

Neuroradiologische Diagnostik und Therapie

Schlaganfall

Neuroradiologie



Konventionelles
Röntgen



Computertomographie

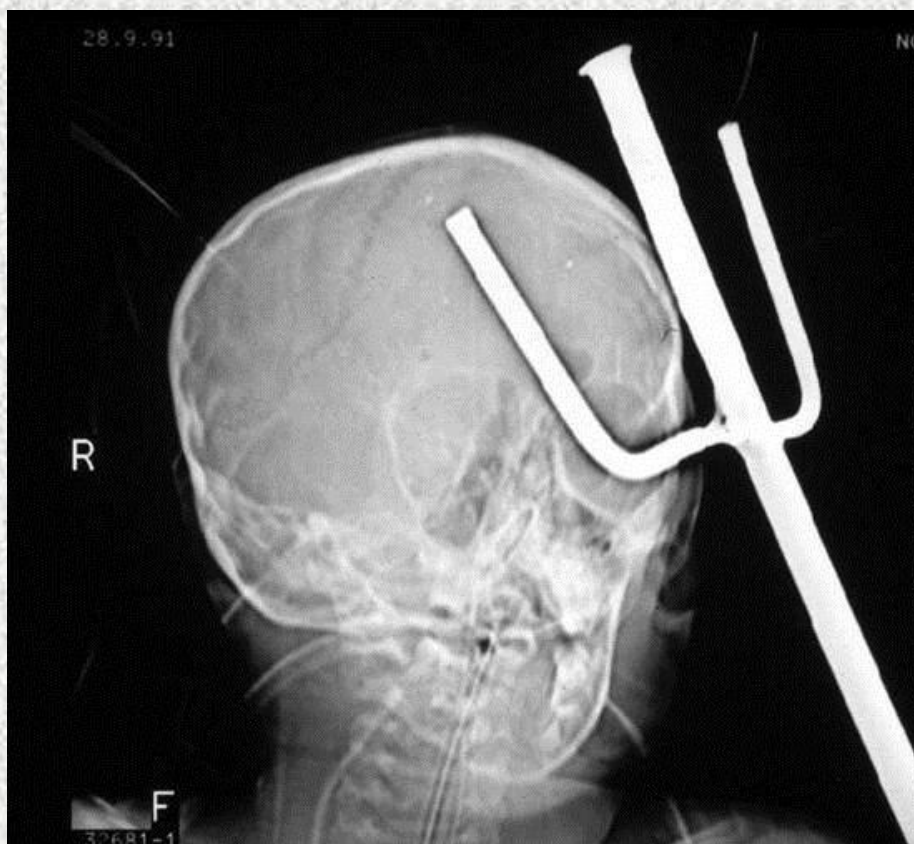


Magnetresonanztomographie



Digitale Subtraktions-
angiographie

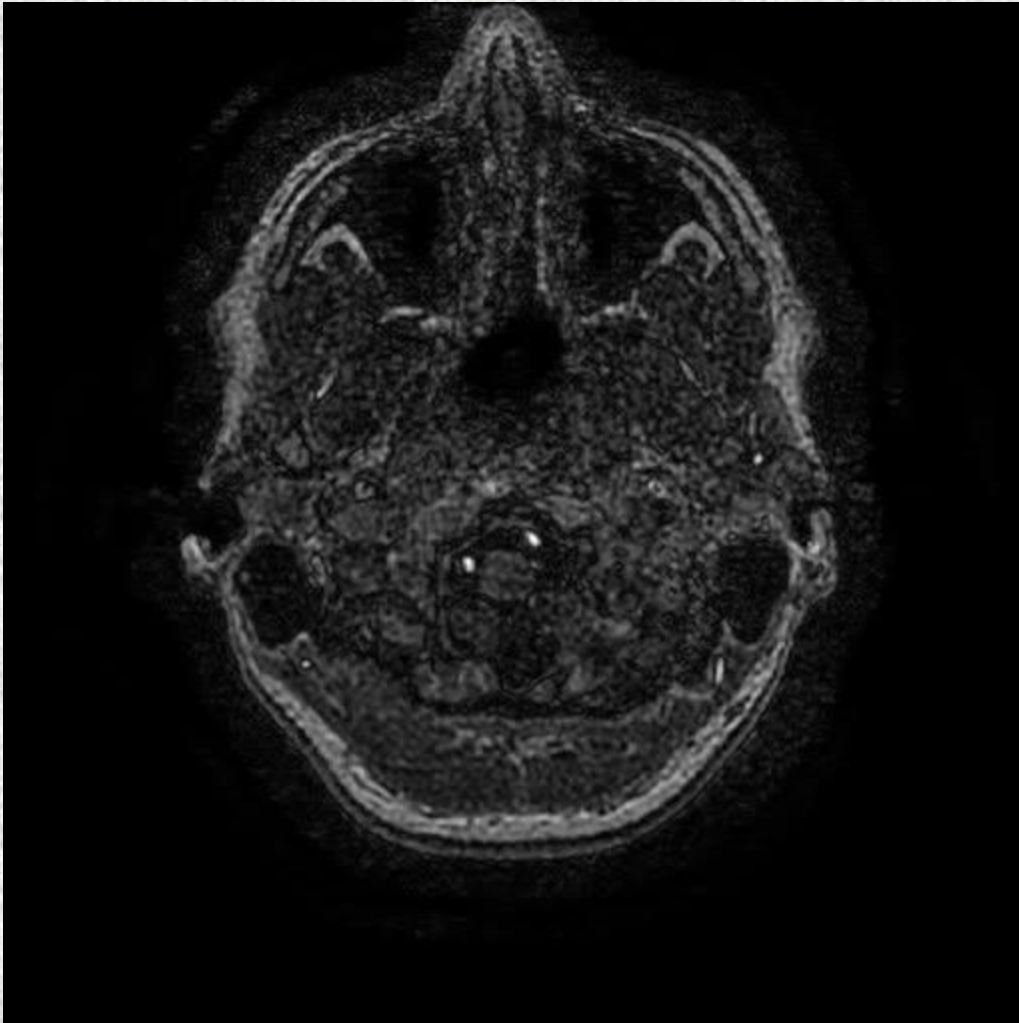
Warum kein „konventionelles“ Röntgen ?



Transorbital eingedrungene
Baustellen-Halterung bei Skateboardfahrer

Peter Schramm, Institut für Neuroradiologie

Neuroradiologie



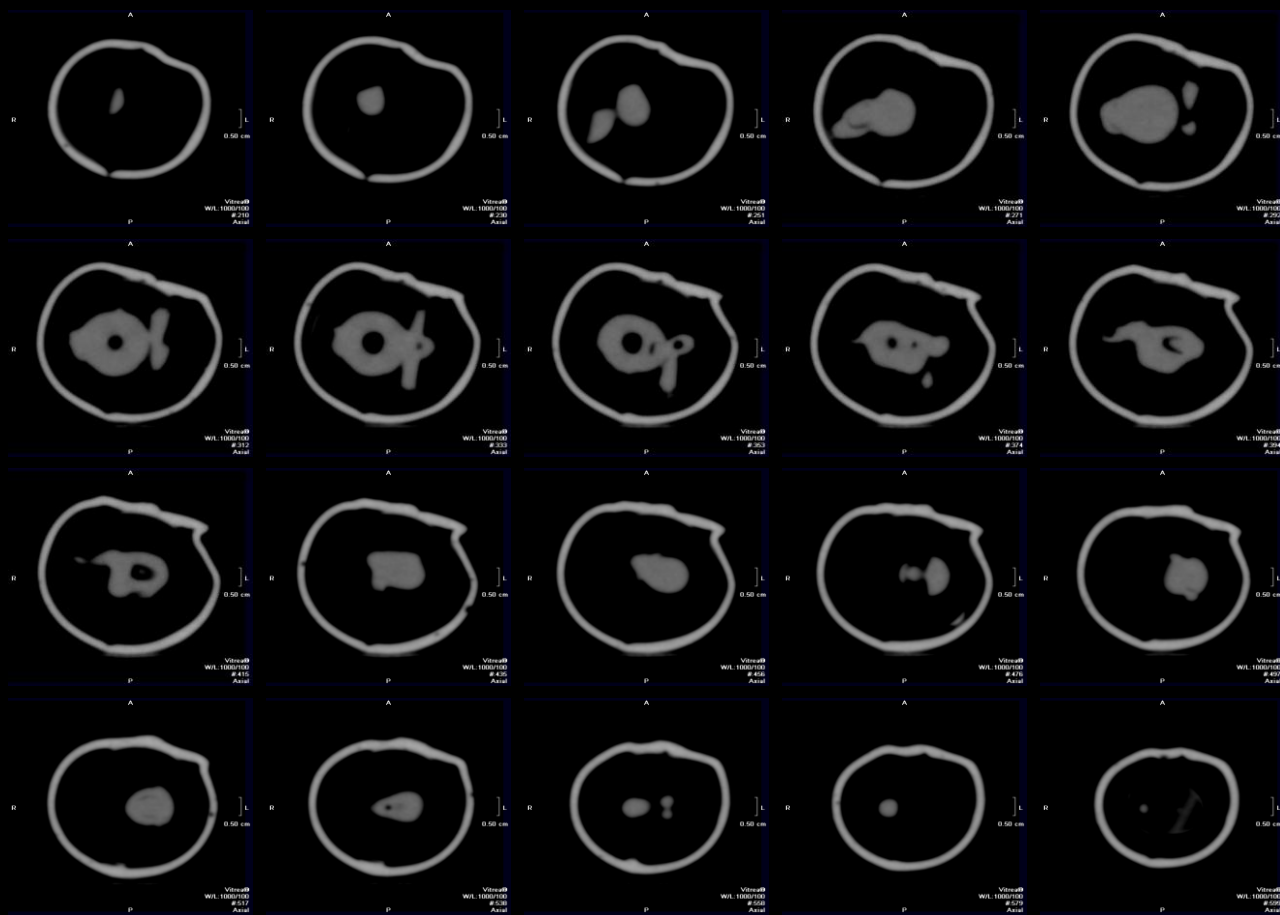
Schnittbildverfahren:

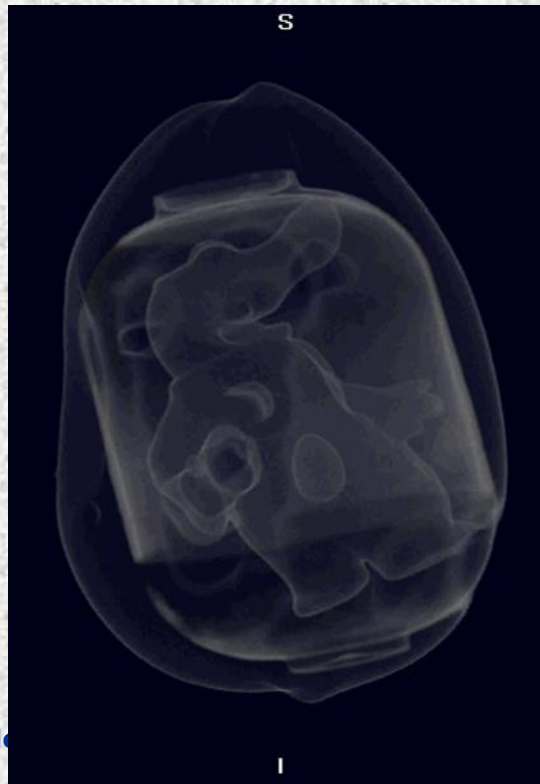
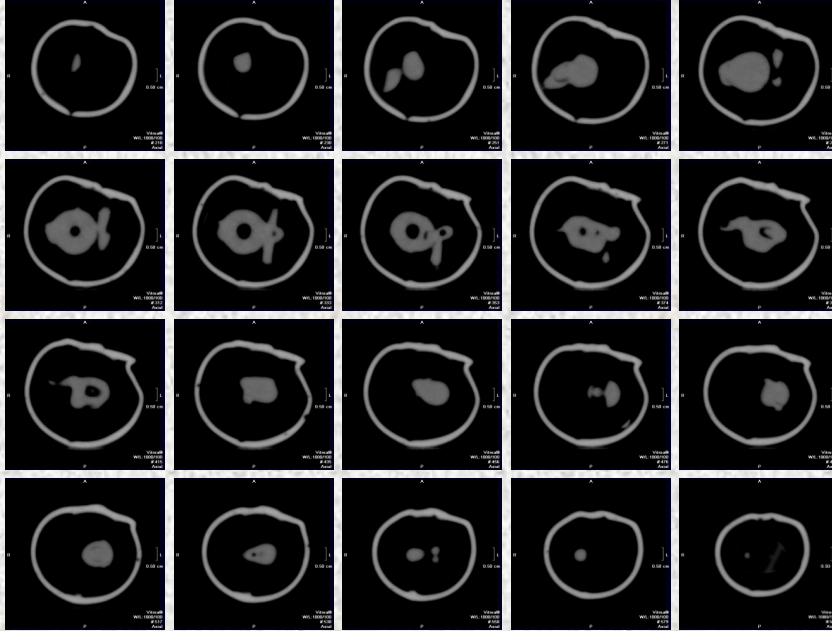
CT

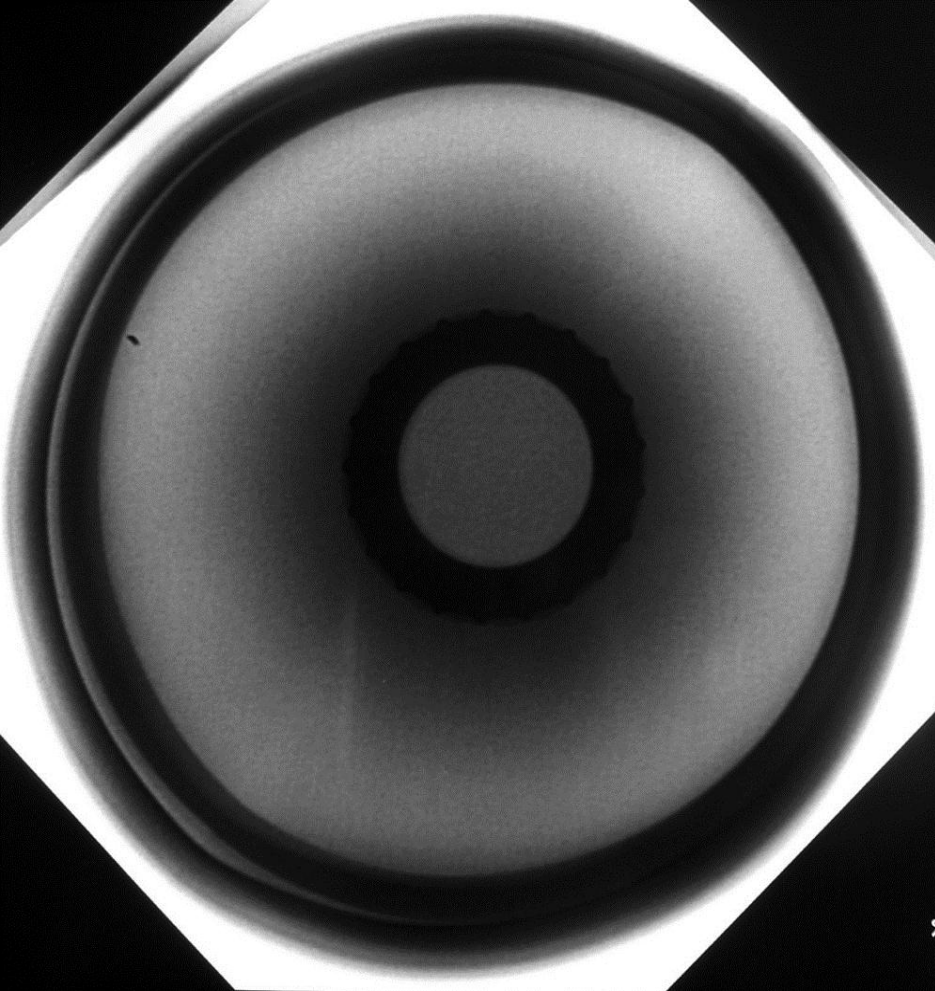
MRT



3D-Bilddatensätze





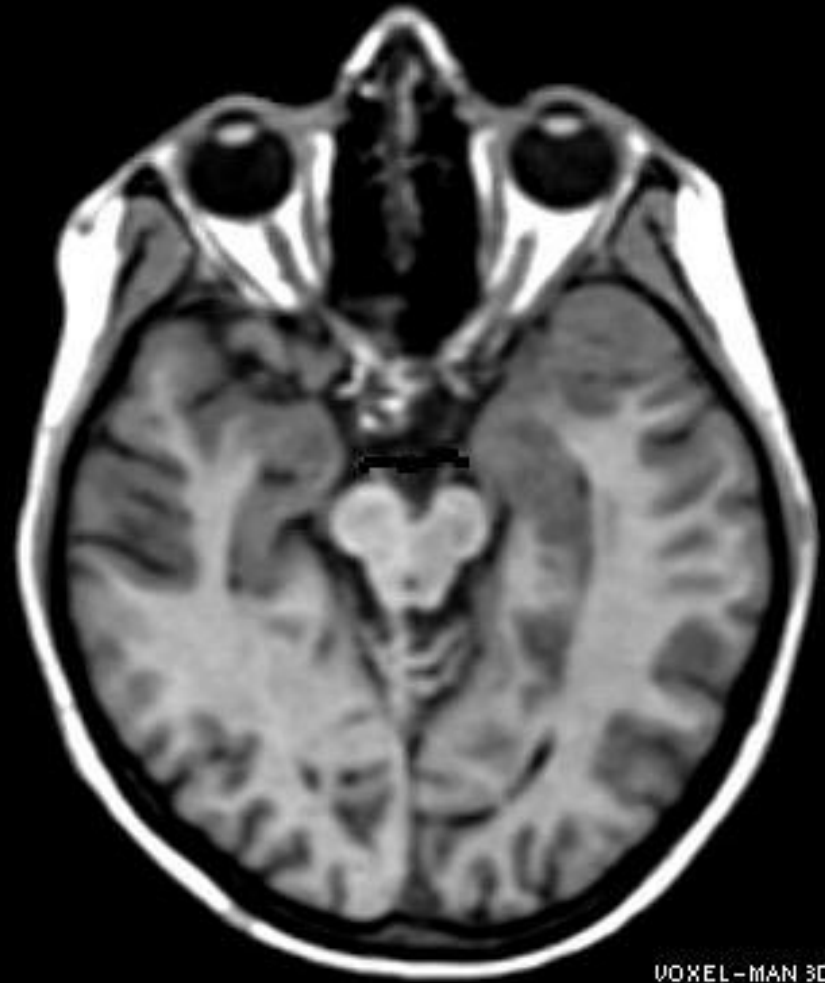
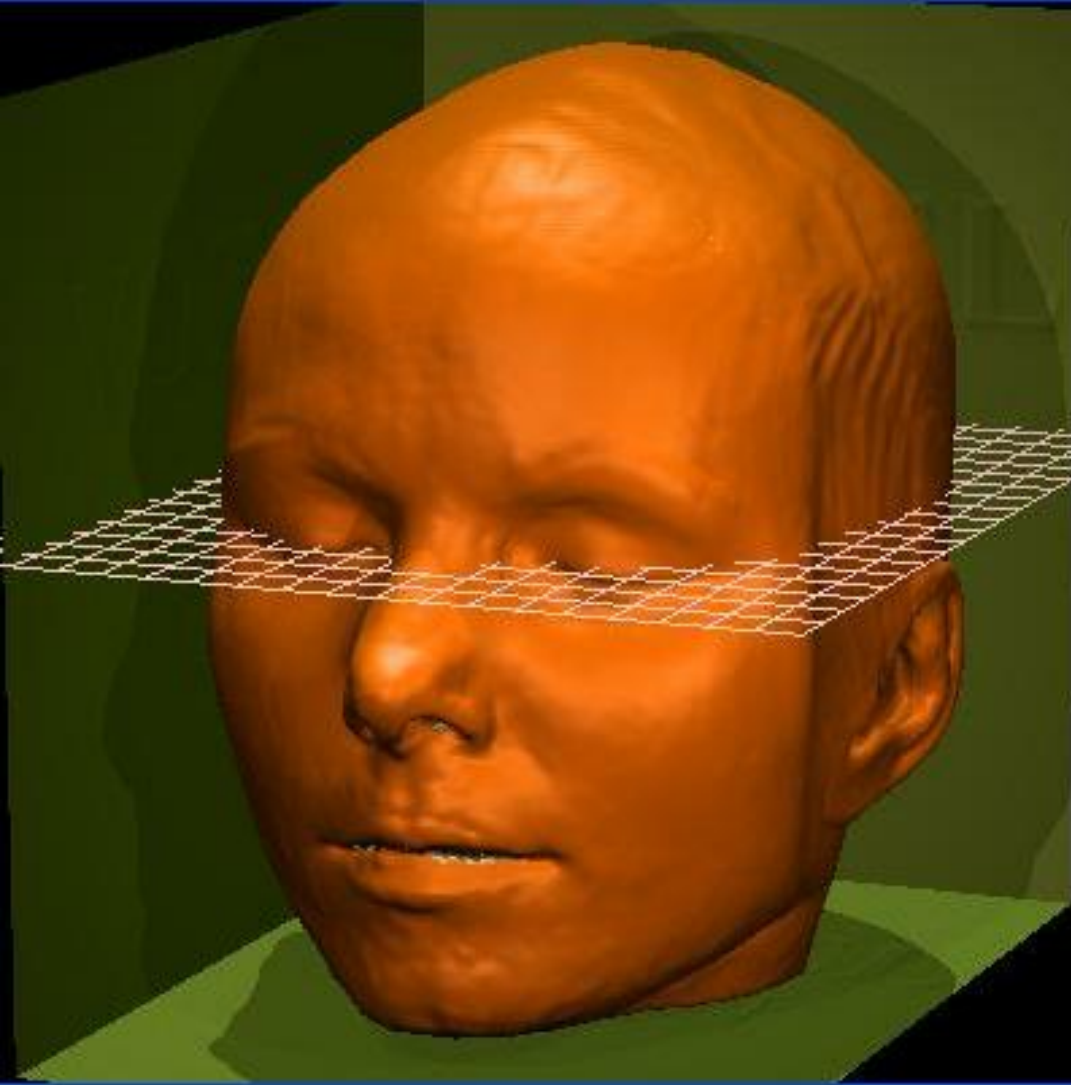


