



# Yleisimpiä pään alueen löydöksiä magneettitutkimuksissa

Irmeli Lehto

Laura Poutanen

OPINNÄYTETYÖ  
Lokakuu 2024

Röntgenhoitajan tutkinto-ohjelma

# TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu

Röntgenhoitajan tutkinto-ohjelma

LEHTO, IRMELI & POUTANEN, LAURA:

Yleisimpiä pään alueen löydöksiä magneettitutkimuksessa

Opinnäytetyö 33 sivua, joista liitteitä 1 sivu

Lokakuu 2024

---

Magneettitutkimusten yleisimpien löydöksiä hahmottaminen jo opiskeluaikoina kuvista on tärkeä osa röntgenhoitajaopiskelijan diagnostisen osaamisen kehittymistä. Pään magneettitutkimuksissa toistuvat yleisimmät löydökset, joiden esiin saattamista kuvamateriaalista voidaan jo opintoaikoina harjoitella. Löydösten hahmottamista magneettikuvista helpottaa tietämys yleisimmistä käytettävissä olevista sekvensseistä ja tietämys siitä, millaisin termein löydöksiä erotettavuutta voidaan kuvailla.

Tarkoituksena oli laatia Tampereen ammattikorkeakoulun magneettitutkimukset opintojaksolle opetusmateriaali yleisimmistä pään alueen löydöksistä magneettikuvauksessa PowerPoint diaesityksen muodossa sekä teoreettinen viitekehys tuotteelle. Teimme opetusmateriaalin PowerPoint esitykseksi, josta tuotettiin muokattava pohja Tampereen Ammattikorkeakoulun opettajien opetuskäyttöön. Tavoitteena oli lisätä röntgenhoitajaopiskelijoiden tietämystä yleisimpiin pään alueen löydöksiin liittyen. Opinnäytetyön raportti tukee PowerPoint esitystä ja raportissa käsitellään löydöksiä ja niiden erottumiskykyä kuvista teoriassa tarkemmin. Opinnäytetyö tehtiin yhteistyössä Tampereen ammattikorkeakoulun kanssa.

PowerPoint esityksessä esiteltiin muutamia yleisimpiä pääalueen löydöksiä sekä niiden yhteydessä käytetyimpiä sekvenssivalintoja. PowerPoint haluttiin pitää yksinkertaisena ja selkeänä, joten ylimääräistä tekstiä vältettiin ja pääpaino oli nimenomaan vain löydöksissä ja niiden erotettavuuden keinoissa. Powerpointissa esiteltiin yleisimpiä pään alueen löydöksiä, oletuksena, että opiskelija hallitsee pääalueen yleisen topografisen anatomian. PowerPoint esityksen yleisilme toteutettiin tummalle taustalle, jotta kuvat mukailisivat röntgenhoitajan työolosuhteita.

---

Asiasanat: magneettikuvaus, pääalueen löydökset, PowerPoint, aivoverenkiertohäiriöt, aivokasvaimet

## ABSTRACT

Tampereen Ammattikorkeakoulu

Tampere University of Applied Sciences

Degree program in radiography and radiotherapy

Lehto, Irmeli & Poutanen Laura:

Most common findings in the head MRI

Bachelor's thesis 33 pages, 1 appendices page

October 2024

---

Developing a radiography student's diagnostic skills is significantly dependent on understanding the most common findings in magnetic resonance imaging (MRI) studies. The most frequent findings are repeatedly seen, and practicing the identification of these from images can begin during the studies. Familiarity with the most commonly used sequences and knowledge of the terminology used to describe the distinguishability of findings helps in interpreting MRI scans.

The aim is to create educational material for the MRI course at Tampere University of Applied Sciences, focusing on the most common head MRI findings, presented in the form of a PowerPoint presentation along with a theoretical framework for the product. We created the educational material as a PowerPoint presentation, which was designed to be a customizable template for teaching use by the instructors at Tampere University of Applied Sciences. The goal was to enhance the radiography students' knowledge of the most common head MRI findings. The thesis report supports the PowerPoint presentation by providing a more detailed theoretical discussion of the findings and their distinguishability in images. This thesis was completed in collaboration with Tampere University of Applied Sciences.

The PowerPoint presentation introduced a few of the most common head findings along with the most frequently used sequence choices related to them. The presentation was intentionally kept simple and clear, avoiding unnecessary text and focusing primarily on the findings and the methods of distinguishing them. The assumption was that students already have a basic understanding of the topographic anatomy of the head. The overall look of the PowerPoint was designed with a dark background to mimic the working conditions of radiographers.

Key words: MRI, head MRI, PowerPoint, cerebrovascular disorder, brain tumors

---

## SISÄLLYS

|   |    |
|---|----|
| 1. JOHDANTO .....   | 6  |
| 2. MAGNEETTIKUVAUS .....  | 7  |
| 2.1 Magneettikuvaus yleisesti .....   | 7  |
| 2.2 Yleistä pään magneettitutkimuksissa käytettävistä sekvensseistä ..              | 8  |
| 2.3 T1, T2 ja FLAIR keskeisyys MK:ssa.....  | 9  |
| 2.4 Löydösten erottaminen MK-kuvissa .....  | 10 |
| 2.5 Varjoaineen merkitys löydöksen havaitsemisessa .....                            | 11 |
| 2.6 Rasvavaimennus (FATSAT) erottelun parantamiseksi.....                           | 12 |
| 3. YLEISIMMÄT PÄÄN ALUEEN AIVOVERENKIERTOHAIRIÖIHIN VIIT-<br>TAAVAT LÖYDÖKSET ..... | 13 |
| 3.1 Aivoverenkiertohäiriöt.....   | 13 |
| 3.2 Aivoinfarkti.....   | 13 |
| 3.3 Aivojensisäinen verenvuoto (ICH) .....  | 15 |
| 3.4 Aivokalvonalainen verenvuoto (SAV) .....  | 16 |
| 3.5 Aivolaskimoiden tromboosi (sinustromboosi) .....                                | 18 |
| 4. YLEISIMMÄT PÄÄN ALUEEN AIVOKASVAINLÖYDÖKSET .....                                | 19 |
| 4.1 Aivokasvainten esiintyvyys ja käsitteistöä .....                                | 19 |
| 4.2 Glioomat.....   | 19 |
| 4.3 Meningeoomat .....  | 20 |
| 4.4 Schwannoomat .....  | 21 |
| 5. OPINNÄYTETYÖN TOTEUTUS .....   | 22 |
| 5.1 Toiminnallinen opinnäytetyö.....  | 22 |
| 5.2 PowerPoint esityksen suunnittelu ja toteutus .....                              | 22 |
| 6. POHDINTA .....   | 25 |
| 6.1 Opinnäytetyön arviointi ja kehitysehdotukset .....                              | 25 |
| 6.2 Eettisyys ja luotettavuus.....  | 26 |
| LÄHTEET.....  | 28 |
| LIITTEET .....  | 33 |
| Liite 1. PowerPoint diaesitys .....   | 33 |

**LYHENTEET JA TERMIT**

|        |   |
|--------|---|
| ADC    | Diffuusiokerroin                                |
| DWI    | Diffuusiopainotteinen sekvenssi                 |
| GRE    | Gradienttikaiku sekvenssi                       |
| FLAIR  | Aivo- ja selkäydinnesteitä vaimentava sekvenssi |
| FATSAT | Rasvasaturaatio                                 |
| PWI    | Perfuusiopainotteinen kuvantaminen              |
| TAMK   | Tampereen ammattikorkeakoulu                    |
| SWI    | Herkkyspainotteinen kuvantaminen                |
| WHO    | Maailman terveysjärjestö                        |

## 1. JOHDANTO

Magneettitutkimus eli magneettikuvaus (MK) on lääketieteessä hyödynnetty kuvausmenetelmä. Magneettikuvauksen avulla voidaan muodostaa sekä kaksi- että kolmiulotteisia leikekuvia. Magneettitutkimus perustuu kehon kudosten protonien ydinmagneettisiin ominaisuuksiin. Opinnäytetyössä keskitytään yleisimpiin pään alueen löydöksiin, joihin magneettikuvaus soveltuu erityisen hyvin. (STUK 2016.) Magneettikuvauksella voidaan selvittää pään tai kaulan alueen syövän tai sarkooman tilannetta (Syövän toteaminen ja tutkimukset 2024). Siitä on myös hyötyä aivoverenkiertohäiriöiden diagnostiikassa. Esimerkiksi akuutin infarktin koko voidaan määrittää sekä sitä ympäröivän verenkiertohäiriön laajuus. (Duodecim 1997.)

Toiminnallisessa opinnäytetyössä tehdään tuote, jonka suunnittelussa ja toteutuksessa käytetään visuaalisia ja viestinnällisiä keinoja (Vilkkä & Airaksinen 2003). Laadukas esitys on ulkoasultaan yhtenäinen ja siinä on huomioitava dian sisältö sekä rakenne (Välisalo 2016). Audiovisuaalisia keinoja hyödyntäen havainnollistetaan esitettävät asiat (Alamäki & Luukkonen 2002). Hyvä oppimateriaali ei ainoastaan tarjoa vastauksia, vaan antaa myös palautetta, haasteellisia lisätehtäviä ja on riittävän vaihtelevaa erilaisten oppijoiden kannalta (Uusikylä & Atjonen 2007).

Opinnäytetyö tehdään toiminnallisena opinnäytetyönä Tampereen ammattikorkeakoululle. Opinnäytetyössä käsitellään yleisimpien pään alueen magneettitutkimuksilla tehtyjä löydöksiä teoreettisesti. Opinnäytetyön tuotteena valmistuu visuaalinen oppimateriaali, jota voidaan hyödyntää magneettitutkimukset opintojaksolla Tampereen ammattikorkeakoulussa. Tavoitteena on, että tuote lisää opiskelijoiden tietämystä yleisimpiin löydöksiin liittyen. Lopullisena tuotteena valmistuu PowerPoint -esityksenä toteutettu diasarja, jossa on erilaisia magneettikuvasarjoja eri painotuksin yleisimmistä pään alueen löydöksistä magneettikuvauksessa.

## 2. MAGNEETTIKUVAUS

### 2.1 Magneettikuvaus yleisesti

Pään magneettikuvaus on kuvantamismenetelmistä paras vaihtoehto aivojen kuvantamisessa. Se on tarkka ja turvallinen menetelmä, jossa potilaalle ei aiheudu ionisoivaa säteilyä eri kuvantamismenetelmiin verrattuna. (Suoranta & Jääskeläinen 1994.)

Aivoinfarkti näkyy magneettikuvauksessa aikaisemmin kuin tietokonetomografiassa. MK on erityisen hyvä aivorungon, pikkuaivojen, syvien aivoalueiden ja ohi-molohkojen muutosten havaitsemiseen. (Suoranta & Jääskeläinen 1994.)

Suorannan ja Jääskeläisen (1994) mukaan magneettikuvaus soveltuu hyvin kasvainten kuvantamiseen. Kuvantamisen tavoitteena on havaita kasvain, määrittää sen tarkka sijainti ja tehdä erotusdiagnosi. Magneettikuvaus on yleensä herkempi menetelmä kuin tietokonetomografia. (Suoranta ja Jääskeläinen 1994.)

Kuvan muodostamiseen käytetään voimakasta magneettikenttää ja heikompia magneettikenttiä, jotka vaihtelevat sijainnin ja ajan mukaan. Nämä heikommät kentät auttavat paikantamaan signaalin, joka vastaanotetaan erilaisilla keloilla. (Vaara ym. 2021.)

Magneettikuvauksessa saadaan yleensä yhdellä kertaa leikkauskuvia yhdestä suunnasta, kuten vaakatasosta. Jotta kaikki rakenteet näkyisivät selkeästi, kuvataan vähintään kahdesta eri suunnasta. Paras kuvaussuunta valitaan sen mukaan, mikä on kuvattava alue ja mitä halutaan tutkia. (Vaara ym. 2021.)

Vaaran ym. (2021) mukaan magneettikuvauksessa käytetään erilaisia kuvausmenetelmiä, jotta eri kudokset erottuisivat paremmin ja saataisiin selkeä kokonaiskuva tutkittavasta alueesta. Magneettikuvauksessa voidaan myös käyttää kolmiulotteisia kuvausmenetelmiä, jotka mahdollistavat erisuuntaisten kuvien laskeamisen jälkikäteen. Näiden käyttö on kuitenkin rajoitettua, koska niiden tarkkuus ei yleensä ole yhtä hyvä kuin perinteisissä kaksiulotteisissa kuvissa. Kolmiulot-

teiset menetelmät ovat kuitenkin kehittyneet paljon viime vuosina, ja niitä suositellaan joissain tapauksissa, joissa ei tarvita millimetrin tarkkuutta, kuten sappikivien tai aivojen kuvantamisessa. (Vaara ym. 2021.)

## 2.2 Yleistä pään magneettitutkimuksissa käytettävistä sekvensseistä

Magneettikuvien tulkinta vaatii magneettifysiikan perusteiden ymmärtämistä. Magneettikuvasekvenssejä voidaan painottaa eri tavoin, jolloin kudokset erottuvat erilaisina. Eri sekvenssit täydentävät toisiaan ja tarjoavat lisää informaatiota, jolloin saadaan kokonaiskuva kuvatusta kohteesta. Sekvenssit vaihtelevat kysymyksenasettelun mukaan ja paikalliset käytännöt voivat erota toisistaan. (Vaara ym. 2021.)

