkata kuten DCD SRR irrotuksessa, pussi nostetaan jalkojen väliin, kun vainaja kuljetetaan leikkaussaliin.

#### 3.2 Toiminta leikkaussalissa

Elinten talteenotto leikkaussalissa muuttuu SRR-tekniikasta A-NRP tekniikkaan. Tässä vatsanalueen elimet perfusoidaan verellä noin 2 h ajan ennen kylmäperfuusiota. Elinten toimintaa seurataan laboratoriokeuin sekä silmämääräisesti ja pyritään parantamaan niiden verenkiertoa ja happeutumista ennen irrottamista ja talteenottoa.

Meilahden sairaalan leikkausosastolla on 6 koulutettua hoitajaa, jotka vastaavat DCD-NRP-elinirrotuksen yhteydessä elinten perfuusiosta. Elinsiirtokoordinaattorit ja valvova hoitaja avustavat näyttöiden otossa ja analysoinnissa. Muu elinirrotusryhmä on sama kuin normaalissa DCD-elinirrotuksessa. Mikäli perfuusion aikana havaitaan elinten toiminnan ”heikkenemistä”, niin maksan irrotuksesta luovutaan ja siirrytään nopeasti SRR-tekniikalla tapahtuvaan munuaisten irrotukseen.

Toiminta on tarkoitus aloittaa ensin Meilahden sairaalassa keväällä 2025 ja tämän jälkeen TAYSissa sekä vähitellen muissa elinluovutussairaaloissa toiminnan vakiinnuttua. DCD-NRP-elinirrotukset pyritään järjestämään toistaiseksi arkena ja virka-aikaan.

Toiminnan alkuvaiheessa kaikki DCD-elinluovutusleikkaukset Meilahden sairaalassa tehdään NRP-tekniikkaa käyttäen. Näin saadaan nopeammin tarvittava määrä toistoja sekä NRP-hoitajille, että elinirrotusleikkauksia suorittaville kirurgeille. Pyrkimys on, että NRP-hoitajia on 2 per irrotusleikkaus, jos mahdollista. Kun toiminta on vakiintunut, NRP-tekniikkaa tulaisiin käyttämään pääsääntöisesti DCD-monielinirrotusleikkausten yhteydessä, Meilahdessa mahdollisuuksien mukaan myös munuaisirrotuksissa.

Toiminnan alkuvaiheessa irrotetaan ja siirretään pelkästään munuaiset ja kun NRP-tekniikasta on saatu riittävä kokemus, aloitetaan suunnitellusti ensin maksan irrotukset ja siirrot. NRP-maksansiirtojen vakiinnuttua voidaan siirtyä myös haimansiirtoihin.

## 4 Elinluovuttajan sekä vastaanottajan kriteerit

### 4.1 DCD-maksan elinluovuttajan kriteerit NRP-irrotuksessa

- Donorin ikä:  $\leq 65$  v.
- BMI  $\leq 30$
- Toiminnallinen lämmiskemia-aika:  $< 40$  min (fWIT: RRsyst  $< 50$  mmHg  $\rightarrow$  NRP:n alkuun)
- Saattohoitoaika:  $< 90$  min (aika hoidosta luopumisesta verenkierron pysähtymiseen)
- Ei steatoosia
- Arvioitu kylmäiskemia-aika  $< 8$  h (CIT)
- NRP:n aikana
  - Vähintään 2 h NRP:tä
  - Laskeva laktaatti
  - Vakaa verensokeritaso
  - ALAT  $< 5x$  normaaliarvon ( $\leq 250$  U/l, normaali 40–50 U/l)
  - Bikarbonaatti-, pH- ja base excess -tasot normaalitumassa
  - Stabiili perfuusio ilman suurempaa täyttöä

Jos fWIT tai saattohoitoaika pitkittyvät ja luovutaan maksan irrottamisesta, munuaiset irrotetaan NRP-tekniikkaa käyttäen, jos munuaisten suhteen edetään elinirrotukseen. Munuaiset laitetaan myös NRP:n jälkeen LifePort® -perfuusiokoneisiin. NRP pyritään saamaan pyörimään alle 20 min ihoviillosta.

