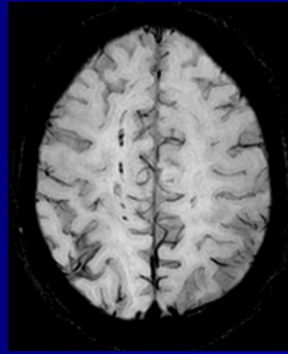


Aivovammojen kuvantaminen

Timo Kurki, dos, neuroradiologi



1

Aivovammojen kuvantaminen

- **Vammamuutokset:**
 - verenvuodot
 - ruhjeet (kontuusiot)
 - traumaattinen aksonivaurio (TAI, DAI)
- **Akuuttipotilaat – kirurginen ja muu akuuttihoito**
 - verenvuodot ja kudosturvotus, likvorkierron häiriö
- **Jälkitilat – hoito, kuntoutus, työkyky, vakuutus oikeudelliset kysymykset**

2

LEIKEKUVAUSMENETELMÄT

TIETOKONETOMOGRAGIA

MÄGNEETTIKUVAUS

- DIGITAALISET KUVAT, MUODOSTUVAT KUVA-ALKIOISTA (PIXELEISTÄ 0,5-2mm)
- ESITETÄÄN ERI SUUNTIEN LEIKESARJOINA



3

AIVOJEN KUVANTAMINEN - TIETOKONETOMOGRAFIA

- LEIKEKUVAUSMENETELMÄ
- PERUSTUU RTG-SÄTEILYYN
- LYHENTEET: TT TAI CT (computed tomography)

During a computerized tomography (CT) scan, a thin X-ray beam rotates around an area of the body, generating a 3-D image of the internal structures



ADAM

4

TIETOKONETOMOGRAFIA

- TUTKITTAVA MAKAA LIIKKUVALLA PÖYDÄLLÄ
- KUOREN SISÄLLÄ PYÖRIVÄ RTG-PUTKI
- VASTAKKAISELLA PUOLELLA MITATAAN KUVAUSALUEEN LÄPÄISSYTTÄ SÄTEILYÄ



5

TIETOKONETOMOGRAFIA

- NOPEA TUTKIMUS
- EI AHTAAN PAIKAN KAMMOA



6

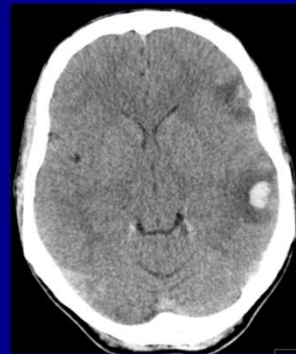
Aivovammat - CT

Perustutkimus akuuttipotilailla

Näyttää verenvuodot ym.
neurokirurgisen hoidon kannalta
olennaiset asiat

Näyttää pääosan aivoruhjeista
(kontuusioista)

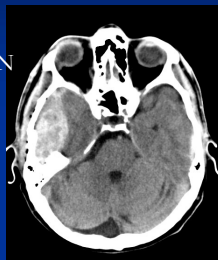
Traumaattinen aksonivaurio ei näy



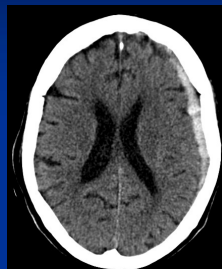
7

CT – kallonsisäiset vuodot

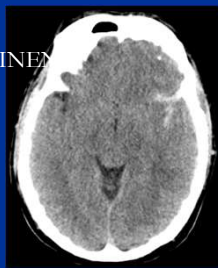
EPIDURAALINEN



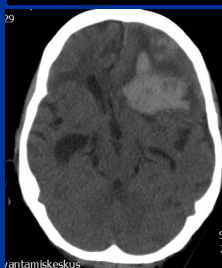
SUBDURAALINEN



SUBARAKNOIDAALINEN
(lukinkalvonalainen)

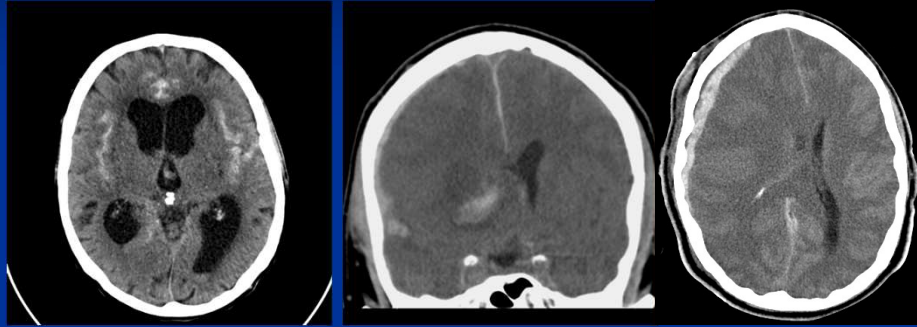


INTRA-
KEREBRAALINEN
(aivojen sisäinen)