Sekvensseillä tarkoitetaan tiettyjä kuvausasetuksia, jotka on suunniteltu korostamaan tiettyjä kudosten ominaisuuksia magneettikuvissa mahdollisimman tehokkaasti. Erilaiset sekvenssien painotukset auttavat muodostamaan rakenteet ja tautiprosessit selkeämmin näkyviksi, mikä helpottaa kliinikkoa tekemään tarkkoja diagnooseja. Nämä sekvenssit suunnitellaan yhteistyössä radiologien, sairaalafyysikoiden, röntgenhoitajien ja joskus myös laitevalmistajien kanssa. Sekvenssit valitaan kuvausprotokollaan kliinisen kysymyksen, kuvattavan kohteen, laitteen ja potilaan ominaisuuksien perusteella. Magneettikuvauksen fysikaalisen taustan ymmärtäminen on tärkeää, jotta eri sekvenssit voidaan käyttää tehokkaasti. (Vaara ym. 2021.)

T1-relaksaatiolla tarkoitetaan nettomagnetisaation palautumista pitkittäissuuntaiseksi ulkoisen magneettikentän mukaisesti, kun taas T2-relaksaatiolla viitataan nettomagnetisaation poikittaiseen palautumiseen. Radiotaajuisten virityspulssien toisto aika eli TR-aika vaikuttaa siihen, kuinka paljon nettomagnetisaatiosta ehtii palautua pitkittäissuuntaiseen lepotilaan ja tuottaa signaalia ennen seuraavan virityspulssin alkamista. Kaikuaika eli TE-aika puolestaan kuvaa aikaa virityspulssin ja signaalin tallennuksen välillä. Myös protonitiheyttä voidaan käyttää, vaikka siitä puhutaan harvemmin. Jotkin kuvausmenetelmät eivät keskity T1- tai T2-ai-koihin, vaan niitä käytetään esimerkiksi liikkuvien kudosten, virtausten tai raudan kertymien kuvaamiseen. TR-ajalla eli toistoajalla on merkittävä rooli, sillä sen

avulla säädetään, kuinka paljon kudoksen T1- ja T2-ominaisuudet vaikuttavat kuvaan. TR-aika vaikuttaa erityisesti T1-painotteisiin kuviin niin, että lyhyempi TR korostaa T1-eroja, jolloin rasvakudos näkyy kirkkaampana. Pidempi TR puolestaan vähentää T1-vaikutusta, jolloin kuvasta saadaan enemmän protonitiheyttä korostava. T2-painotteisissa kuvissa pitkät TE-ajat korostavat T2-relaksaatiota, jolloin nestemäiset alueet, kuten turvonnut kudos, näkyvät kirkkaampina. Lisäksi magneettikuvausta voidaan käyttää T1- ja T2-relaksaatiosta poikkeaviin tutkimustarkoituksiin, kuten liikkuvien kudosten, virtausten ja raudan kertymien arviointiin, jolloin TR- ja TE-aikoja säädetään näihin erityistarpeisiin sopiviksi. (Vaara ym. 2021). T1- ja T2-painotteiset sekvenssit ovat osa lähes kaikkien magneettikuvauksien protokollia (Baba 2022).

### **2.3 T1, T2 ja FLAIR keskeisyys MK:ssa**

T1-sekvenssissä eri kudokset näkyvät eri signaalin intensiteeteillä. Nesteet, kuten virtsa ja aivo-selkäydinneste, näkyvät matalalla signaalin intensiteetillä eli mustina. Lihaskudos puolestaan näkyy keskitason signaalin intensiteetillä, joka vastaa harmaata sävyä. Rasva erottuu kuvissa korkealla signaalin intensiteetillä eli valkoisena. Aivoissa harmaa aine näkyy keskitason signaalin intensiteetillä, eli harmaana, kun taas valkea aine on hyperintensiivinen suhteessa harmaaseen aineeseen, ja erottuu siten valkoisena. (Baba 2022.)

T2-painotteisissa kuvissa eri kudosten signaalin intensiteetit vaihtelevat ilman lisämuokkauksia. Nesteet, kuten virtsa ja aivo-selkäydinneste, näkyvät korkealla signaalin intensiteetillä eli valkoisina. Lihaskudos taas näkyy keskitason signaalin intensiteetillä harmaana, ja rasva erottuu myös valkoisena korkean intensiteetin vuoksi. Aivojen osalta harmaa aine näkyy harmaana, koska sen signaalin intensiteetti on keskitasoa, kun taas valkea aine on tummahko, eli sen signaalin intensiteetti on matalampi verrattuna harmaaseen aineeseen. (Baba 2022.)

Aivoissa halutaan usein havaita parenkyymien turvotus ilman, että kirkas aivo-selkäydinneste häiritsee kuvaa. Tämän vuoksi vaimennetaan aivo-selkäydinnesteen signaali, ja tätä sekvenssiä kutsutaan FLAIR:iksi. FLAIR-kuvat saattavat aluksi näyttää samankaltaisilta kuin T1-kuvat, koska aivo-selkäydinneste näkyy

tummana. Paras keino erottaa nämä kaksi on tarkastella harmaan ja valkean aineen eroa. T1-sekvensseissä harmaa aine on tummempi kuin valkea aine. T2-painotteisissa sekvensseissä, olipa neste vaimennettu tai ei, valkea aine on tummempi kuin harmaa aine. (Baba 2022.)

## 2.4 Löydösten erottaminen MK-kuvissa

Magneettikuvauksessa käytetään usein sanaa intensiteetti kuvaamaan kudosten tai nesteen harmaasävyjä kuvissa. Tässä yhteydessä käytetään absoluuttisia termejä, kuten korkea signaalin intensiteetti tarkoittaen valkoista, keskitason signaalin intensiteetti viitaten harmaaseen ja matala signaalin intensiteetti kuvaten mustaa. Lisäksi käytössä on suhteellisia termejä, kuten hyperintensiivinen, joka tarkoittaa, että kuvattava kohde on kirkkaampi kuin vertailukohde. Isointensiivinen puolestaan viittaa siihen, että kirkkaus on sama kuin vertailukohteessa, ja hypointensiivinen tarkoittaa, että kohde on tummempi kuin vertailtava alue. (Baba 2022.)

Eri kudoksilla ja materiaaleilla on omat, erilaiset diffuusiokertoimensa, jotka helpottavat erottuvuutta. Diffuusiopainotteisissa DWI-sekvensseissä voidaan mitata diffuusiota diffuusiokertoimen avulla. Diffuusion havaitsemiseen vaikuttavat myös käytetyt diffuusiogradientit. Veden molekyylin diffuusio näkyy kudostasolla. Voimakkaasti diffuusiopainotteisessa kuvassa alueet, joilla molekulaarinen diffuusio on suurta, näkyvät heikkoina signaaleina. Sen sijaan pienemmällä diffuusiokertoimella saadaan voimakkaampi signaali. (Lääketieteellinen Aikakauskirja Duodecim 1997.) Eri kudoksilla on erilainen signaalin intensiteetti. Nesteet, kuten virtsa ja aivo-selkäydinneste, eivät rajoita vesimolekyylin diffuusiota, kun taas pehmytkudoksilla, kuten lihaksilla, kiinteillä elimillä ja aivoilla, on keskitason vaikutus diffuusioon. Rasvakudos sen sijaan tuottaa vähän signaalia, koska siinä on vähän vettä. Aivojen tapauksessa, harmaa aine näkyy keskitason signaalin intensiteetillä, valkea aine on hieman tummempi kuin harmaa aine, ja aivo-selkäydinneste näkyy matalana, mustana signaalina. Akuutit patologiat, kuten iskeeminen aivoinfarkti, solukasvaimet tai märkäpesäkkeet, ilmenevät usein lisääntyneenä signaalina. (Baba 2022.) Vapaassa tilassa vesi leviää tasaisesti joka suuntaan. Kudoksessa vesimolekyylit kuitenkin törmäävät soluihin ja niiden rakenteisiin, mikä rajoittaa niiden liikkumista. Lisäksi solukalvojen läpi kulkeminen estää

vettä liikkumasta vapaasti. Aivojen valkean aineen tiiviissä hermosäiekimpussa vesi liikkuu enemmän hermosäikeiden suuntaisesti kuin poikittain niiden yli. (Lääketieteellinen Aikakauskirja Duodecim 2007.)

Diffuusiopainotteisia kuvia tulkitaan yhdessä laskennallisen ADC-kartan kanssa, joka antaa tietoa vesimolekyylien liikkumisesta kudoksessa. ADC-kartan avulla voidaan arvioida, ovatko diffuusiokuvissa näkyvät kirkkaat alueet merkinä oikeasta rajoittuneesta diffuusiosta, esimerkiksi kudoksen vaurioista tai tulehduksesta, vai johtuuko kirkkaus T2-relaksaation vuoksi hitaasti palautuvasta kudossignaalista. Tämä erotuskyky auttaa tarkentamaan, mitä kuvan kirkkaus todella edustaa, ja tekee kuvantamisesta luotettavampaa. (Vaara ym. 2021.) Apparent diffusion coefficient eli ADC -arvot saadaan sarjasta diffuusiopainotteisia kuvia, joissa käytetään erilaisia gradientteja. Tutkimukset ovat osoittaneet, että ADC-arvojen avulla voidaan erottaa toisistaan erilaisia aivo- ja kallonpohjan kasvaimia, kuten pahanlaatuiset ja hyvänlaatuiset meningeoomat, korkea- ja matala-asteiset glioomat, aivometastaasit sekä vestibulaari-schwannoomat. (Momeni ym. 2021.)

## **2.5 Varjoaineen merkitys löydöksen havaitsemisessa**

Magneettikuvauksessa yleisimmin käytetyt varjoaineet perustuvat gadoliniumin käyttöön (Baba 2022). Gadoliniumionit vaikuttavat vesimolekyyliin siten, että ne lyhentävät vetyionien T1-relaksaatioaikaa magneettikuvauksessa. Tämä lyheneminen ilmenee T1-painotteisissa kuvissa voimakkaana signaalina, eli vaaleana alueena. (Parviainen, Ovissi & Helanterä 2018.) Varjoaine annetaan laskimoon, yleensä 5–15 millilitran annoksena. Kuvantaminen tehdään muutaman minuutin kuluttua aineen antamisesta. Patologisilla alueilla, kuten kasvaimissa ja tulehduksellaisilla infektioalueilla, varjoaine kertyy useimmiten vuotavien verisuonten takia. Tämän vuoksi nämä alueet näkyvät kirkkaampina kuin ympäröivä terve kudos. Usein varjoaineen jälkeen otetuissa T1-sekvensseissä käytetään myös rasvavaimennusta, jotta ero olisi helpompi havaita. (Baba 2022.)

## 2.6 Rasvavaimennus (FATSAT) erottelun parantamiseksi

Rasvanvaimennus on menetelmä, jota käytetään monissa T1-painotteisissa sekvensseissä rasvan kirkkaan signaalin poistamiseksi (Baba 2022). Rasvan vaimennusta käytetään yleisesti magneettikuvantamisessa rasvakudoksen signaalin vaimentamiseksi tai rasvakudoksen havaitsemiseksi. Sitä voidaan soveltaa sekä T1- että T2-painotteisiin sekvensseihin. (Mateusz Wilczek 2024.)

Hyvin yleinen tilanne T1-painotteisissa sekvensseissä on, kun on annettu gadolinium-pohjaista varjoainetta. Rasvanvaimennus tekee tällöin helpommaksi havaita tehostuneet kudokset, jotka erottuvat paremmin. Toiseksi voidaan hyötyä, kun halutaan todistaa jonkin kudoksen sisältävän rasvaa. Jos kudoksesta muuttuu tummaksi rasvanvaimennetuissa kuvissa, se viittaa rasvapitoisuuteen. (Baba 2022.)

### 3. YLEISIMMÄT PÄÄN ALUEEN AIVOVERENKIERTOHÄIRIÖIHIN VIITTAAVAT LÖYDÖKSET

#### 3.1 Aivoverenkiertohäiriöt

Suomessa aivoverenkiertohäiriöt ovat yleisimpiä kuolinsyitä (Atula 2023). Ihmisiä kuoli vuonna 2021 aivoverisuonien sairauksiin Suomessa yhteensä 3951 henkilöä (THL 2024). Aivoverenkiertohäiriöt (AVH) ovat sairauksia, jotka liittyvät aivojen verisuoniin tai verenkiertoon. Aivohalvauksella tarkoitetaan aivotoimintojen häiriötä, joka voi johtua aivoinfarktista, aivojen sisäisestä verenvuodosta (ICH), aivokalvojen alaisesta verenvuodosta (SAV) tai aivolaskimoiden tukoksesta (sinustromboosi). (Suomalaisen Lääkäriseuran Duodecimin ja Suomen Neurologinen Yhdistys ry:n asettama työryhmä 2024.) Yleisin aivoverenkiertohäiriö on aivoinfarkti (THL 2024).