Grundregel:
Immer zwei Ebenen

Peter Schramm, Institut für Neuroradiologie

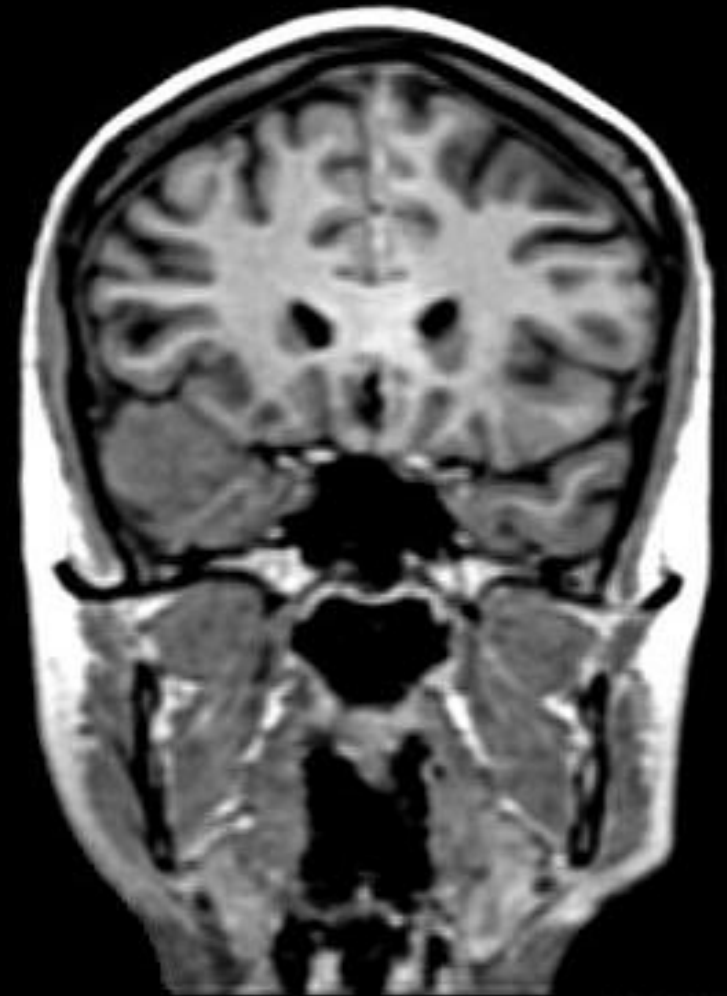


UNIVERSITÄT ZU LÜBECK

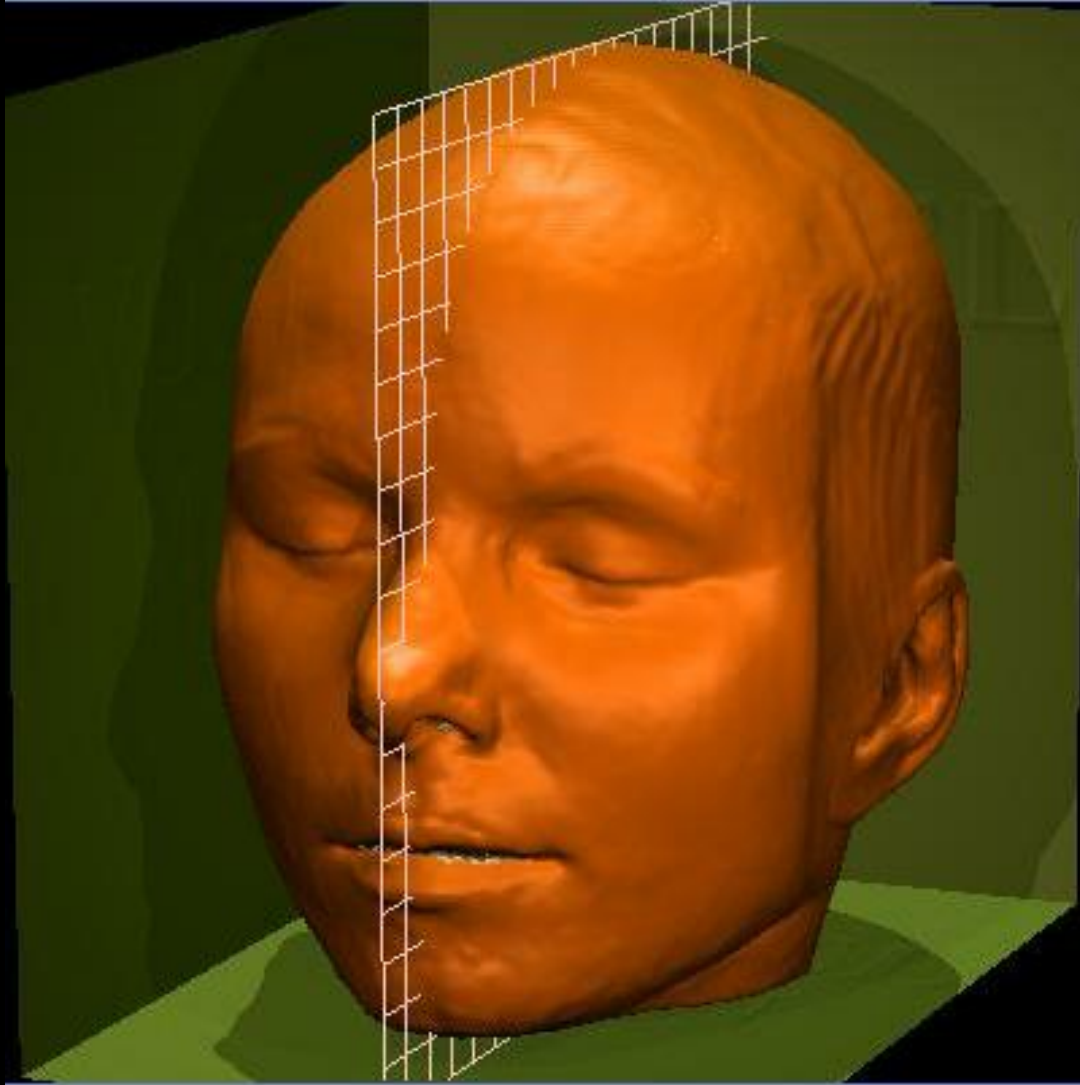


VOXEL-MAN 3D-Navigator

„axial“ oder „transversal“



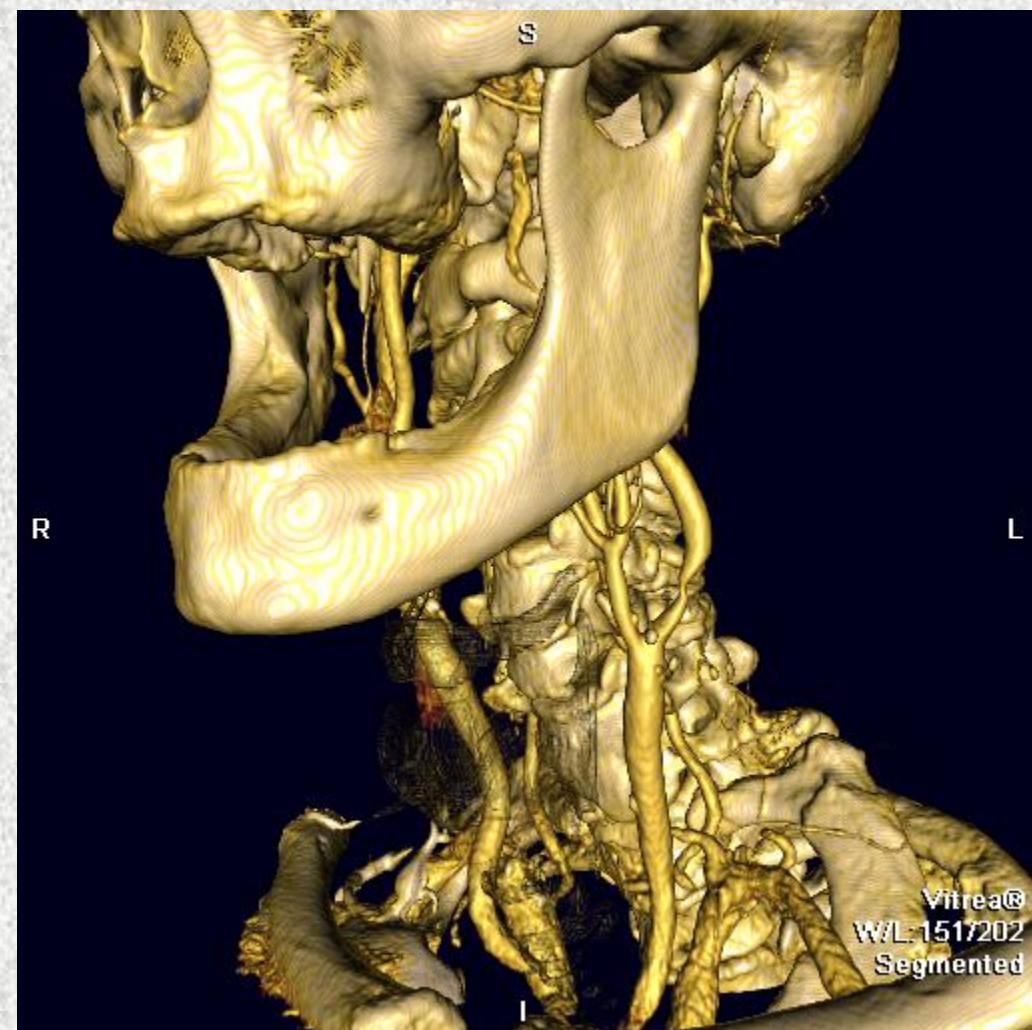
„coronar“



„sagittal“

3D-Rekonstruktionen

- zur Befunderstellung
- zur Befundveranschaulichung/-kommunikation



Computertomographie

meist Erstdiagnostik: „Arbeitstier“ der Neuroradiologie

heute zunehmend auch „funktionelle“ CT-Verfahren, insbesondere Gefäßdiagnostik, Schlaganfalldiagnostik

schnell, weit verfügbar

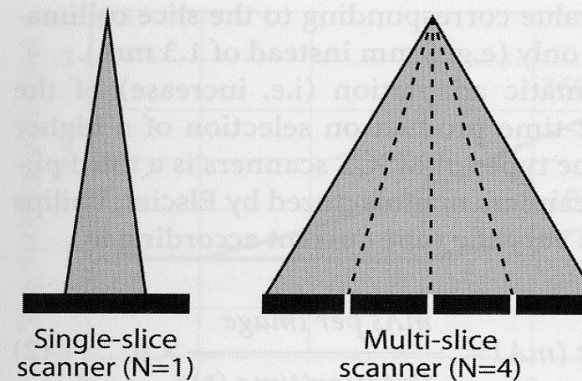
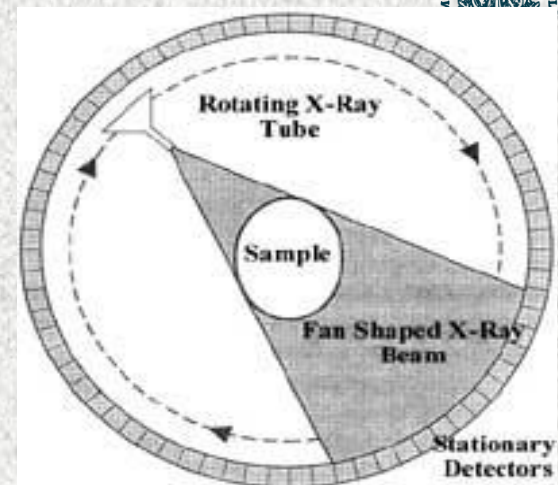
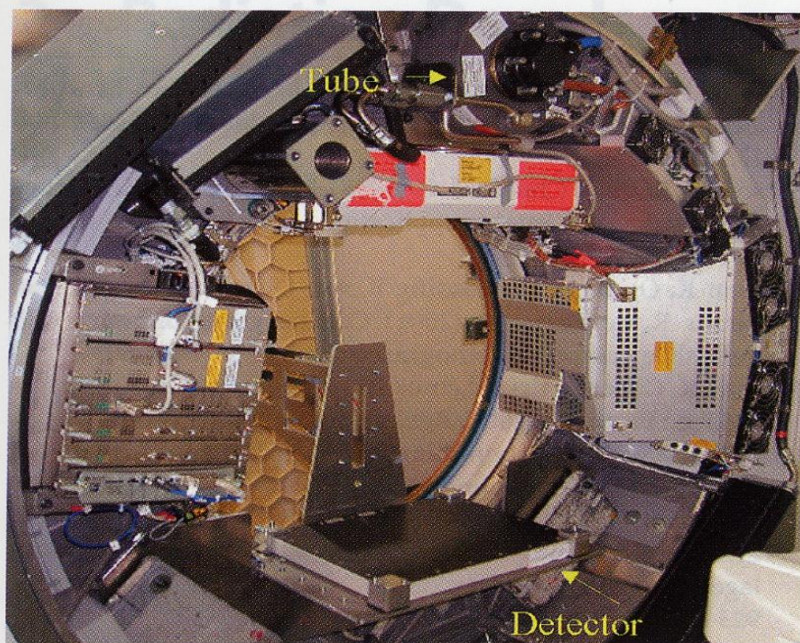
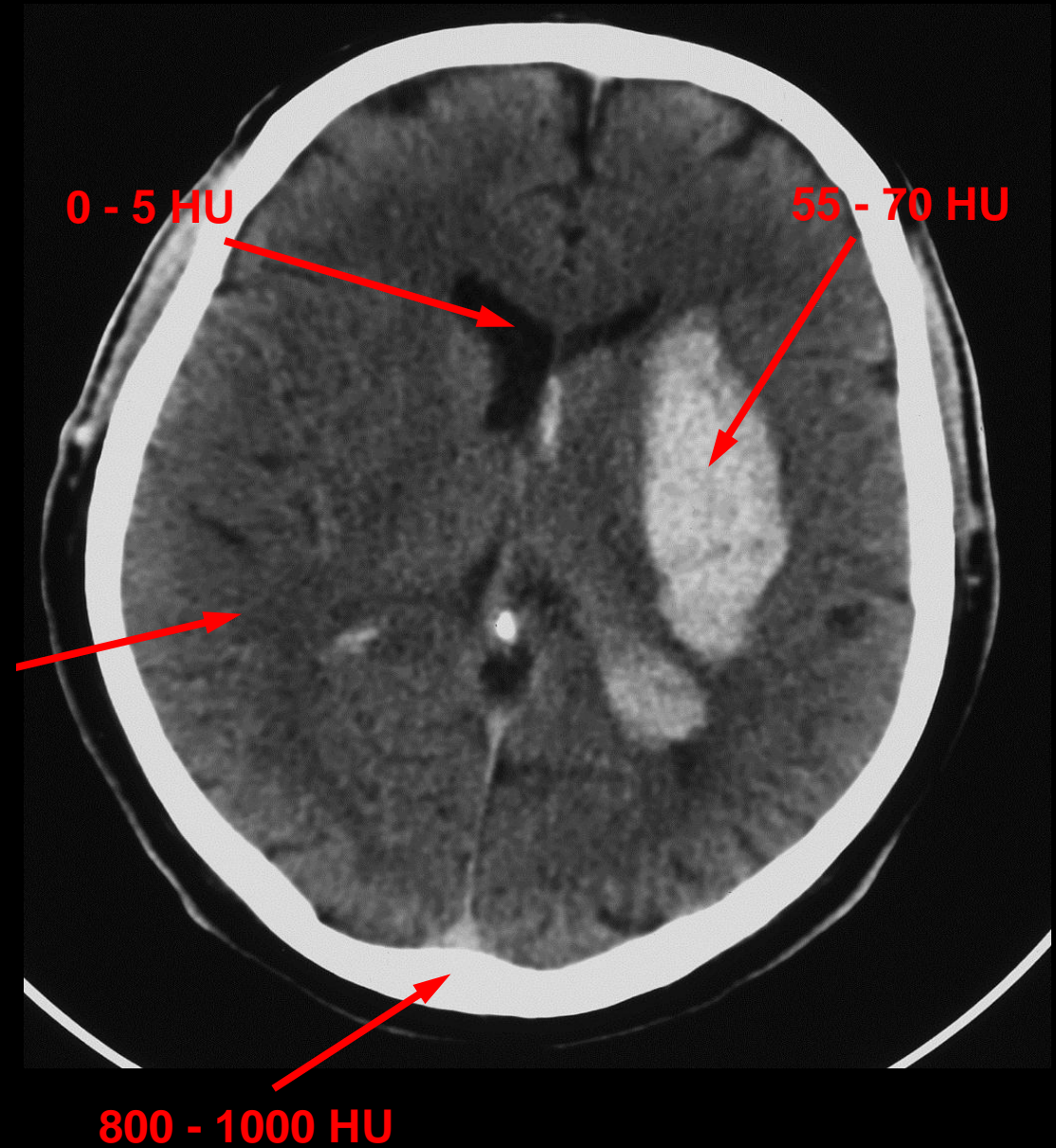
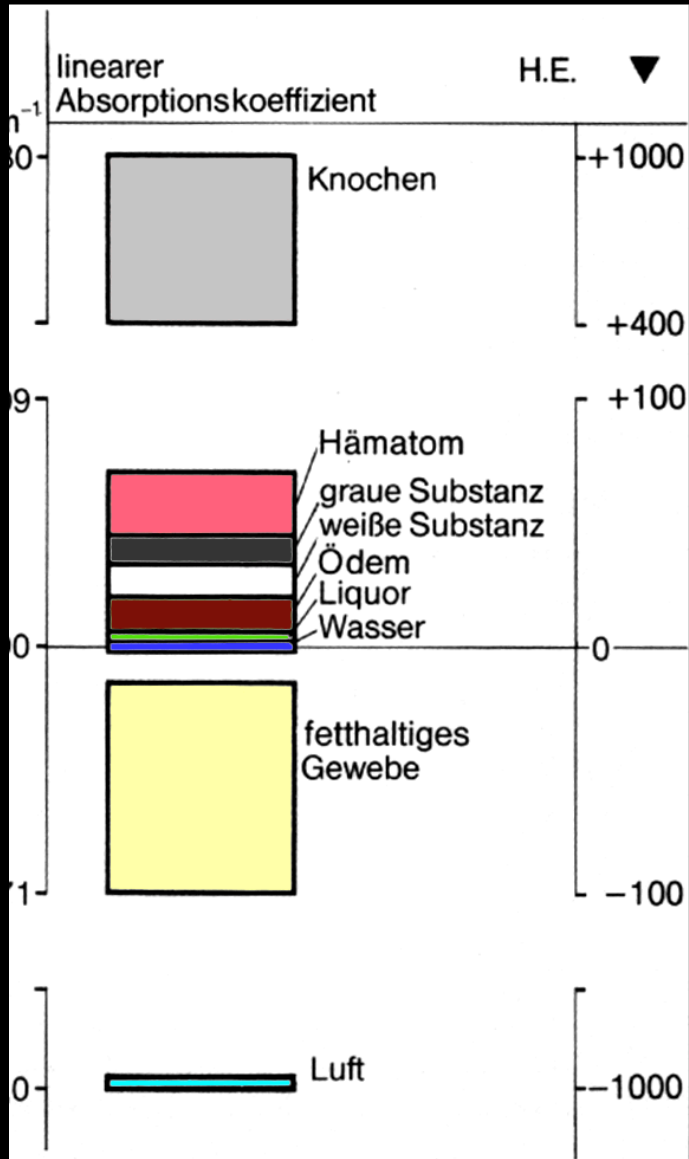


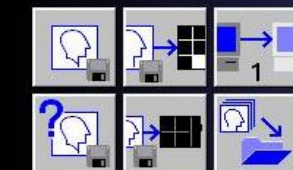
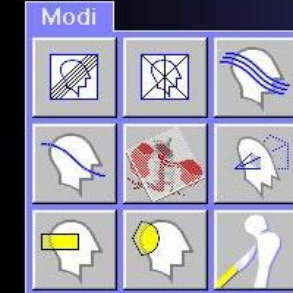
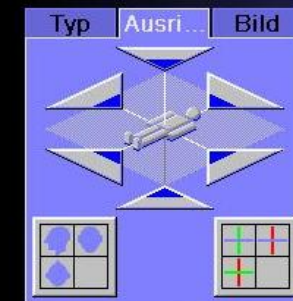
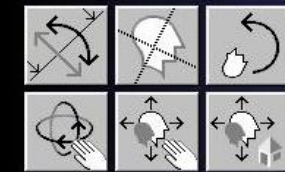
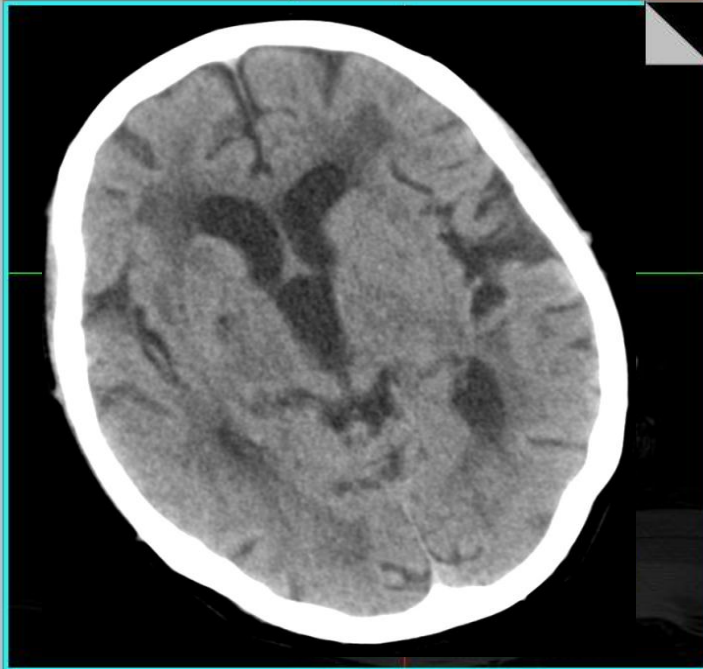
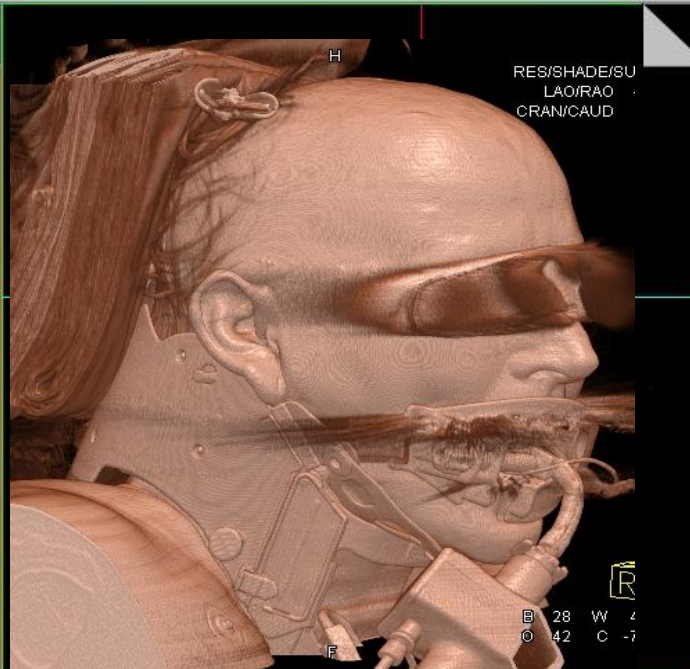
Fig. 2.1. MSCT scanner, with simultaneous scanning of four slices, compared with a conventional single-slice scanner. In contrast to a single-row detector array whose width can be larger than the maximum slice thickness, the edges of the rows in a multi-row detector array are located inside the beam, giving rise to reduced geometrical efficiency

Rotierende Röntgenröhre

Peter Schramm, Institut für Neuroradiologie

Multisclice Scanner (MSCT)





Viewer

Filmen

3D

Magnetresonanztomographie



- Prinzip etwas komplexer
- besserer Weichteilkontrast als CT
- (primär) multiplanar
- nicht nur strukturelle, sondern auch funktionelle Bildgebung
- dauert länger als CT

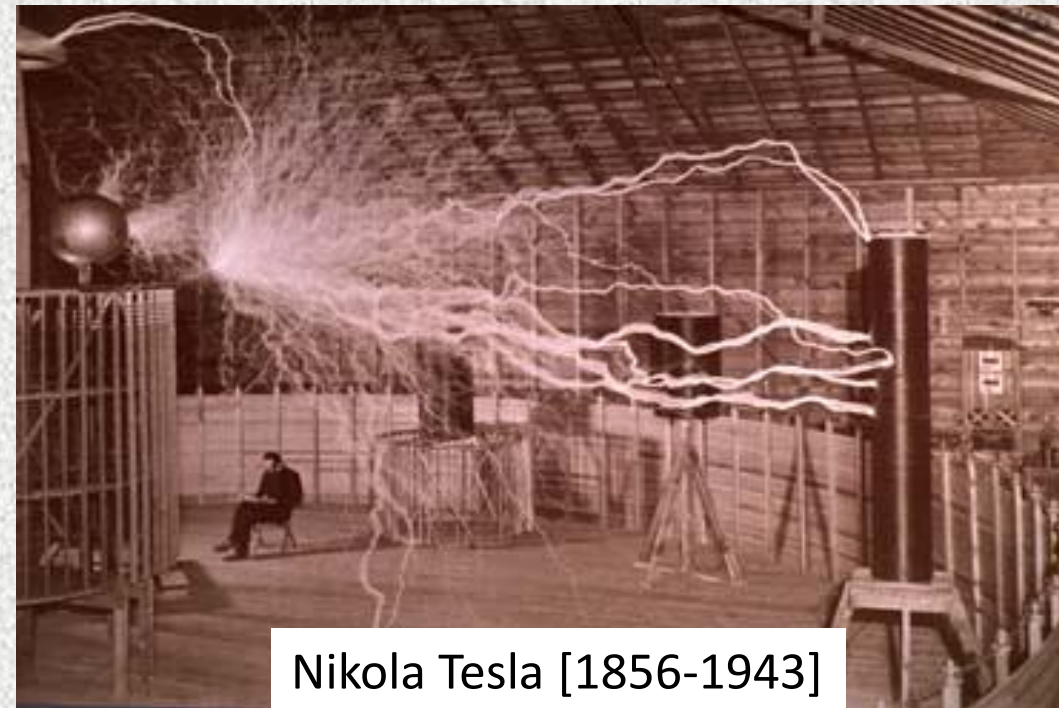
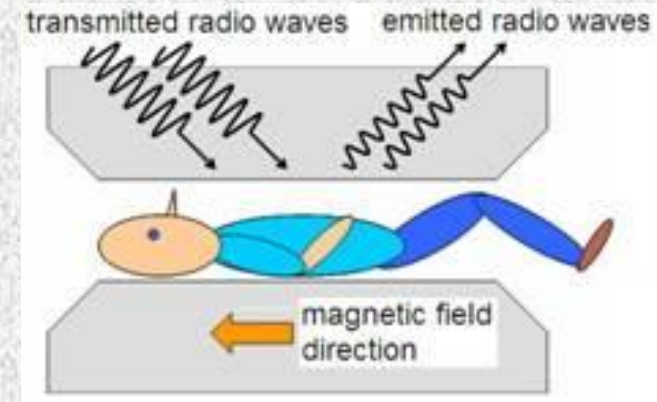
MRT: Prinzipielles...

Prinzip der MRT:

Anlegen eines starken statischen Magnetfeldes
richtet Atomkerne im zu untersuchenden Gewebe
aus

synchrone elektromagnetische Anregung dieser
Atomkerne

anschließende Messung des Signals, das die Kerne
erzeugen, während sie wieder in ihren nicht
angeregten Grundzustand übergehen



Nikola Tesla [1856-1943]

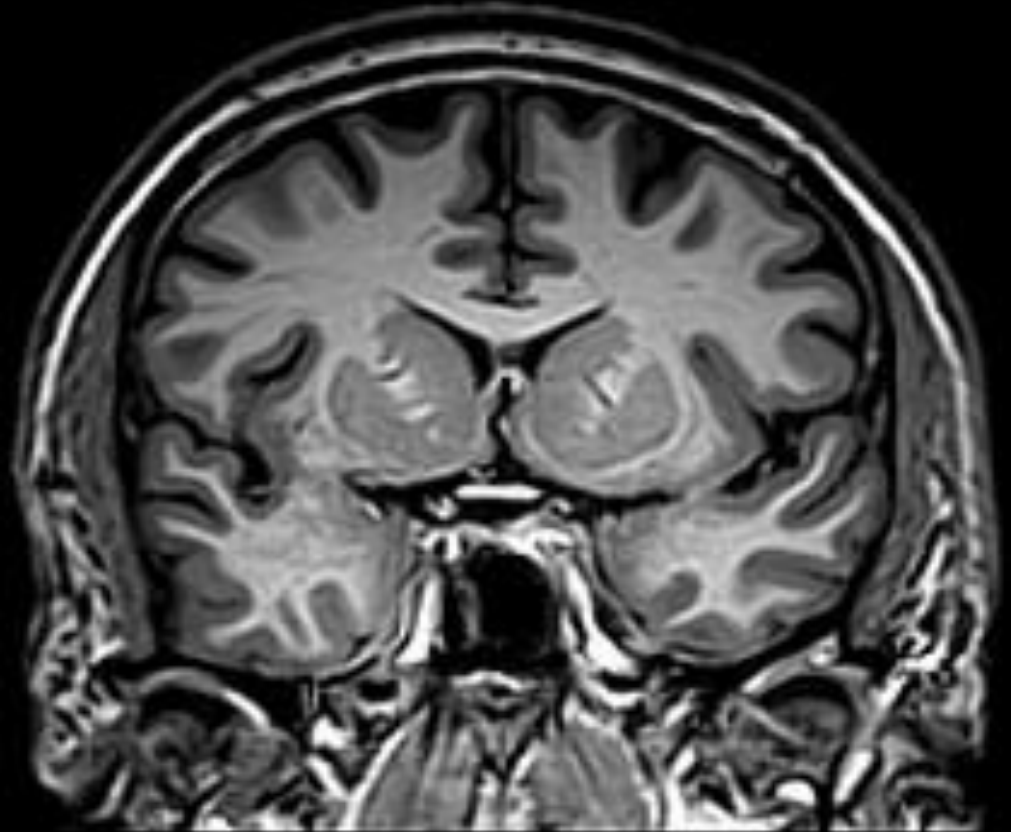
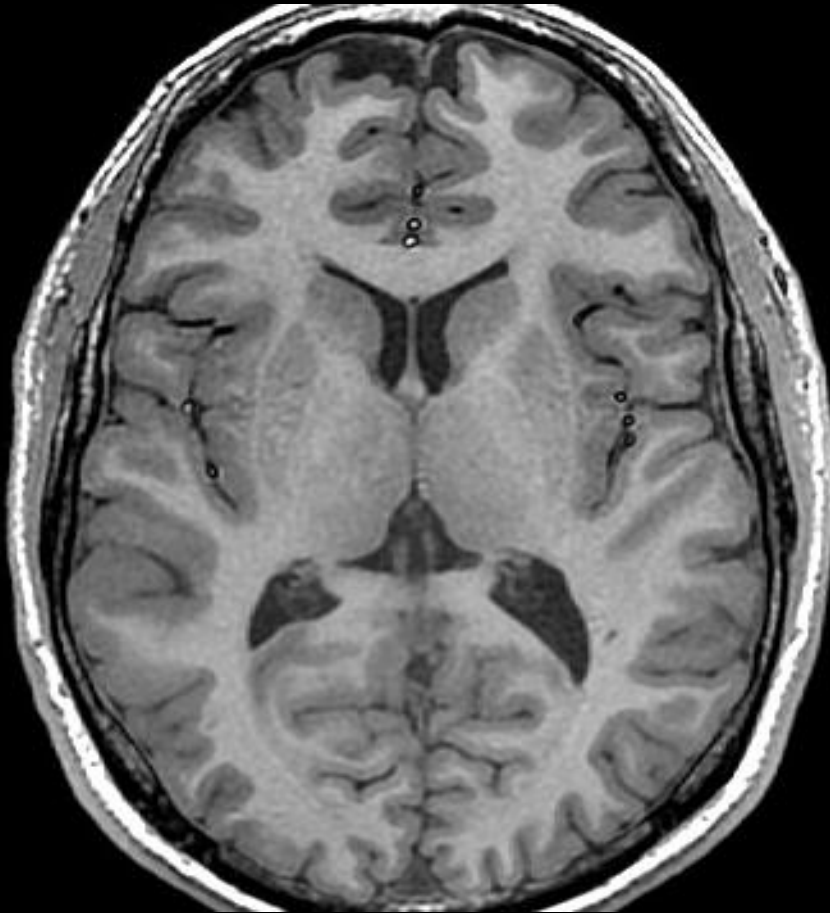
MRT: Grundliegende Signalphänomene