## 4.2 DCD-NRP-maksan vastaanottajan kriteerit

Maksakokouksessa päätetään erikseen, ketkä ovat A-NRP-DCD-vastaanottajaehdokkaita

- MELD < 20
- Ikä 18–65 v.
- Hemodynaamisesti stabiili vastaanottaja

Kontraindikaatiot:

- Aikaisempi extensiivinen vatsanalueen kirurgia
- Re-transplantaatio
- Dialysihoidossa (siirtohetkellä)
- Portatromboosi (siirtohetkellä)
- Muu merkittävä kirurginen riskitekijä

Mikäli ALF-potilas on *high urgent* -listalla, voidaan NRP-DCD-maksaa harkita.

## 4.3 DCD-haiman elinluovuttajan kriteerit NRP-irrotuksessa

- Donorin ikä:  $\leq 50$  v.
- BMI  $\leq 28$  kg/m<sup>2</sup>
- Toiminnallinen lämmiskemia-aika (fWIT) <40 min (RRsyst < 50mmHg -> NRP:n alkuun)
- Saattohoitoaika: < 90 min (hoidosta luopumisesta verenkierron pysähtymiseen)
- Ei makroskooppista steatoosia haimassa
- Arvioitu kylmäiskemia aika (CIT) < 8 h
- NRP:n aikana
  - Vähintään 2 h NRP:tä
  - Laskeva laktaatti
  - Vakaa verensokeritaso
  - ALAT <5x normaaliarvon ( $\leq 250$  U/l, normaali 40–50 U/L)
- Bikarbonaatti-, pH- ja base excess -tasot normaalistumassa
- Stabiili perfuusio ilman suurempaa täyttöä

Haiman toiminnan seuraamiseksi ulkonäön tarkkailu on paras keino arvioimaan sen hyvinvointia. Amylaasia mitataan NRP:n aikana, mutta tämän merkitys haiman funktion suhteen on kuitenkin kyseenalainen.

Haiman vastaanottajan kriteerit samat kuin aivokuolleella luovuttajalla.

## 5 Toiminta leikkaussalissa

### 5.1 Valmistelut ennen elinirrotusleikkausta

Elinluovutussairaalassa aloitetaan leikkaussalin valmistelu hyvissä ajoin ennen elinirrotusryhmän saapumista normaalin DCD-irrotuksen tapaan.

Elinirrotuksen aikataulu on tehty jo edellisenä päivänä valmiiksi.

Elinirrotusryhmän tulee olla paikalla suunnitellun aikataulun mukaan ennen hoidosta luopumista (elinsiirtokirurgit, instrumentoituva hoitaja, elinsiirtokoordinaattori sekä NRP-hoitaja). Leikkaussali valmistellaan ennen ja yhteisraportin aikana ja sen jälkeen. DCD-NRP-elinirrotukseen osallistuu sama henkilökunta elinluovutussairaalasta kuin SRR-DCD-elinirrotukseen.

Ennen hoidosta luopumista pidetään yhteinen raportointitilaisuus (11). Elinirrotuspöytäkirja tässä vaiheessa aina tarkistettava.

NRP:ssä käytettävän ECMO-laitteen kokoamiseen on varattava aikaa noin 1 h. Elinirrotusryhmä tuo mukanaan kaikki ECMO-laitteen kokoamiseen ja käyttöön tarvittavan välineistön.

Elinluovutussairaalassa valmistaudutaan samoin tarvikkein kuin SRR-DCD-elinirrotukseen, normaalien tarvikkeiden lisäksi tarvitaan ainoastaan monopolaarikäsikappale ja diatermialaite. Lisäksi tulee varmistaa, että leikkausosastolla on verikaasuanalysaattori, jolla saadaan mitattua myös laktaatti. Valvova hoitaja tekee verikaasuanalyysit.