8

CT – likvorkierron häiriö ja herniaatiot

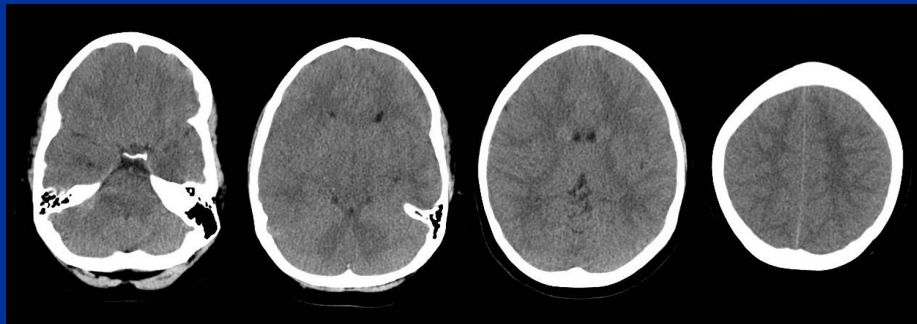


Aivokammioiden tyhjenemisen estyminen tai vahva aivokudoksen siirtyminen turvotukseen tai verenvuotoon liittyen voivat vaatia kirurgista hoitoa

9

Yleinen aivoödeema (turvotus)

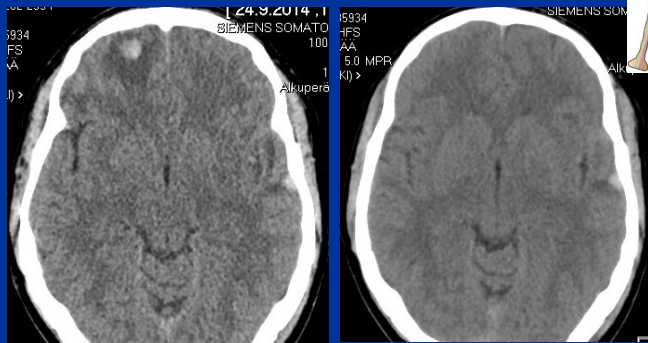
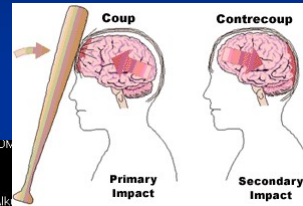
- Veri-aivo-esteen vaurio
- Aivojen turvotus – pienet likvortilat
- Wm/gm kontrasti voi hävitä



10

KONTUUSIO = aivoruhje

Tuoreet kontuusiot: kuorikerroksen ja alla olevan valkean aineen turvotus ja verenvuodot
Verenvuodot näkyvät 1-2 viikkoa



11

KONTUUSIO - CT

- Useimmin frontaali- ja temporaalilohkoissa, pienet muutokset lähellä kallonpohjaa voivat jäädä toteamatta



12

Kontuusiot

- Näkyvät parhaiten muutaman pv:n – 1 viikon kuluttua vammasta – turvotuksen ja verenvuotojen lisääntyminen

■ 1. vrk



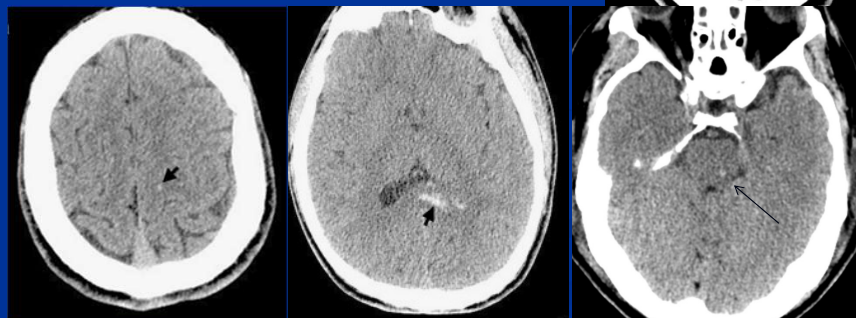
■ 5. vrk



13

TAI - CT

Traumaattinen aksonivaurio näkyy hyvin harvoin CT:lla
Toisinaan voi näkyä pieniä valkean aineen verenvuotoja



14

MAGNEETTIKUVAUS

- LAITTEEN SISÄLLÄ VOIMAKAS MAGNEETTIENTTÄ
- TUTKITTAVA SIIRRETÄÄN LIIKKUVALLA PÖYDÄLLÄ LAITTEEN SISÄÄN
- KUVAUS KESTÄÄ 15-30 MIN



15

MAGNEETTIKUVAUS

- PÄÄ KUVAUKSEN AIKANA NS. KELAN SISÄLLÄ, KERÄTÄÄN KUVANMUODOSTUKSEEN TARVITTAVA SIGNAALI



16

MAGNEETTIKUVAUS

- KENTTÄVOIMAKKUUS 0,1 – 3,0 TESLAA, nykyään laitteet pääosin 1,5 tai 3 T
- VAHVEMPI MAGNEETTIKENTTÄ – PAREMMAT KUVAT, KUITENKIN HERKKYYS HÄIRIÖILLE LISÄÄNTYY



17

MAGNEETTIKUVAUS

- ELIMISTÖSSÄ OLEVAT METALLIVIERASESINEET AIHEUTTAVAT HÄIRIÖITÄ
- Metallilenkit voivat kuumentua tutkimuksen aikana
- ESTEET MAGNEETTIKUVAUKSELLE:
 - sydämen tahdistin
 - hermostimulaattori
 - insuliinipumppu
 - sisäkorvaendoproteesi