	T1	T2
Hohes Signal = <i>hyper</i> intens	Fett KM-Enhancement Methämoglobin	Liquor Ödem Methämoglobin
Niedriges Signal = <i>hypo</i> intens	Liquor	Kalk Luft Hämosiderin

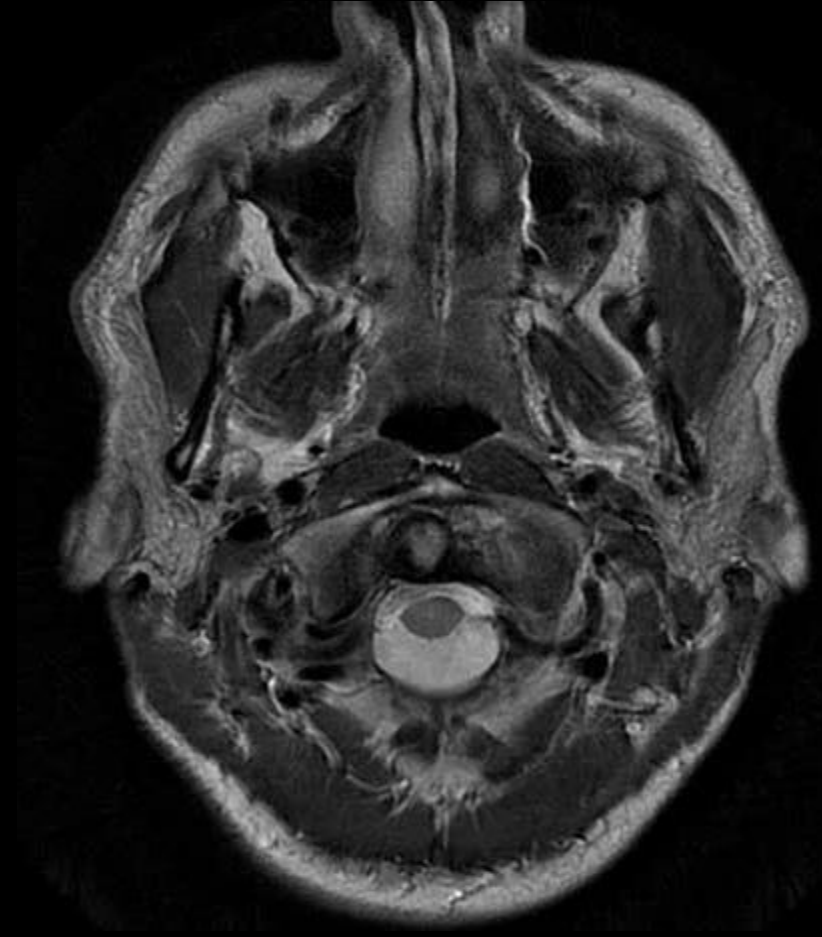
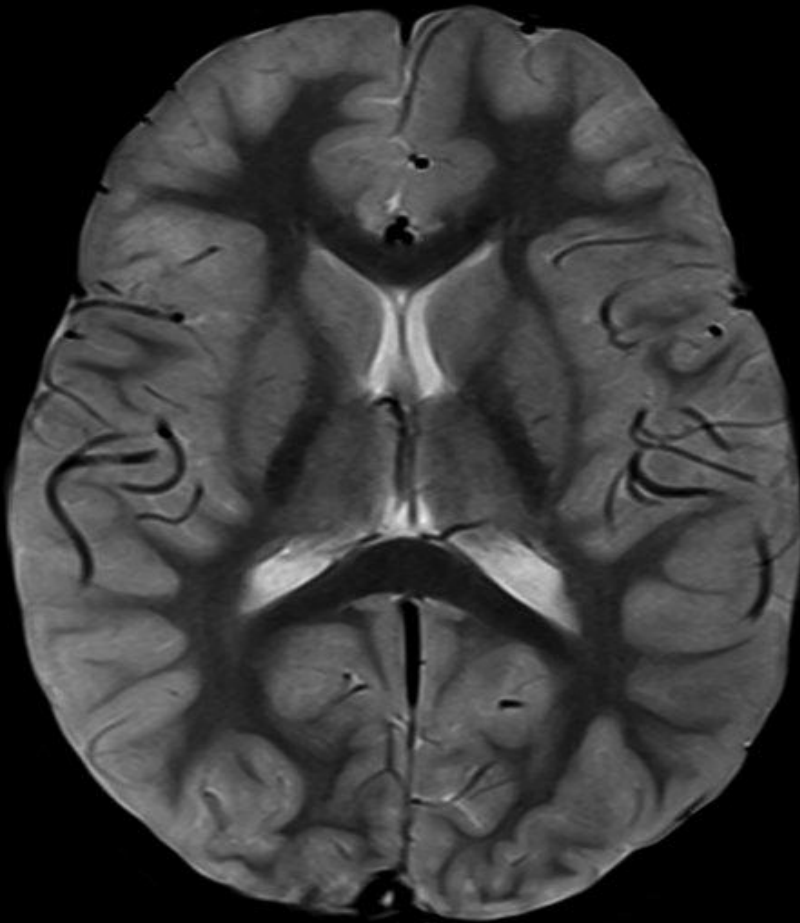
MRT: Sequenzen

T1



MRT: Sequenzen

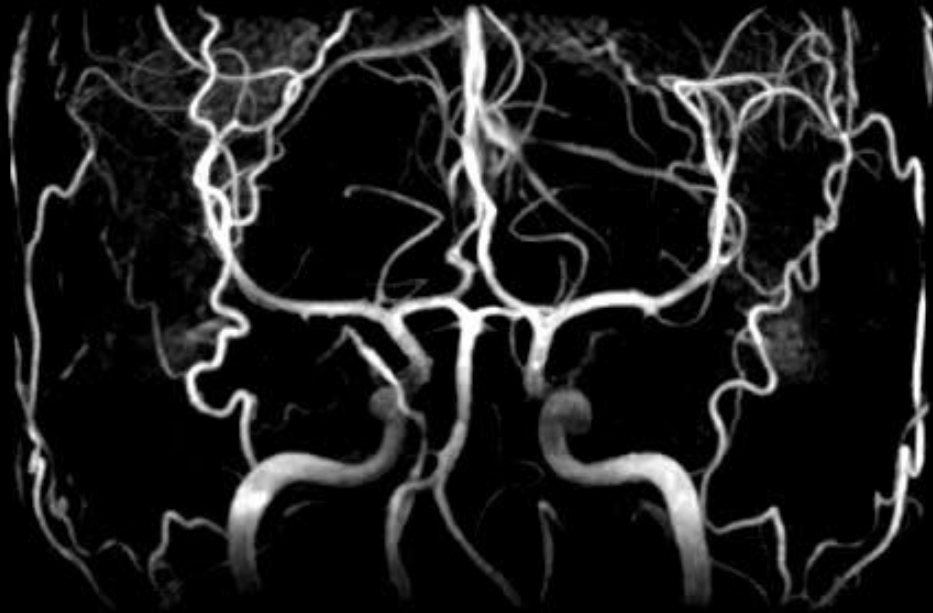
T2



MR-Angiographien



UNIVERSITÄT ZU LÜBECK



Niemals vergessen !



Das statische Magnetfeld B_0 ist IMMER angeschaltet !!!

Digitale Subtraktionsangiographie

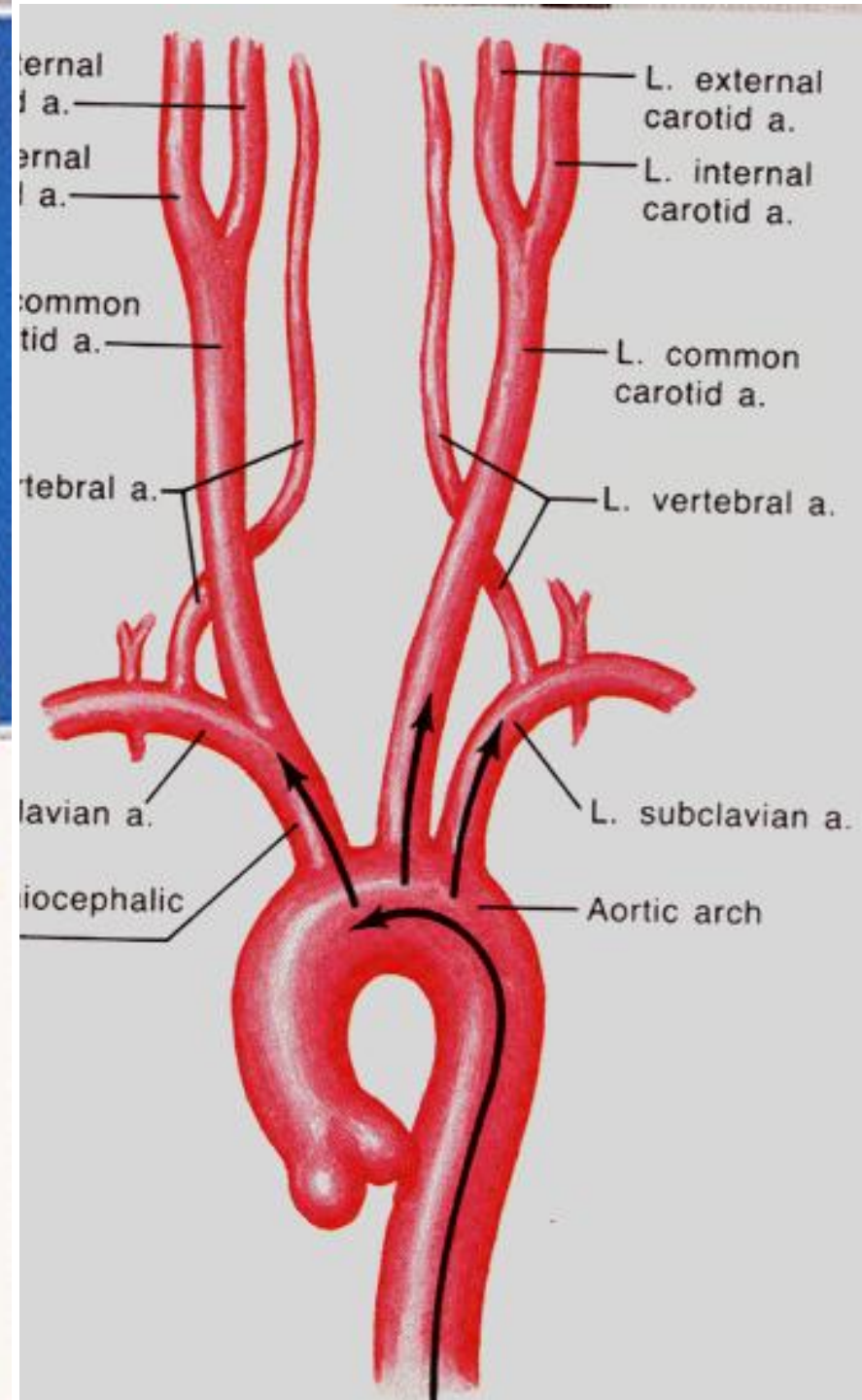
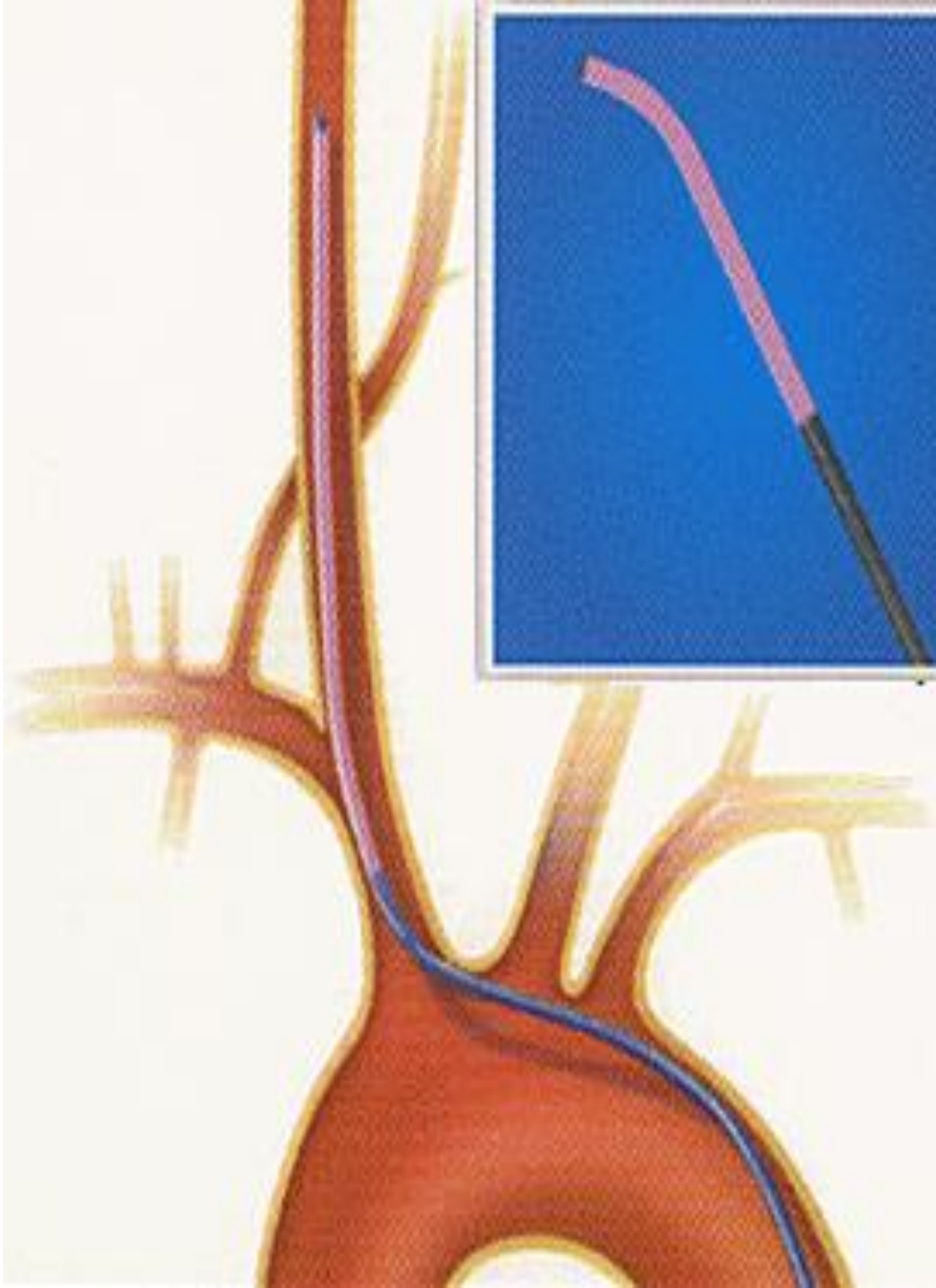
- Invasives diagnostisches Verfahren
- Basis für interventionelle neuroradiologische Therapien



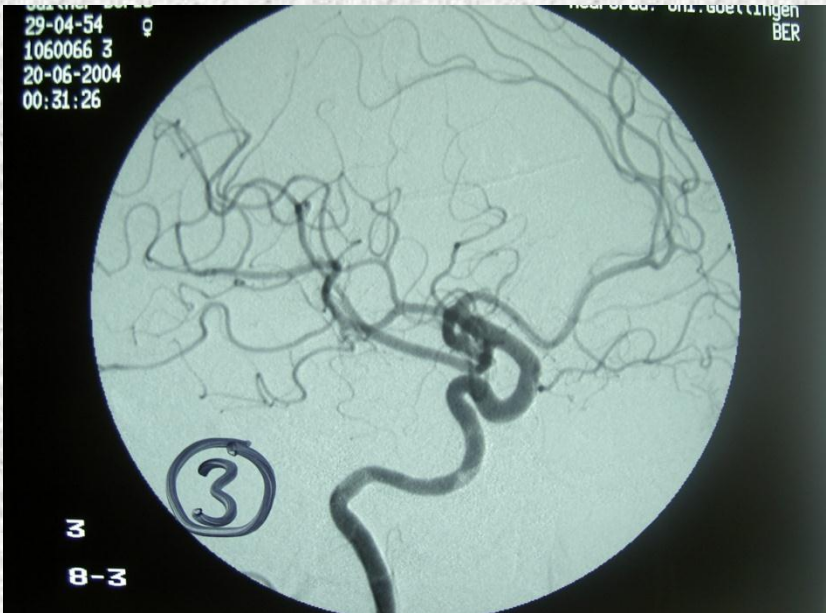
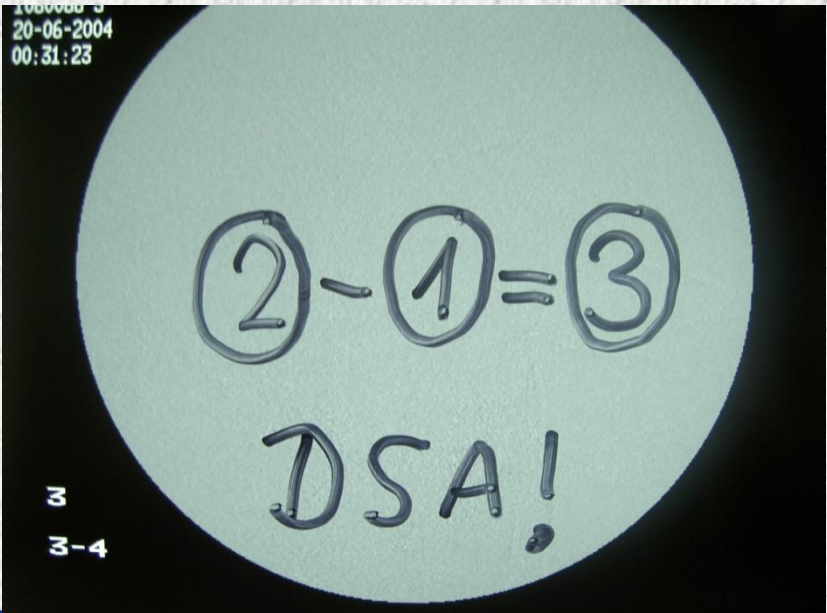
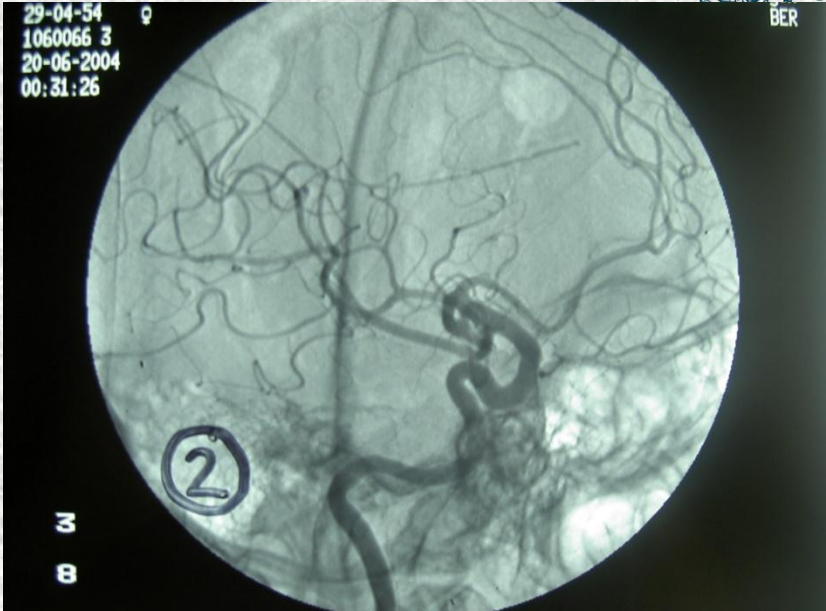
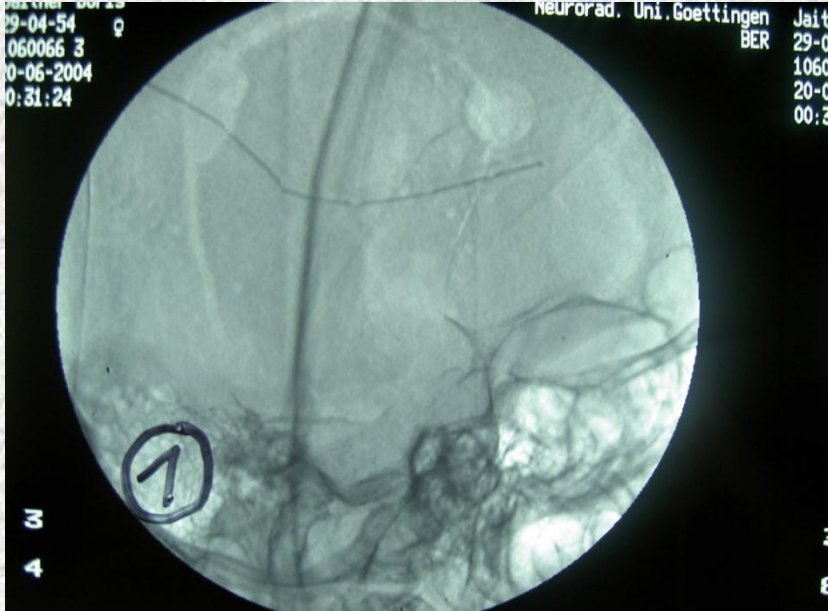
Zerebrale Angiographie:

- 1927 erste zerebrale Angiographie mit Injektion einer Natriumjodid-Lösung in die operativ freigelegte A. carotis durch Egas Moniz
- Darstellung und Lokalisation von Tumoren