#### **Koodit; diagnoosi ja toimenpiteet**

Elinten ja kudosten luovuttajan diagnoosi on Z52.9

Toimenpidekoodit: Munuaiset YKA02, haima YJD30, maksa YJA10

### 5.2 Henkilökunta A-NRP-elinirrotusleikkauksessa

#### *Meilahden sairaalasta*

- 3 elinsiirtokirurgia
- 1 instrumenttihoitaja
- 1 elinsiirtokoordinaattori
- 1 NRP-hoitaja

#### *Elinluovutussairaalasta*

- Kuten normaalissa DCD:ssä

#### **Instrumenttihoitaja:**

Instrumenttihoitajan tarvikelista erillisessä instrumenttihoitajien ohjeessa.

### 5.3 Elinirrotusleikkaus

Tavoite on, että elinirrotusleikkaus tehdään niin atraumaattisesti kuin mahdollista ja pyritään minimoimaan verenvuoto, mutta niin, että lämminiskemia-aika on mahdollisimman lyhyt. NRP:n yhteydessä verisuonileesiot esim. lumbaaliveenoista voivat johtaa suuriinkin vuotoihin, minkä takia elinten preparointia ei aloiteta kuin vasta NRP:n lopulla tai kylmähuuhtelun alettua.

Suonten kanylointi voidaan tehdä joko nivusesta iliaca-suoniin tai laparotomiateitse suoraan aortan/iliacaan ja cavaan. Tässä ohjeessa käydään läpi laparotomiateitse tehtävä kanylointi, jolla toiminta tullaan aloittamaan.

#### **Valmistelut leikkaussalissa ennen hoidosta luopumista**

1. Instrumenttipöydät katetaan valmiiksi ja NRP-ECMO-laite valmistellaan käyttökuntoon. Klipsikone aina pöydälle.
2. Tarkistetaan, että on tarpeeksi henkilöstöä saatavilla, jotta vainaja saadaan nopeasti siirrettyä leikkauspöydälle.
3. Kylmähuuhteluun varataan 3–4 litraa UW-huuhtelunestettä. Huuhtelunesteeseen lisätään hepariinia 25 000 KY/l (elinsiirtokoordinaattori huolehtii). Tämä mahdollistaa nopean kylmähuuhtelun, jos NRP:n kanssa tulee ongelmia.

#### **Vainajan tullessa leikkaussaliin ennen NRP:n aloitusta**

1. Vainaja siirretään viipymättä leikkauspöydälle.
2. Kirurgi ja elinsiirtokoordinaattori tarkistavat vainajan henkilöllisyyden ja sen, että elinirrotuspöytäkirja on allekirjoitettu.
3. Ei leikkauspesua. Kiinnitetään diatermialaitteen neutraalielektrodi reiteen. Peittely läpileikkausliinalla (elinirrotusryhmä tuo mukanaan) leuasta reisien yläosaan.

#### **NRP:n asentaminen**

1. Laparotomiaviilto processus xiphoideuksesta symfyysiin.
2. Asetetaan levittäjä paikalleen (elinirrotusryhmä tuo mukanaan).
3. Preparoidaan esille ja kanyloidaan (20–24 Fr kanyyli) joko aortan alaosa tai iliaca communis (jolloin toisen puolen iliacan sulku). Tämä on tehtävä nopeasti ja atraumaattisesti, jotta ei aiheuteta turhaa vuotoa (kanyyli kiinnitetään Sure-Snarella tai vastaavalla kiinnitys menetelmällä).
4. Aortta-kanyyli kytketään NRP aortta letkuun (punaisella merkattu), hepariiniliuosta käytetään ilmakuplien poistoon. Arterialinjaa huuhdellaan record ruiskulla katetritromboosin estämiseksi.

