

## KUVANTAMISTUTKIMUKSET AIVOVERENKIERRON LOPPUMISEN OSOITTAMISEKSI

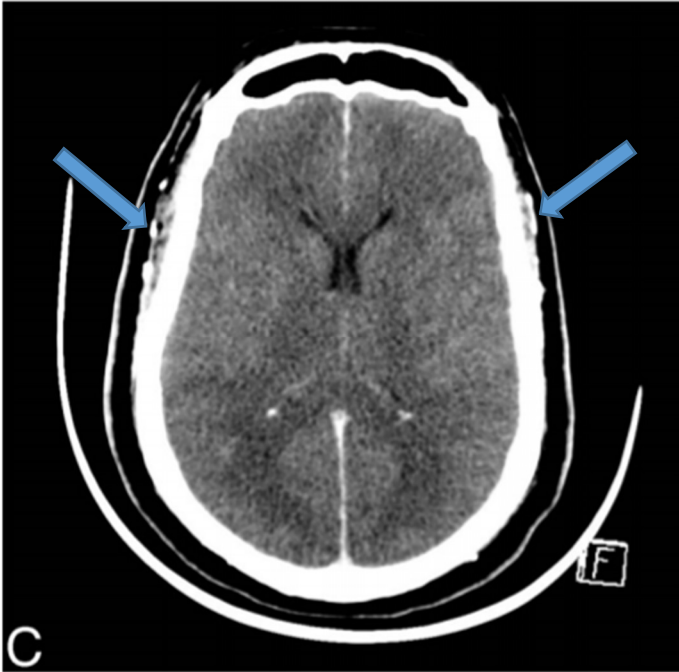
- Aivokuolemalla tarkoitetaan tilaa, jossa aivokudos on tuhoutunut niin, että elintärkeät aivotoiminnot ovat peruuttamattomasti loppuneet, riippumatta siitä sykkiikö sydän
- Valtaosassa tapauksista diagnoosi perustuu neurologisiin testeihin ja hengitystestiin
- Aivokuoleman toteavat neurologi/neurokirurgi/anestesiologi tai muu lääkäri joka on saanut koulutuksen tähän
- Aivokudoksen tuhoutumisen aiheuttanut mekanismi tulee olla selvitettyinä magneetti- tai tietokonetomografia-kuvauksella
- Joskus epävarmoissa tapauksissa (mm. kasvovammat, lääkeainevaikutus, epävarma tulos kliinisissä testeissä tms.) voidaan tehdä lisätutkimus aivoverenkierron loppumisen osoittamiseksi
- Kuvantamistutkimuksista aivosuonten angiografia (DSA) on ollut gold standard-tutkimus
- Käytössä on ollut myös aivosuonten tietokonetomografia-angiografiatutkimus (CTA)
- Tieteellinen näyttö CTA:sta on vähäisempi, mutta se on kuitenkin vakiinnuttanut asemansa paremman saatavuuden, nopeuden, vähemmän invasiivisuuden yms. syiden takia
- Tämän ohjeistuksen mukaan sekä DSA:ta että CTA:ta voidaan käyttää tapauskohtaisesti harkiten. Kuvantamismodaliteetin valinnan suorittaa klinikko yhdessä radiologin kanssa