Digitale Subtraktionsangiographie



Aortenbogen-Darstellung



Darstellung bei Injektion
der A. carotis communis



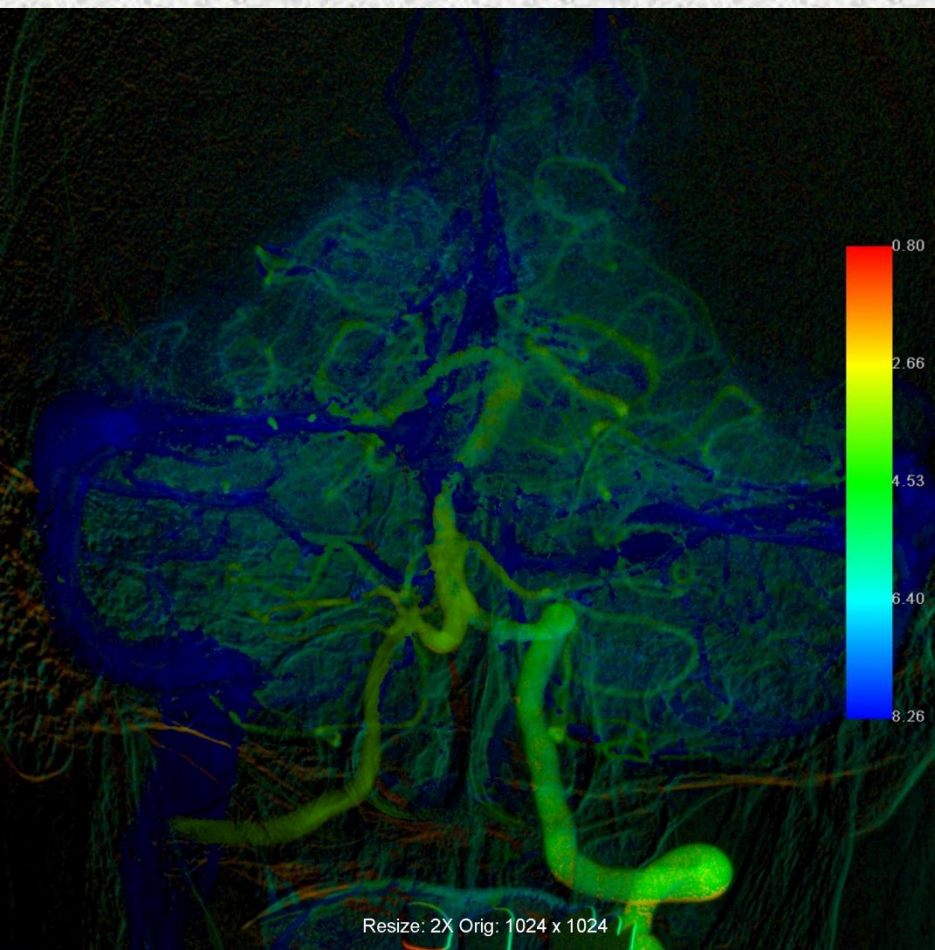


A. carotis interna

Peter Schramm, Institut für Neuroradiologie



A. vertebralis



Flussdarstellung



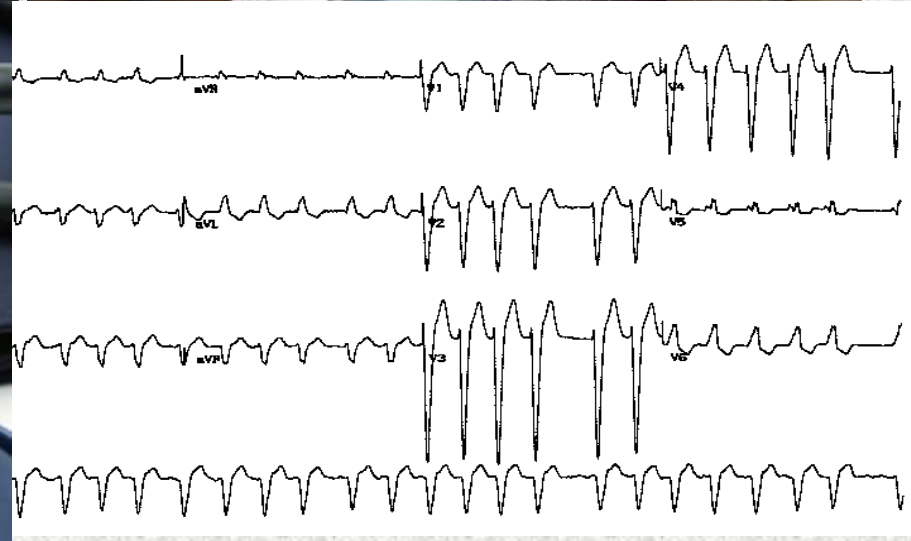
3D-Rekonstruktion

Zerebrale Ischämie

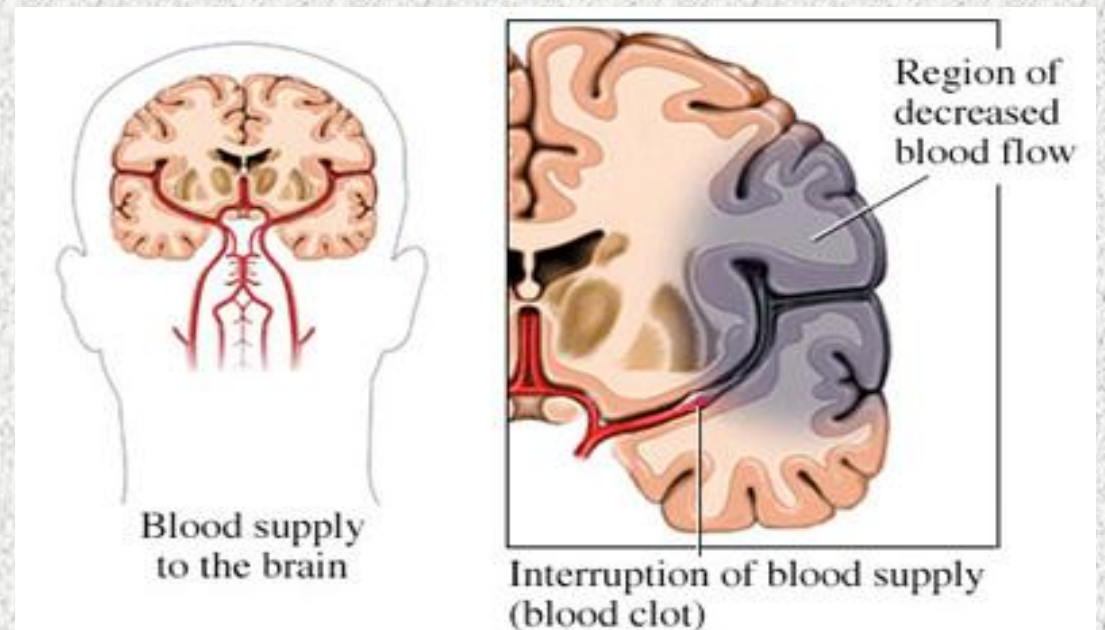
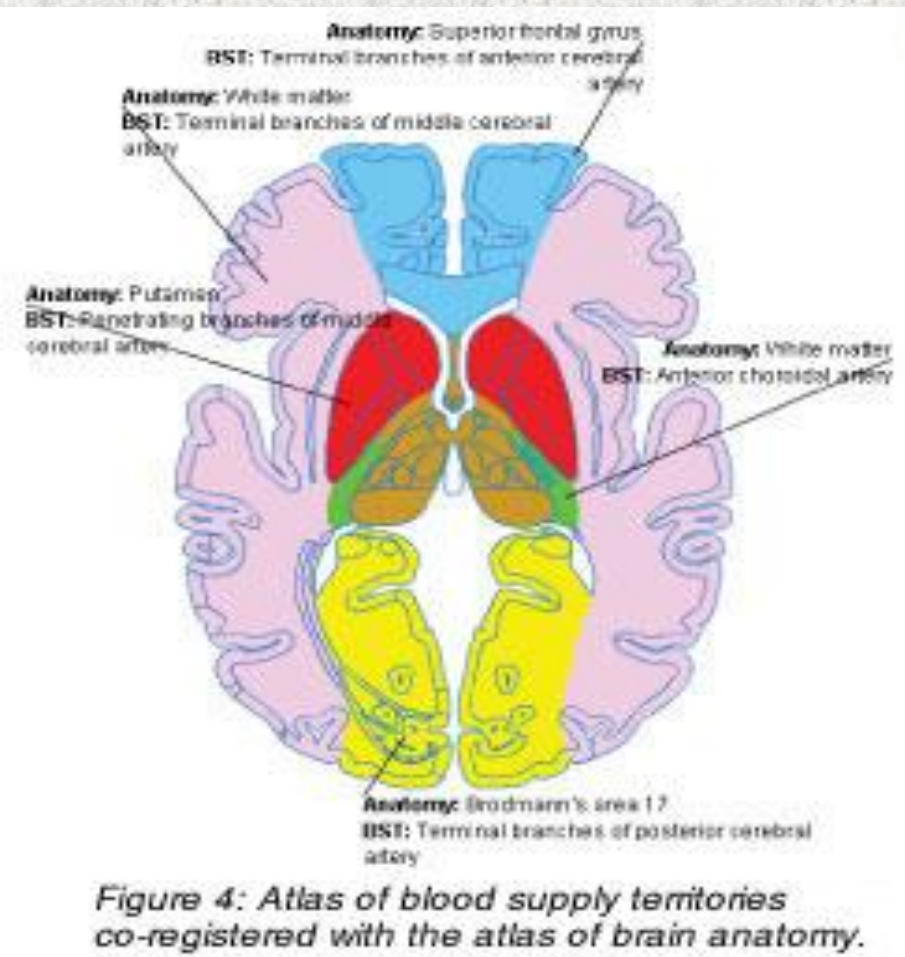
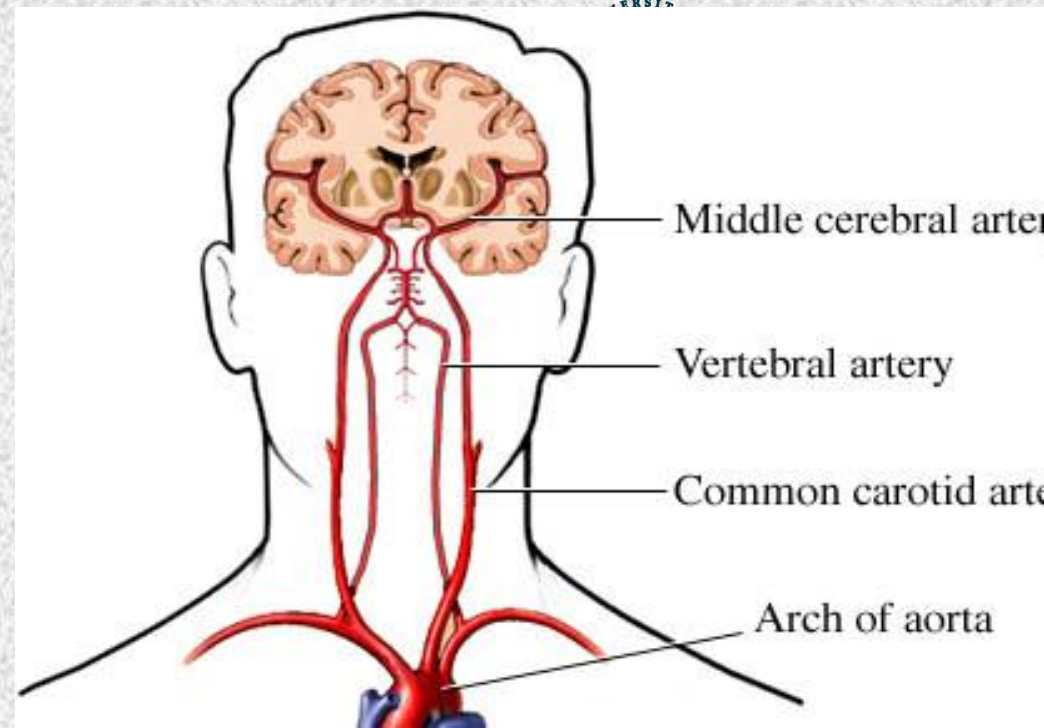
Schlaganfälle sind häufig und stellen in Deutschland nach den Herz-Kreislauf- und Tumorerkrankungen die dritthäufigste Todesursache dar

„time is brain“ – jede Minute zählt, Bildgebung muss in akzeptabler Messzeit durchführbar, aber dennoch so umfassend sein, dass mögliche Differenzialdiagnosen erfasst werden

Risikofaktoren (unter anderem...)



Akuter Schlaganfall: Gefäßanatomie



Schlaganfall: Pathophysiologie



- Lage / Dauer des Verschlusses
- Ausmaß der Flussreduktion
- Anastomosen

Penumbra minderperfundiertes aber noch vitales Gewebe

Kerninfarkt irreversibel geschädigtes Gewebe

CBF > 20 ml / 100 g / min

CBF zwischen 10 und 20 ml / 100 g / min

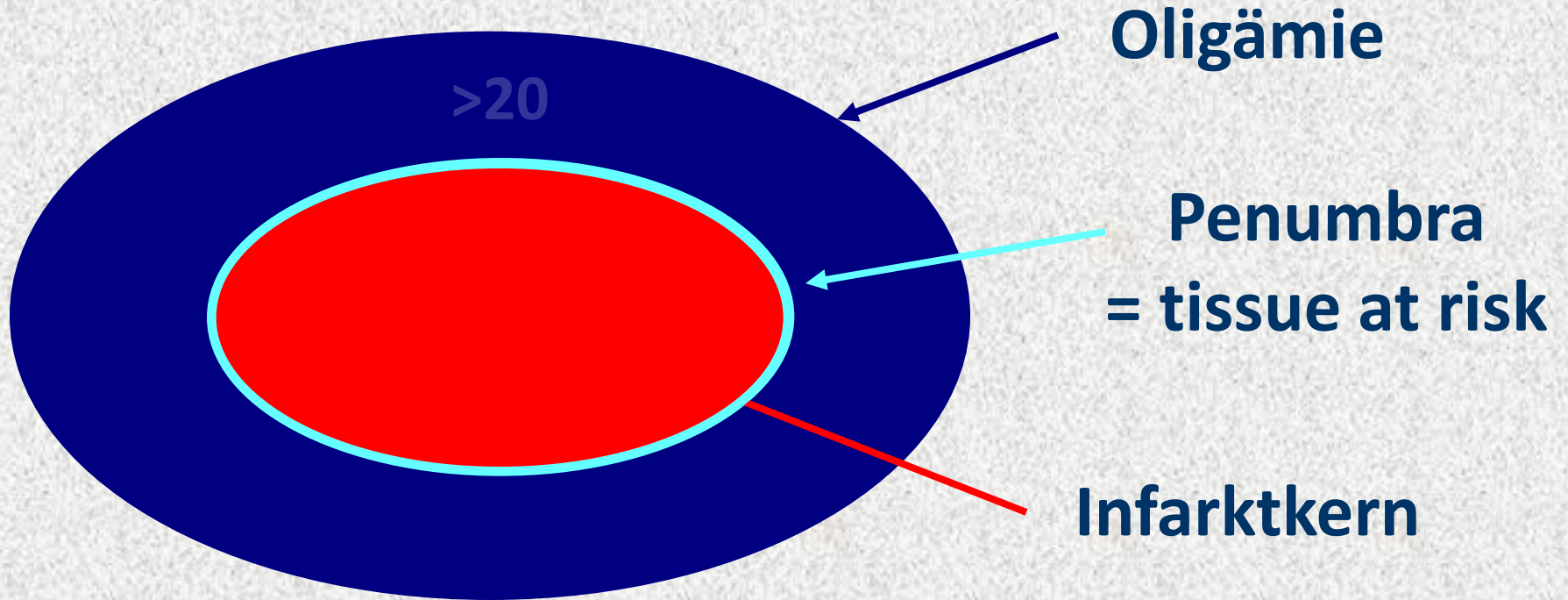
CBF < 10 ml / 100 g / min

Normal

Penumbra

Kern

Das Penumbra-Konzept



CBF
(ml/100ml/min)

Bildgebung beim akuten Schlaganfall...



UNIVERSITÄT ZU LÜBECK

... zentrale Fragen:

Liegt eine ICB oder eine andere nichtischämische Pathologie der Schlaganfallsymptomatik zugrunde?

Liegt ein Gefäßverschluss vor; falls ja, wo?

Wo und wie groß ist das derzeitige Infarktareal ?

Gibt es noch potenziell zu rettendes Gewebe (“tissue at risk”)?

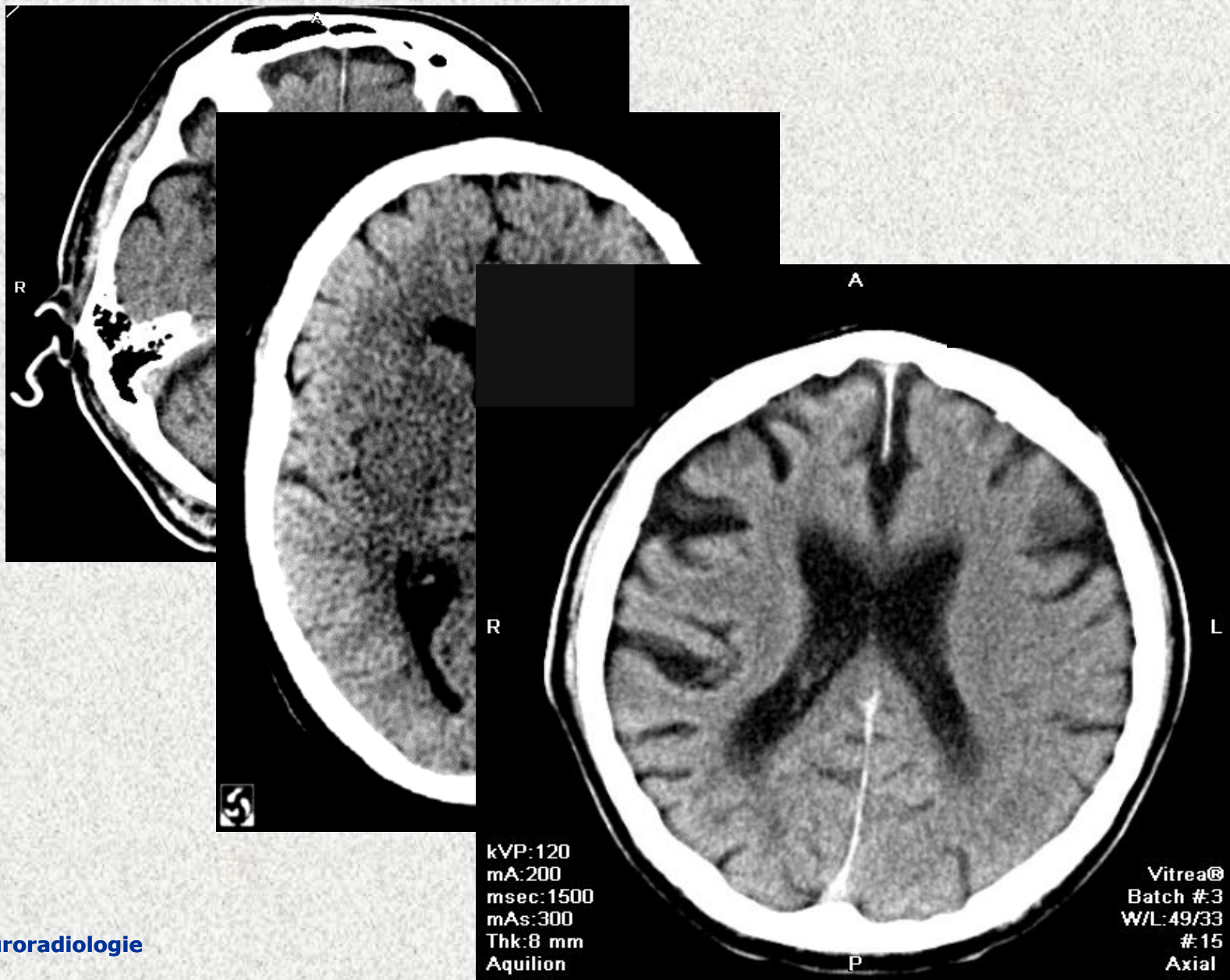
	Zugrunde gegangene Neuronen	Zugrunde gegangene Synapsen	Zugrunde gegangene Myelinfasern	beschleunigte Alterung
pro Schlaganfall	1,2 Milliarden	8,3 Billionen	7140 km	36 Jahre
pro Stunde	120 Millionen	830 Milliarden	714 km	3,6 Jahre
pro Minute	1,9 Millionen	14 Milliarden	12 km	3,1 Wochen
pro Sekunde	32.000	230 Millionen	200 m	8,7 Stunden

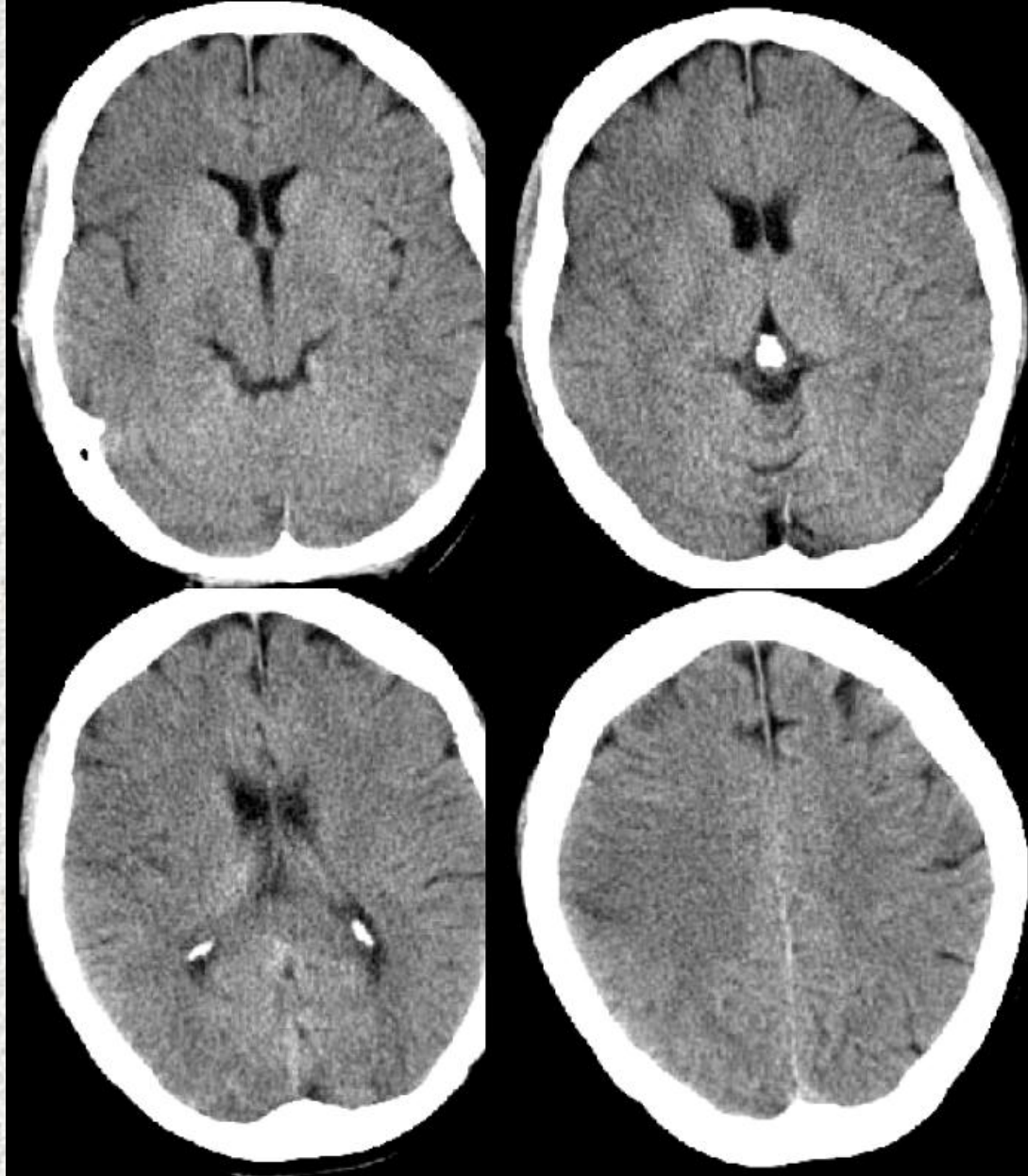
"Time is
brain" in
Zahlen



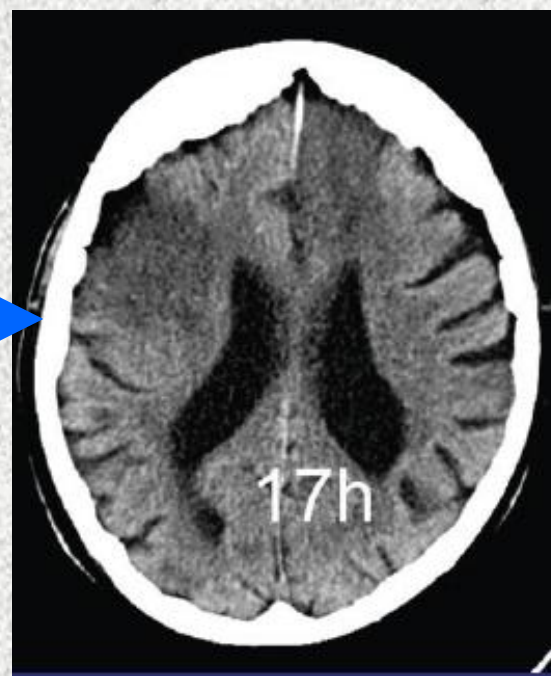
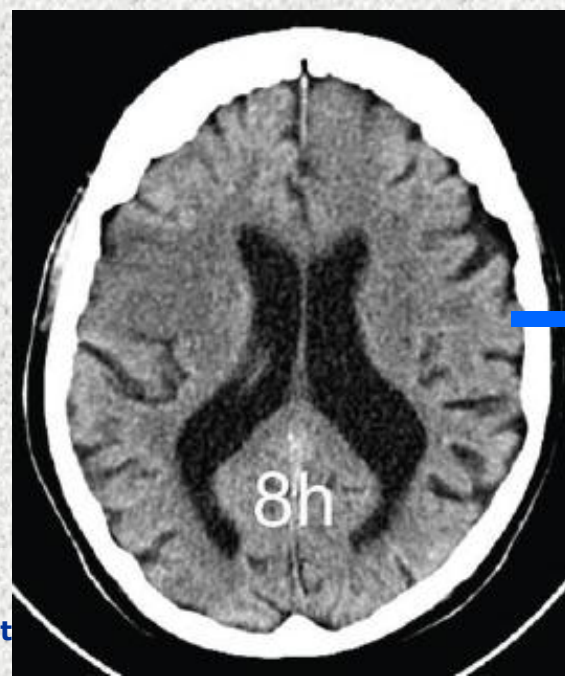
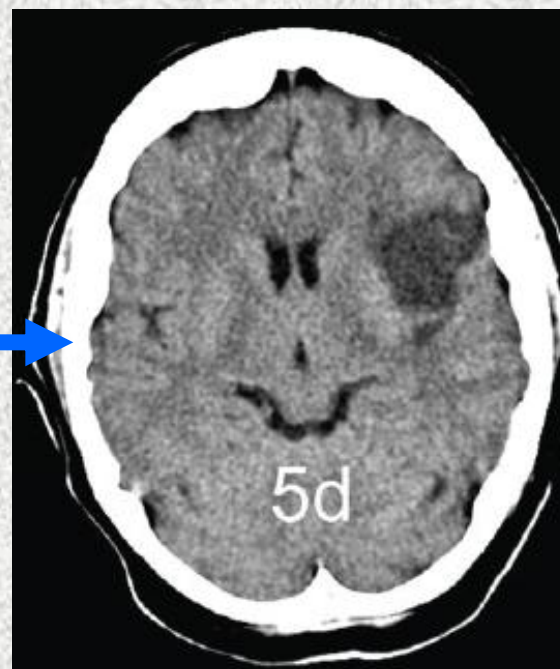
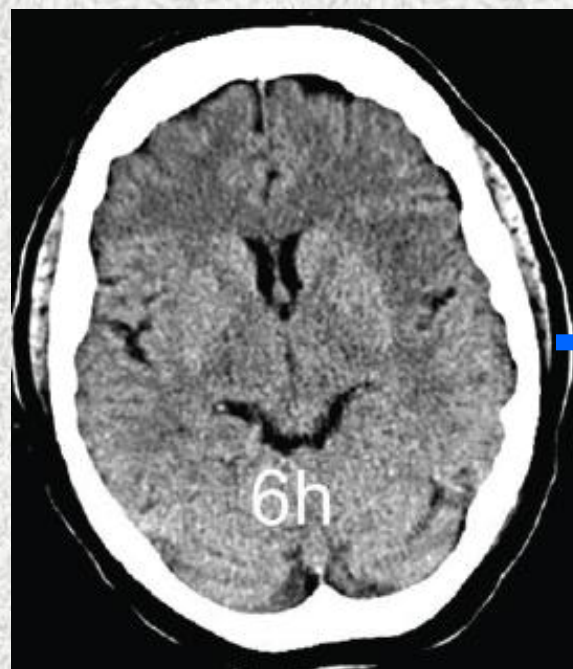
CT-Frühzeichen des Hirninfarktes

- hyperdenses Gefäßzeichen
- Hypodensität der grauen Substanz
- verstrichene Furchen

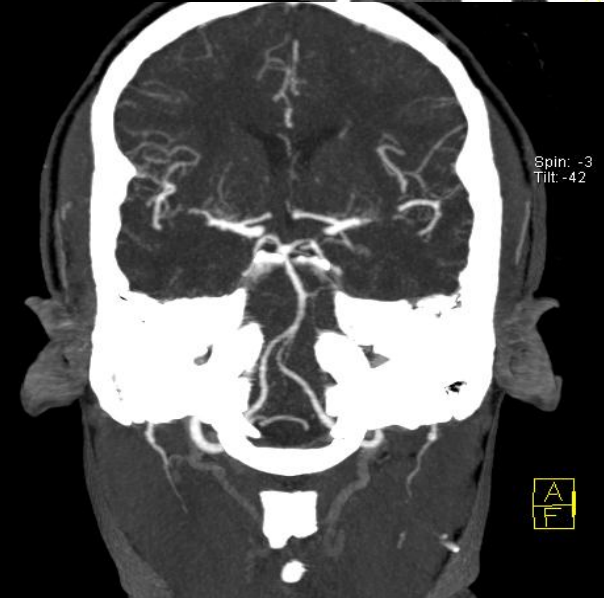
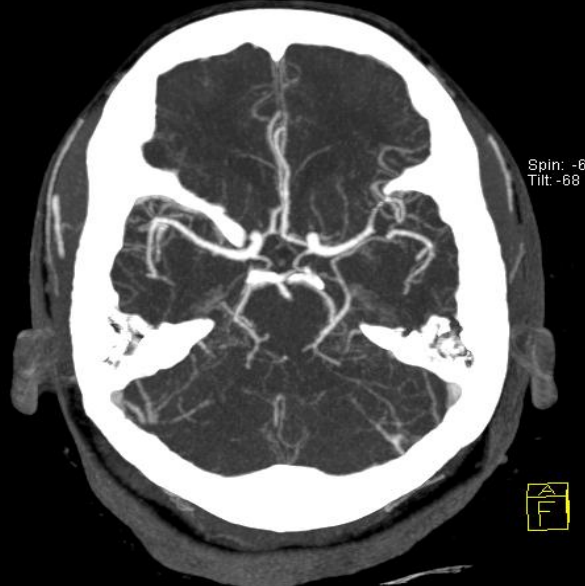
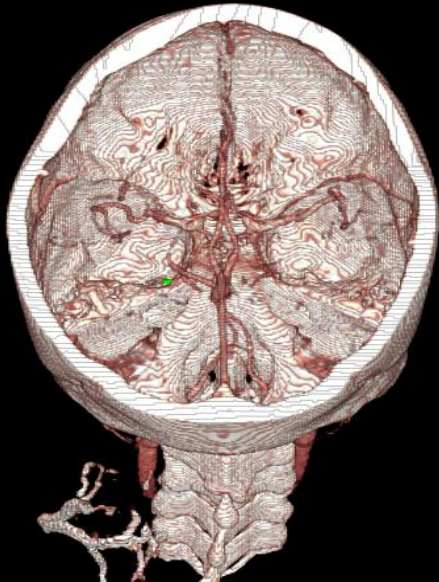
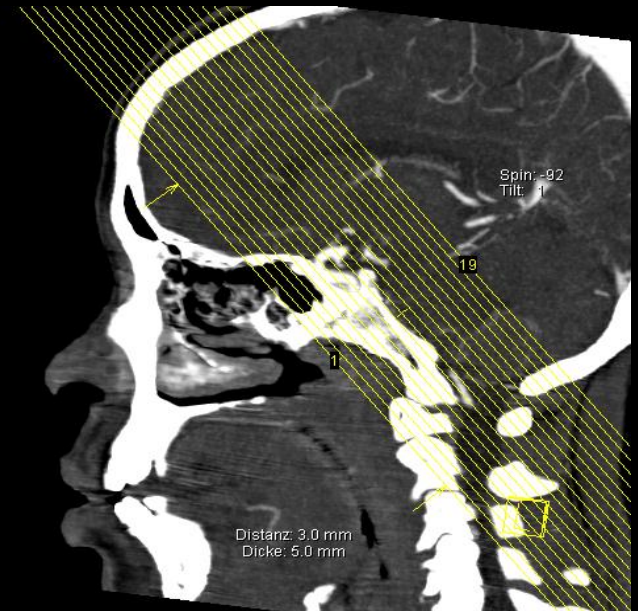
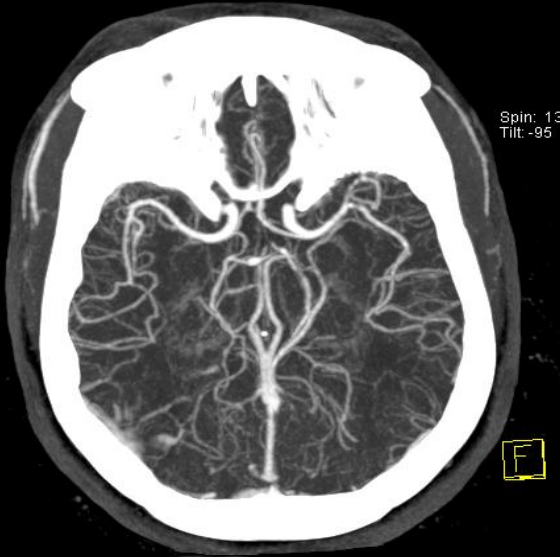




Frühzeichen: Wo ist der Schlaganfall?