5. Vena cava ympäröidään, distaalipuoli ligeerataan ja cava kanyloidaan (29 Fr 37 cm kanyyli). Kanyylin kärki juuri pallean alapuolella niin, että suprahepaattinen cava voidaan tarvittaessa pihdittää (tulee kyseeseen lähinnä, jos thorakaalielimiä irrotetaan) ilman, että maksavenat komprimoituvat. (kanyyli fixataan Sure-Snarella tai vastaavalla systeemillä). V. cava kanyyli kytketään NRP vena letkuun (sinisellä merkattu), hepariiniliuosta käytetään ilmakuplien poistoon. Tässä myös atraumaattinen leikkaustekniikka ja varottava lumbalisuonia (klipsikone hyvä apu). Päästetään noin 1,5 l veena verta ECMO laitteeseen.
6. Kun aortta ja cava on kanyloitu, viiltoa jatketaan fossa jugularikseen ja aukaistaan sternum.
7. Aortta pihditetään pallean yläpuolelta. Tärkeää, että varmistaa, että aortta on kunnolla kiinni.
8. Aortan kaari kanyloidaan – cardioplegia kanyyli (Medtronic DLP Aortic Root Canula) tai iso Viggo (varmistetaan että pallean yläpuolella ei perfusoivaa painetta).
9. sivNRP aloitetaan
10. NRP:tä pyöritetään 2 h (jonka aikana näytteiden otto).
11. Porttilaskimo kanyloidaan tavalliseen tapaan NRP:n lopussa.
12. NRP:n jälkeen kylmähuuhtelu (UW) (aorta ja porta) ja elinten preparointi.
13. Sapen eritystä seurataan NRP:n aikana – mutta määrää ei tarvitse mitata. Sappitie katkaistaan.
14. Biopsiat otetaan normaalin protokollan mukaisesti.
15. Virtsan tuloa seurataan, mutta on huomioitava, että useasti virtsan tulo hiipuu NRP:n aikana, ja että virtsan määrästä ei voi arvioida munuaisten funktiota.

## Kanylointi

1. **Valmistele kanyylit** (instrumenttihoitaja)
  - Liitä  $\frac{3}{8}$  x  $\frac{1}{2}$  Luer-lock korkillinen yhdistäjä venakanyyliin
  - Liitä  $\frac{3}{8}$  x  $\frac{3}{8}$  Luer-lock korkillinen yhdistäjä arteriakanyyliin
2. **Ota perfuusioletkut leikkausalueelle** (instrumenttihoitaja)
  - Pihditä molemmat linjat letkupihdeillä
  - Katkaise letkut yhdistäjien alapuolelta
3. **Aorttakanyyli paikalleen**
  - Letkupihti kanyyliin
  - Kiristys Sure-Snarella
  - Kanyylin huuhtelu hepariinikeittosuolalla min. 50 ml
  - Letkupihti takaisin kanyyliin
  - Täytä katkaistu letku ja kanyyli ilmattomaksi ja yhdistä

#### 4. Venakanyyli paikalleen

- Letkupihti kanyyliin
- Kiristys Sure-Snarella
- Kanyylin huuhtelu hepariinkeittosuolalla min. 50 ml
- Letkupihti takaisin kanyyliin
- Täytä katkaistu letku ja kanyyli ilmattomaksi ja yhdistä

#### 5. Aortta pihti laskevaan aorttaan

#### 6. Viggo/Plegiatikku aortan kaaren tyveen

#### 7. Perfuusio voidaan aloittaa

### Kirurginen dissektio

NRP-perfuusionesteeseen laitetaan 50 000 ky hepariinia, tästä syystä NRP:n aikainen elinten esiin preparointi tulee pitää minimissä. NRP:n aikana huolellinen hemostaasi on tärkeä (haavanreunat, sternotomia, retroperitoneum, suonet jne. täytyy tarkistaa). NRP:n aikana dissektiota tulee välttää vuotojen ehkäisemiseksi, ja jotta venapaluu ei estyisi. Kanyloinnissa tarkkuus ja huolellisuus on avainasemassa.