18

MAGNEETTIKUVAUS

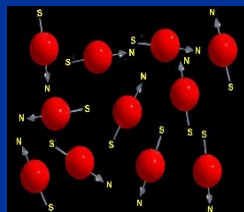
- TUTKIMUKSEN AIKANA OLTAVA LIIKKUMATTA
- AHTAAN PAIKAN KAMMO (KLAUSTROFOBIA) JOSKUS ESTÄÄ TUTKIMUKSEN
- TAVALLISESTI EI TARVITA TEHOSTEAINEITA
- LAITE ÄÄNEKÄS, KUULOSUOJAIMET

19

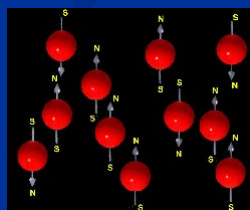
MAGNEETTIKUVAUS - MRI

- TUTKITAAN KEHOSSA OLEVAA VETTÄ TAI RASVAA (vedyn protonit) ulkoisessa magneettikentässä
- KÄYTETÄÄN RADIOAALTOJA

ei ulkoista magneettikenttää



ulkoisen magneettikenttä



20

AIVOVAMMAT - MRI

Useita eri kuvasarjoja:

- anatomia ja kuduskato (atrofia)
- valkean aineen ja kuorikerroksen vauriot
- verenvuodot
- kudosturvotus

21

AIVOVAMMAT - MRI

Näyttää muutokset luotettavammin kuin CT

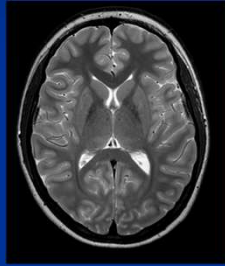
Akuuttivaiheessa näyttää luotettavammin
kontuusiot ja varsinkin aksonivaurion

Jälkitilat: kontuusiot, vuodon jäljet, atrofia

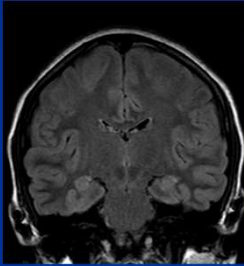
22

MRI - peruskuvasarjat

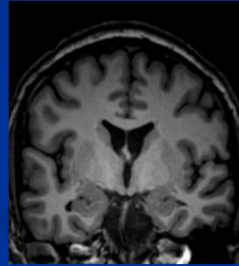
T2-painotteinen



FLAIR



T1-painotteinen



23

MRI – VERENVUODOT

- T2* GE
- SUSKEPTIBILITEETTIKUVAUS (SWI)

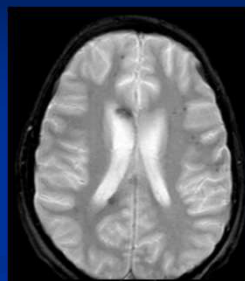
-herkempi vuodon jäljille, näyttää enemmän mikrohemorragioita

3T: korostunut susceptibiliteetti-ilmiö – parempi vuotojen osoitus

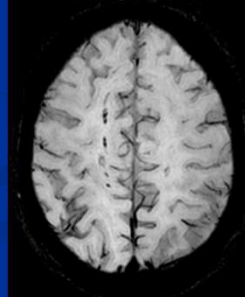
Akuutti – deoxy-Hb ad 3-7 vrk

Krooninen – hemosideriini

T2*

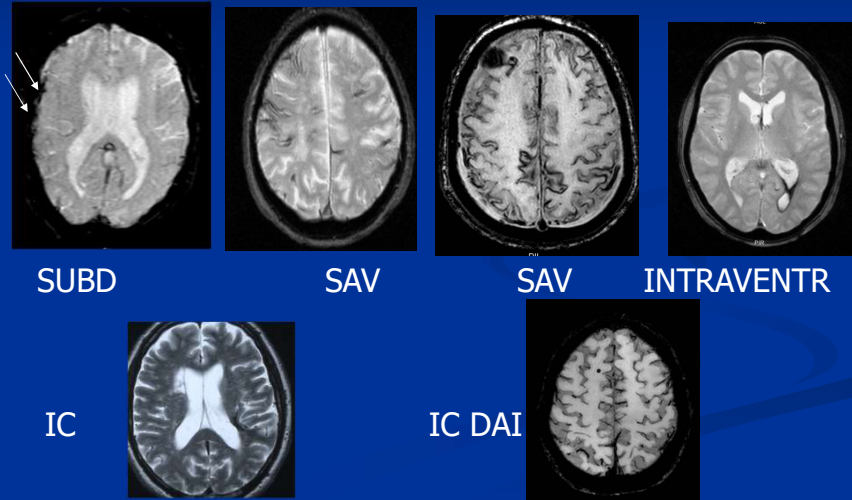


SWI



24

Magneettikuva (T2*/SWI) näyttää erityyppisten vuotojen jäljet
 pienet vuotojen jäljet voivat hävitä näkyvistä vuosien myötä