### CTA - tutkimuksen suorittaminen ja tulkinta

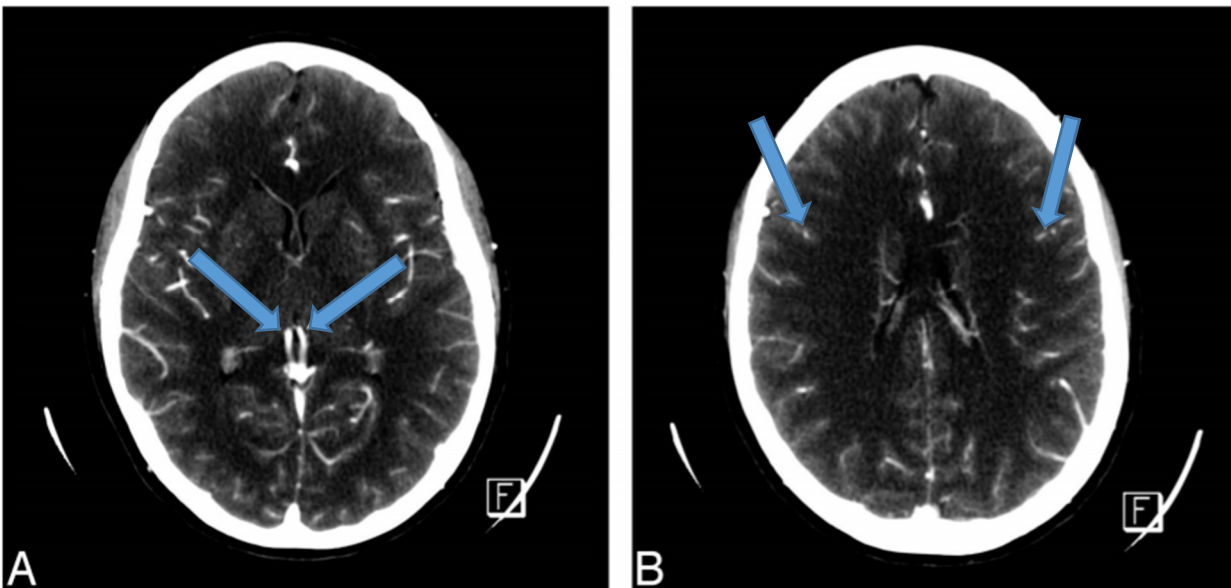
- tehdään neurologin/neurokirurgin/anestesiologin tai muun lääkärin läheteen perusteella
- 3-vaiheinen kuvaus: natiivina, arteriavaiheessa 20 s varjoaineruiskutuksen alusta, venavaiheessa 60 s ruiskutuksen alusta
- I.v. varjoaine: 350 mg/ml - 100 ml - 5 ml/sek
- Kuvausalue C2 nikamasta pääläelle
- natiivikuvista tarkistetaan ettei varjoainetta ole kallon sisällä
- arteriavaiheen kuvista tarkistetaan että arteria carotis externan haarat täyttyvät kallon ulkopuolella (**kuva 1**)
- venavaiheen kuvista (**kuva 2**) tarkastellaan kortikaalisia arteria cerebri median (MCA) haaroja (M4 segmentti) sekä vena cerebri interna (ICV) molemmista hemisfääreistä (2+2 suonta)-> tehostumisen puuttumisesta suonessa saa 1 pisteen, 4 pistettä viittaa aivoverenkierron puuttumiseen
- jos potilaalle on tehty esim. dekompressiivinen kraniektomia, tulkinta ei välttämättä ole luotettava

**Mallilausunto:** Kuvaus natiivina, arteriavaiheessa ja venavaiheessa. Natiivikuvauksessa ei todeta varjoainetta kallon sisällä. (+ mahdolliset muut löydökset). Arteriavaiheessa nähdään normaali täyttyminen arteria carotis externojen haaroissa kallon ulkopuolella. Venavaiheen kuvissa ei nähdä tehostumista kummallakaan puolella MCA:n kortikaalisissa haaroissa (M4-segmentti), eikä eikä kummankaan puolen ICV:ssä.

-edellä olevat löydökset viittaavat siihen että aivoverenkiertoa ei ole.



Kuva 1. Arteriavaiheen kuvauksessa arteria carotis externan haarat täyttyvät (nuolet).



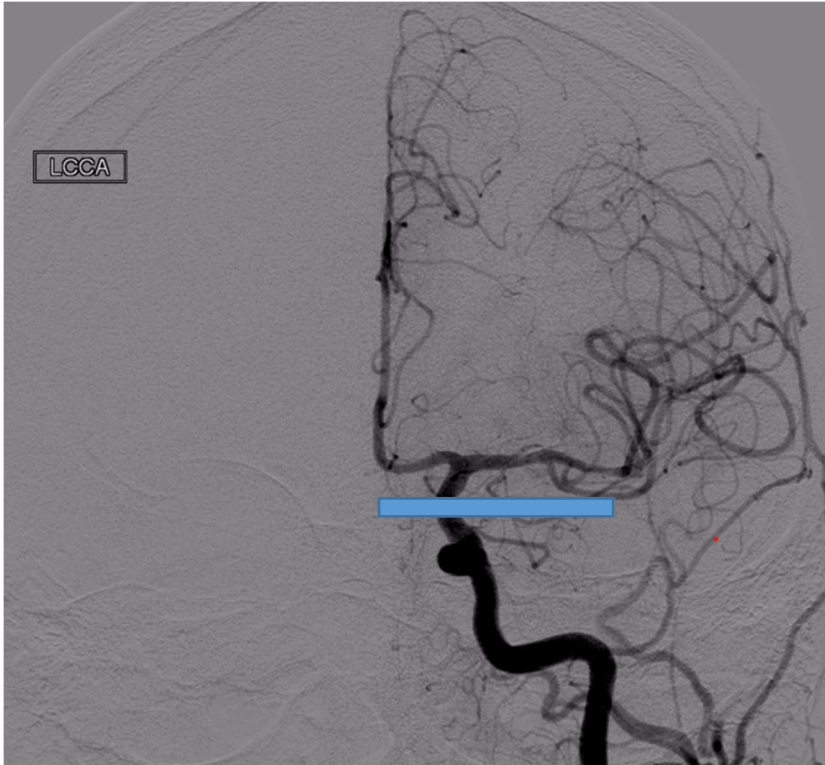
Kuva 2. Venavaiheen kuvat: A: Vena cerebri internat (ICV). B: Arteria cerebri median kortikaaliset haarat (MCA, M4 segmentti). (Kuvassa normaalilöydös).