Elimet tarkastetaan ja arvioidaan kuten aivokuolleella elinluovuttajalla. Vatsa- ja thorax-alue inspektoidaan ja maligniteetit ja muu patologia poissuljetaan sen jälkeen, kun NRP on saatu käyntiin. Ennen NRP:tä vatsan alueen elimet ovat usein syanoottiset. NRP:n alussa maksa voi tuntua pinkeältä ja kovalta, ajan myötä maksan konsistenssin tulisi normalisoitua. NRP:n aloituksen jälkeen elinten normaalin värin ja suoliston motiliteetin tulisi palautua.

On huomioitava, että relatiivista hypovolemiaa esiintyy sympaattisen tonuksen puuttumisesta ja sytokiiniin vapautumisesta johtuvan vasodilataation vuoksi. Maksan mobilisaatio saattaa aiheuttaa myös venakanyylin verenvirtauksen vähenemisen. Hemodynamiikkaa ja perfuusiopaineita seurataan yhteistyössä NRP-hoitajien kanssa, sekä elinten ja suoliston tilaa arvioidaan NRP:n aikana. Hyvä yhteistyö ja kommunikointi on avainasemassa NRP:n onnistumiselle.

Maksaa arvioidaan värin, steatoosin asteen, sapen tuoton, maksa-arvojen ja verikaasuanalyysien perusteella. Munuaiset ja haima arvioidaan lähinnä silmämääräisesti. Yksi kirurgi ja instrumenttihoitaja on steriilisti pukeutuneena valmiudessa korjaamaan kanyyleiden asentoja ja kontrolloimaan verenvuotoja.

### NRP

Tavoite on hoitaa NRP:llä kahden tunnin ajan, ja sinä aikana seurata elinten toipumista visuaalisesti ja laboratorioparametrien avulla.

## Laboratorioanalyysit

Verikaasu- ja biokemialliset verianalyysit otetaan joka 15–30 min NRP:n optimoimiseksi ja maksafunktion analysoimiseksi. Analysointi tehdään leikkausosaston verikaasuanalysaattorilla ja elinsiirtoryhmän Piccolo Xpress -analysaattorilla. Elinsiirtokoordinaattorit ja leikkaussalin valvova hoitaja avustavat NRP-hoitajia näytteiden otossa ja analysoinnissa. Jos Piccolo Xpress -analysaattori ei toimi, näytteet vietään labraan analysoitavaksi.

## NRP:n jälkeen

NRP jälkeen aloitetaan kylmähuuhtelu UW:lla, myös SMV on kanyloitu juuri ennen normaalin tapan normaalia porttilaskimohuuhtelua varten. Vatsaontelo täytetään jäähyhmällä. Adekvaatin huuhtelun aikana ja jälkeen elimet preparoidaan esille ja irrotetaan. Preparoidessa kylmähuuhtelun aikana tulee huomioida, että porta vetää hyvin.

**Elinirroituksen jälkeen edetään kudosisrotukseen sairaalan protokollan mukaan.** Vainajan laitosta vastaa elinluovutussairaalan henkilökunta normaalin käytännön mukaan.

## Yhteenveto

Lopullinen päätös maksan hyväksymisestä ja irrottamisesta riippuu lähtötilanteesta, miltä maksa näyttää irrotusleikkauksen aikana (steatoosi jne.), ovatko laboratoriotulokset hyväksyttäviä, onnistuiko NRP moitteetta, toteutuivatko kaikki hyväksymiskriteerit ja minkälainen maksan vastaanottaja on kyseessä. Päätöksentekoon osallistuu sekä irrotus- että siirtoryhmä yhdessä.

**Ykkössoitto** soitetaan, kun on saatu NRP pyörimään ja ensimmäiset pari laboratoriovastausta (0 näyte ja 30 min näyte ja tarv. 60 min näyte). -> Maksan vastaanottaja voidaan ottaa leikkaussaliin ja anestesia aloittaa.