Aivoverenkiertohäiriöitä voidaan selvittää magneettitutkimuksien avulla. Magneettikuvauksella voidaan tutkia aivojen takakuoppa-aluetta, kuten pikkuaivoja ja aivorunkoa. Siitä on myös hyötyä infarktien kuvantamisessa sekä aivojen pienten suonten tauteihin liittyvissä kroonisten muutosten osoittamisessa. (Putaala, Vanninen & Manninen 2016.) Kroonisella tarkoitetaan pitkäaikaista ilmentymää (Duodecim Terveyskirjasto 2016). Kiinnostuksen kohteena olevia muutoksia ovat aivoissa syvimpien osien valkean aineen poikkeavuudet, oireettomat infarktit, mikrovuodot sekä laajentuneet perivaskulaaritulat (Putaala, Vanninen & Manninen 2016). Perivaskulaaritulalla tarkoitetaan nestetäytteisiä tiloja, jotka ympäröivät aivojen pieniä valtimoita ja laskimoita sekä kapillaareja (Bell 2024).

#### 3.2 Aivoinfarkti

Aivoinfarkti tarkoittaa aivojen pysyvää vauriota, joka johtuu riittämättömästä verenkierrasta eli iskemiasta (Suomalaisen Lääkäriseuran Duodecimin ja Suomen Neurologinen Yhdistys ry:n asettama työryhmä 2024). Aivoverisuonitukos on esimerkki aivoinfarktista sairautena, jossa verisuonen äkillisen tukkeutumisen seurauksena aivokudos jää ilman verenkiertoa ja happea kyseisellä alueella. Tämä

johtaa paikallisen aivokudoksen pysyvään kuolioon. Usein tukkeuma aiheutuu verihyytymästä ahtautuneessa valtimossa, mutta se voi myös johtua esimerkiksi sydäimestä tai kaulavaltimosta tulevasta hyytymästä. (Aivoliitto 2024.) Yleinen syy aivoinfarktille on ateroskleroosi eli valtimoiden kovettumatauti (Terveyskylä 2023).

Aivoinfarktin diagnosoinnissa ja erottelussa magneettikuvaus tarjoaa useita keskeisiä sekvenssejä, joilla voidaan tarkasti arvioida aivokudoksen vaurioita, iskemian laajuutta sekä erottaa mahdollisesti palautuva kudos peruuttamattomasti vaurioituneesta kudoksesta. Esimerkkejä MK-sekvensseistä ovat T2-painotteiset kuvat, rasvasaturoidut T1-painotteiset kuvat, FLAIR, diffuusiopainotteinen kuvantaminen (DWI) sekä perфуusiopainotteinen kuvantaminen (PWI), joilla kullakin on oma roolinsa löydösten havaitsemisessa ja arvioinnissa. (Leiva-Salinas ym. 2010.)

T2- ja FLAIR-kuvat tarjoavat hyvän kontrastin iskeemisen eli hapenpuutteesta kärsivien kudoksen ja terveiden alueiden välillä. T2-painotteisissa sekä flair-painotteisissa kuvissa aivoinfarkti näkyy hyperintensiteettinä yleensä 3-8 tunnin kuluessa infarktin alkamisesta, mikä auttaa arvioimaan vaurion laajuutta. FLAIR-kuvat ovat erityisen hyödyllisiä vanhempien infarktien sekä pienien suonten sairauksien havaitsemisessa. (Leiva-Salinas ym. 2010.)

Rasvasaturoitu T1-painotteinen kuvaus on MR-kuvantamismenetelmä, jossa kudoksista poistetaan rasvakudoksen signaali, jotta muut rakenteet näkyisivät tarkemmin. Tätä tekniikkaa käytetään erityisesti silloin, kun epäillään kaulavaltimon dissekaatiota eli valtimon seinämän repeämää. Dissektiossa veri pääsee valtimon seinämän sisälle, ja tämä veri näkyy kirkkaamana T1-rasvasaturoiduissa kuvissa, koska sen hemoglobiini muuttuu methemoglobiiniksi muutaman päivän kuluessa repeämästä. (Leiva-Salinas ym. 2010.)

Diffuusiopainotteinen kuvaus (DWI) on magneettikuvausmenetelmä, joka perustuu veden molekyyliiliikkeen havaitsemiseen ja on erittäin herkkä iskemian tunnistamisessa jo minuuttien sisällä verisuonen tukkeutumisesta. Näennäinen diffuusiokerroin (ADC) mittaa laskennallisesti veden liikkeen hidastumista kudoksessa. Aivoiskemiassa solunsisäinen veden kertyminen aiheuttaa turvotusta ja vähentää veden diffuusiota, mikä näkyy DWI-kuvissa. Vaikka DWI-kuvauksessa näkyvät

muutokset voivat viitata kudonvaurioihin, nämä muutokset eivät aina tarkoita, että vaurio olisi pysyvä. Joissakin tapauksissa kudoksen tila voi parantua, mikä näkyy ADC-arvojen normalisoitumisena. Tämä normalisoituminen viittaa siihen, että kudonvaurio voi olla palautuva eikä lopullinen. (Leiva-Salinas ym. 2010.)

Perfuusio-painotteinen kuvantaminen (PWI) puolestaan mittaa aivojen verenkiertoa ja auttaa arvioimaan iskeemisen penumbran, eli alueen, joka on vielä palautettavissa. PWI on tärkeä iskemian laajuuden määrittämisessä ja penumbran ja infarktialueen erottamisessa. (Leiva-Salinas ym. 2010.) Penumbralla tarkoitetaan iskemian alueelle muodostuvaa ns. puolivarjoa, joka ympäröi infarktiydintä. Tällä alueella neuronit kuolevat lähitunteina. (Pienimäki ym. 2013.)

Diffuusiokuvaukseen yhdistettäessä perfuusio-MK:n saadaan tietoa akuuttivaiheen iskemiassa pelastettavissa olevan penumbra-alueen laajuudesta käyttämällä tulkinnan apuna diffuusio-perfuusio-eroavuutta (Putala, Vanninen & Manninen 2016). Toisin kuin tietokonetomografiatutkimus eli TT-tutkimus, aivojen magneettikuvaus sopii paremmin tuoreen iskemian osoittamiseen. Aivojen magneettitutkimuksella voidaan tehdä näkyväksi pienet oireita aiheuttaneet tai oireetomat infarktut TT-kuvausta herkemmin. (Putala, Vanninen & Manninen 2016.) Herkkyyispainotteinen kuvantaminen (SWI) on herkkä erityisesti verenvuotojen ja mikroverenvuotojen havaitsemisessa, ja se voi myös auttaa tunnistamaan hyytymiä, jotka eivät aina näy MRA-kuvissa eli magneetti angiografiakuvassa (Leiva-Salinas ym. 2010). Muutoksista pienet voivat näkyä huonosti T1- ja T2-kuvissa, mutta rautapitoiset veren hajoamistuotteet erottuvat selvästi T2- ja SWI-kuvissa. Magneettikuvalöydökseen löytyy selitys eri-ikäisten vuotojen perusteella. Uusin vuotokomponentti näkyy yleensä T1-painotteisissa kuvissa signaalinhoimistuminena, ja lisäksi muutoksen ympärillä saattaa näkyä turvotusta. (Karttunen & Bode 2010.)

### **3.3 Aivojen sisäinen verenvuoto (ICH)**

Arviolta 15 % aivohalvauksista johtuu aivoverenvuodosta. Aivojen syvimmille osille verta tuovat pienet valtimot. Korkea verenpaine eli hypertensio voi aiheut-

taa halkeamia pienten aivoverisuonten seinämiin. Hypertensio on yksi yleisimmistä aivojensisäisen verenvuodon (ICH) syistä. Aivoverenvuodossa aivovaltimosta vuotaa verta ympärillä olevaan aivokudokseen. Vuotoalueelle syntyy painetta, mikä lopettaa happirikastetun veren virtaamisen aivoihin aiheuttaen aivo-  
halvauksen kaltaisia oireita. (Mayfield Brain & Spine 2024; Sairanen 2021.)

SWI- ja DWI-menetelmiä voidaan käyttää varhaisen aivoverenvuodon (ICH) kuvantamisessa löydösten erottuvuuteen magneettikuvissa. Aivojensisäisen verenvuodon tapauksessa tarkastellaan hematoomien eli verenpurkaumien erottuvuutta. DWI-kuvissa hematooman keskellä on erittäin matala signaalin intensiivisyys, koska vesimolekyylien liike estyy hematoomassa. Ympäröivien kudosten signaali on korkeampi, koska vesimolekyylien liikkuminen on häiriintynyt vaurioituneessa kudoksessa. Signaaliin intensiivisyyteen vaikuttaa muutokset verenkierrossa ja kudosten rakenne hematooman ympärillä. (Song, Peng, Li & Shen 2022.)

SWI-kuvissa hematooman keskellä esiintyy myös erittäin matala signaali, mutta ympäröivien kudosten signaali kasvaa selkeästi ajan myötä. SWI on herkkä paramagneettisille aineille, kuten hemosideriinille, joka kertyy hematomaan ja muuttaa paikallista magneettikenttää. Tämä parantaa hematooman erottuvuutta magneettikuvissa, erityisesti sen reunoilta, jotka pysyvät selkeinä SWI-kuvissa verrattuna DWI-kuviin. DWI-kuvissa hematoman reunat voivat alkaa sumentua ajan myötä, mikä johtuu veren ja sen hajoamistuotteiden vaikutuksesta signaalin intensiivisyyteen. (Song ym. 2022.)

Yhdistämällä SWI- ja DWI-menetelmät saadaan tarkempaa tietoa hematoomasta verrattuna pelkkiin DWI- tai SWI-kuviin. Tämä yhdistelmämenetelmä parantaa hematoomien havaitsemista ja erottelua, erityisesti pienempien ja varhaisempien leesioden eli vaurioiden osalta, ja voi olla hyödyllinen vaihtoehto tilanteissa, joissa TT-kuvaus ei ole riittävä. (Song ym. 2022.)

### 3.4 Aivokalvonalainen verenvuoto (SAV)

Aivohalvauksista 5-10 prosenttia liittyy aivokalvonalaiseen verenvuotoon (SAV) (Mayfield Brain & Spine 2024). Suomalaisilla noin 300-400:lla ilmenee SAV vuosittain. Keski-ikä sairastuneille on 55 vuotta. Aivokalvonalainen verenvuoto syntyy aivovaltimossa rakenteellisen heikon kohdan takia. Kova paine valtimossa voi johtaa heikon kohdan muodostumiseen verisuonen seinämään ja siitä syntyy pullistuma eli aneurysma. Pullistuma voi olla aivoissa vuosien ajan aiheuttamatta oireita lainkaan koko elämän aikana. On kuitenkin olemassa mahdollisuus, että pullistuma puhkeaa jossakin tilanteessa. Tällöin veri pääsee leviämään aivokalvon alle. (Urtti 2023.) Lukinkalvon alainen verenvuoto on aivokalvonalainen verenvuoto. Aivokalvonalainen verenvuoto tapahtuu lukinkalvonalaiseen tilaan. Sen sisällä on aivoselkäydinnestettä, joka suojaa aivoja. (Mayfield Brain & Spine. 2024.)

Aivojen sisäpinta häiriintyy veren virtauksesta lukinkalvonalaisessa tilassa. Tällöin aivojen paine kasvaa ja tuhoutuu aivosoluja. Tällaisella alueella aivot eivät saa happea ja siitä seuraa aivohalvaus. (Mayfield Brain & Spine 2024.) Pullistuman löytää yleensä Willisin valtimorenkaasta tai sen lähetyviltä. Suomessa väestöllä arviolta noin 100 000:lla henkilöllä on aivovaltimossa olemassa vuotamaton aneurysma. (Urtti 2023.) Willisin valtimokehä yhdistää aivojen etu- ja takaverenkierron (Artto & Putaala 2013).

Subakuutissa vaiheessa T2-sekvenssi on erityisen herkkä havaitsemaan pieniä verenvuotoalueita subaraknoidaalitiloissa eli lukinkalvonalaisissatiloissa, koska hemoglobiinin hajoamistuotteet aiheuttavat paramagneettisia vaikutuksia. Tämä vaikutus heikentää signaalin voimakkuutta, ja verenvuotoalueet näkyvät kuvissa tummempina kohtina. T2-sekvenssin haittana on kuitenkin magneettinen herkkyys kallon ja aivojen rajapinnalla, mikä voi aiheuttaa "blooming"-artefaktin ja estää verenvuotojen havaitsemisen kallon pohjassa. (Mardanshahi ym. 2020.) Aivo-selkäydinnesteen signaali voidaan nollata (inversiotekniikka FLAIR), jolloin aivo-selkäydinnestetilöiden läheisyydessä olevat T2-kirkkaat rakenteet erottuvat paremmin. Tällöin T2-kirkas poikkeavuus erottuu paremmin aivo-selkäydinnestetilöiden läheisyydestä. (Vaara, Syväranta & Peltonen n.d.)