25

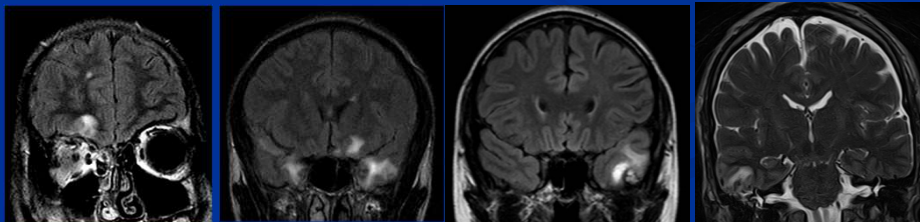
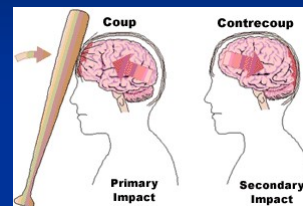
KONTUUSIO (AIVORUHJE)

Suora isku - vastaisku

-Kortikaalinen vaurio, ulottuu valkeaan aineeseen

Tavallisimmat alueet:

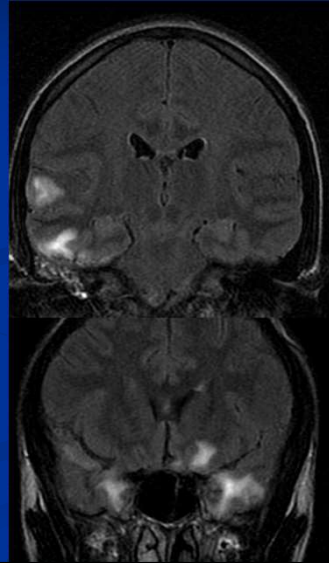
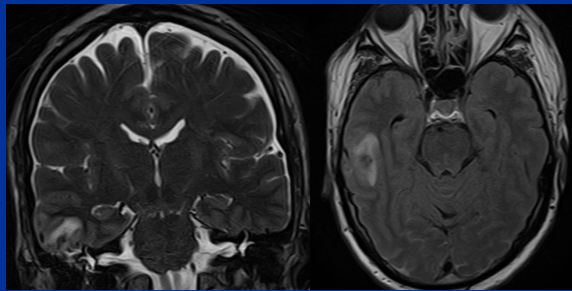
- Frontobasaali- ja etufrontaalialue
- Temporaalilohko kärki, alalateraaliosat



26

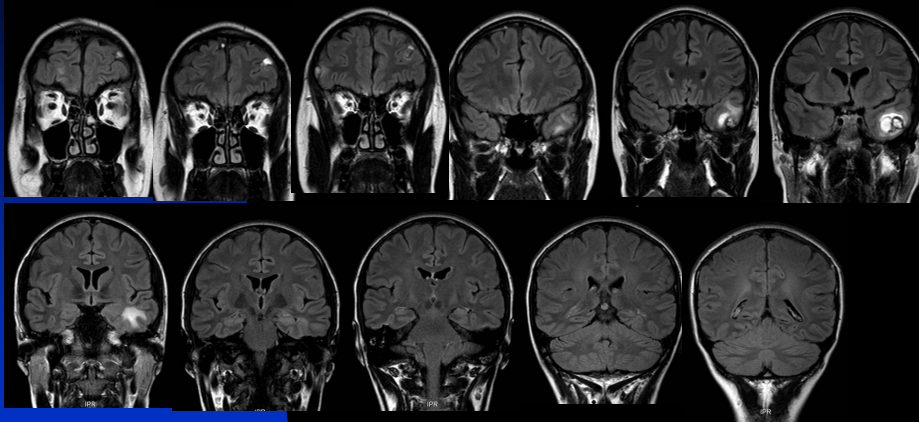
Tuore kontuusio - MRI

Ödeema – pääosin extrasellulaarinen
Verenvuodot



27

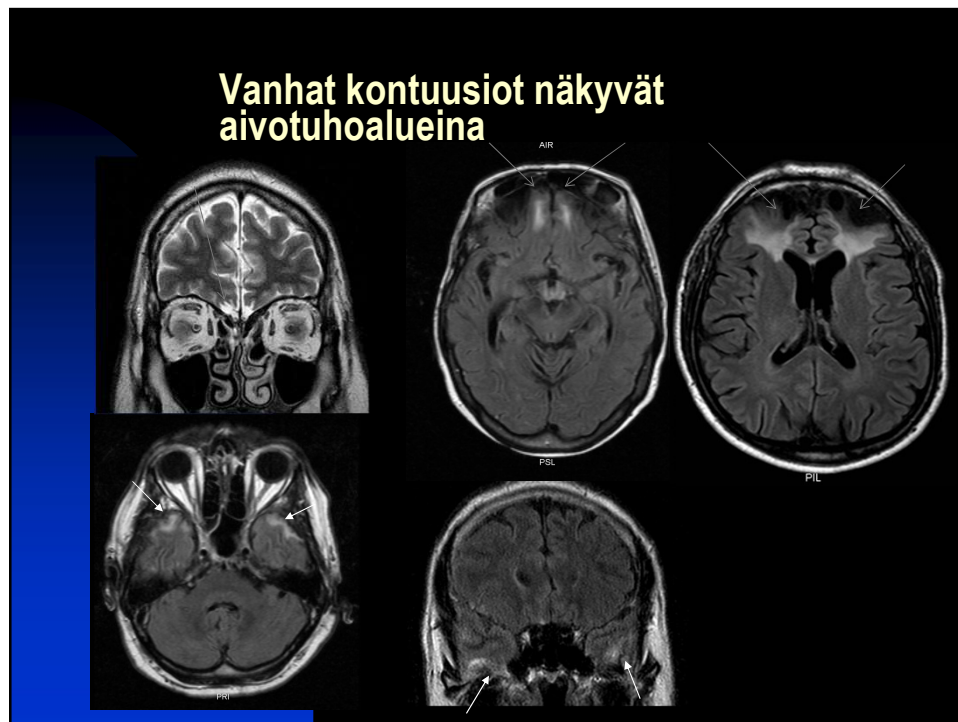
MRI näyttää luotettavammin tuoreet kontuusiot