**Kakkossoitto** tehdään, kun maksa on saatu irti ja hyväksytty siirtokelpoiseksi -> resipienttileikkaus voidaan aloittaa.

Mahdollisessa samanaikaisessa haima- ja munuaissirrossa kylmäiskemia-aika tulee minimoida. Vastaanottaja voidaan kuitenkin pyytää saliin vasta, kun haima on preparoitu irti, jotta nähdään, että haimassa ei ole irrotuksen aikaisia vaurioita, ja että haima on siirtokelpoinen. Haiman takapöytäpreparoinnin aikana tulisi pyrkiä tekemään munuaissirto, jos mahdollista. Munuaisen suhteen pitää aina pyrkiä minimoimaan kylmäiskemia-ajat.

Jos NRP:n kanssa tulee ongelmia, tai jokin kontraindikaatioista täyttyy, ja näitä ei saada ratkaistua, siirrytään nopeasti kylmäperfuusioon UW:llä, ja elimet irrotetaan SRR-tekniikalla.

Siirtoon soveltuvat elimet tulee aina arvioida tapauskohtaisesti, kun elimet on irrotettu.

## 5.4 Perfuusio

### Praimausliuos:

- Plasmalyte tai muu vastaava laktaatiton balansoitu elektrolyyttiliuos 1500 ml, (jos luovuttaja alle 50 kg Plasmalyte 1000 ml)
- Natriumbikarbonat 7,5–8,4 % 1 ml/kg, riippuen sen hetkisestä HUSin valikoimasta
- Heparin 50 000 ky
- Metyyliprednisoloni 1 g
- Flukonatsoli 400 mg
- Vankomysiini 1 g
- Meropeneemi 1 g

Praimaukseen tarvittaessa punasoluja:

- Donor < 30kg: lisätään 3 yksikköä punasoluja ja 500 ml Plasmalytea
- Donor 30 kg–50 kg: lisätään 2 yksikköä punasoluja

Praimausnesteen koostumus määritellään tapauskohtaisesti – riittävä nestemäärä takaa sen, että säiliö ei tyhjene, mutta altistaa hemodiluutiolle.

### Perfuusioliuokseen lisätään

- *hepariinia* ACT:tä seuraten - jos 1 h kohdalla ACT alle 350, annetaan 5000–10000 ky hepariinia.
- Mikäli laboratorionäytteessä pH on <7,0, annetaan 25 ml 7,5–8,4 % *bikarbonaattia* kompensoimaan asidoosia. Myöhemmin NRP:n aikana ei tulisi olla tarvetta bikarbonaatin lisäykselle, koska toimivat maksa ja munuaiset hoitavat happoemästasapainon, eli perfuusion aikana seurataan trendejä.
- *Punasoluja*: aloituksessa tavoite Hb >80 g/l, koska pH on yleensä matala (<7) ja laktaatti korkea (>10 mmol/l). NRP:n aikana pH ja laktaatti normalisoituvat ja Hb-rajaa voidaan laskea lähemmäs 70 g/l.

### ECMO-tavoitteet

- Virtaus 2–3 l/min
- Lämpötila 35,5–37,5 °C
- Happi 50% alussa (happi prosenttia säädellään tämän jälkeen arvojen perusteella)
- Laskimoveren happisaturaatio (SvO<sub>2</sub>) 60–80 %,
  - tarvittaessa lisää hapentarjontaa:
    - nosta O<sub>2</sub>-%
    - anna punasoluja

- nosto virtausta
- Hematokriitti >20 %
- Hb >70 g/l
- pH 7,35–7,45
- pCO<sub>2</sub> 4,5–6,0 kPa kaasuvirtausta säätämällä. Matala CO<sub>2</sub> ei ole ehdoton este elinten käyttämiselle, mikäli vatsaontelo perfusoituu hyvin.