### 3.5 Aivolaskimoiden tromboosi (sinustromboosi)

Sinustromboosissa eli aivolaskimoiden tromboosissa kallonsisäisten laskimoiden ja laskimosinusten verisuonistoon syntyy tromboosi eli tukos. Naisilla sinustromboosiin sairastuminen on yleisempää miehiä useammin. Sinustromboosi voi johtaa erilaisiin oireisiin, kuten päänsärkyyn, verenvuotoon, kouristeluun tai neurologisiin oireisiin. Verenvirtaus vähenee kasvavan paineen takia laskimoissa ja hiussuonien sisällä, kun aivojen laskimoihin syntyy tukos. Tällöin verenvirtaus vähenee ja verenvuodon riski kohoaa. Iskeeminen vaurio muodostuu verenvuodon vähentyessä. (Tadi, Behgam & Baruffi 2023.) Alle yksi prosentti aivoverenkiertohäiriöistä johtuu sinustromboosista (Putaalala ym. 2011).

Magneettikuvauksella voidaan havaita sekä hyytymä että sen aiheuttamat seuraukset sinustromboosissa. Hyytymän toteamiseksi herkimvät kuvantamismenetelmät ovat herkkyyspainotteiset sekvenssit, kuten SWI (susceptibility weighted imaging) tai GRE eli kenttäkaikusekvenssi (gradient echo, GE). (Sharma 2024 & Lääketieteellinen Aikakauskirja Duodecim 1992). Virtaavan veren intensiivisyys on yleensä voimakas valtimoissa ja laskimoissa, jotka kulkevat kohtisuoraan kuvaustasoon GRE-kuvauksessa. Tämän vuoksi kenttäkaikusekvenssiä käytetään usein veren virtauksen osoittamiseen. (Lääketieteellinen Aikakauskirja Duodecim 1992.) SWI-kuvista puolestaan voidaan erottaa esimerkiksi veren haajomistuotteet ja kalkkiumat niiden magneettikenttään aiheuttamien häiriöiden perusteella (Vaara, Syväranta & Peltonen n.d). Duraalinen laskimononteloiden tromboosi on osa aivolaskimotromboosia. Duraaliset laskimotukokset voivat aiheuttaa aivojen turvotusta ja hapenpuutetta, ja niiden vakavuus voidaan jakaa neljään luokkaan. Ensimmäisessä luokassa ei ole havaittavia kuvantamislöydöksiä, toisessa luokassa näkyy kohonnut T2-signaali, kolmannessa luokassa sama signaali näkyy tehostuneena, ja neljännessä luokassa ilmenee verenvuotoa tai infarkti. (Sharma 2024.)

## 4. YLEISIMMÄT PÄÄN ALUEEN AIVOKASVAINLÖYDÖKSET

### 4.1 Aivokasvainten esiintyvyys ja käsitteistöä

Suomessa todetaan vuosittain noin tuhat uutta aivokasvainta. 90 prosenttia kasvaimista esiintyy aivoissa ja loput selkäytimessä. Noin puolet kaikista aivokasvaimista on glioomia, jotka lähtevät kehittymään hermosoluja ympäröivästä tukikudoksesta. Toiseksi yleisimpiä ovat aivokalvosta lähtevät aivokalvokasvaimet, eli meningeoomat, jotka ovat yleensä hyvänlaatuisia. Schwannoomat, jotka alkavat aivohermojen ja hermojuurten hermotupista, ovat myös melko yleisiä. (Aivosäätiö n.d.)

Aivokasvaimet luokitellaan gradus eli erilaistumisasteikolla 1- 4, jonka maailman terveysjärjestö WHO on määritellyt. Maailman terveysjärjestö on luonut kansainvälisen järjestelmän, jota käytetään kasvainten diagnosoinnissa. Tämä on järjestelmä, joka tunnetaan myös nimellä WHO Blue Books, jota päivitetään jatkuvasti uusimman tiedon mukaan. (Torp ym. 2022.)

### 4.2 Glioomat

Gliooma on yleisin muoto keskushermoston kasvaimesta, joka lähtee kehittymään aivojen hermosoluja ympäröivästä tukikudoksesta.

Glioomat ovat erittäin hajanaisesti tunkeutuvia kasvaimia, jotka vaikuttavat ympäröiviin aivokudoksiin. (Meshfin, Karsonovich & Al-Dharir 2023.)

Glioomat jaotellaan niiden molekyylien ja geneettisten merkkien perusteella, ja ne luokitellaan gradus asteikolla 1-4. Näitä aivokasvaimia on kolmea eri tyyppiä, jotka erotellaan niiden solujen geneettisten ominaisuuksien mukaan. Astrozytoomat ovat peräisin astrozyyteistä ja niissä voi olla solumuutoksia, mutta ne säilyttävät usein selkeän rajan normaaleiden solujen ja kasvainsolujen välillä. Astrozytoomat ovat enemmän benignejä eli hyvänlaatuisia. Oligodendroglioomat taas ovat lähtöisin oligodendrosyyttisoluista ja ovat vähemmän tunkeutuvia kuin astrozytoomat. Ependymooma on hitaasti kasvava ja lähes aina hyvänlaatuinen kasvain. Ependymooma saa alkunsa ependymisolusta, joita löytyy aivokammioista ja selkäytimestä. (Meshfin ym. 2023.)

Glioblastooma on aikuisten yleisin ja aggressiivisin aivokasvain. Se kuuluu Maailman terveysjärjestön luokituksessa gradus 4-kasvaimiin, mikä tarkoittaa, että se on hyvin pahanlaatuinen. Tämä diagnoosi tehdään, kun kasvaimessa havaitaan tiettyjä ominaisuuksia, kuten kudoksen kuolio ja verisuonten lisääntynyt kasvu. Sekundäärinen glioblastooma kehittyy yleensä vähemmän pahanlaatuisista glioomista, jotka on aiemmin luokiteltu 2. tai 3. asteen kasvaimiksi. Glioblastooman hoitoon kuuluu leikkaus, sädehoito ja sytostaattihoido. (Wirsching, Galanis & Weller 2016.)

Matalan erilaistumisasteen glioomat näkyvät magneettikuvissa yleensä pieninä alueina, jotka eivät näy selvästi korostuneina. Korkean erilaistumisasteen glioomat, kuten glioblastoomat taas näyttäytyvät epäsäännöllisinä ja huonosti rajautuvina kasvaimina, joissa on turvotusta ympärillä ja kuollutta kudosta keskellä. Vaikka varjoaineen kertyminen kasvaimen viittaa usein aggressiivisempaan ja pahanlaatuiseen kasvaimen, noin kolmasosa glioomista, jotka eivät kerää varjoainetta, voivat silti olla pahanlaatuisia. Siksi pelkkä varjoaineen käyttäytyminen kuvissa ei aina riitä erottamaan korkea-asteisia ja matala-asteisia glioomia toisistaan. (Wirsching ym. 2016.)

### **4.3 Meningeoomat**

Meningeoomat ovat primäärejä keskushermoston kasvaimia. Meningeoomat jaetaan kolmeen gradukseen 1-3. Korkeimman graduksen meningeoomat ovat harvinaisempia. Meningeooma on yleensä hyvänlaatuinen aivokasvain, joka saa alkunsa aivoja ympäröivistä aivokalvoista, erityisesti kovakalvosta. Se kasvaa usein hitaasti ja saattaa aiheuttaa oireita vasta, kun se painaa aivoja tai muita hermokudoksia. Oireet voivat vaihdella kasvaimen koon ja sijainnin mukaan, ja ne voivat sisältää päänsärkyä, näköhäiriöitä, muistiongelmia tai muita neurologisia oireita. Hoito riippuu kasvaimen koosta, sijainnista ja kasvunopeudesta, ja se voi sisältää seurannan, leikkauksen tai sädehoidon. (Meningeoma: diagnosis and treatment 2024.)

Magneettikuvaus on hyvä vaihtoehto meningeoomien kuvantamiseen, sillä magneettikuvissa on erinomainen kontrastin erottelukyky ja usein mahdollisuus ero-

tella sisä- ja ulkopuolella sijaitsevia muutoksia. Magneettikuvauksessa meningeoomilla on tyypillisiä ominaispiirteitä, joiden avulla ne voidaan erottaa magneettikuvista diagnostisesti. (Watts ym. 2014.)

Magneettikuvissa meningeoomat näkyvät yleensä tarkkarajaisina ympyrämuotoisina massoina. Meningeooma kiinnittyy yleensä laaja-alaisesti kovaan aivokalvoon ja siirtää aivokuoren harmaata ainetta sisäänpäin. T1-kuvissa harmaa aine näyttää yleensä tummemmalta tai samanväriseltä kuin muu harmaa aine. T2-kuvissa harmaa aine näyttää yleensä vaaleammalta tai samanväriseltä kuin muu harmaa aine. Kontrastin annon jälkeen meningioomat yleensä osoittavat runsasta sekä tasaista kontrastitehostusta. Keskushermoston kalkkeumat ja nekroosialueet eivät kuitenkaan aina tehostu. (Watts ym. 2014.)

#### **4.4 Schwannoomat**

Schwannoomat ovat kasvaimia, jotka syntyvät ääreishermoston suojarakenteista eri puolilla kehoa ja joita esiintyy usein neurofibromatoosin 2-tyyppiä sairastavilla potilailla. Noin 45 % kaikista schwannoomista esiintyy pään ja kaulan alueella, ja ne syntyvät ääreishermostosta, aivohermostosta tai autonomisista hermostoista. (Crist ym. 2017.)

Magneettikuvissa schwannoomat näkyvät usein lihakseen verrattuna kirkkaampina T1-kuvissa, ja ne erottuvat erityisen hyvin nestettä korostavissa kuvissa. Lisäksi ne saavat yleensä voimakkaan kirkkauden, kun kuvia otetaan kontrastin avulla. Isommissa ja vaihtelevan rakenteisissa schwannooma kasvaimissa voi olla enemmän hemosideriinia, eli veren hajoamistuotetta. Tällaisia kasvaimia kutsutaan joskus "vanhoiksi schwannoomiksi." (Crist ym. 2017.)

## 5. OPINNÄYTETYÖN TOTEUTUS

### 5.1 Toiminnallinen opinnäytetyö

Toiminnallisessa opinnäytetyössä yhdistyy käytännön toteutus ja sen kirjallinen raportointi. Tavoitteena on tuottaa työelämään soveltuva ohje, opas, koulutusmateriaali tai järjestää tapahtuma, joka vastaa yhteistyökumppanin tarpeita. Toteutus tapoja on monia, kunhan se palvelee parhaiten käytännön tarpeita. Työn tekijän tulee osoittaa osaamista omalta alaltaan. Pelkkä tuotteen valmistaminen ei riitä, vaan lisäksi kirjoitetaan akateeminen raportti kehittämisprosessista ja tuotteen toteutuksesta. (Vilkkä & Airaksinen 2003.) Tässä työssä tuotettiin oppimateriaali teoreettisen viitekehyksen eli raportin oheen Tampereen ammattikorkeakoulun käyttöön. Tuote vastasi tarpeeseen tuottaa magneettiopintojaksolle oppimateriaali yleisimmistä pääalueen löydöksistä magneettikuvissa.

Asiantuntijuutta kehittää, kun opinnäytetyön tekijät saavat palautetta vertaisiltaan, yhteistyökumppanilta sekä ohjaajalta. Palautteen antaminen muille kuuluu myös kehitysprosessiin. Asiantuntijuus kehittyy erityisesti silloin, kun tekijät joutuvat perustelemaan osaamistaan erilaisissa ohjaus- ja vuorovaikutustilanteissa. Ratkaisujen ja valintojen perusteleminen auttaa myös tekijöitä hahmottamaan selkeämmin, mitä ollaan tekemässä ja miksi. (Kostamo ym. 2022.) Opinnäytetyön tekijät saivat pitkin opinnäytetyöprosessia palautetta ohjaajaltansa ja opinnäytetyöntekijät osasivat itsenäisesti esittää tarkentavia kysymyksiä työn edistämiseksi.

Ratkaisujen perustelut pohjautuvat ammatilliseen kirjallisuuteen, tutkimuksiin ja hankkeisiin. Opinnäytetyön kokonaisuus muodostuu raportista ja itse tuotteesta, ja siihen vaikuttavat sekä opinnäytetyön tekijöiden, yhteistyökumppanin että opilaitoksen tavoitteet. (Kostamo, Airaksinen & Vilkkä 2022, 11–13.) Tämän opinnäytetyön teoreettinen tausta pohjautuu ajankohtaiseen kirjallisuuteen. Powerpoint-esitys on toteutettu Tampereen ammattikorkeakoulun toiveita vastaten.

### 5.2 PowerPoint -esityksen suunnittelu ja toteutus

Opinnäytetyön tuotteen suunnittelu alkoi syksyllä 2023, kun opinnäytetyön aihe varmistui. Tuote tehtiin Tampereen ammattikorkeakoululle ja TAMK:in toiveena oli, että tuotetta on oikeus muokata. Toiminnallisen opinnäytetyön tuotos eroaa perinteisestä raportista sisällön ja ulkoasun osalta (Vilka & Airaksinen 2003.)