15.12.2021

28

28



29

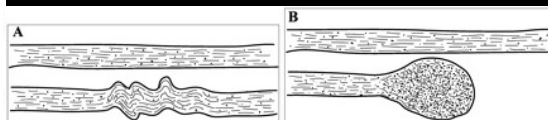
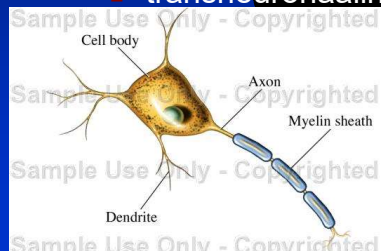
TRAUMAATTINEN AKSONIVAURIO

AKUUTTI

- axonin venyntyminen – permeabiliteetti- ja kuljetushäiriö
- axonin turpoaminen, ödeema, lobuloituminen

KROONINEN

- axonin (Wallerin), neuronin degeneraatio
- transneuronaalinen degeneraatio



30

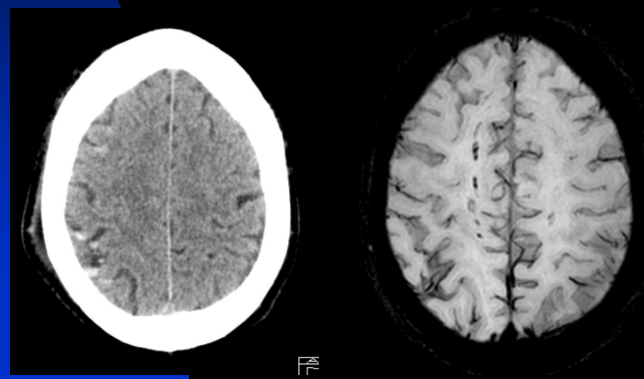
TAI - MRI

- multippelit pienet fokaaliset valkean aineen leesiot
- osa hemorragisia (vain vaikeissa vammoissa useimmilla MRI:ssä näkyvää hemorragiaa; Beauchamp 2013: 35%:lla kaikista, Colbert 2010: 29%:lla kaikista vammapotilaista)
- osassa alentunut diffuusio ens. päivien aikana
- hemorragiat ja alentunut diffuusio viittaavat huonompaan ennusteeseen

31

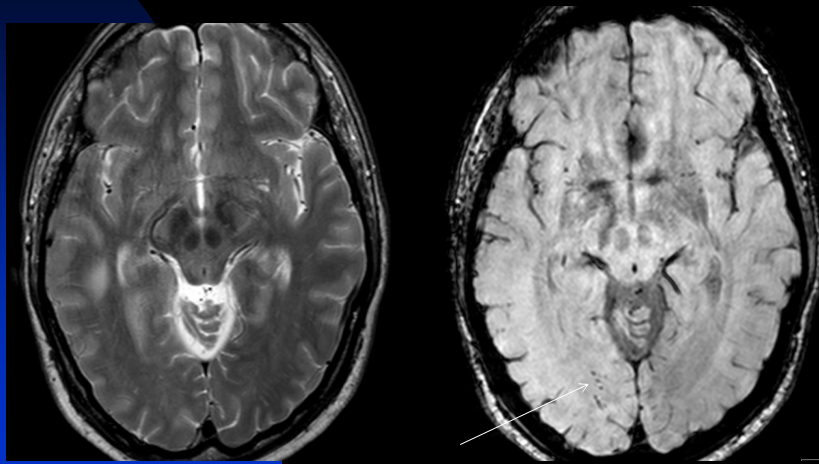
MRI voi näyttää muutoksia CT:n ollessa normaali

TAI näkyy vain MRI:llä



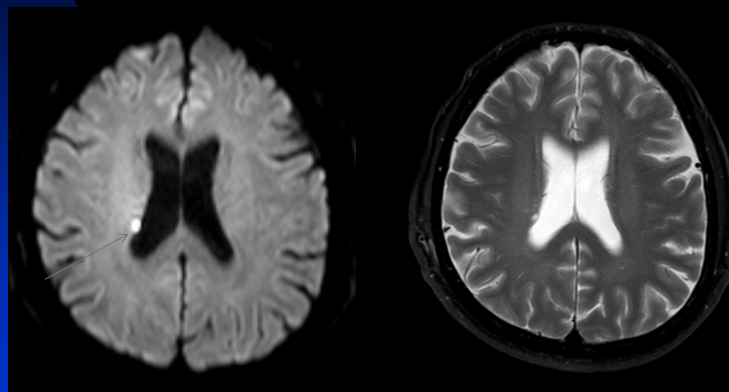
32

Akuutti MRI: TAI voi näkyä hemorragiaan perustuen



33

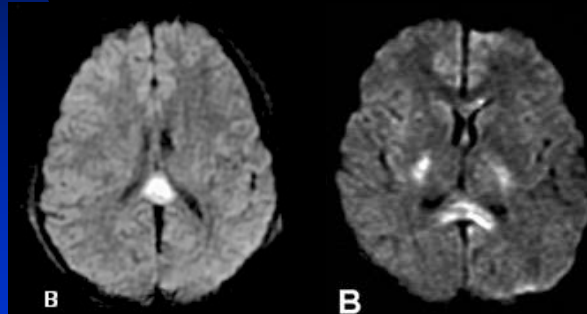
Tuore TAI voi näkyä diffuusion alenemana