### **Laboratorioparametrien seuranta**

Näytteet otetaan Cardiohelpin arteriaalinjasta.

Analysointi tapahtuu vieritestausratkaimilla, jotka leikkaussalissa Piccolo Xpress -analyysaattori (maksan arvot) ja leikkausosaston verikaasuanalyysaattori (normaali astrup/valvova hoitaja tekee).

NRP:n aikana seurataan laboratorioparametrejä 30 min välein. Astrup 15–30 min välein. ECMO-laitteen ilmoittaman SvO<sub>2</sub>:n luotettavuuden varmistamiseksi verikaasut on hyvä kertaalleen analysoida reservuaarin venalinjasta 30 min kohdalla.

### **Tavoitteet**

- *Transaminaasit:* ≤ 250 U/l 2h kohdalla NRP aloituksesta.
- *Glukoosi:* Maksan tulisi tuottaa glukoosia ja glukoositason tulisi pysyä vakaana (normo/hyperglykemia).
- *Laktaatin* tulisi olla laskeva NRP:n aikana. Huomioitava, ettei normaaleja arvoja saavuteta, koska ylävartalossa ja alaraajoissa ei ole kiertoa.
- *Munuaistoiminnan* seuraamiseksi ei ole hyviä biokemiallisia markkereita. Virtsan erityys yleensä lakkaa NRP:n aikana.
- *Haiman toiminnan* seuraamiseksi ulkonäön tarkkailu on paras keino arvioimaan sen hyvinvointia.

## Viitteet:

1. Domínguez-Gil B, Ascher N, Capron AM, ym. Expanding controlled donation after the circulatory determination of death: statement from an international collaborative. *Intensive Care Med* 2021; 47:265-281.
2. The Guide to the quality and safety of organs for transplantation is published by the European Directorate for the Quality of Medicines & HealthCare of the Council of Europe (EDQM). 8th Edition, 2022.
3. O'Neill S. et al. A meta-analysis and meta-regression of outcomes including biliary complications in donation after cardiac death liver transplantation. *Transpl Int.* 2014 Nov;27(11):1159-74.
4. Hessheimer A.J. et al. Abdominal normothermic regional perfusion in controlled donation after circulatory determination of death liver transplantation: Outcomes and risk factors for graft loss. *Am J Transplant.* 2022 Apr;22(4):1169-1181.
5. Hessheimer AJ, Coll E, Torres F, et al. Normothermic regional perfusion vs. super-rapid recovery in controlled donation after circulatory death liver transplantation. *J Hepatol* 2019;70(4):658-65. 12.
6. Savier E, Lim C, Rayar M, et al. Favorable outcomes of liver transplantation from controlled circulatory death donors using normothermic regional perfusion compared to brain death donors. *Transplantation* 2020;104(9):1943-51. 13.
7. Antoine C, Jasseron C, Dondero F, et al. Liver transplantation from controlled donors after circulatory death using normothermic regional perfusion: an initial French experience. *Liver Transpl* 2020;26(11):1516-21. 14.
8. De Carlis L, Lauterio A, De Carlis R, et al. Donation after cardiac death liver transplantation after more than 20 minutes of circulatory arrest and normothermic regional perfusion. *Transplantation* 2016;100(4):e21-22. 15.
9. Hagness M, Foss S, Sorensen DW, et al. Liver transplant after normothermic regional perfusion from controlled donors after circulatory death: the Norwegian experience. *Transplant Proc* 2019;51(2):475-8.
10. Oniscu G.C. et al. Improved Organ Utilization and Better Transplant Outcomes With In Situ Normothermic Regional Perfusion in Controlled Donation After Circulatory Death. *Transplantation.* 2023 Feb 1;107(2):438-448.
11. <https://www.hus.fi/sites/default/files/2023-01/Toimintaohje%20DCD-munuais-ten%20talteenottoon%2C%2023.1.2023.pdf>