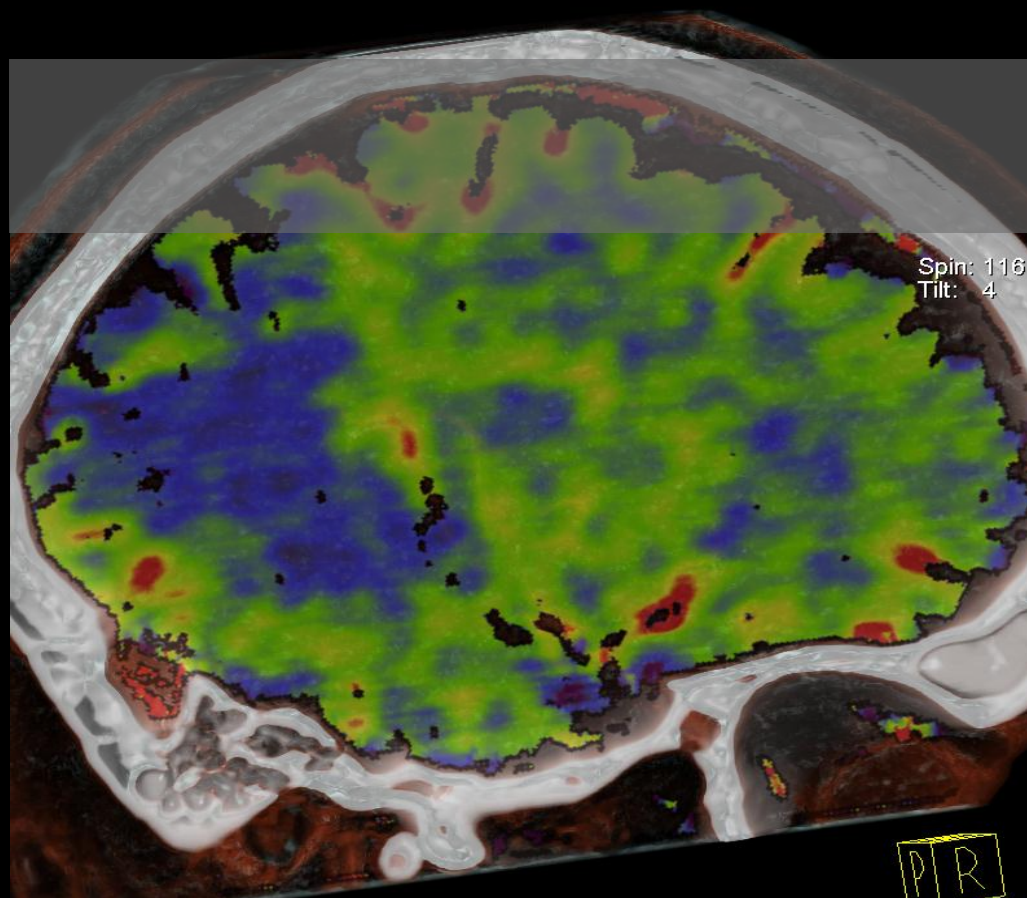


CT-Angiographie der intrakraniellen Arterien

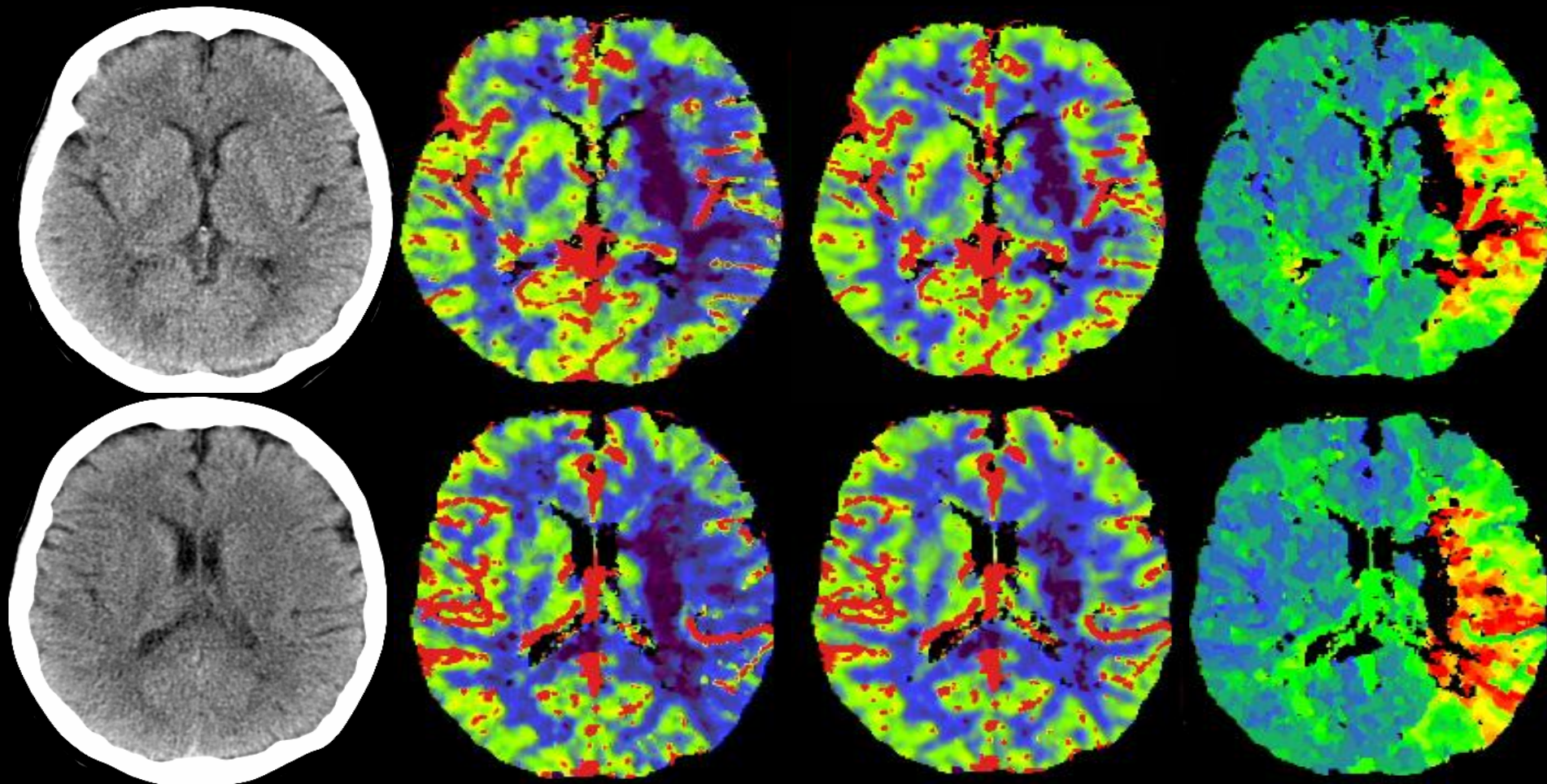


4D-Spirale zur Messung der zerebralen Perfusion

Darstellung des gesamten Gehirns



61j, HP rechts seit 3 h

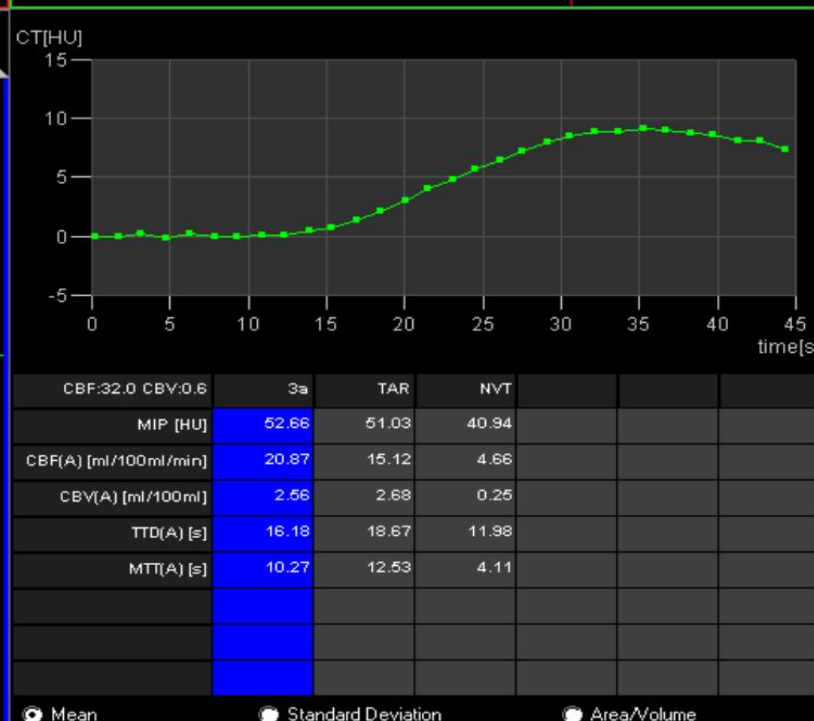
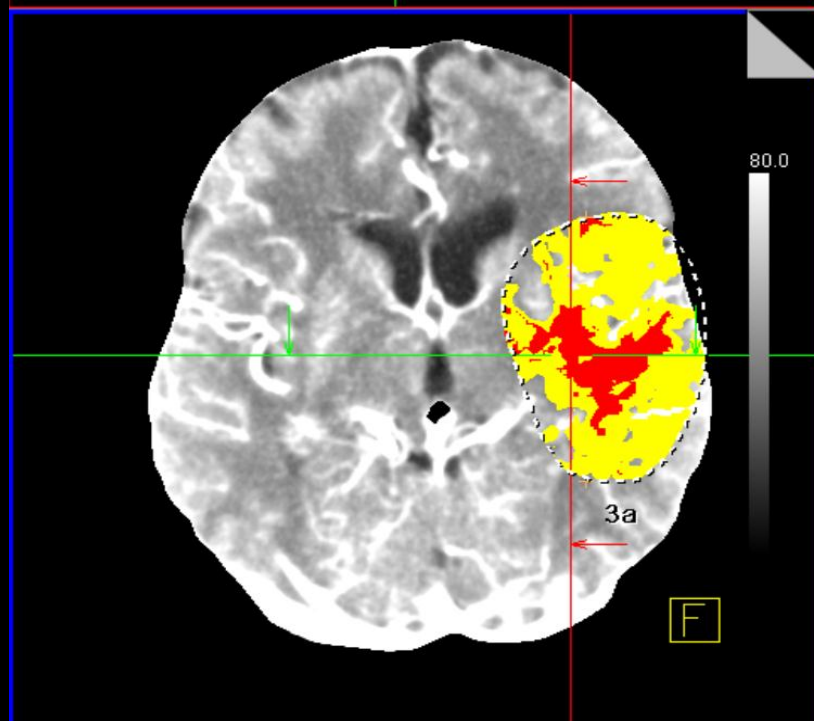
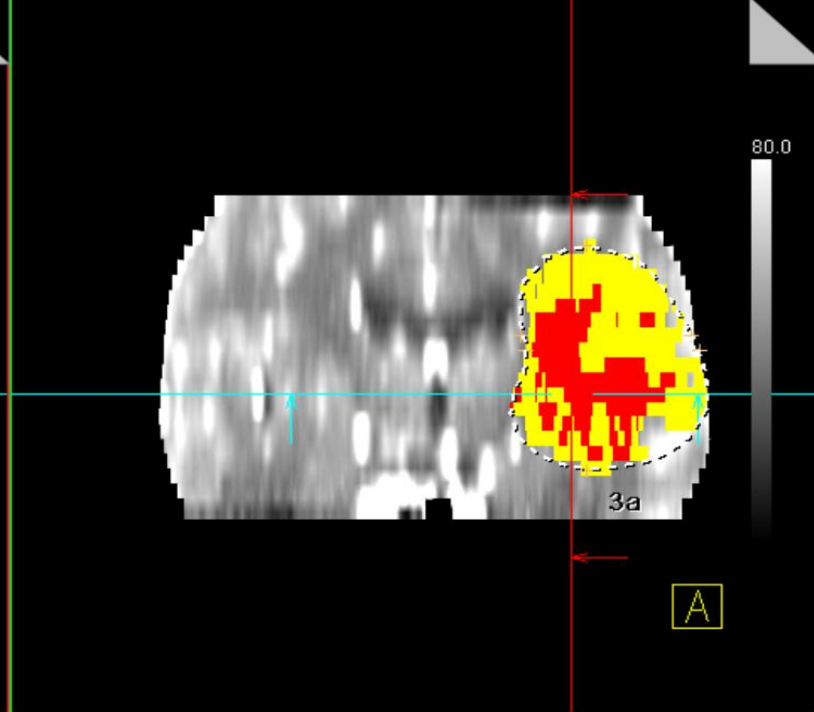
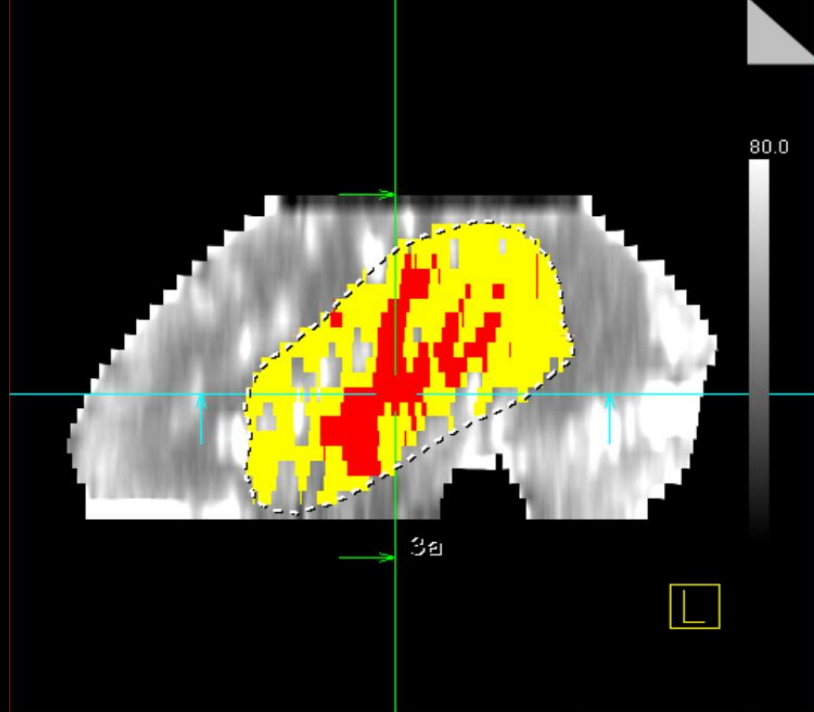


NECT

PCT CBF

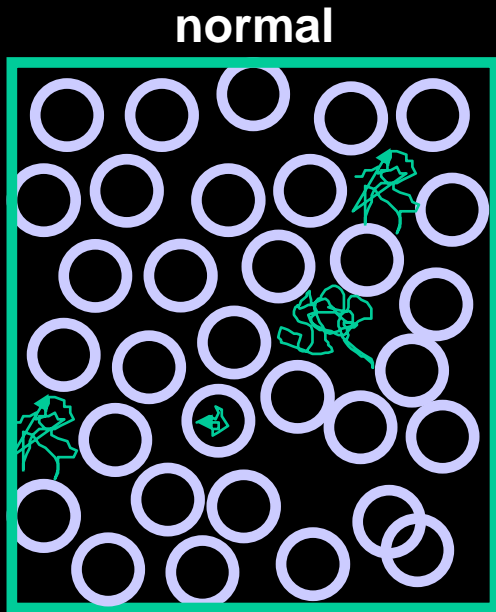
PCT CBV

PCT TTP



Diffusionsgewichtetes MRT (DWI):

Ischämie

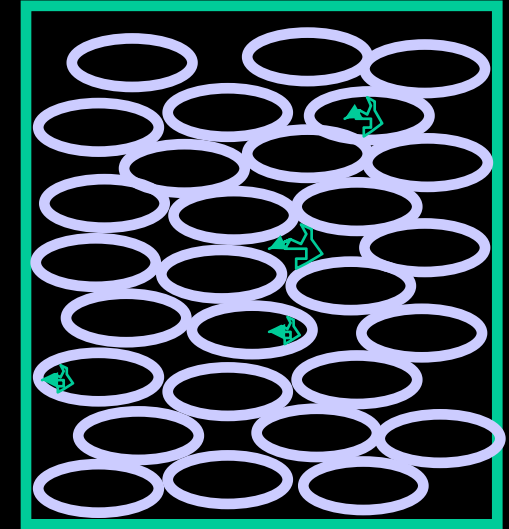


Ischämie
↓
Zytotoxisches Ödem;
Wassereinstrom in Zelle

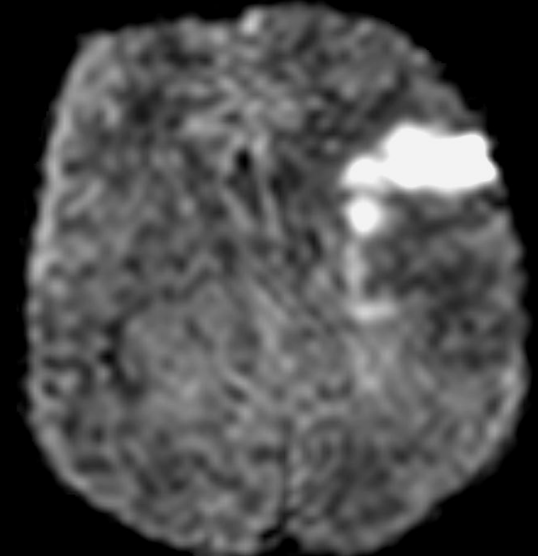
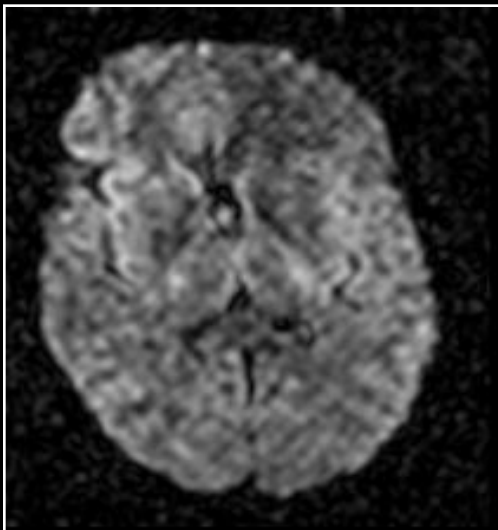
↓
IZR ↑ EZR ↓

↓
Extrazelluläre Brownsche
Molekularbewegung

↓
**Diffusions-
einschränkung**



Diff. eingeschränkt
DWI: hell



Diffusionsgewichtetes MRT (DWI)

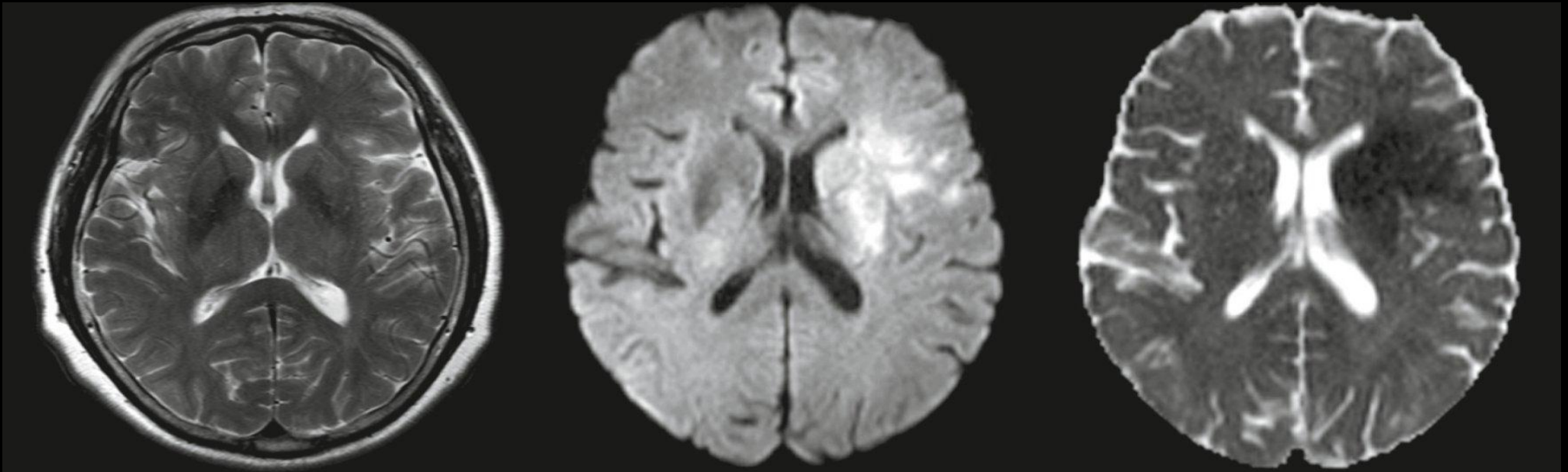
- Diffusionsstörung (z.B. bei Infarkt) → Signalanhebung = hyperintenses Signal
- ADC = apparenter Diffusionskoeffizient (quantitatives Maß für die Wasserdiffusion)
- Bei einer permanenten Ischämie tritt eine ADC-Minderung als Ausdruck des zytotoxischen Ödems ein
- ADC-Karte ermöglicht ungefähre Altersbestimmung des Infarktes (< 10d ↓, 10 Tage =, > 10 Tage ↑)

Diffusionsgewichtetes MRT (DWI)



UNIVERSITÄT ZU LÜBECK

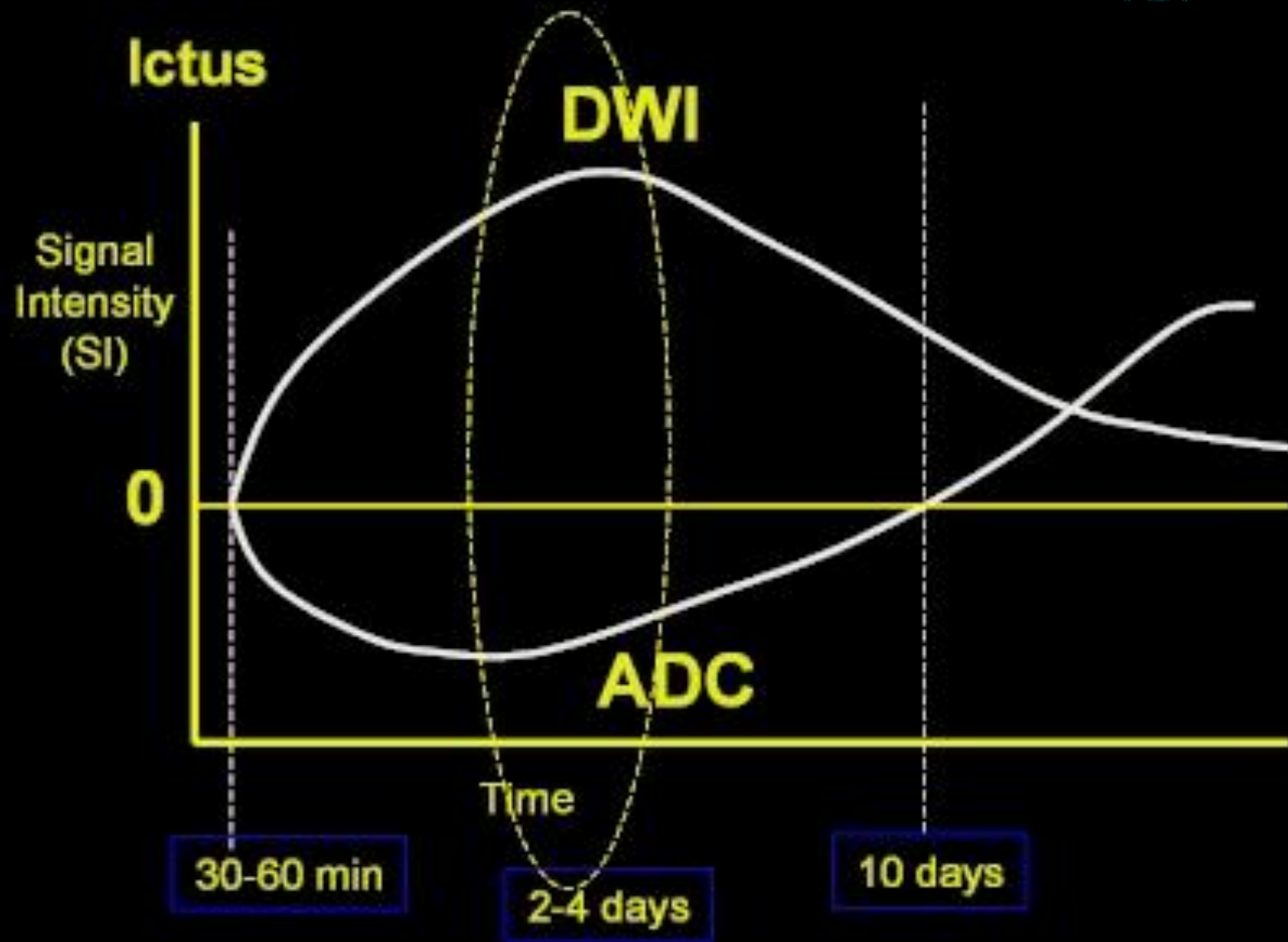
Patient mit Hemiparese; Okklusionsdauer unbekannt