Tuotteen suunnittelu alkoi hahmotelman muotoilemisesta. Hahmotelman rakentamiseksi tuotteelle, oli tärkeää ymmärtää oppimateriaalin aiheena olevasta aiheesta perusasiat eli alussa keskityttiin tiedonhakuun. Opinnäytetyön tuotteen suunnitelmassa kerättiin ensin teoria tietoa yleisimmistä pääalueen löydöksistä sekä magneettitutkimuksista, jotka koottiin lopuksi yhteen PowerPoint -esitykseen. Lisäksi perehdyttiin Radiopaedia.org sivuston käyttöön, josta otettiin ideoita lopullisen tuotteen suunnitteluun. Radiopaedia.org on kuvantamiseen ja radiologiaan erikoistunut verkkosivusto, jonne ammattilaiset voivat ladata kuvia ja potilastapauksia muiden nähtäville. Tuotteessa käytettävät kuvat valittiin Radiopaedia.org sivustolta, koska tuotteessa haluttiin käyttää oikeita magneettikuvia ja pitää huolta kuvien luotettavuudesta. Lisäksi oikeat magneettikuvat vastaavat kuvantamisessa reaaliolosuhteita.

Visuaalisia seikkoja on syytä ottaa huomioon väriä, tekstiä ja fonttia suunniteltaessa. On tärkeää varmistaa, että tekstit ja muu sisältö erottuvat hyvin taustastaan (Korteso & Sjöman 2017). PowerPoint -esityksen työstäminen alkoi visuaalisen yleisilmeen suunnittelulla.

Diojen taustaväriksi päädyttiin valitsemaan mustan taustan. Magneettikuvat ovat lähtökohtaisesti mustavalkoisia, joten musta tausta PowerPoint -esityksessä sopii yhteen magneettikuvien kanssa ja kuvat sulautuvat taustaan. diojen fontin väriksi valitsimme valkoisen. Valkoinen fontti erottuu mustasta taustasta hyvin ja tekstiosuudet ovat helposti luettavissa, kun fontin värin ja diojen taustan värillä on suuri kontrastiero. Yksinkertaisen fonttityylin, kuten Arialin tai Calibrin, valitseminen helpottaa luettavuutta. On suositeltavaa välttää erittäin ohuita tai koristeellisia fontteja, jotka saattavat heikentää luettavuutta erityisesti pienikokoisina (Vihjeitä tehokkaan esityksen luomiseen ja pitämiseen n.d.). Fontiksi valittiin Arial, sillä se on selkeä ja helppolukuinen. Suositeltava päätekstin fonttikoko PowerPoint-esityksissä on 18–24 pistekoko, sillä se on helposti luettavissa mutta ei vie liikaa

tilaa (Vihjeitä tehokkaan esityksen pitämiseen n.d). Fontin pistekoko vaihtelee di-  
oissa tekstin määrän mukaan. Otsikoissa fontin pistekoko on 32 ja tekstiosuuk-  
sissa se vaihtelee 12- 18. Kansidiassa käytetään fonttina Bell MT Italic ja fontin  
pistekokona 58. Opinnäytetyön tuotteeseen dioja tuli yhteensä 58, joihin kuuluu  
kansilehti sekä lähteet. Selkeä ja laadukas PowerPoint -esitys on yhtenäinen  
yleisilmeeltään. Jos esitys on laaja, se on hyvä jakaa selkeisiin osiin. Jokaisen  
osan alussa kannattaa käyttää väliotsikkodiaa, joka auttaa yleisöä seuraamaan  
esityksen rakennetta ja siirtymään sujuvasti aiheesta toiseen (Kortesuo & Sjöman  
2017).

Yleisilmeen suunnittelun jälkeen alettiin suunnittelemaan diojen rakennetta ja si-  
sältöä. Koska aiheena oli yleisimmät pään alueen löydökset magneettikuvauk-  
sessa, jaettiin diat aivokasvaimiin ja aivoverenkiertohäiriöihin. Ensimmäisessä  
osiossa käsitellään aivokasvainten ja toisessa aivoverenkiertohäiriöiden löydök-  
siä. Ennen magneettikuvasarjojen dioja haluttiin alkuun laittaa dia, jossa maini-  
taan mitä löydöksiä tulevissa dioissa käsitellään.

Myös ennen jokaista löydöstä on dia, jossa kerrotaan lyhyesti mikä löydös on  
kyseessä. Tämä havainnollistetaan magneettikuvista.

Diat, joissa on magneettikuvia löydöksistä, haluttiin pitää selkeinä. Magneettiku-  
vat löydöksistä suunniteltiin dioihin kuvaussuunnan mukaan, joissa on saman ku-  
vaussuunnan kuvia esitettyinä eri sekvensseillä.

Dioihin valittiin järjestys, jossa aluksi kuvat, joissa ei ole merkattuna löydöstä ja  
seuraavissa dioissa samat kuvat, joissa löydökset on merkattu, jotta opetuksessa  
voitaisiin antaa opiskelijoiden ensin itse päätellä, missä löydös voisi kuvassa olla.  
Hyvä oppimateriaali kommunikoi käyttäjänsä kanssa. Se innostaa kysymään li-  
sää ja on vuorovaikutteinen. (Alamäki ym. 2002, 57.) Opinnäytetyönä tehtävä Po-  
werPoint -esitys toteutettiin niin, että opiskelijalla on mahdollisuus osallistua ope-  
tukseen. Tässä hyödynnetään ongelmaperusteista oppimista, mikä perustuu on-  
gelmiin ja niiden ratkaisemiseen (Kankaanpää & Koskinen 2007).

## 6. POHDINTA

### 6.1 Opinnäytetyön arviointi ja kehitysehdotukset

Opinnäytetyön tekeminen oli haastava, mutta samalla opettava kokemus. Aiheen laajuus ja syvällinen tietämys olivat vaatimuksia, jotka herättivät useita kysymyksiä prosessin eri vaiheissa. Tuotoksen valmistaminen PowerPoint-esityksenä radiologiaan liittyvistä löydöksistä röntgenhoitajaopiskelijoille vaati aikaa, suunnittelua ja perusteellista tiedon hankintaa. Oli tärkeää välillä pysähtyä arvioimaan, miten opinnäytetyöprosessi eteni ja mitä kehitettävää voisi löytyä.

Yksi suurimmista haasteista oli aikataulujen hallinta. Koska opinnäytetyön tekeminen oli ensimmäinen kerta, prosessi ei ollut alusta asti selkeä kummallekaan opinnäytetyön tekijöistä. Aihe vaihtui matkan varrella, ja vaihtoehtoina olleet eri aiheet tuntuivat vaikeilta tai työläiltä toteuttaa. Valinnassa päädyttiin lopulta aiheeseen, jossa erityisesti teorian ja diojen yhdistäminen oli haasteellista, sillä kuvien tulkinta vaati vahvaa teoreettista tietämystä löydöksistä ja topografisen anatomian hallintaa. Opinnäytetyön tekijät tekivät sen ratkaisun, että aiheesta karsittiin ylimääräinen teoria lopullisessa tuotteessa ja siitä tehtiin lisäksi hyvin pelkistetty. Päätöstä pelkistää lopullista tuotetta perusteltiin ymmärrettävään oppimateriaalin nojaten. Raportissa syvennytään tarkemmin käsiteltyihin aiheisiin teoreettisella tasolla. Lähteet olivat pääosin englanninkielisiä, mikä toi mukanaan lisätyötä niiden kääntämisessä, sillä suomenkielisiä lähteitä oli vähän saatavilla. Tämä hidasti prosessia ja teki tiedon soveltamisesta haastavaa.

Työn tarkoituksena oli laatia Tampereen ammattikorkeakoulun magneettitutkimukset opintojaksolle opetusmateriaali yleisimmistä pään alueen löydöksistä magneettikuvauksessa PowerPoint diaesityksen muodossa sekä teoreettinen viitekehys tuotteelle. Tavoitteena oli että, tuote lisää opiskelijoiden tietämystä yleisiin magneettikuvauksien löydöksiin liittyen. Prosessin aikana huomattiin, että radiologisten kuvien tulkinta ei ollut helppoa, sillä radiologit tulkitsevat näitä kuvia päivittäin, kun taas opiskelijana modaliteetin sisäistäminen nopeasti oli vaikeaa. Laaja aihe ja syvällisen tiedon hyödyntäminen tekivät prosessista monimutkaisen, ja aikaresurssien hallinta oli keskeinen haaste.

Jatkokehittämissuosituksena opinnäytetyölle on se, että PowerPoint-esitystä olisi voitu testata röntgenhoitajaopiskelijoilla. Näin siitä olisi saatu palautetta sen käytettävyydestä ja ymmärrettävyydestä. Tämä olisi myös antanut mahdollisuuden tehdä tarvittavia muutoksia ennen lopullista esitystä. Lisäksi aiheeseen olisi voinut syventyä vieläkin enemmän, jos tietämystä olisi ollut enemmän sekvensseistä ja löydöksistä.

Opinnäytetyöprosessi oli erityisen opettavainen ajanhallinnan ja oman työn johtamisen suhteen. Aikataululliset haasteet opettivat, miten tärkeää oli jakaa työ tasaisesti koko prosessin ajalle ja seurata edistymistä säännöllisesti. Jatkossa tätä oppia voitaisiin hyödyntää suunnitellessa ja toteuttaessa vastaavanlaisia projekteja, erityisesti laajojen ja syvällistä tietämystä vaativien aiheiden kohdalla.

## 6.2 Eettisyys ja luotettavuus

Ammattikorkeakoulujen opinnäytetöiden eettiset periaatteet pohjautuvat rehellisyyteen, vastuullisuuteen ja luotettavuuteen. Opiskelijan on noudatettava hyvää tieteellistä käytäntöä, mikä tarkoittaa, että tutkimusprosessi on läpinäkyvä, eikä vilppiä, kuten plagiointia, sallita. Lähteet on viitattava oikein, ja henkilötietoja tai arkaluonteisia aineistoja käsitellessä on noudatettava tietosuojasäännöksiä tarkasti. Tavoitteena on, että tutkimus on luotettavaa ja eettisesti kestävää kaikilta osin. (Arene 2020.)

Luotettavan työn tekemiseksi on tärkeää valita käytetyt lähteet harkiten, kiinnittäen erityistä huomiota niiden ajantasaisuuteen, kirjoittajan asiantuntijuuteen ja tiedonlähteen tunnettuuteen. Luotettavina pidetään lähteitä, jotka ovat ajankohdaisia, perustuvat tutkittuun tietoon, ja joiden kirjoittajat ovat tunnustettuja asiantuntijoita alallaan. Alkuperäisjulkaisut ovat yleensä parempia lähteitä kuin toissijaiset lähteet. Lähteiden määrä ei ole tärkein asia, vaan olennaisempaa on se, että lähteet ovat laadukkaita ja sopivat kyseiseen työhön. (Vilkka & Airaksinen 2003.)

Eettisyydestä ja luotettavuudesta varmistuttiin kiinnittämällä huomiota aineiston keruuvaiheessa siihen, että lähdemateriaalina käytettiin vertaisarvioituja lähteitä

tai terveydenhuollon ammattilaisten julkaisuja. Tällainen lähde voi olla esim. Duodecim-sivusto. Pääajatus on, että käytettävissä olevissa lähteissä hyödynnetään terveydenhuollon ammattilaisten julkaisuja. Tiedonhaku alustoina toimivat PubMedin, Andorin ja Terveysportin kaltaiset luotettavat tietokannat, joista löytyy vertaisarvioituja artikkeleja. Teoreettinen tieto pyrittiin hakemaan mahdollisuuksien mukaan tuoreista tieteellisistä ja vertaisarvioiduista lähteistä. Työssä kiinnitettiin huomiota siihen, että opinnäytetyö vastaa opetustarpeeseen magneettitutkimus opintojaksolla.

Opinnäytetyössä käytettävien kuvien luotettavuudesta ja eettisyydestä huolehdittiin niin, että esimerkiksi opinnäytetyön tuotteena tehty PowerPoint -esitys ei tullut kaupallisiin tarkoituksiin, joten kuvien käyttö oli näin ollen sallittua. Radiopaedia.org sivustolta löytyy Creative commons license -ohje kuvien käyttöön. Opinnäytetyön tuotteessa käytettyihin kuviin laitettiin radiopaedia.org sivustolta löytyvä lisenssi kuvien omistajasta. Kaikki kuvat ovat anonyymejä, joten potilasta ei pysty kuvien perusteella tunnistamaan. (Terms of use 2022.)

Opinnäytetyön tuotteeseen merkittiin lähteet lopuksi ja kuviin tekijänoikeustiedot. Raporttiin ja tuotteeseen merkit viittaukset ja lähteet hyvän tieteellisen käytännön mukaisesti. Eettisesti laadukas tutkimus vaatii hyvän tieteellisen käytännön noudattamista.

## LÄHTEET

Aivoliitto. Faktaa AVH:sta. 2024. Viitattu 11.4.2024. <https://www.aivoliitto.fi/aivo-verenkiertohairio/faktat/#afdf0d95>

Aivosäätiö. Aivokasvaimet. 2024. Viitattu 20.3.2024. <https://www.aivosaatio.fi/diagnoosi/aivokasvaimet/>

Alamäki, A. & Luukkonen, J. 2002. Elearning – osaamisen kehittämisen digitaaliset keinot: strategia, sisällöntuotanto, teknologia ja käyttöönotto. Helsinki: Edita Prima Oy. Arene. 2020. Ammattikorkeakoulujen opinnäytetöiden eettiset suositukset.