### **DSA - tutkimuksen suorittaminen ja tulkinta**

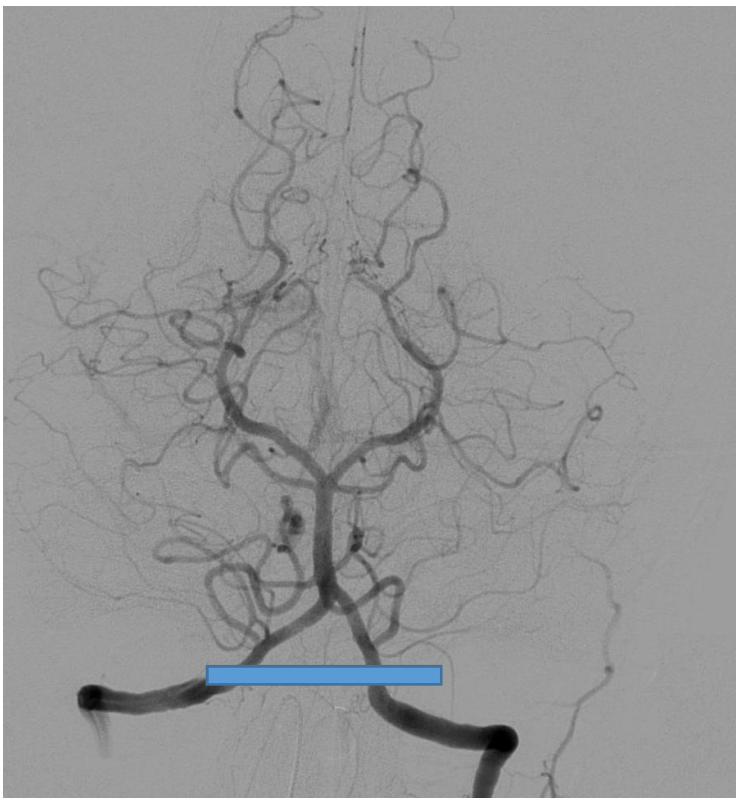
- tehdään neurologin/neurokirurgin/anestesiologin tai muun lääkärin läheteen perusteella
- nivuspunktio, katetroidaan vuorotellen selektiivisesti molemmat a. carotis communicet ja a. vertebralikset (tai toinen a. vertebralis)
- ruiskutukset paineruiskulla molempiin a. carotis communicisiin (4ml/sek, määrä 8 ml) ja a. vertebraliin (2 ml/sek, määrä 6 ml), pitkä kuvasarja ad 60 sekuntia
- tarkistetaan että a. carotis externat täyttyvät normaalisti
- jos varjoainetta ei näy ICA:n clinoideus anterior-tason distaalipuolella tai takakierrossa foramen magnumin yläpuolella, voidaan todeta että aivoverenkiertoa ei ole (ks.  **kuvat 4 ja 5**)
- selektiivisessä katetroinnissa paineruiskua käytettäessä voi varjoainetta mennä hieman näiden rajojen yli ja jäädä seisomaan paikoilleen (M1, a.vertebraliksen distaaliosa) ns. "stasis filling" -> tällöin voi tutkimuksen uusia esim aortaruiskutuksella
- verenpaineen mittaaminen, normotensio
- nivusen pistokohtaan sulkulaite (Angioseal tms.)