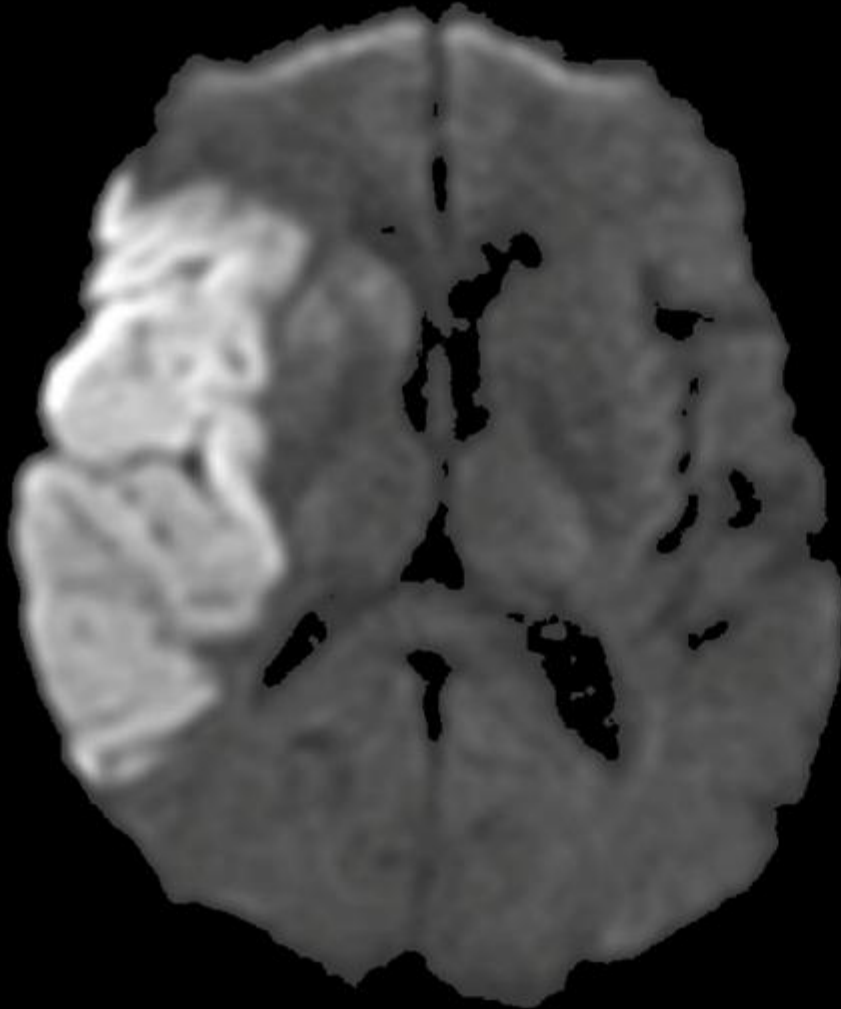
T2

DWI

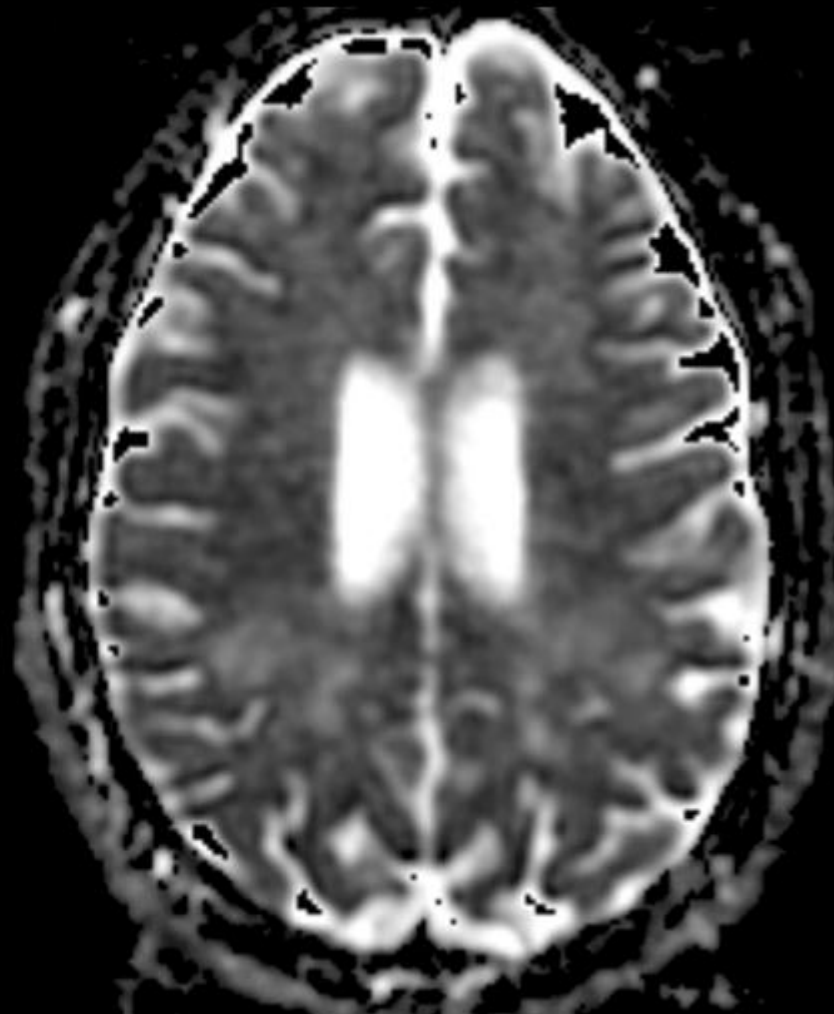
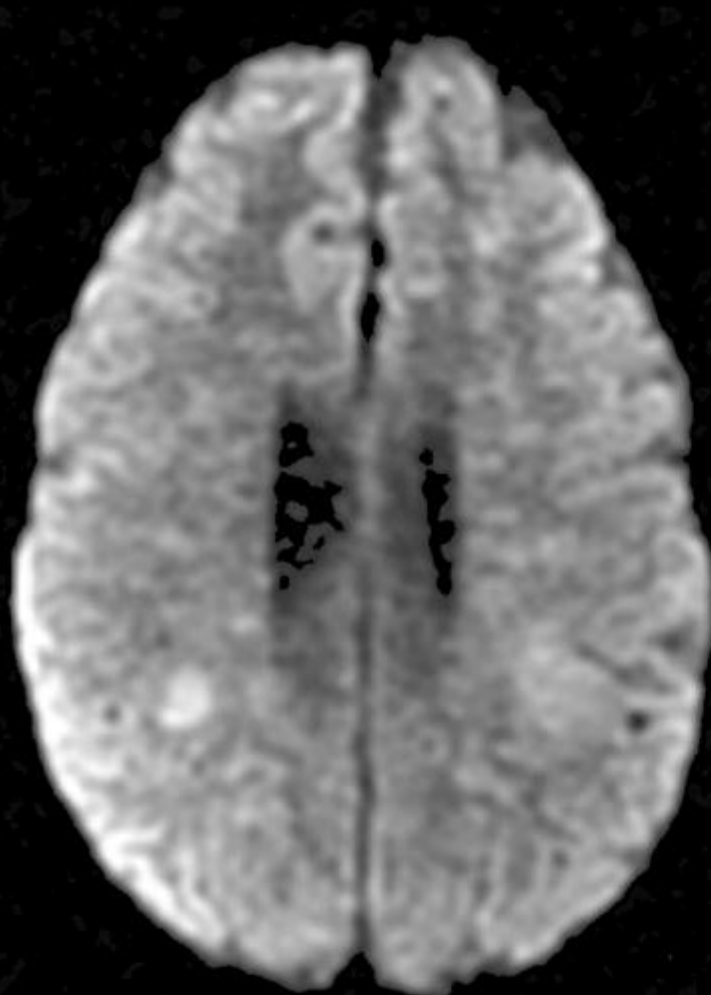
ADC

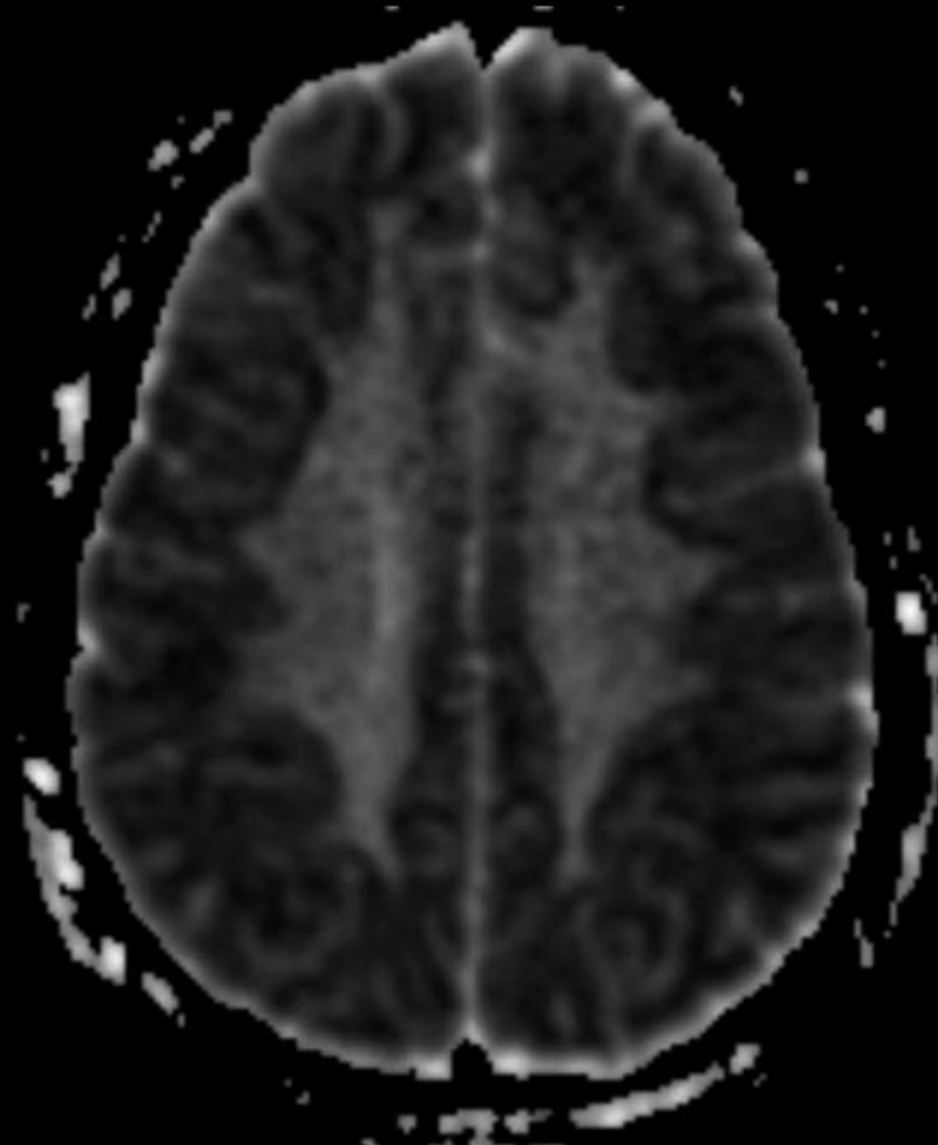
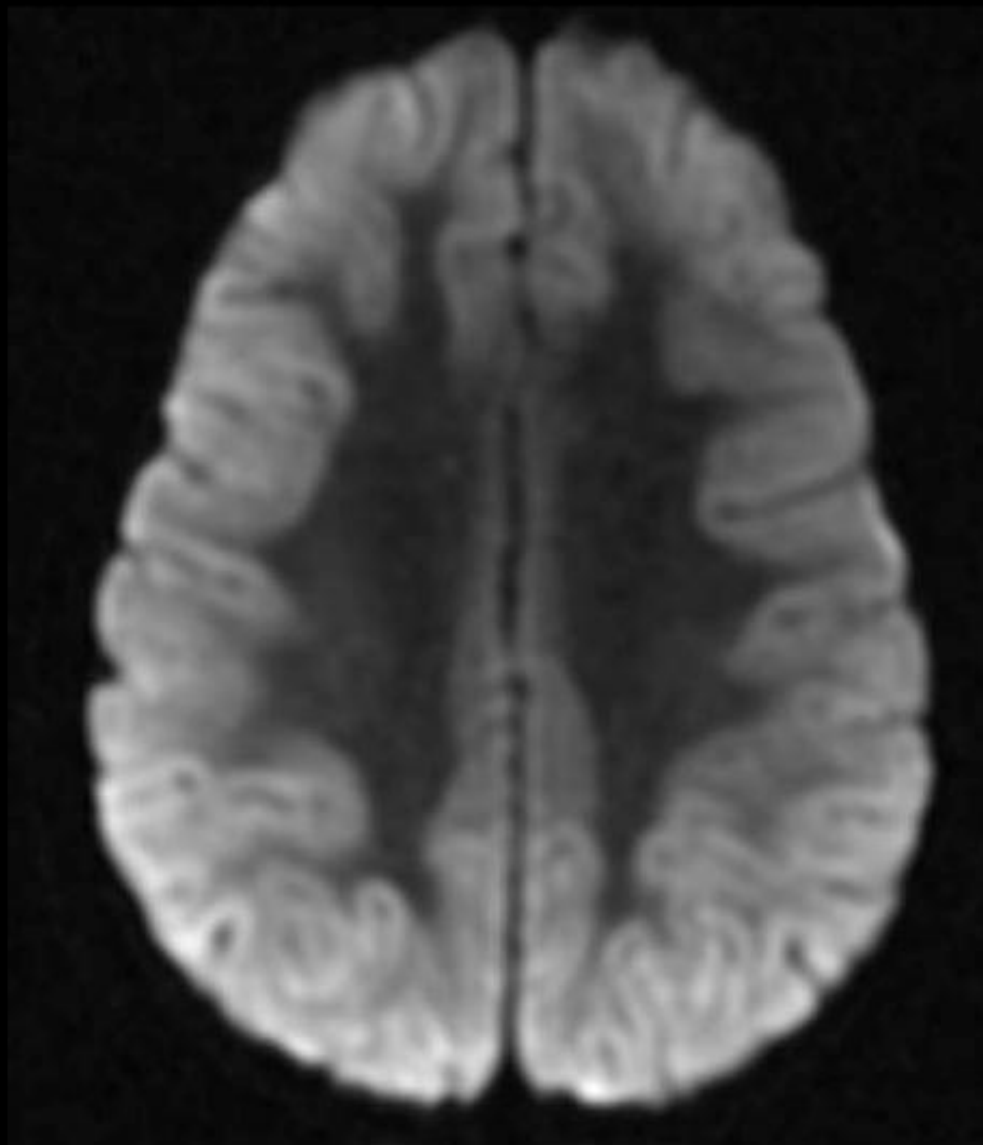


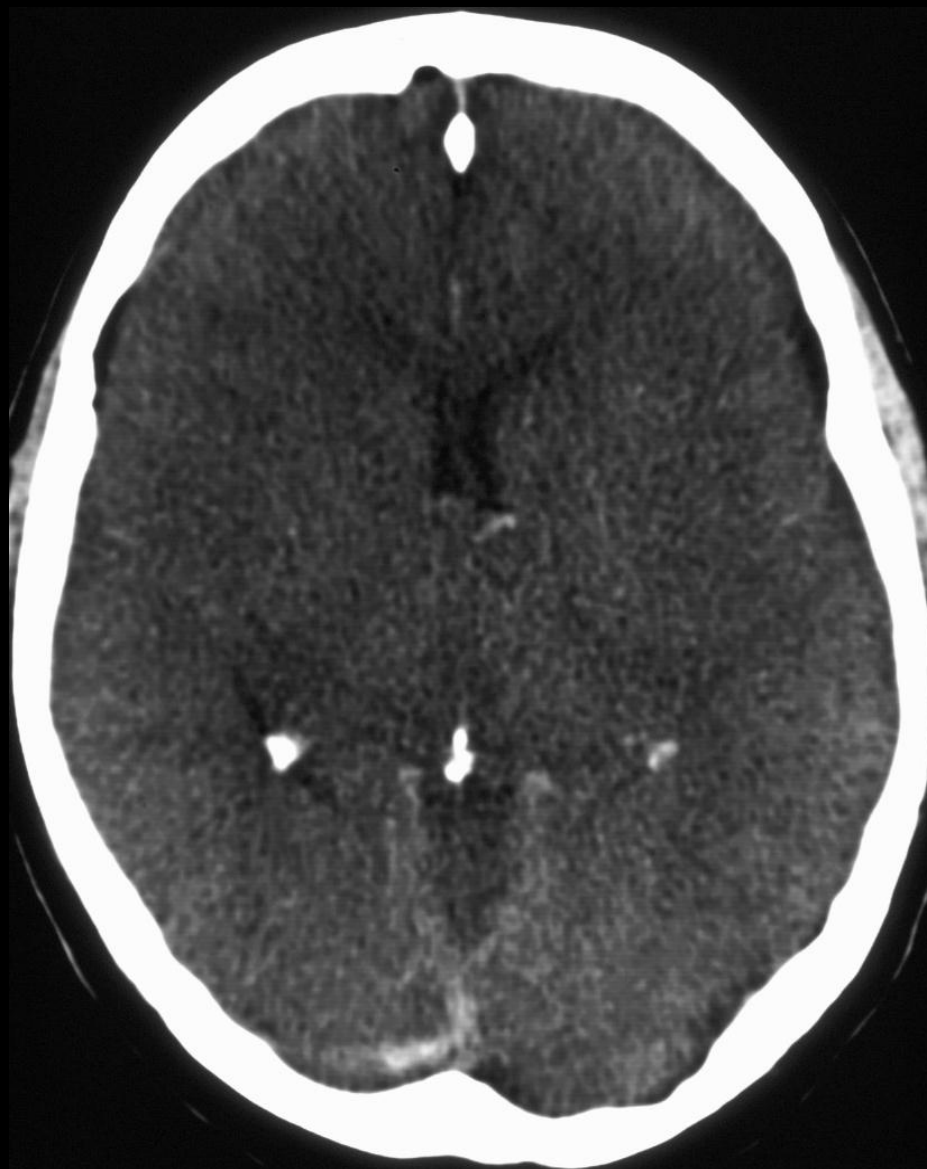
„echte“ Diffusionsstörung



T2-Durchscheineffekt

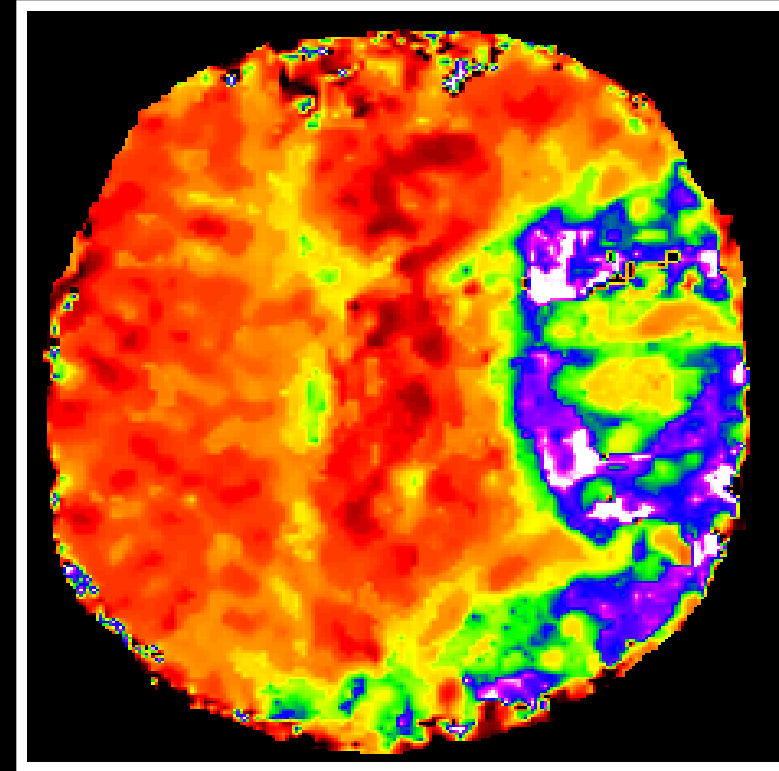
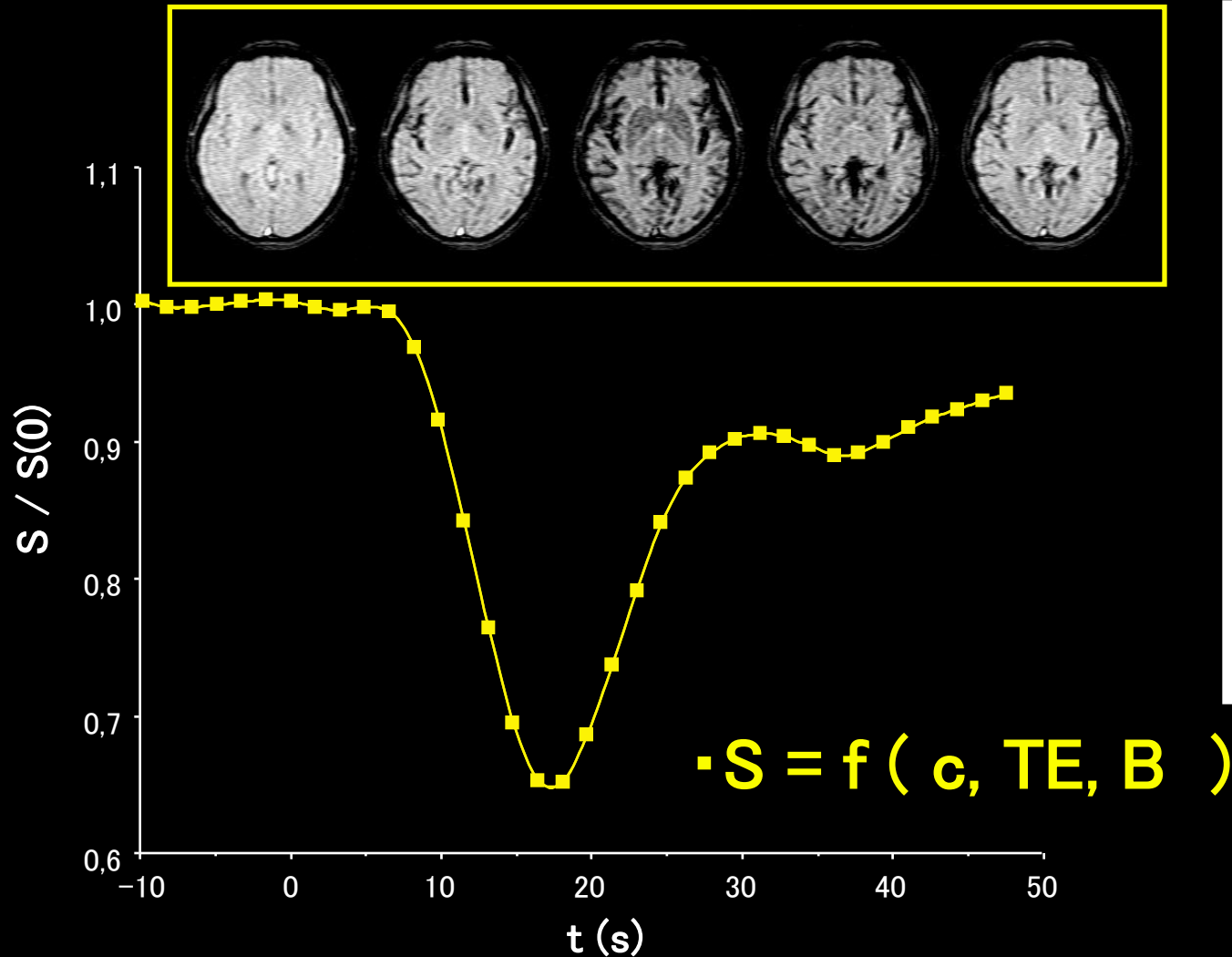






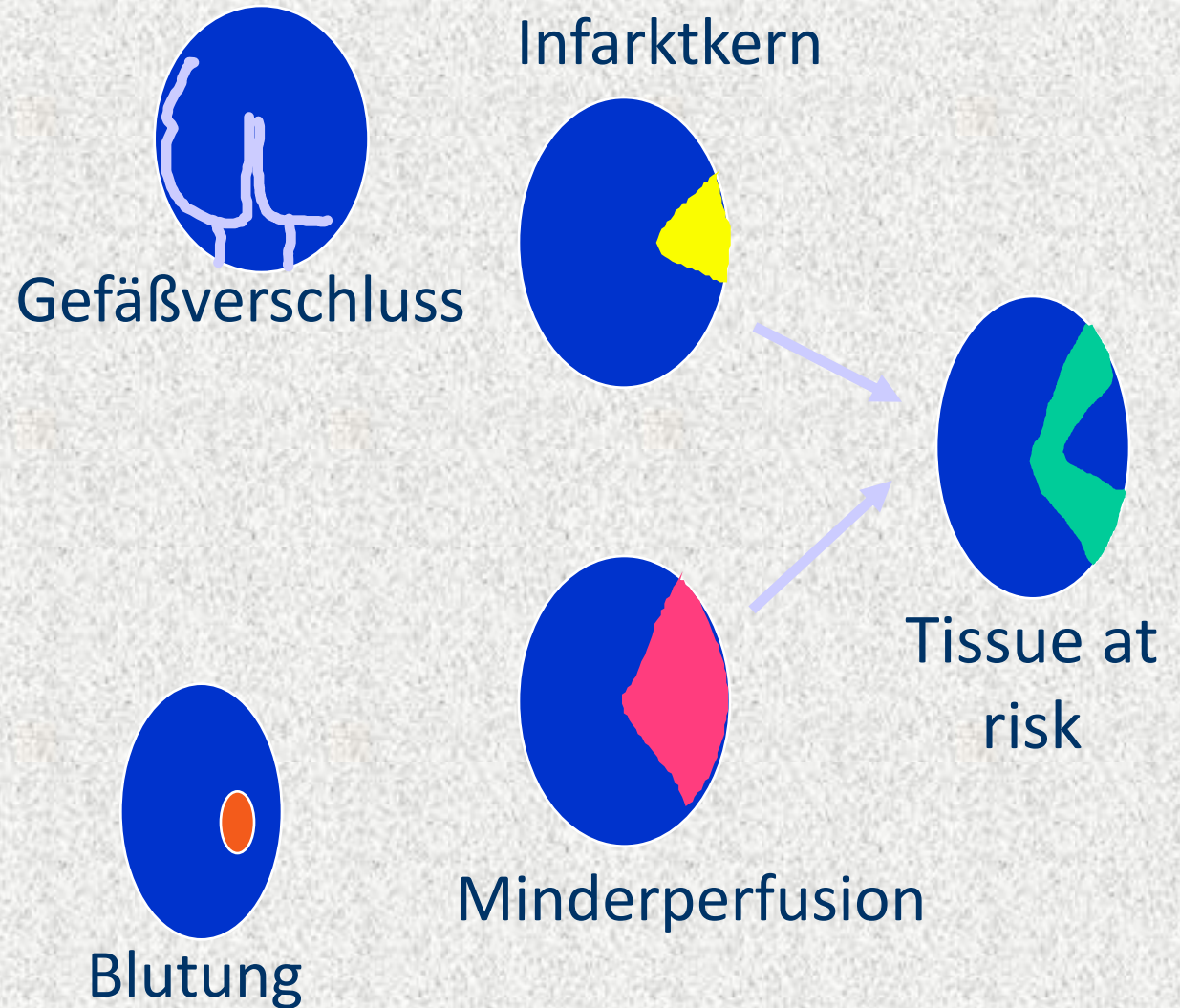
Globaler
hypoxischer
Hirnschaden

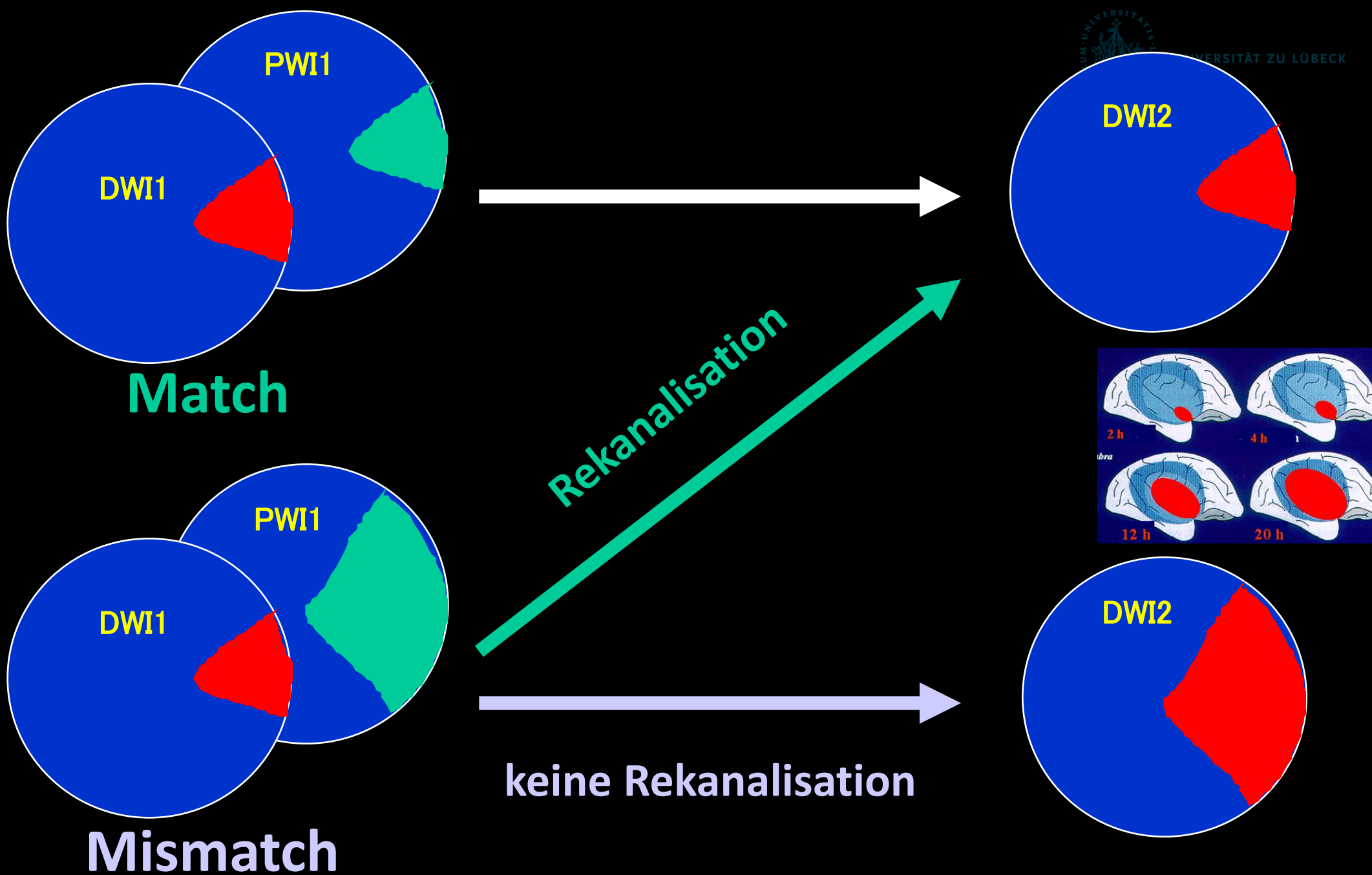
Perfusionsgewichtetes MRT (PWI):