Ammattikorkeakoulujen rehtorineuvosto Arene ry. 2020. Pdf-tiedosto. Viitattu 23.8.2024. <https://www.arene.fi/wp-content/uploads/Raportit/2020/AMMATTI-KORKEA-KOULUJEN%20OPINN%C3%84YTET%C3%>

Artto V. & Putaala J. Neurologia. 2013. Viitattu 11.4.2024. <https://www.duodecimlehti.fi/duo11319>

Atula, S. 2023. Aivohalvaus (aivoinfarkti ja aivoverenvuoto). Viitattu 11.4.2024. Duodecim, Terveyskirjasto. <https://www.terveyskirjasto.fi/dlk00001>

Baba, Y. 2022. MRI sequences (overview). Radiopaedia. Viitattu 19.9.2024. <https://radiopaedia.org/articles/mri-sequences-overview>

Bell, D. 2024. Perivascular spaces. Radiopaedia. Viitattu 15.4.2024. <https://radiopaedia.org/articles/perivascular-spaces>

Bradley, W.B. 1993. National library of medicine. Viitattu 11.4.2024. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/8372185/>

Crist, J., Hodge, J. R., Frick, M., Leung, F. P., Hsu, E., Gi, M. T., & Venkatesh, S. K. 2017. Magnetic Resonance Imaging Appearance of Schwannomas from Head to Toe: A Pictorial Review. Journal of clinical imaging science, 7, 38. Viitattu 24.3.2024 [https://doi.org/10.4103/jcis.JCIS\\_40\\_17](https://doi.org/10.4103/jcis.JCIS_40_17)

Duodecim Terveyskirjasto. 2016. Krooninen. Viitattu 11.4.2024. <https://www.terveyskirjasto.fi/ltt01778>

Kaikki syövästä. Syövän toteaminen ja tutkimukset. 2024. Viitattu 20.3.2024. <https://kaikkisyovasta.fi/tietoa-syovasta/mika-on-syopa/syovan-toteaminen-ja-tutkimukset/>

Kallio, M., Jääskeläinen, J. & Kouri, M. 2011. Keskushermoston kasvaimet. Teoksessa Soynila, S., Kaste, M. & Somer, H. (toim.) Neurologia. 2.-5. painos. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim, 395–423. Edelleen kustannus oy

Kankaanpää, T. & Koskinen, H. 2007. Ongelmaperusteisesta opetuksesta laa-  
tua yliopistokoulutukseen? Aikuiskasvatus 27/3, 206-2012. Viitattu 25.5.2024  
<https://journal.fi/aikuiskasvatus/article/view/93767/52445>

Karttunen V. & Bode Michaela. 2010. Aivojen mikroverenvuodot - magneettiku-  
vauslöydös, jonka kliininen merkitys on paljastumassa. Lääketieteellinen Aika-  
kauskirja Duodecim. Viitattu 15.7.2024. <https://www.duodecimlehti.fi/duo98978>

Kortesuo, K. & Sjöman, J. 2017. Lisää otsikko napsauttamalla. Asiantuntijan kä-  
sikirja diaesityksiin ja presentaatioihin. Helsinki: Kauppakamari.

Kostamo, P. Airaksinen, T. & Vilka, H. 2022. Kirjoita itsesi asiantuntijaksi: opas  
toiminnalliseen oppimisyöhön. Helsinki: Art House.

Leiva-Salinas C., DM., Wintermark M. 2011. Imaging of ischemic stroke, 4, 455-  
468. Viitattu 10.6.2024. <https://doi.org/10.1016/j.nic.2010.07.002>

Lääketieteellinen Aikakauskirja Duodecim 1997. Aivojen funktionaalinen mag-  
neettikuvaus. Viitattu 24.10.2024. <https://www.duodecimlehti.fi/duo70190>

Lääketieteellinen Aikakauskirja Duodecim 2007. Diffuusiotensorikuvaus hermo-  
ratojen tutkimuksessa. Viitattu 24.10.2024. [https://www.duodecim-  
lehti.fi/duo96651](https://www.duodecim-lehti.fi/duo96651)

Lääketieteellinen Aikakauskirja Duodecim 1992. Magneettikuvauksen perusteet  
ja tutkimusmenetelmät. Viitattu 24.10.2024. [https://www.duodecim-  
lehti.fi/duo20140](https://www.duodecim-lehti.fi/duo20140)

Mardanshahi Z., Tayebi M., Shafiee S., Barzin M., Shafizad M., Alizadeh-Na-  
vaei R. & Gholinataj A. 2020. Evaluation of subacute subarachnoid haemor-  
rhage detection using a magnetic resonance imaging sequence: Double inver-  
sion recovery. Biomedicine. Viitattu. 10.6.2024.  
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7735974/>

Mateusz Wilczek 2024. Fat suppressed imaging. Radiopaedia. Viitattu  
24.10.2024. <https://radiopaedia.org/articles/fat-suppressed-imaging>

Mayfield brain and spine. 2024. Intracerebral hemorrhage (ICH). Viitattu  
11.4.2024. <https://mayfieldclinic.com/pe-ich.htm>

Mayfield Brain & Spine. 2024. Subarachnoid hemorrhage & vasospasm. Viitattu 10.6.2024. <https://mayfieldclinic.com/pe-sah.htm>

Meningeoma: Diagnosis and treatment. 2024. Viitattu 10.9.2024. <https://www.cancer.gov/rare-brain-spine-tumor/tumors/meningioma>

Mesfin F., Karsonovich T., Al-Dhahir MA. Gliomas. 2024. In: StatPearls Treasure Island (FL): StatPearls Publishing. Viitattu 20.2.2024. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK441874/>

Momeni F., Abedi-Firouzjah R., Farshidfar Z., Taleinezhad N., Ansari L, Ali Razmkon A., Banaei A., & Mehdizadeh A. Differentiating Between Low- and High-grade Glioma Tumors Measuring Apparent Diffusion Coefficient Values in Various Regions of the Brain. Oman Medical Journal. Viitattu 20.8.2024 <http://www.omjournal.org/articleDetails.aspx?coType=1&ald=2897>

Parviainen H., Ovissi A., Helanterä I. 2018. Lääketieteellinen Aikakauskirja Duodecim. Magneettikuvauksen tehosteaineet. Viitattu 24.10.2024. <https://www.duodecimlehti.fi/duo14228>

Pienimäki J-P., Ollikainen J., Kähärä V., Seppänen J. & Numminen H. 2013. Mekaaninen trombektomia akuutin aivoverenkierron häiriön hoidossa. Viitattu 15.4.2024. <https://www.duodecimlehti.fi/duo11012>

Putaala J., Hiltunen S., Curtze S., Salonen O. & Tatlisumak T. 2011. Aivojen sinustromboosin diagnostiikka ja hoito. Viitattu 15.4.2024. <https://www.duodecimlehti.fi/duo99719>

Putaala J., Vanninen R., Manninen, H. 2016. Diagnostiset neuroradiologiset tutkimukset aivoinfarktissa. Viitattu 15.4.2024. <https://www.kaypahoito.fi/nix00605>

Radiopaedia. Terms of use. 2022. Viitattu 11.4.2024. <https://radiopaedia.org/terms?lang=us#ownership-and-licences>

Sairanen T. 2021. Aivoverenvuoto. Duodecim terveysportti. Viitattu 11.4.2024. <https://www.terveysportti.fi/apps/dtk/ltk/article/ykt00891>

Salari, N., Ghasemi, H., Fatahian, R., Mansouri, K., Dokaneheifard, S., Shiri, M., Hemmati, M. & Mohammadi, M. 2023. The global prevalence of primary central nervous system tumors: a systematic review and meta-analysis. European Journal of Medical Research. Viitattu 15.5.2024. <https://eurjmedres.biomedcentral.com/articles/10.1186/s40001-023-01011-y#citeas>

Sharma R. 2024. Dural Venous Sinus Thrombosis. Radiopaedia. Viitattu 10.6.2024. <https://radiopaedia.org/articles/dural-venous-sinus-thrombosis>

STUK. 2016a. Magneettitutkimus. Viitattu 22.11.2023. <http://www.stuk.fi/aiheet/sateily-terveydenhuollossa/magneettitutkimus>

Song Z., Peng J., Li X. & Shen G. 2022. Diagnostic Value of Susceptibility-Weighted Imaging Combined with Diffusion-Weighted Imaging in Early Intracerebral Hemorrhage. Viitattu 10.6.2024 <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9249485/>

Suomalaisen Lääkäriseuran Duodecimin ja Suomen Neurologinen Yhdistys ry:n asettama työryhmä. 2024. Aivoinfarkti ja Tia. Duodecim käypähoito. Viitattu 11.4.2024. <https://www.kaypahoito.fi/hoi50051>

Suoranta H. & Jääskeläinen J. 1994. Magneettikuvaus vai tietokonetomografia aivojen tutkimisessa? Lääketieteen aikakauskirja Duodecim. Viitattu 20.6.2024 <https://www.duodecimlehti.fi/duo40340>

Tadi P., Behgam B., Baruffi S. 2023. Cerebral venous thrombosis. National library of medicine. Viitattu 11.4.2024. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK459315/>

Terveyden ja hyvinvoinnin laitos. 2024. Aivohalvaus (stroke). Viitattu 11.4.2024. <https://thl.fi/tutkimus-ja-kehittaminen/tutkimukset-ja-hankkeet/perfect/osahankkeet/aivohalvaus-stroke>

Terveyskylä.fi. 2023. Valtimokovettumatauti. Viitattu 11.4.2024. <https://www.terveyskyla.fi/aivotalo/aivosairaudet/aivoverenkiertohairiot/aivoverenkiertohairiot-ja-niiden-syyt/valtimonkovettumatauti>

Torp, S.H., Solheim, O. Skjulsvik, A.J. 2022. The WHO 2021 Classification of Central Nervous System tumours: a practical update on what neurosurgeons need to know—a minireview. Acta Neurochir 164, 2453–2464 (2022). <https://doi.org/10.1007/s00701-022-05301-y>

Urtti A-R. 2023. Lukinkalvon alainen verenvuoto (SAV). Duodecim terveyskirjasto. Viitattu 11.4.2024. <https://www.terveyskirjasto.fi/dlk00002>

Uusikylä, K. & Atjonen, P. 2007. Didaktiikan perusteet. Helsinki Wsoy.

Vaara S., Syväranta S. & Peltonen J. n.d. Duodecim-lehti. viitattu 15.7.2024. <https://www.duodecimlehti.fi/xmedia/duo/duo16593.pdf>

Vaara, S., Syväranta S. & Peltonen J. n.d. Radiologin salakieli auki kirjoitettuna Magneettikuvauksen ABC: T1, T2, fat sat, DWI ynnä muut. Viitattu 24.10.2024 <https://www.duodecimlehti.fi/xmedia/duo/duo16593.pdf>

Vilkkä, H. & Airaksinen, T. 2003. Toiminnallinen opinnäytetyö: Jyväskylä: Gummerus. Kirjapaino Oy.

Välisalo, T. 2016. Esitysgrafiikka. Viitattu 19.4.2024. <https://koppa.jyu.fi/avoimet/hum/tvt/johdanto-tieto-ja-viestintateknologiaan/esitysgrafiikka>

Watts, J., Box, G., Galvin, A., Brotchie, P., Trost, N., & Sutherland, T. 2014. Magnetic resonance imaging of meningiomas: a pictorial review. *Insights into imaging*, 5, 113–122. Viitattu 18.7.2024. <https://doi.org/10.1007/s13244-013-0302-4>

Wirsching H-G., Galanis E., Weller M., 2016. Chapter23-Glioblastoma. Elsevier. Viitattu 20.6.2024 <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/B9780128029978000232?via%3Dihub>