34

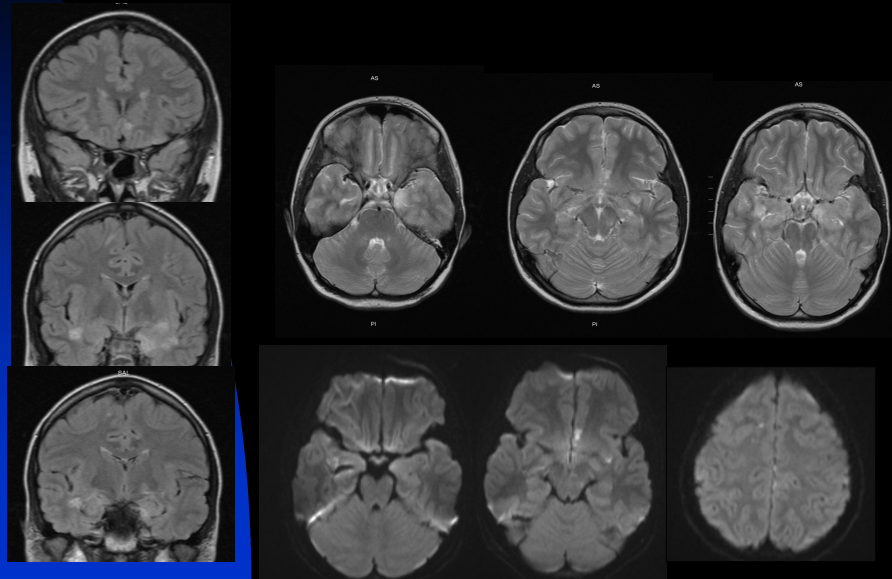
TRAUMAATTINEN AKSONIVAURIO - MRI

- Corpus callosumin ja kapsula internan TAI-muutokset akuuttivaiheessa



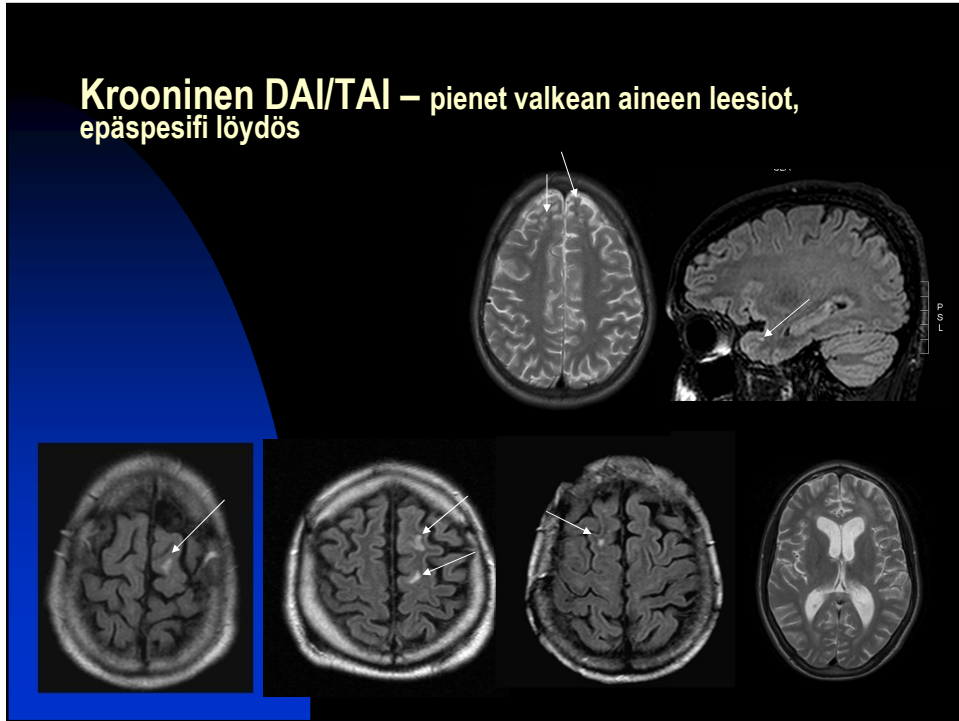
35

MRI -kuvaus 1 viikko vammasta, laaja DAI, näkyy FLAIR, T2- ja diffuusiokuvissa. Pienten T2- tai FLAIR-muutosten luonne voi jäädä avoimeksi ilman diffuusiokuvausta.