**Mallilausunto:** Katetroitu selektiivisesti molemmat arteria carotis communicet ja arteria vertebralikset. Ruiskutusten jälkeen varjoainetta ei nähdä ICA:iden clinoideus anterior-tason distaalipuolella, eikä takakierrossa foramen magnum tason yläpuolella. A. carotis externat täyttyvät normaalisti.

-edellä olevat löydökset viittaavat siihen, että aivoverenkiertoa ei ole.

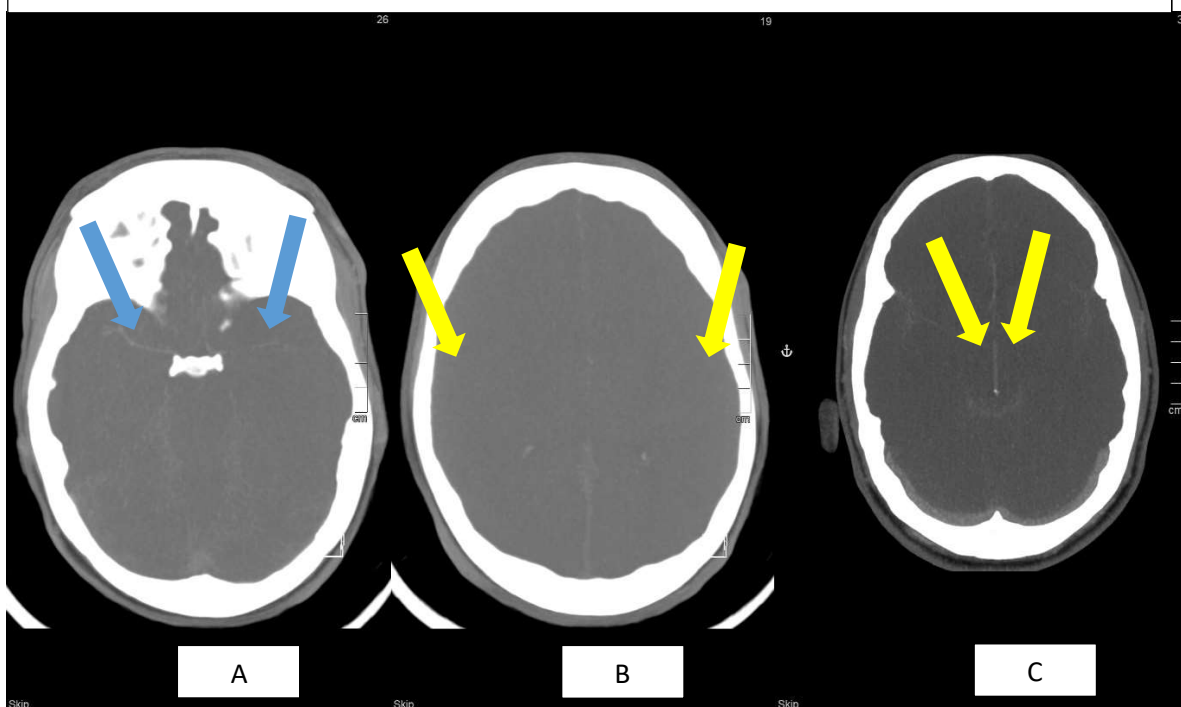


Kuva 4. Jos varjoaine ei mene clinoideus anterior-tason (sininen palkki) yläpuolelle carotisruiskutuksessa, tämä viittaa aivoverenkierron puuttumiseen. (kuvassa normaalilöydös)