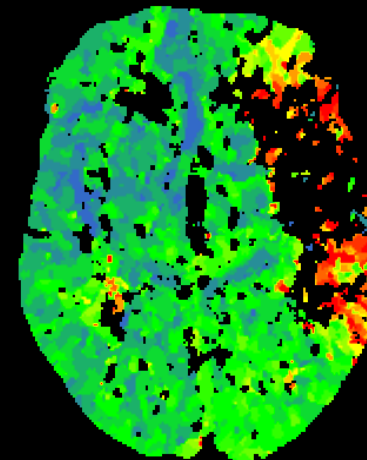
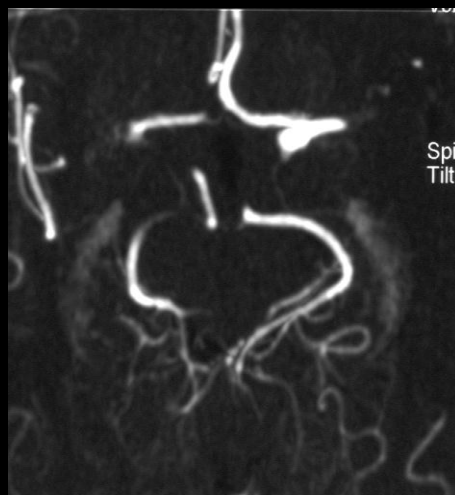
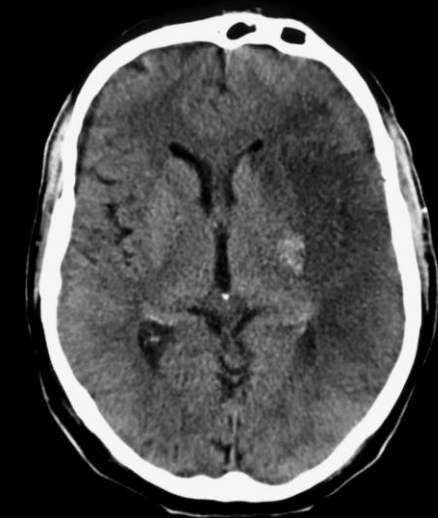
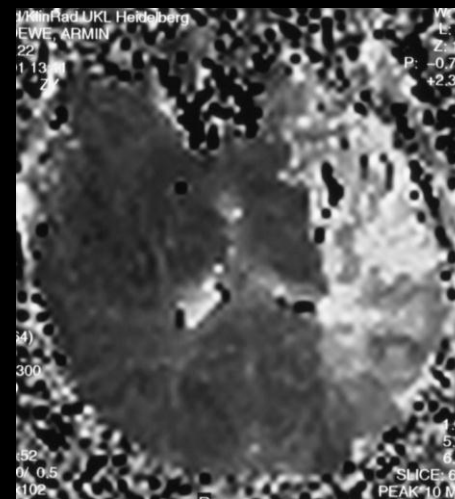
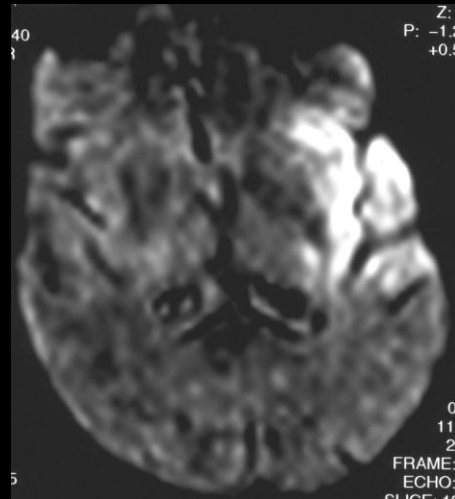
Das Schlaganfall-MRT

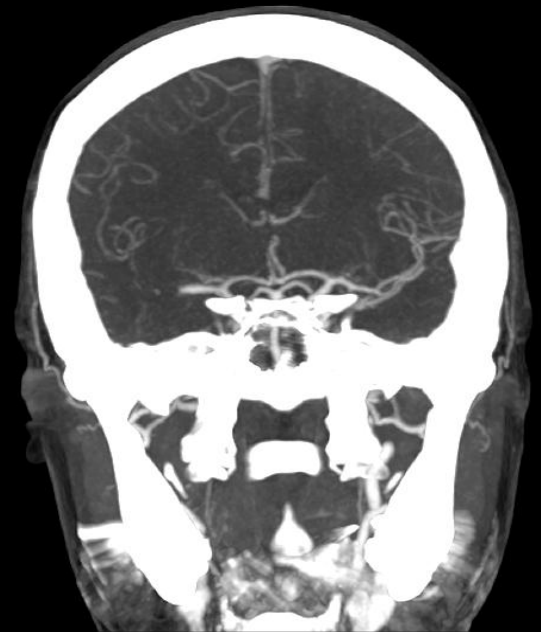
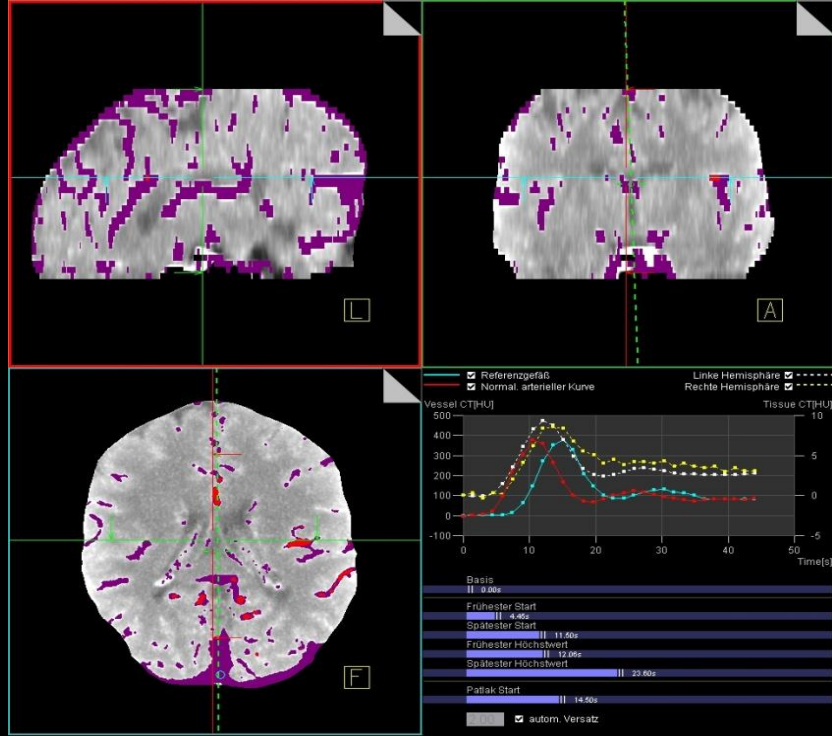
- MRA
- DWI (Diffusion)
- PWI (Perfusion)
- T2*





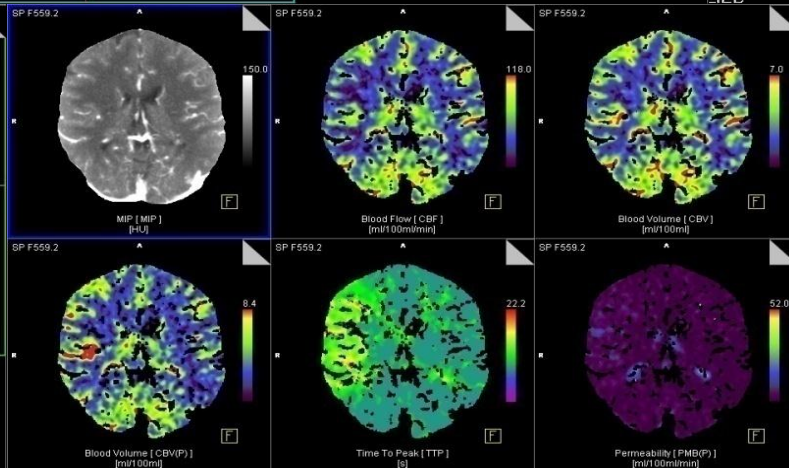
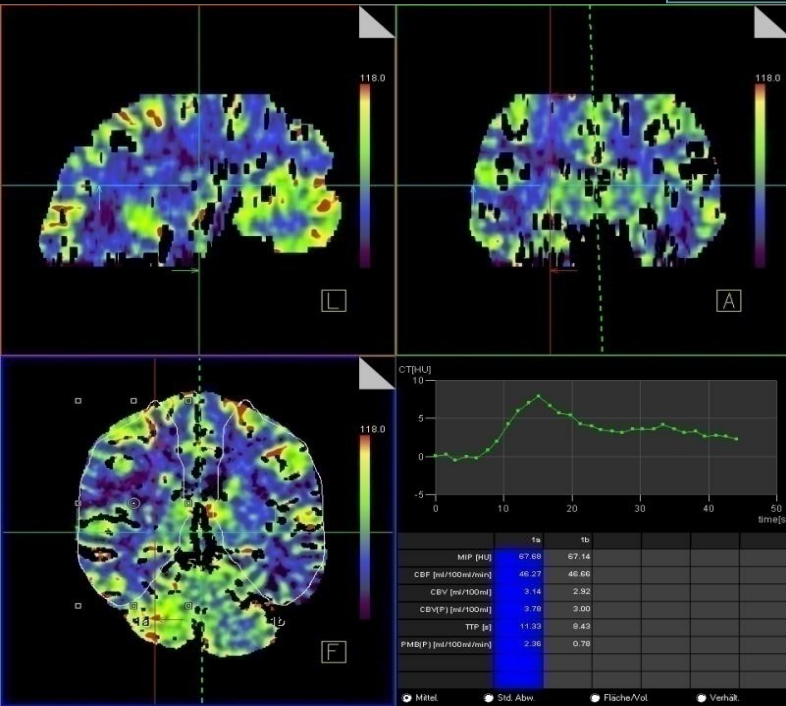
79 J, NIHSS-score 19



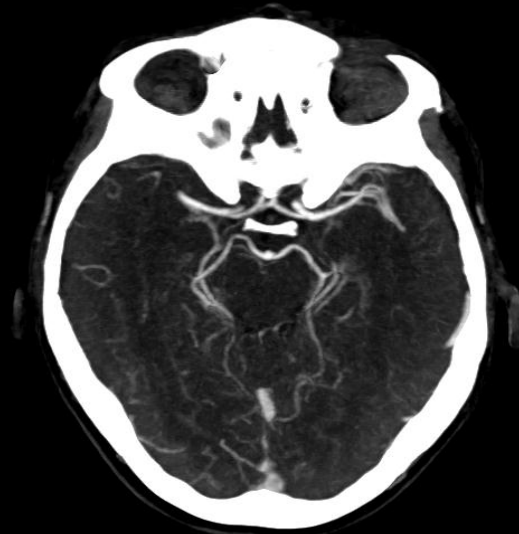


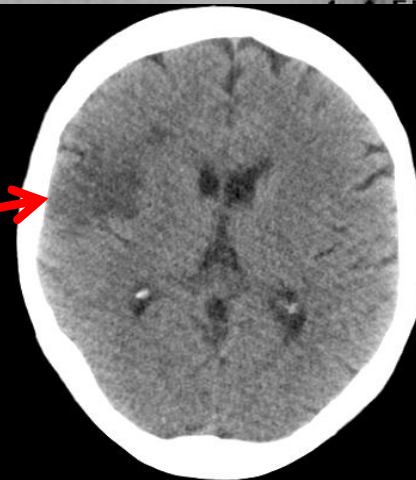
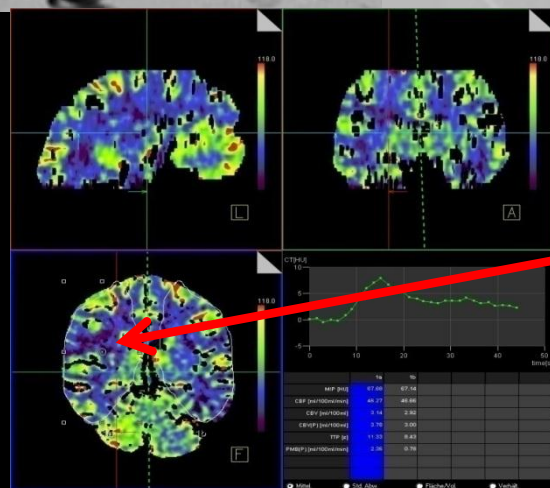
FP 5 cm

W: 463
L: 180



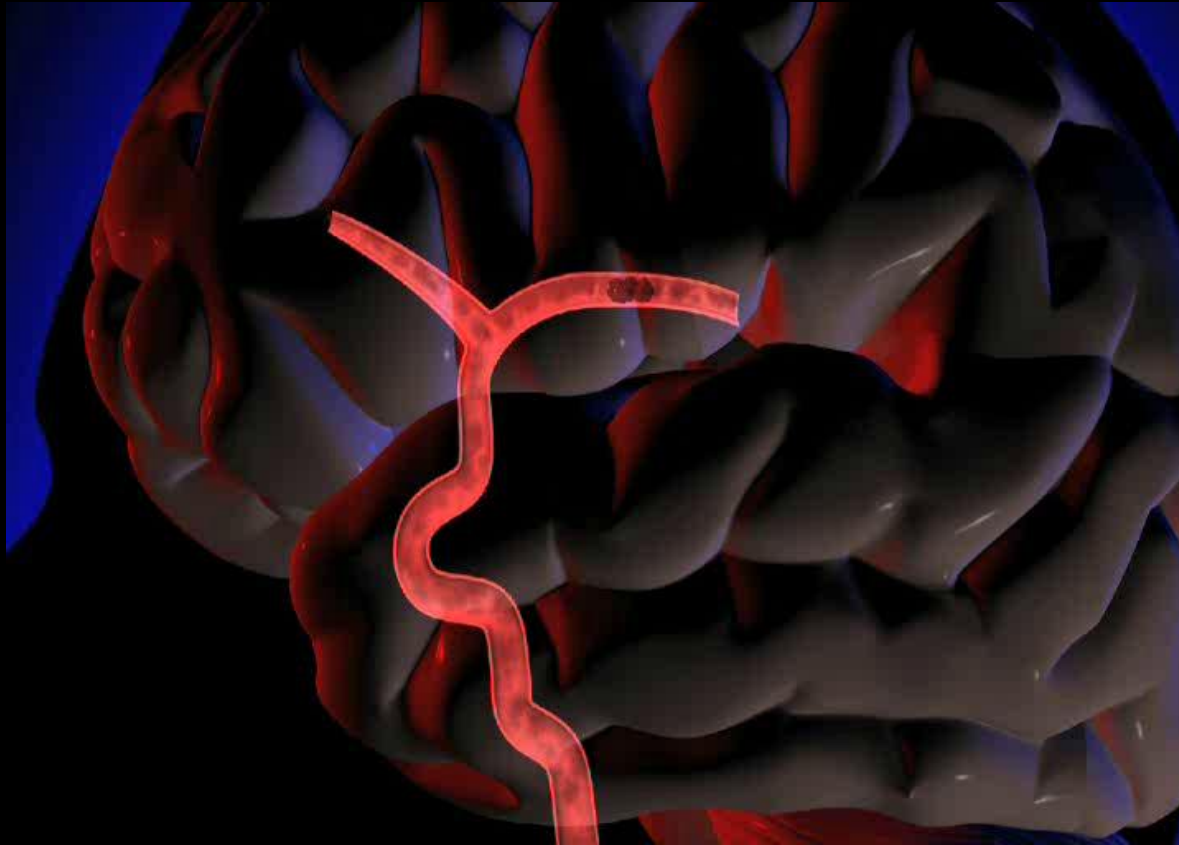
46 J, Hemiplegie links:
ACI + ACM Verschluss



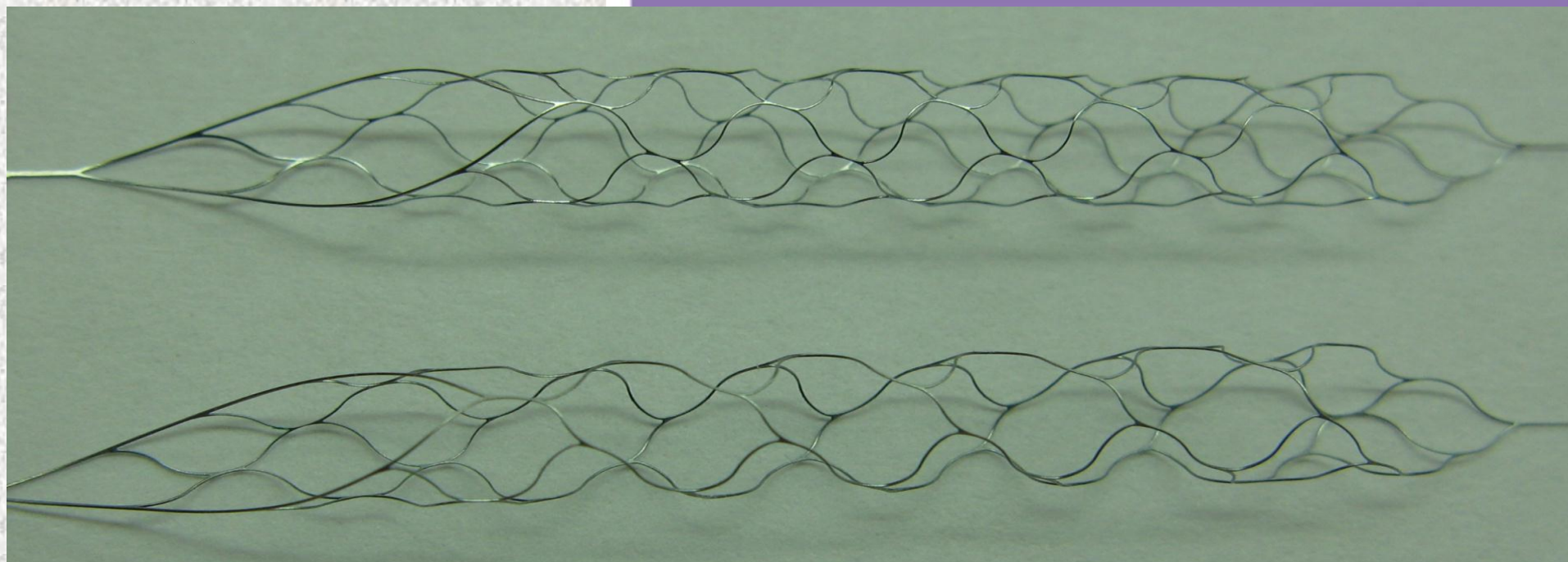


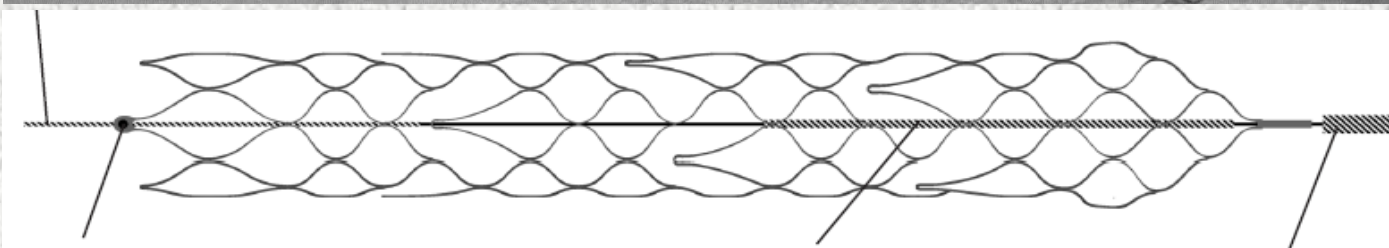
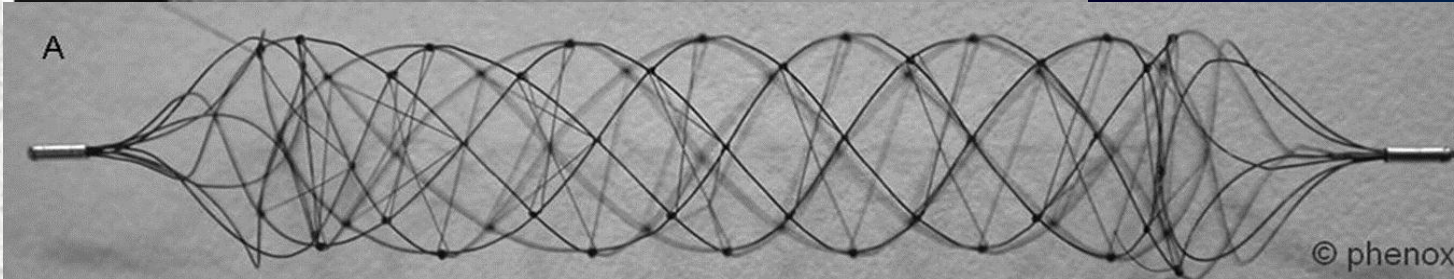
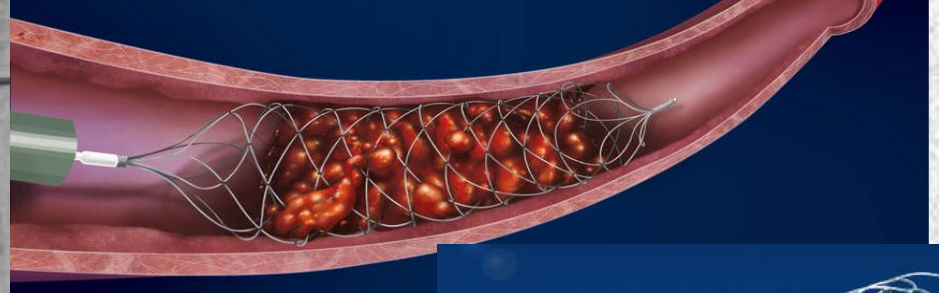
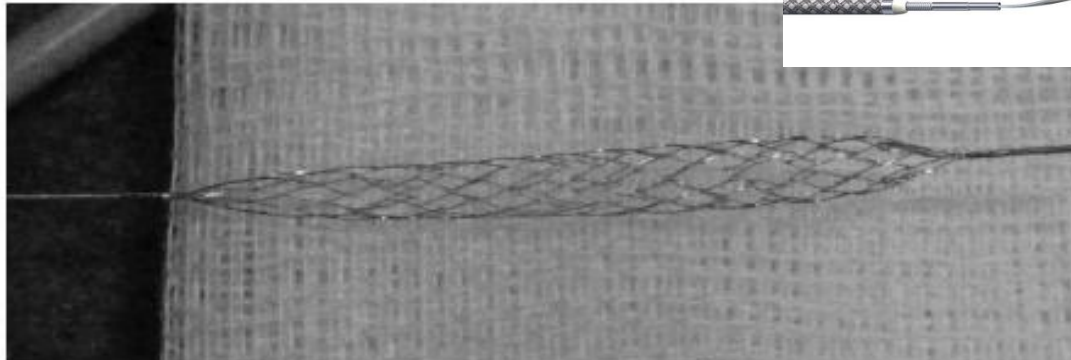
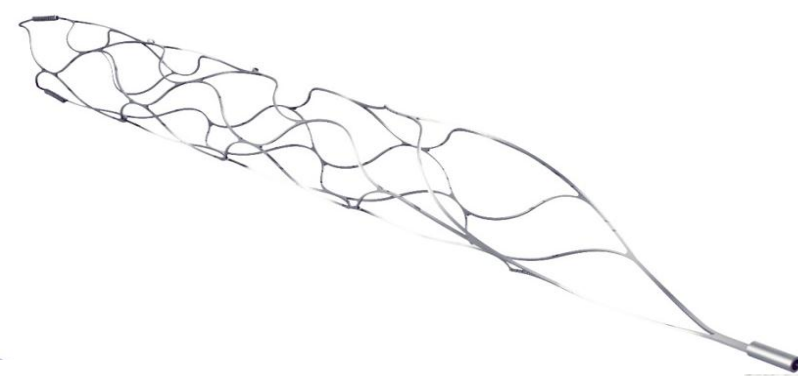
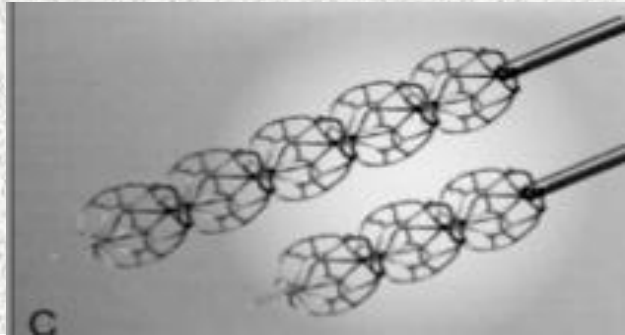
Endovaskuläre Therapie des akuten Schlaganfalls