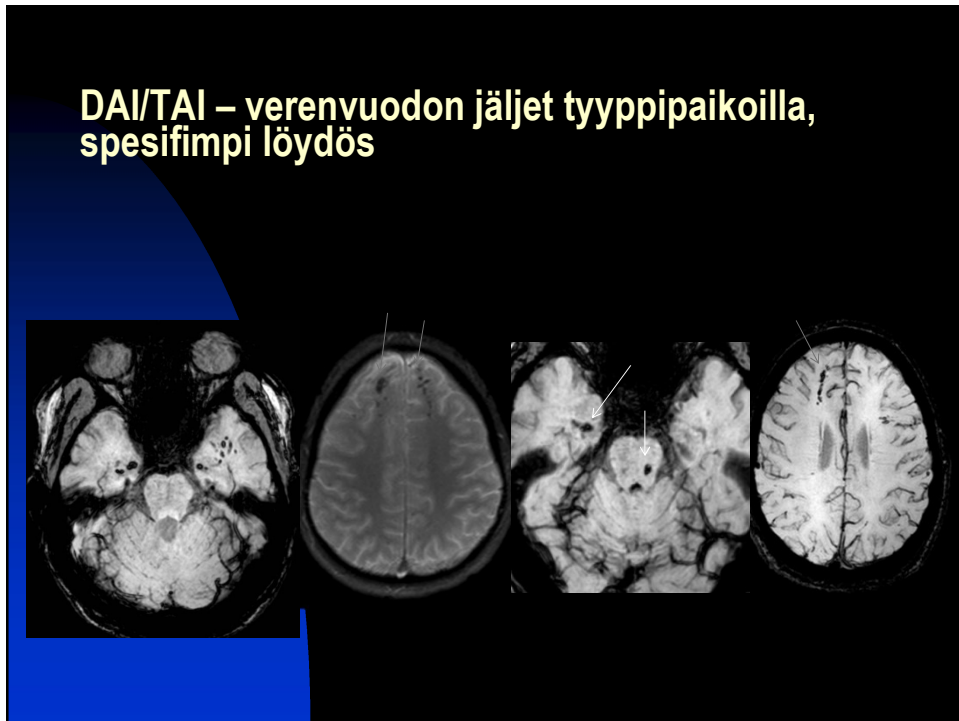
36

**Krooninen DAI/TAI – pienet valkean aineen leesiot,
epäspesifi löydös**



37

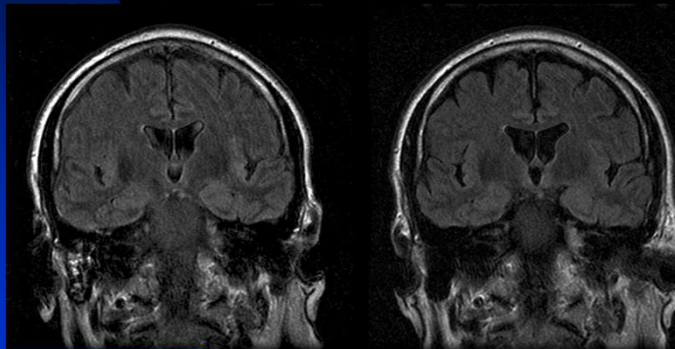
**DAI/TAI – verenvuodon jäljet tyypipaikoilla,
spesifimpi löydös**



38

ATROFIA

- DAI:n jälkeinen neurodegeneraatio johtaa atrofiaan
- Kuvavertailu

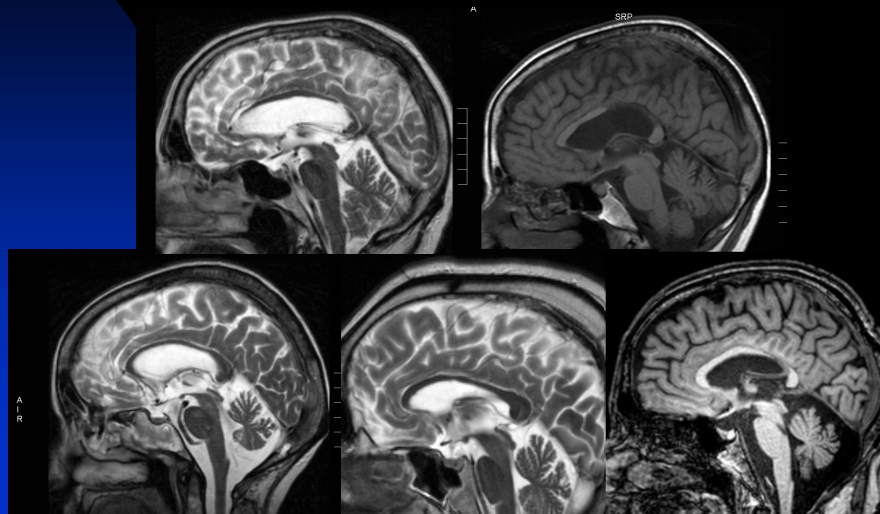


2 VIIKKOA

1 VUOSI

39

Atrofia – paikallista tai laajempaa: Corpus callosum



40

DAI – MRI –KONVENTIONAALISET TEKNIIKAT

- Hemorragian jäljet tyyppipaikoilla – varma dg
- Ei-hemorr. leesiot – dg jää epävarmaksi
- Pelkkään atrofiaan perustuva dg epävarma ilman kuvaseurantaa