## LIITTEET

## Liite 1. PowerPoint -esitys



**YLEISIMPIÄ  
PÄÄN ALUEEN  
LÖYDÖKSIÄ  
MK-KUVISSA**

OPPIMATERIAALI TAMPEREEN  
AMMATTIKORKEAKOULUN  
RÖNTGENHOITAJAOPISKELIJOIDEN  
KÄYTTÖÖN

### MRI-sarjoissa toistuvia sekvenssejä

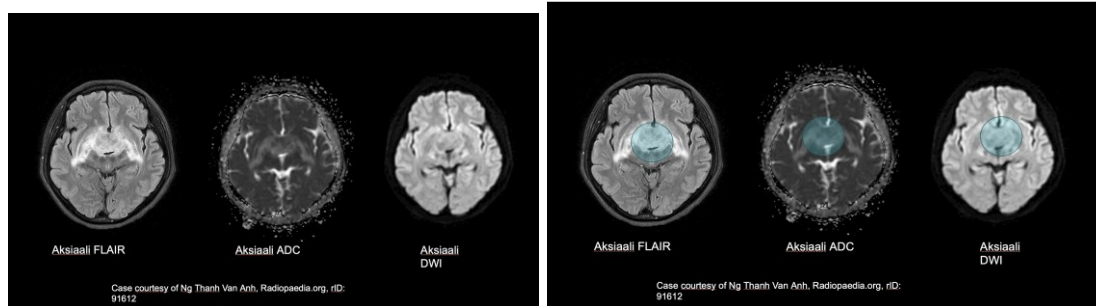
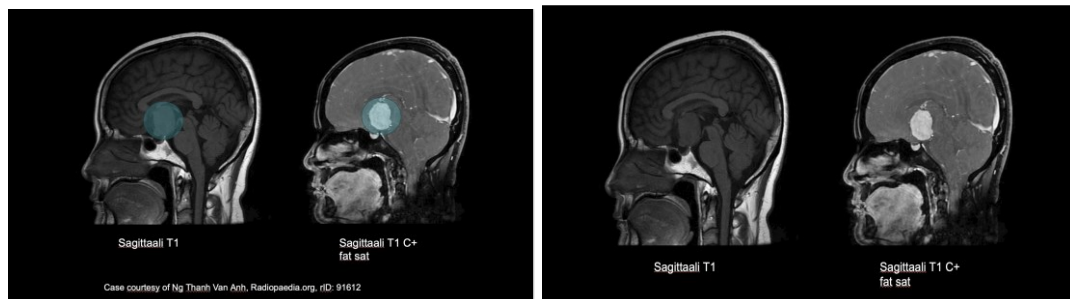
- T1: Käytetään eniten MRI:ssä kuvauksessa. Tehostuksen pohjasarja, kun käytetään rasvasaturatoida. Neste näkyy tummana ja rasva kirkkaana.
- T2: Neste kirkasta. Neste ja rasva kirkasta.
- FAT SAT: Rasvasaturatoida. Rasva erottuu nesteestä, jota kuvakontrolli parantaa. Rasva näkyy tummaksi ja nesteen kirkkaus riippuu pohjasaturoituksesta T1 tai T2.
- DWI JA ADC: Rajoituneen diffuusion tekeminen. DWI-kuvissa diffuusio näkyy kirkkaana ja ADC-kuvissa tummana.
- STR: Havaitaan kudostuhoitusta ja vapaan nesteen havaitsemiseen. Neste näkyy kirkkaana ja rasva tummana.
- FLAIR: Keskushermoston kuvantamiseen. Neste näkyy kirkkaana ja aivo-selkäydinneste hävyttynä tummana.
- SWI: Havaitaan verenvuotoa. Mikroverot mustia.
- C+: Kontrastiaine
- Lähdö: Duvalicia

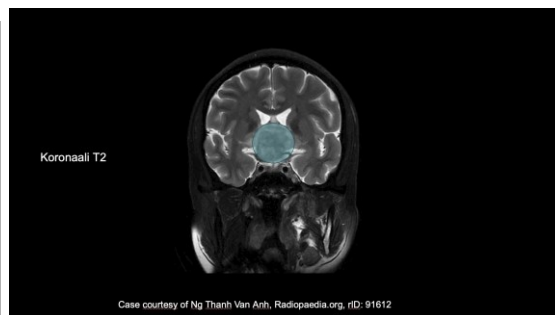
### Löydösten erottaminen MK-kuvissa

- Magneetikuvantamisessa käytetään usein samaa intensiteetti kuvaamaan kudosten tai nesteen harmaasävyjä kuvissa. Tässä yhteydessä käytetään absoluuttisia termejä, kuten korkea signaali intensiteetti tarkoittaa valkoista, keskitason signaalin intensiteetti viittaa harmaaseen ja matala signaali intensiteetti kuvataan mustaa. (Baba 2022.)
- Lisäksi voidaan käyttää suhteellisia termejä, kuten hyperintensivinen, joka tarkoittaa, että kuvattava kohde on kirkkaampi kuin vertailukohte. Isointensivinen puolestaan viittaa siihen, että kirkkaus on sama kuin vertailukohteessa, ja hypointensivinen tarkoittaa, että kohde on tummempi kuin vertailtava alue. (Baba 2022.)
- Magneetikuvauksessa yleisimmin käytetyt varjaineet perustuvat gadoliniumin käyttöön. Gadoliniumilla on vaikutus, joka nostaa T1-signaalia käytetyissä pitoisuuksissa. Tätä voidaan joskus hämmäntävästi kuvata T1-ajan lyhentyminenä. Varjaine annetaan laskimoon, yleensä 5–15 millitran annoksena. Kuvantaminen tehdään muutaman minuutin kuluttua aineen antamisesta. Patologialla alueita, kuten kasvaimia ja tulehdus- tai infektioita, varjaine korostuu useimmiten kuvattavien verisuonten takia. Tämän vuoksi nämä alueet näkyvät kirkkaana kuin ympäröivä terve kudos. Usein varjaineen jälkeen otetuissa T1-sekvensseissä käytetään myös rasvarvaimennusta, jotta ero olisi helpompi havaita. (Baba 2022.)

### 1. Aivokasvaimet

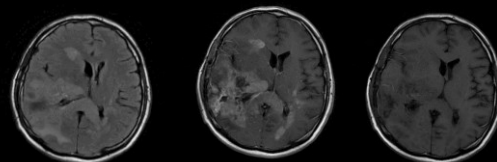
- GLIOOMA
- GLIOBLASTOOMA
- MENINGEOOMA
- SCHWANNOOMA



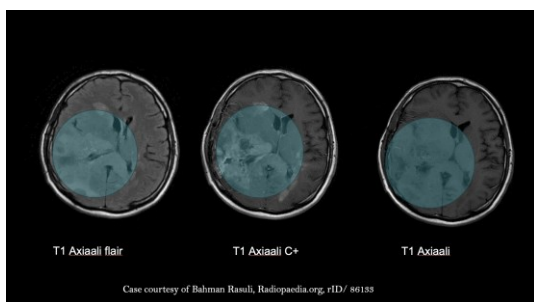


## GLIOBLASTOOMA

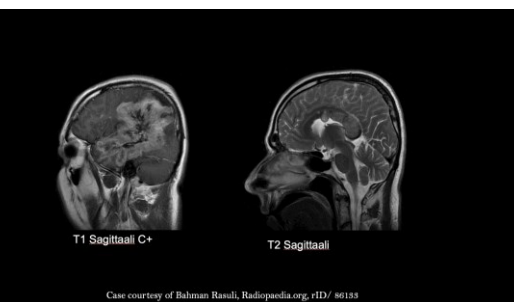
- Ovat yleisesti gradus 4 luokan kasvaimia
- Kasvain on laaja-alainen
- Löydökset epätarkkoja ja ei tarkkarajaisia
- Kasvaimen ympärillä usein turvotusta ja kuollutta kudosta



Case courtesy of Bahman Rasuli, Radiopaedia.org, rID/ 86153



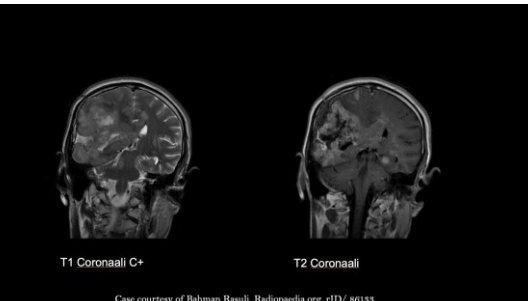
Case courtesy of Bahman Rasuli, Radiopaedia.org, rID/ 86153



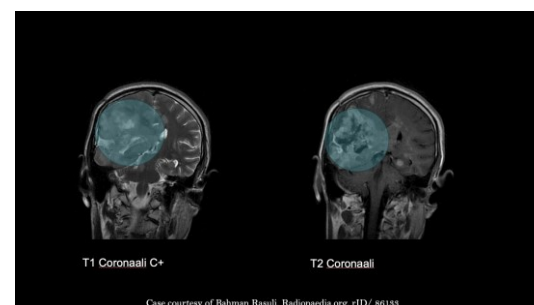
Case courtesy of Bahman Rasuli, Radiopaedia.org, rID/ 86153



Case courtesy of Bahman Rasuli, Radiopaedia.org, rID/ 86153



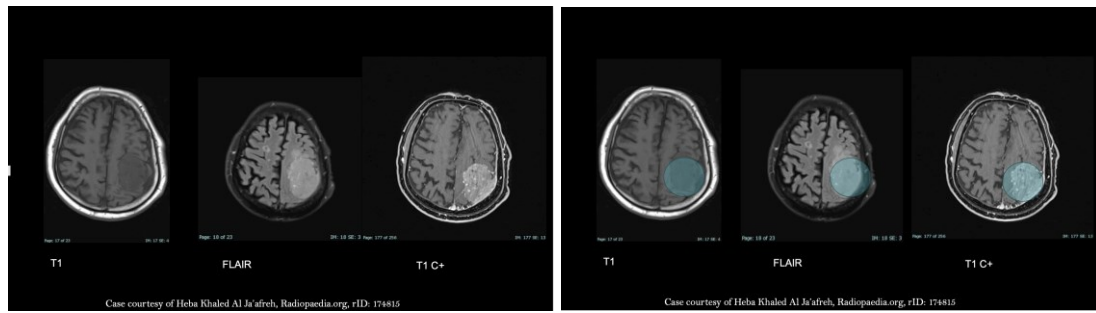
Case courtesy of Bahman Rasuli, Radiopaedia.org, rID/ 86153

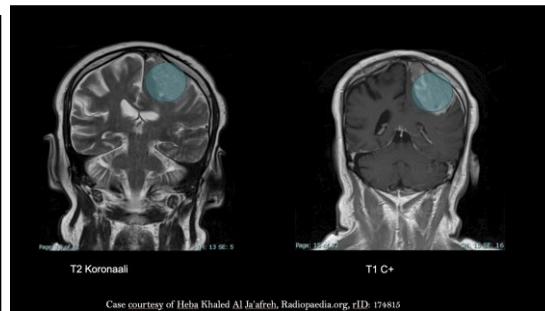
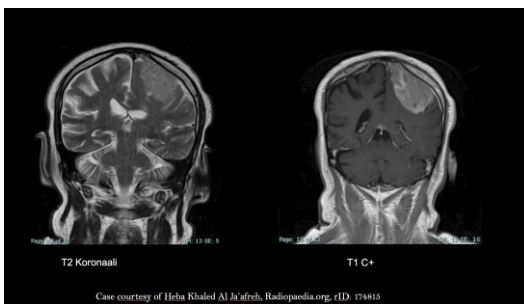


Case courtesy of Bahman Rasuli, Radiopaedia.org, rID/ 86153

## MENINGEOMA

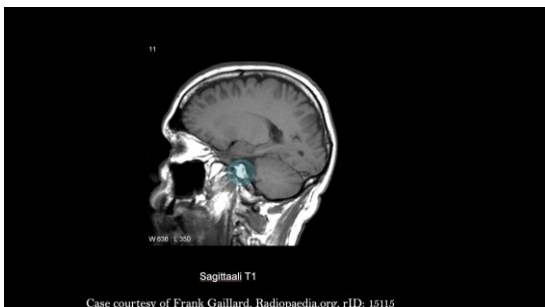
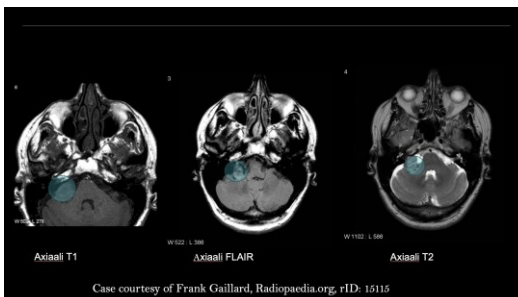
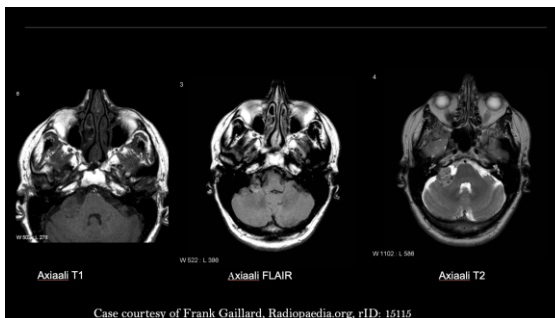
- Meningeoma kiinnittyy yleensä laaja-alaisesti kovaan aivokalvoon ja siirtää aivokuoren harmaata ainetta sisäänpäin
- Tarkkarajaisia ympyrämuotoisia massoja MK-kuvissa





**SCHWANNOOMA**

- o Schwannooma, jota kutsutaan myös neurinoomana on hermojuurilupesta lähtävä, hitaasti kasvava ja lähes aina hyvänlaatuisen kasvain.
- o Isommissa ja vaihtelevan rakenteisissa schwannooma kasvaimissa voi olla enemmän hemosideriiniä, eli veren hajoamistuotetta.
- o Noin 45 % kaikista schwannoomista esiintyy pään ja kaulan alueella



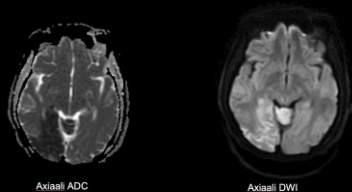
## 2. Aivoverenkiertohäiriöt

- o Aivoinfarkti
- o Aivojen sisäinen verenvuoto (ICH)
- o Aivokalvonalainen verenvuoto (SAV)
- o Aivolaskimoiden tromboosi eli sinustromboosi

## AIVOINFARKTI

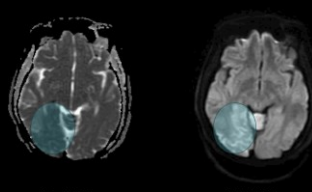
- o Aivojen pysyvä vaurio, joka on seurausta riittämättömästä verenkierrosta eli iskemiasta (Suomalaisen Lääkäriseuran Duodecim ja Suomen Neurologinen Yhdistys ry:n asettama työryhmä 2024).
- o Aine ei saa riittävästi happea, mikä johtaa paikalliseen aivokudoksen pysyvään vaurioon (Aivoilitto 2024).
- o Tukkeuma voi olla hyttymä ahtautuneessa valtimossa tai hyttymä voi kulkeutua muualta esim. Sydäimestä tai kaulavaltimosta (Aivoilitto 2024).