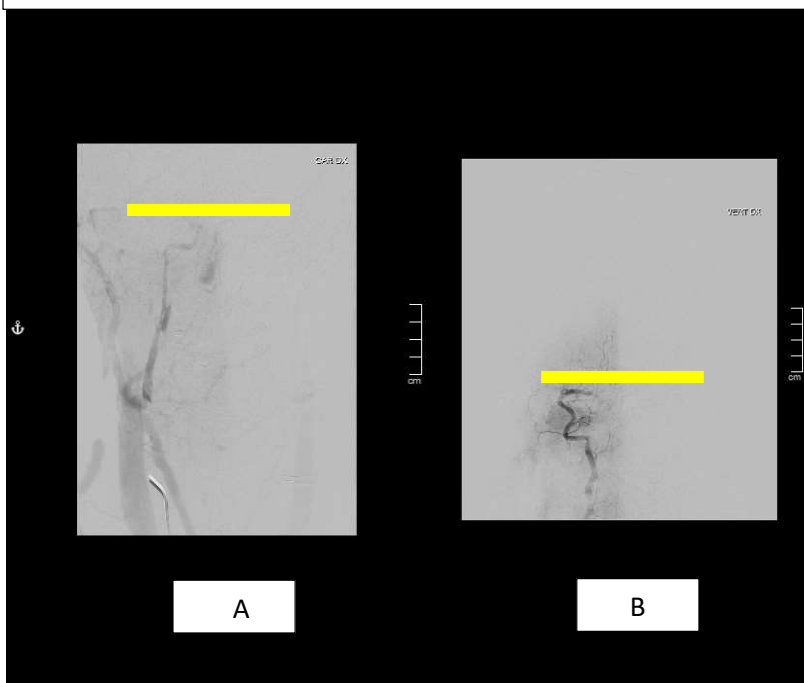


Kuva 5. Jos varjoaine ei mene foramen magnum-tason (sininen palkki) yläpuolelle vertebralisruiskutuksessa, tämä viittaa aivoverenkierron puuttumiseen. (kuvassa normaalilöydös)

## Esimerkkitapauksia



**A** Venavaiheen kuvassa M1 ja M2 segmenteissä näkyy hentoa tehostumista (siniset nuolet) **B** Kortikaalisissa M4 segmenteissä ei tehostumista = 1p + 1p (keltaisten nuolten alue) **C** Vena cerebri internoissa ei tehostumista (keltaisten nuolten alue) 1p + 1p = yhteensä 4 p, ei aivoverenkiertoa. (Huom. Kuvissa on SA-vuotoa, joka näkyy likvortiloissa kirkkaana).



**A** Varjoaine ei etene clinoideus anterior-tason yläpuolelle (keltainen palkki) A. carotis comm. ruiskutus, AP-suunnan kuva.

**B** Varjoaine ei etene foramen magnum tason yläpuolelle (keltainen palkki) A. vertebralis ruiskutus, AP-suunnan kuva

= ei aivoverenkiertoa

Lähteet:

- Evidence-based guideline update: Determining brain death in adults; American Academy of Neurology; Wijdicks et al; Neurology 74, June 8 2010; 1911-1918
- Computed tomography (CT) angiography for confirmation of the clinical diagnosis of brain death; Taylor et al; Cochrane Library; Cochrane database of systematic reviews; 2014; Issue 3
- CT angiography for Brain Death diagnosis; Frampas et al; American Journal of Neuroradiology; 2009 Sep; Issue 30; 1566-1570 (*Kuvat 1 ja 2*)
- Angiography in Brain Death; Bradac et al; Neuroradiology 7, 25-28 (1974)
- Imaging tests in determination of brain death; Lugt, Aad van der; Neuroradiology (2010) 52: 945-947
- Kuoleman toteaminen – Opas terveydenhuollon henkilöstölle; Sosiaali- ja terveysministeriön oppaita 2004:5
- Computed tomography angiography in the diagnosis of brain death: A systemic review and meta-analysis; Kramer et al; Neurocritic Care (2014); 21:539-550
- Revised CT angiography venous score with consideration of infratentorial circularion value for diagnosing brain death; Marchand et al; Annal of Intensive care (2016) 6:88
- Computed tomography angiography as a confirmatory test for the diagnosis of brain death; Garrett et al; Journal of Neurosurgery 128:639-644; 2018
- Dynamic evaluation of stasis filling phenomenon with computed tomography in diagnosis of brain death; Sawicki et al; Neuroradiology (2013) 55: 1061-1069

**Lisätietoa:** [juha.jarvelainen@hus.fi](mailto:juha.jarvelainen@hus.fi)

**Laatijat:** Neuroradiologi Juha Järveläinen + työryhmä: Valtakunnallinen elinluovutuskoordinaattori Anna-Maria Koivusalo, neurologi Kirsi Rantanen, neuroradiologi Juha Martola, neurologi Daniel Strbian, neuroradiologi Marko Kangasniemi, neuroradiologi Maarit Palomäki, neurokirurgi Jarno Satopää, neuroanestesiologi Ann-Christine Lindroos

**Voimaantulopäivä** 17.12.2020

**Kohderyhmä:** Radiologit, neurologit, neurokirurgit, anestesia lääkärit, röntgenhoitajat, muut lääkärit, sairaanhoitajat