41

KR. AIVOVAMMAT

Usein pitkäaikaisoireita ilman selviä muutoksia tavanomaisessa MRI:ssä

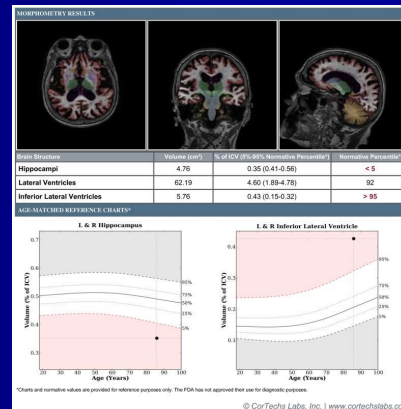
Tarvitaan muita MRI-menetelmiä, jotka eivät rutiinikäytössä

- diffuusiotensorikuvaus
- tilavuusmittaus

42

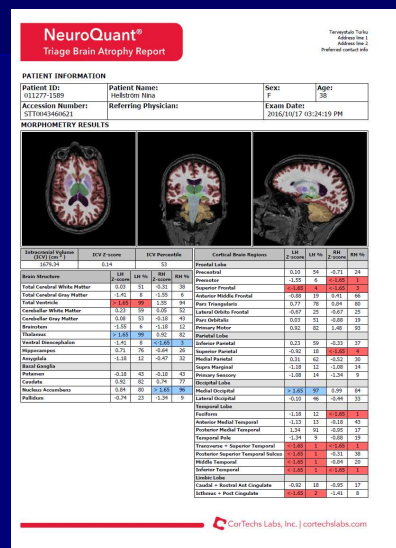
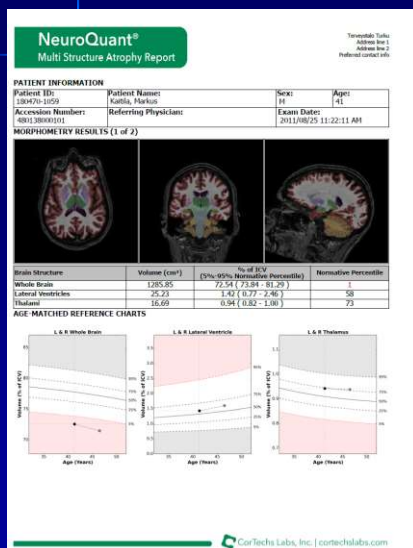
Automaattiset tilavuusanalyysit

- Esim. NeuroQuant, ei rutiinikäytössä
- Silmämääräistä arviota vähemmän subjektiivinen
- Luotettavuus ei kattavasti tutkittu
- Yksittäistä tutkimusta arvioitaessa suuri normaalivaihtelu vähentää käytännön merkitystä



43

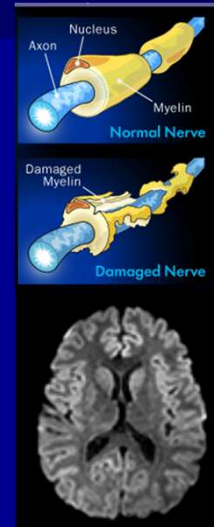
Automaattiset tilavuusanalyysit



44

DIFFUUSIOTENSORIKUVAUS

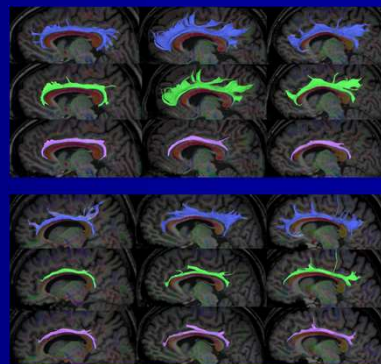
- Voi osoittaa tavanomaisessa kuvauksessa näkymättömiä valkean aineen muutoksia
- Epäspesifi etiologian suhteen
- Saadaan ratojen kuntoa kuvaava mittaustulos



45

DTI – kvantit. käyttö

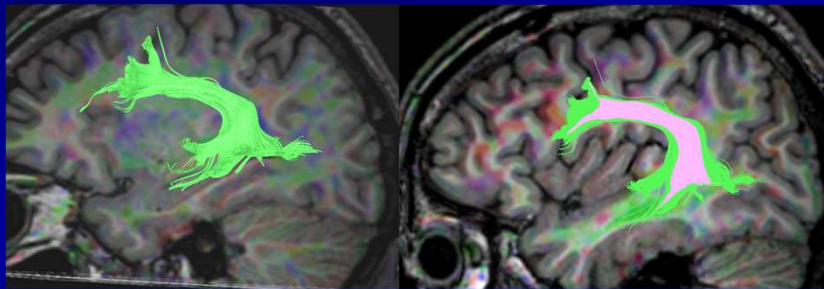
- Samalla laitteella määritetyt normaaliarvot, ikäriippuvuus
- Kookkaat radat, joissa ei suurta normaalivaihtelua
- Seurannassa vain vahvat muutokset osoitettavissa
- Analysointi aikaa vievää, traktografia



46

DTI JA TILAVUUSMITTAUKSET – KÄYTÄNNÖN ARVIOINTI

- Poikkeako normaalivaihtelusta
- Muutoksen syy: vamma vai muu sairaus vai kehityspoikkeavuus
- Sopiiko oireeseen ja neuropsykol tutkimuksen tulokseen



47

Aivovammatutkimukset

- Akuutti CT, osalle MRI
- Jälkitila MRI
- Ongelmatapaukset, vakuutuskiistat -
DTI ja tilavuusmittaukset

48