## AIVOINFARKTI



Case courtesy of Ashesh Ishwarlal Ranchod, Radiopaedia.org, rID: 165784

## AIVOINFARKTI tarkista



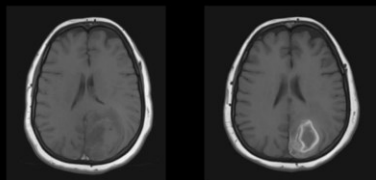
Case courtesy of Ashesh Ishwarlal Ranchod, Radiopaedia.org, rID: 165784

## ICH tarkastelua varhaisessa ja myöhemmässä (subakuutissa) vaiheessa

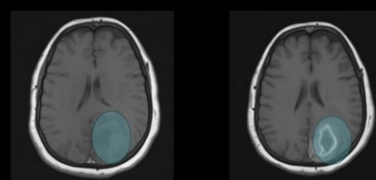
- o Signaalin voimakkuuteen vaikuttaa muutokset verenkierrossa ja kudosten rakenne hematooman ympärillä (Song, Peng, Li & Shen 2022).
- o Seuraavat tapaukset esitellään aina 4 päivää jälkeen tapahtumasta ja 25 päivän kuluttua tapahtumasta

## Ich eli aivojen sisäinen verenvuoto

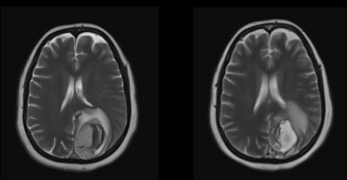
- o Esimerkiksi korkean verenpaineen eli hypertension seurauksena aivoihin voi muodostua korkea verenpaine (Mayfield Brain & Spine 2024; Sairanen 2021).
- o Aivovallimoista vuotaa verta ympärillä olevaan aivokudokseen. Tällöin vuotoalueelle muodostuu painetta, mikä lopettaa happinkastetun veren virtaamisen aivoihin (Mayfield Brain & Spine 2024; Sairanen 2021).
- o Diagnostiikassa keskitytään hematoomien eli verenpurkaumien erottuvuuteen (Song, Peng, Li & Shen 2022).



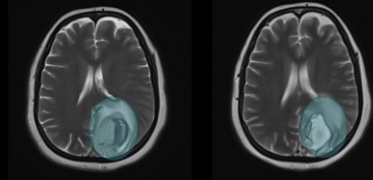
Case courtesy of Mohamed Saber, Radiopaedia.org, rID: 148791



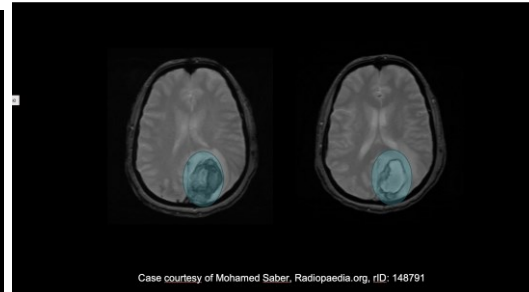
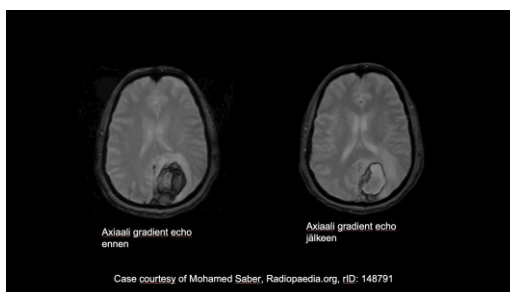
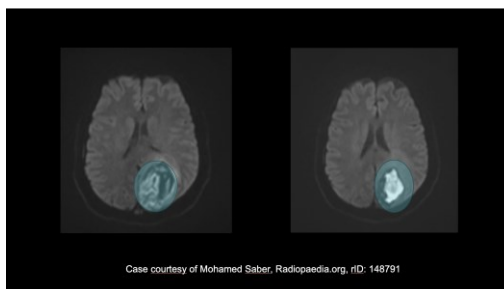
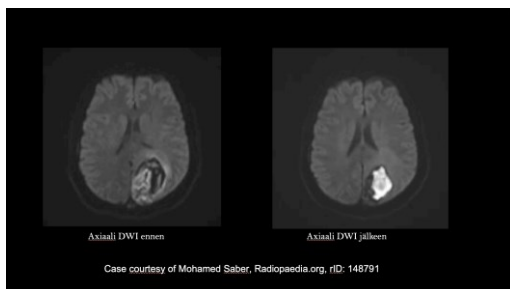
Case courtesy of Mohamed Saber, Radiopaedia.org, rID: 148791



Case courtesy of Mohamed Saber, Radiopaedia.org, rID: 148791

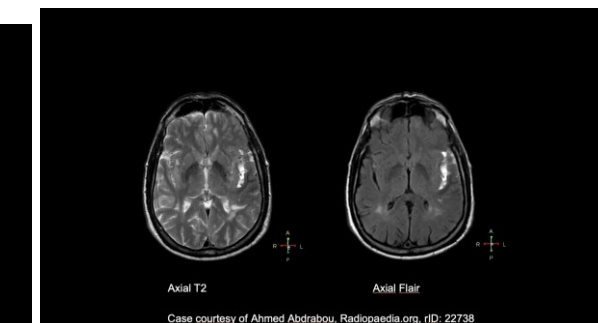
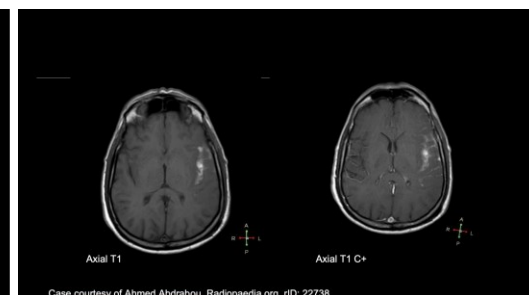


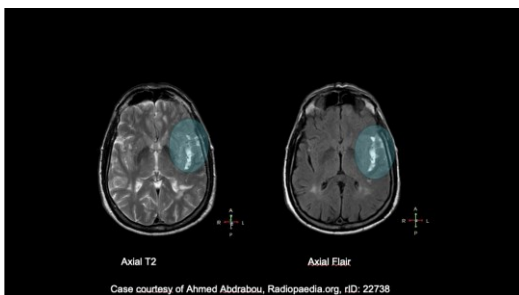
Case courtesy of Mohamed Saber, Radiopaedia.org, rID: 148791



### SAVELI AIVOKALVONALAINEN VERENVUOTO

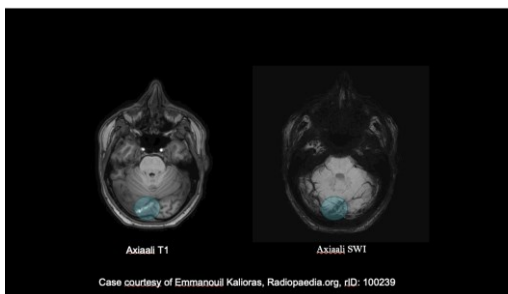
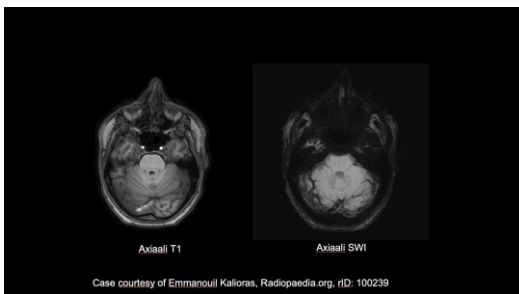
- o Aivokalvonalainen verenvuoto syntyy aivoaltimossa synnyntäjäisesti olevan heikon kohdan takia (Urtti 2023).
- o Kun vallitsemoon kertyy tarpeeksi kova paine, se voi johtaa heikon kohdan muodostumiseen verisuonen seinämään ja siitä syntyy pullistuma eli aneurysma (Urtti 2023).
- o Pullistuma voi olla aivoissa vuosien ajan aiheuttamatta lainkaan oireita. Jos pullistuma puhkeaa, silloin veri virtaa aivokalvon alle. (Urtti 2023).
- o Lukinkalvonalainen verenvuoto on aivokalvonalainen verenvuoto, jonne aivokalvonalainen verenvuoto tapahtuu. (Mayfield Brain and Spine 2024).





**SINUSTROMBOOSI**

- o Avolaskimoiden tromboosi eli tukkeuma
- o Laskimoiden paine kasvaa ja verenvirtaus vähentyy. Verenvuodon riski kohoaa (Tadi, Behgam & Baruffi 2023).
- o Kun verenvirtaus on vähentynyt, alue ei saa happea ja näin muodostuu lakseminen vaurio (Tadi, Behgam & Baruffi 2023).
- o Hoitamaton sinustromboosi voi johtaa infarktiin ja mahdolliseen verenvuotoon (Tadi, Behgam & Baruffi 2023).



**LAHTEET**

Alsharif, 2024. *Infarct arachnoid*. *Vitatu*, 11.4.2024. <https://www.radiopaedia.org/cases/infarct-arachnoid>

Alsharif, A. 2024. *Subarachnoid haemorrhage*. *Radiopaedia*, Vitatu, 18.3.2024. <https://radiopaedia.org/cases/subarachnoid-haemorrhage-11>

<https://radiopaedia.org/cases/mri-hemorrhage-infarct-arachnoid>

Baba, Y. 2022. *MRI venogram (overview)*. *Radiopaedia*, Vitatu, 19.9.2024. <https://radiopaedia.org/cases/mri-venogram-overview>

Cook, J., Hoops, J. R., Fink, M., Luong, P. P., Wu, G., M. T., & Venkatesh, S. K. 2017. *Magnetic Resonance Imaging Appearance of Subarachnoid from Head to Toe: A Practical Review*. *Journal of Stroke Imaging*, Volume 7, 18. Vitatu, 18.3.2024. <https://doi.org/10.1186/s12874-016-0051-7>

Mayfield brain and spine. 2024. *Intracranial hemorrhage (ICH)*. *Vitatu*, 11.4.2024. <https://www.mayfieldspine.com/ich>

Meigs, D. 2024. *Diagnosis and treatment*. *Vitatu*, 11.4.2024. <https://www.mayfieldspine.com/diagnosis-and-treatment>

Meski, F., Karamouz, T., Alsharif, M., Glasser, 2024. In: *StatPearls: Trauma head (1)*. StatPearls Publishing, Vitatu, 20.2.2024. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK441816/>

Kalioras, E. 2022. *Cerebral venous thrombosis*. *Radiopaedia*, Vitatu, 11.4.2024. <https://radiopaedia.org/cases/cerebral-venous-thrombosis-22>

Ranchar, A. 2025. *Early hyperacute subarachnoid hemorrhage*. *Vitatu*, 11.4.2024. <https://radiopaedia.org/cases/early-hyperacute-subarachnoid-hemorrhage>

Sabatini, M. 2024. *Early and late subacute intracerebral hemorrhage (IMH)*. *Vitatu*, 11.4.2024. <https://radiopaedia.org/cases/early-and-late-subacute-intracerebral-hemorrhage-imh-1>

Salmela, T. 2021. *Acute intracerebral hemorrhage*. *Vitatu*, 11.4.2024. <https://www.keskipolku.fi/raportit/1618464405891>

Song, Z., Peng, J., Li, X., & Shen, G. 2022. *Diagnostic Value of Susceptibility Weighted Imaging Combined with Diffusion Weighted Imaging in Early Intracerebral Hemorrhage*. *Vitatu*, 13.4.2024. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9215485/>

Suominen, L. 2024. *Diagnostinen ja hoitoon vaikuttava tutkimus: Tärkeä rooli aivotieteen tutkimuksessa*. *Vitatu*, 11.4.2024. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC603115/>

Tadi, P., Behgam, B., Baruffi, S. 2023. *Cerebral venous thrombosis*. *National Library of Medicine*, Vitatu, 11.4.2024. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC603115/>

Vaara, S., Järvelin, S. & Peltomäki, J. 2021. *Diagnostinen*. *Vitatu*, 10.9.2024. <https://www.keskipolku.fi/raportit/1618464405891>

Wang, J., Wu, G., Glasser, A., Boudreau, P., Tiedt, N., & Subramanian, T. 2014. *Magnetic resonance imaging of meningiomas: a pictorial review*. *Insights into imaging*, 5, 113–122. *Vitatu*, 19.7.2024. <https://doi.org/10.1007/s12014-013-0262-4>