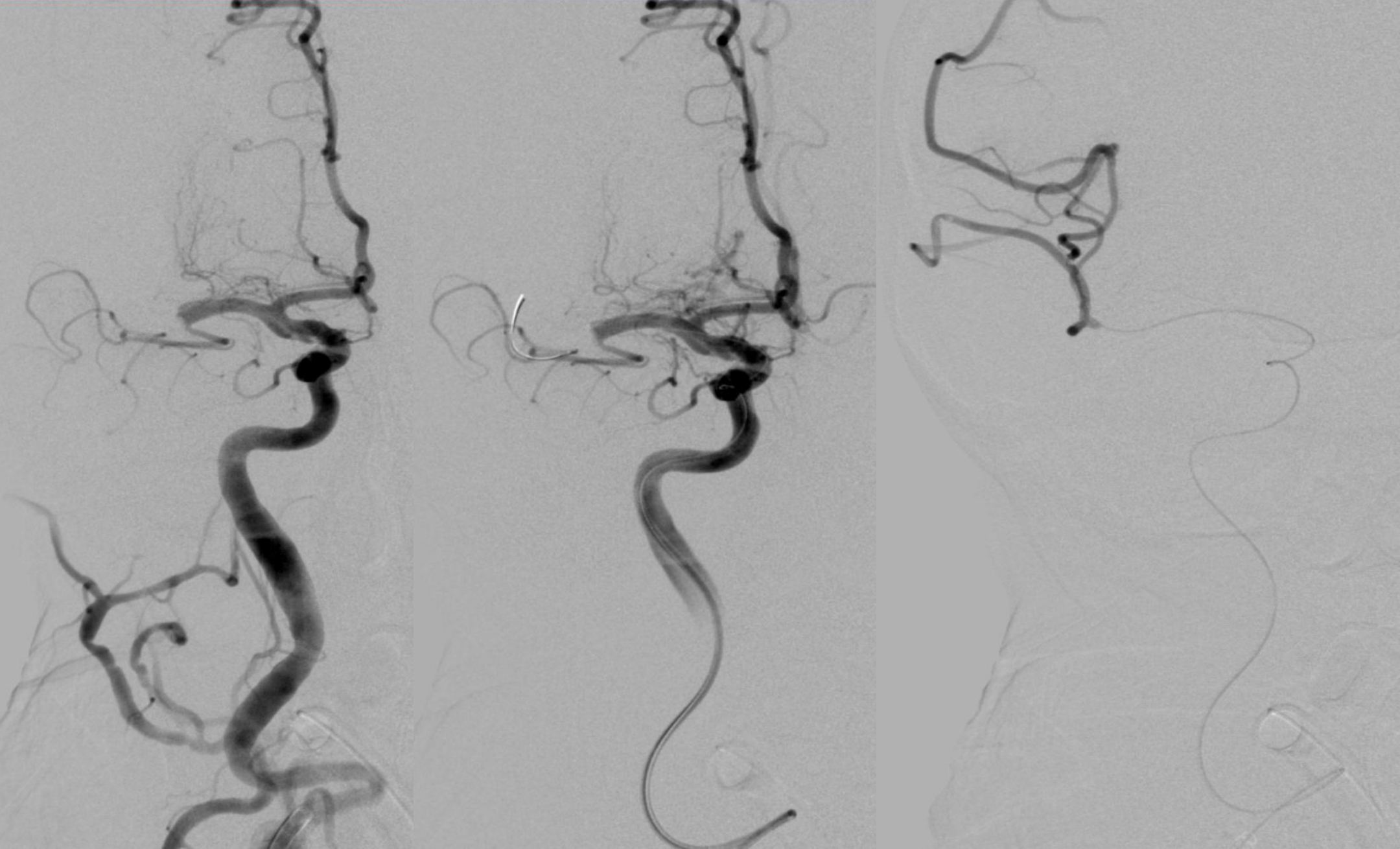
Endovaskuläre Thrombusaspiration

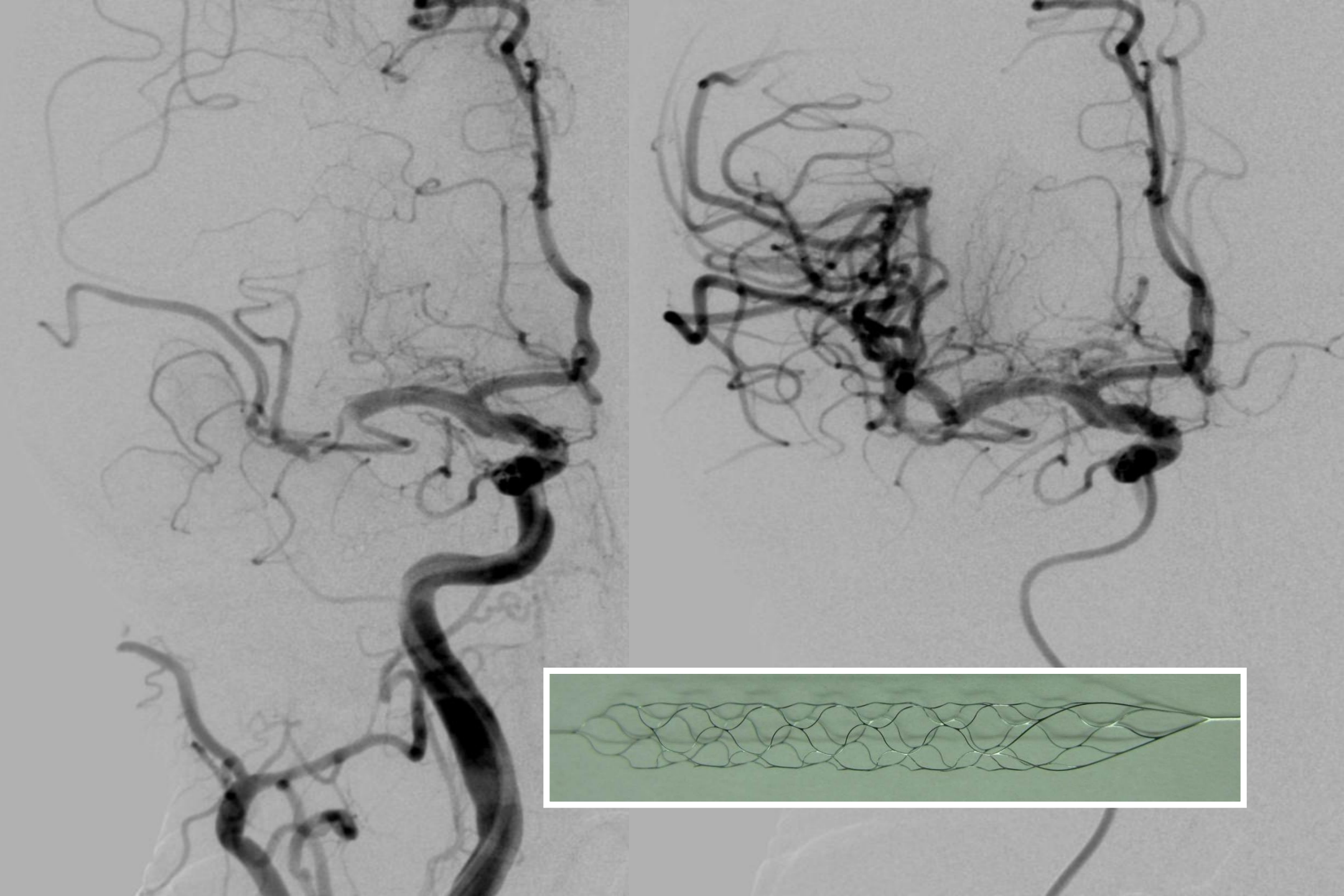


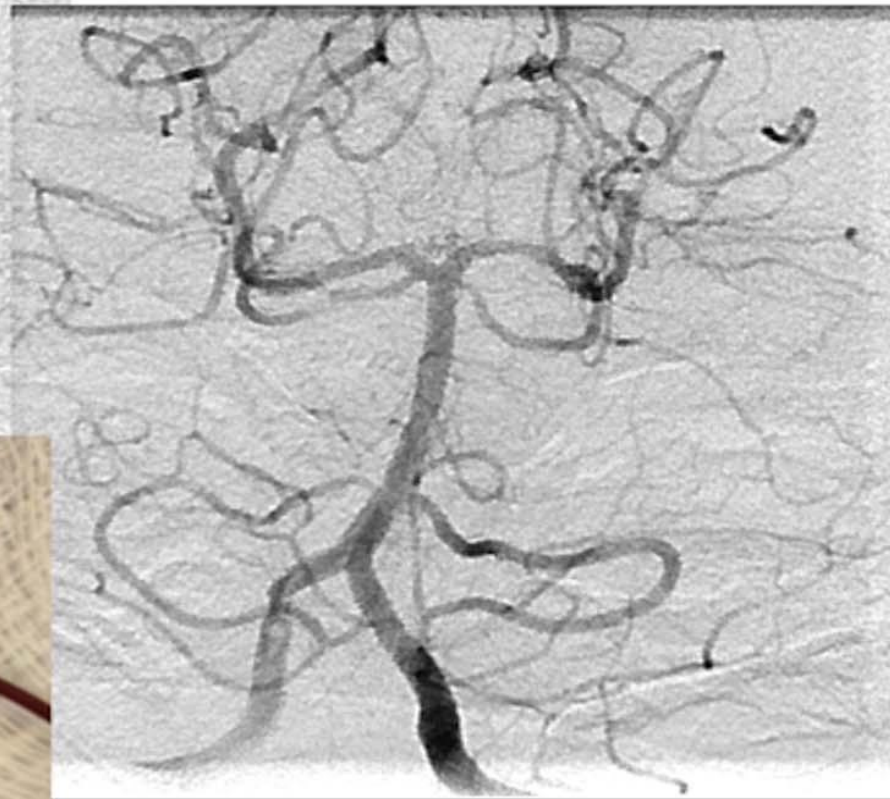
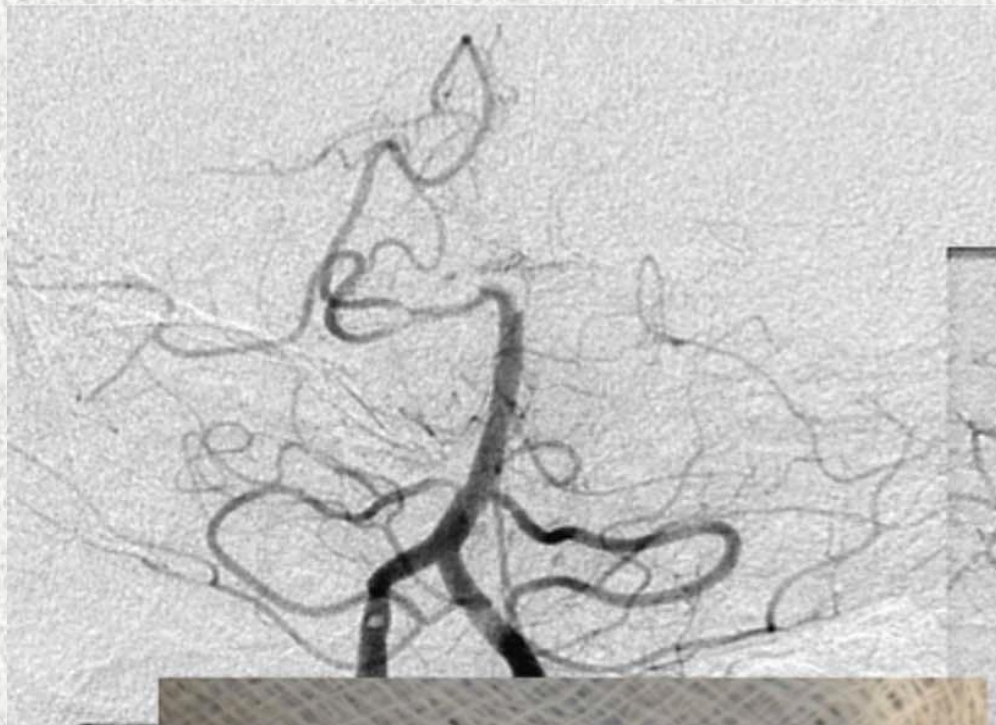
Stentretreiver











INTERVENTIONAL MANAGEMENT OF STROKE TRIAL III

[Communications](#)[Documentation](#)[Study Tools](#)[eMOPP](#)[Publications & COI](#)

WELCOME

A phase III, randomized, multi-center, open label, 900 subject clinical trial that will examine whether a combined intravenous (IV) and intra-arterial (IA) approach to recanalization is superior to standard IV rt-PA (Activase®) alone when initiated within three hours of acute ischemic stroke onset.



IMPORTANT STUDY ANNOUNCEMENT:

The DSMB recommends that enrollment into the IMS-III study be put on hold, effective immediately. Subject follow-up should continue. The DSMB noted that there are no serious safety concerns. The study investigative team should remain blinded at this time. NINDS concurs with the IMS-III DSMB recommendations.

View the NINDS statement here:

http://www.ninds.nih.gov/disorders/clinical_trials/IMS-III.htm

PI: Joseph P. Broderick, MD
Sponsor: NIH/NINDS

Clinical Coordinating Center:
University of Cincinnati
Study Number: U01 - NS52220

Statistics and Data Coordinating Center:
Medical University of South Carolina
Study Number: U01 - NS52220

NEWSLETTER SUBSCRIPTION

WHAT'S NEW...

19 APRIL 2012:

IMPORTANT ANNOUNCEMENT:

The DSMB recommends that enrollment into the IMS-III study be put on hold, effective immediately. Subject follow-up should continue. The DSMB noted that there are no

LEARN MORE...

Acute Stroke Therapy at the Crossroads. . Broderick J, Meyers P. JAMA, 2011;306(18):2026-2028. doi: 10.1001/jama.2011.1622.

[\[View the article\]](#)



i.v. rt-PA vs. i.v. + i.a.-Behandlung

Innerhalb der ersten 3 h nach
Symptombeginn

Intervention
Drug: IV rt-PA Drug: IA rt-PA (Investigational) Device: Standard Microcatheter Infusion (all commercially available models) Device: EKOS Micro-Infusion (NeuroWave Infusion) System Device: Concentric Merci® Retriever (all FDA approved commercially available models) Device: The Penumbra System™ (all FDA approved commercially available models) Device: Solitaire™ FR Revascularization Device (investigational in the US, Canada and Australia)

Geplant: 900 Patienten

nach 656 Patienten erfolgte Interimsanalyse



Enrollment gestoppt

„Die Interimsanalyse hatte gezeigt, dass die Kombination aus i.v.-Thrombolyse mit dem tissue Plasminogen Activator (tPA) und intraarterieller tPA-Lyse mit mechanischer Embolektomie der alleinigen i.v.-Lyse nach der modified Rankin Scale nicht überlegen war. ... IMS 3 war aber nicht aus Sicherheitsbedenken abgebrochen worden.“

IMS III: Angiographische Rekanalisationsraten



	N	TICI 2-3 (%)	TICI 2b-3 (%)
Internal carotid artery	65	65	38
M1 of middle cerebral artery	135	81	44
M2 of middle cerebral artery	61	70	44
Multiple M2s	22	77	23
Basilar	4	NA	NA

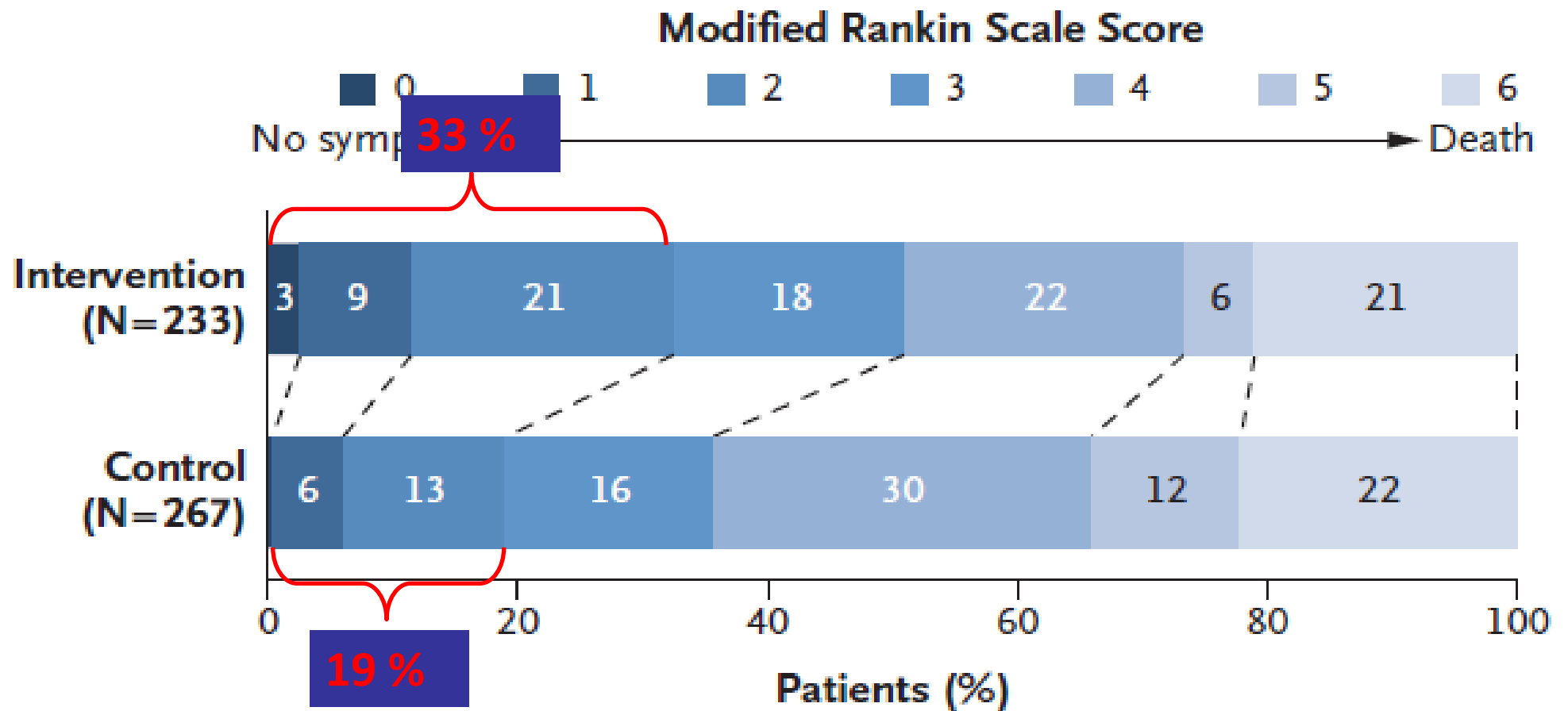


(**M**ulticenter **R**andomized **CL**inical trial of **E**ndovascular treatment for **A**cute ischemic stroke in the **N**etherlands)



UNIVERSITÄT ZU LÜBECK

- 500 Patienten randomisiert
- Nativ-CT und CT-Angiographie
- 233 Pat. endovaskuläre Behandlung
- 267 Pat. Kontrollgruppe
- alle Patienten der Studie erhielten *best medical stroke treatment*
- endovaskuläre Behandlung in 81.5% mit Stentrievern
- geblindete Analyse der Bilddaten und des funktionellen Outcome (mRS an Tag 90)



ESCAPE

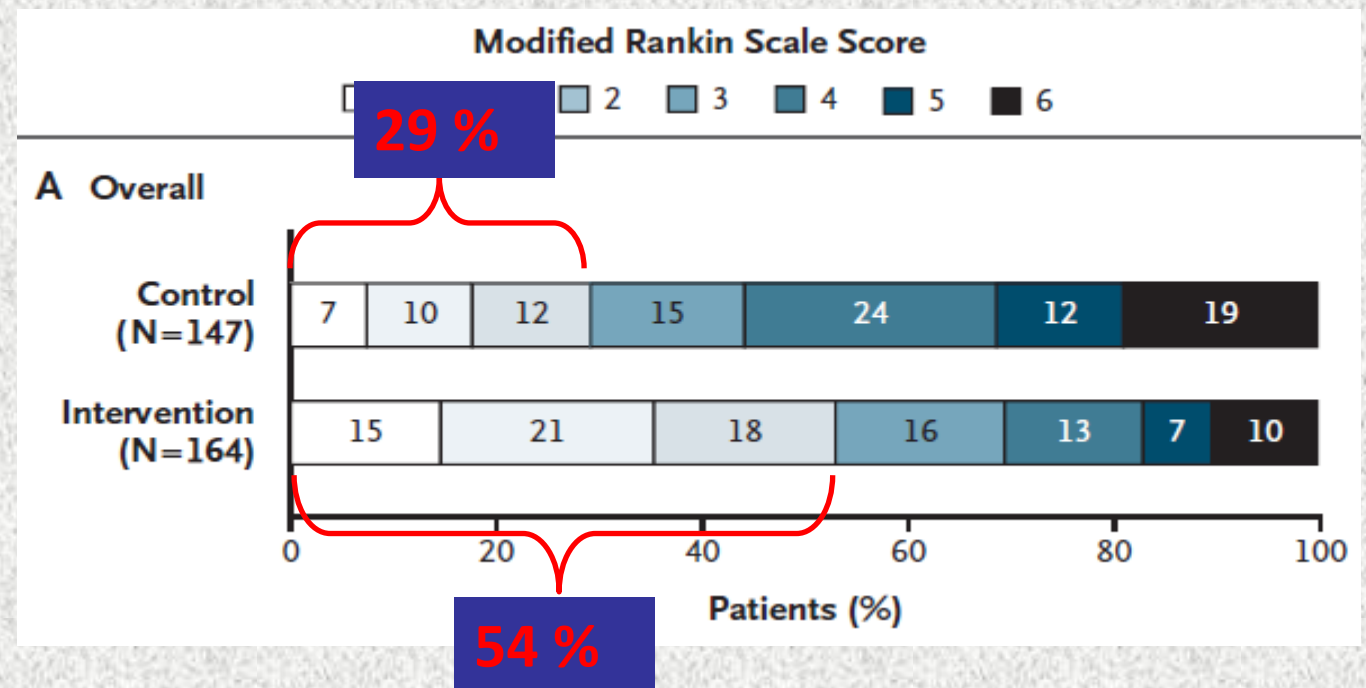
Endovascular Treatment for Small Core and Anterior Circulation Proximal Occlusion with Emphasis on Minimizing CT to Recanalization Times (ESCAPE)

ORIGINAL ARTICLE

Randomized Assessment of Rapid Endovascular Treatment of Ischemic Stroke

M. Goyal, A.M. Demchuk, B.K. Menon, M. Eesa, J.L. Rempel, J. Thornton, D. Roy, T.G. Jovin, R.A. Willinsky, B.L. Sapkota, D. Dowlathshahi, D.F. Frei, N.R. Kamal, W.J. Montanera, A.Y. Poppe, K.J. Ryckborst, F.L. Silver, A. Shuaib, D. Tampieri, D. Williams, O.Y. Bang, B.W. Baxter, P.A. Burns, H. Choe, J.-H. Heo, C.A. Holmstedt, B. Jankowitz, M. Kelly, G. Linares, J.L. Mandzia, J. Shankar, S.-I. Sohn, R.H. Swartz, P.A. Barber, S.B. Coutts, E.E. Smith, W.F. Morrish, A. Weill, S. Subramaniam, A.P. Mitha, J.H. Wong, M.W. Lowerison, T.T. Sajobi, and M.D. Hill for the ESCAPE Trial Investigators*

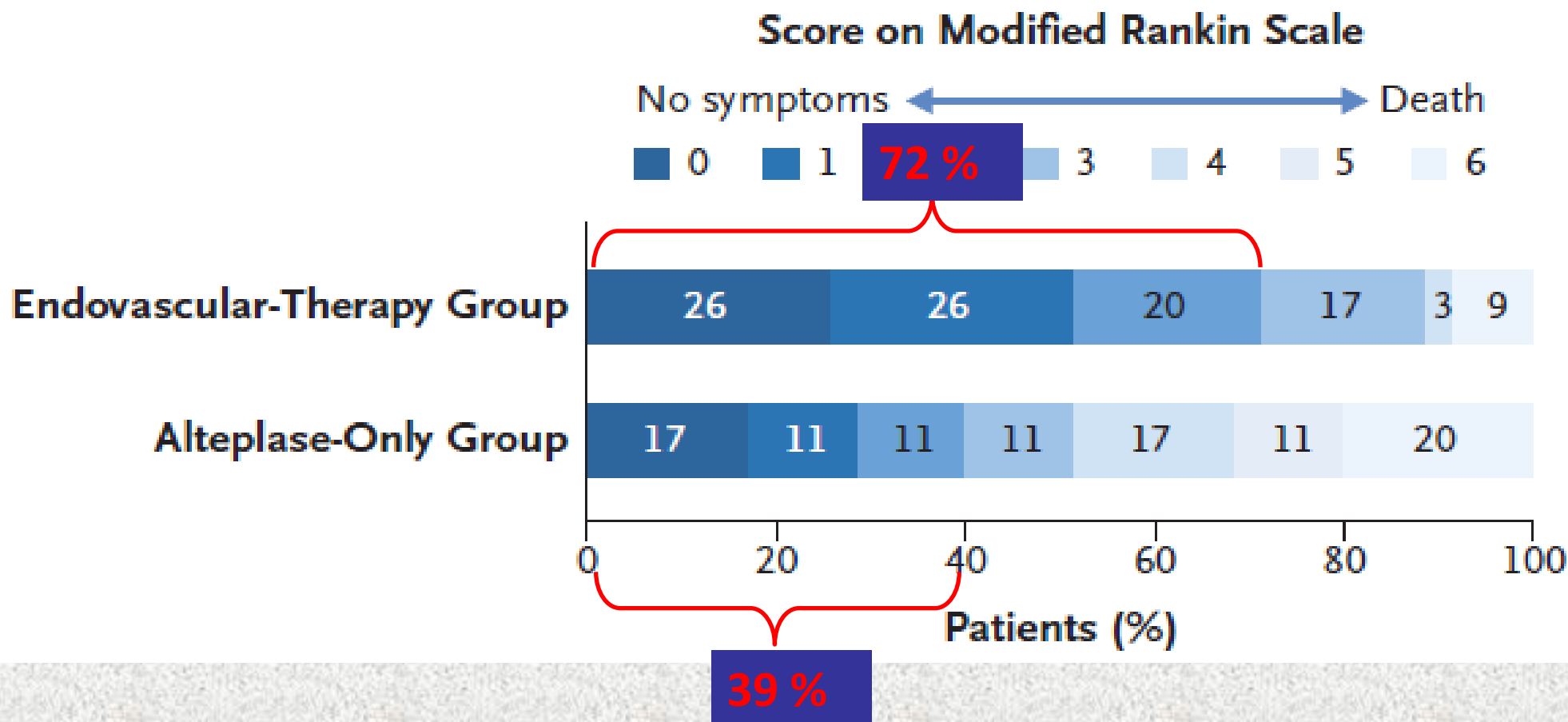
- Vorzeitiger Abbruch
- NECT, CTA
- 165 Pat. endovaskulär
- 150 Pat. best medical treatment



Endovascular Therapy for Ischemic Stroke with Perfusion-Imaging Selection

B.C.V. Campbell, P.J. Mitchell, T.J. Kleinig, H.M. Dewey, L. Churilov, N. Yassi, B. Yan, R.J. Dowling, M.W. Parsons, T.J. Oxley, T.Y. Wu, M. Brooks, M.A. Simpson, F. Miteff, C.R. Levi, M. Krause, T.J. Harrington, K.C. Faulder, B.S. Steinfort, M. Priglinger, T. Ang, R. Scroop, P.A. Barber, B. McGuinness, T. Wijeratne, T.G. Phan, W. Chong, R.V. Chandra, C.F. Bladin, M. Badve, H. Rice, L. de Villiers, H. Ma, P.M. Desmond, G.A. Donnan, and S.M. Davis, for the EXTEND-IA Investigators*

EXTEND-IA



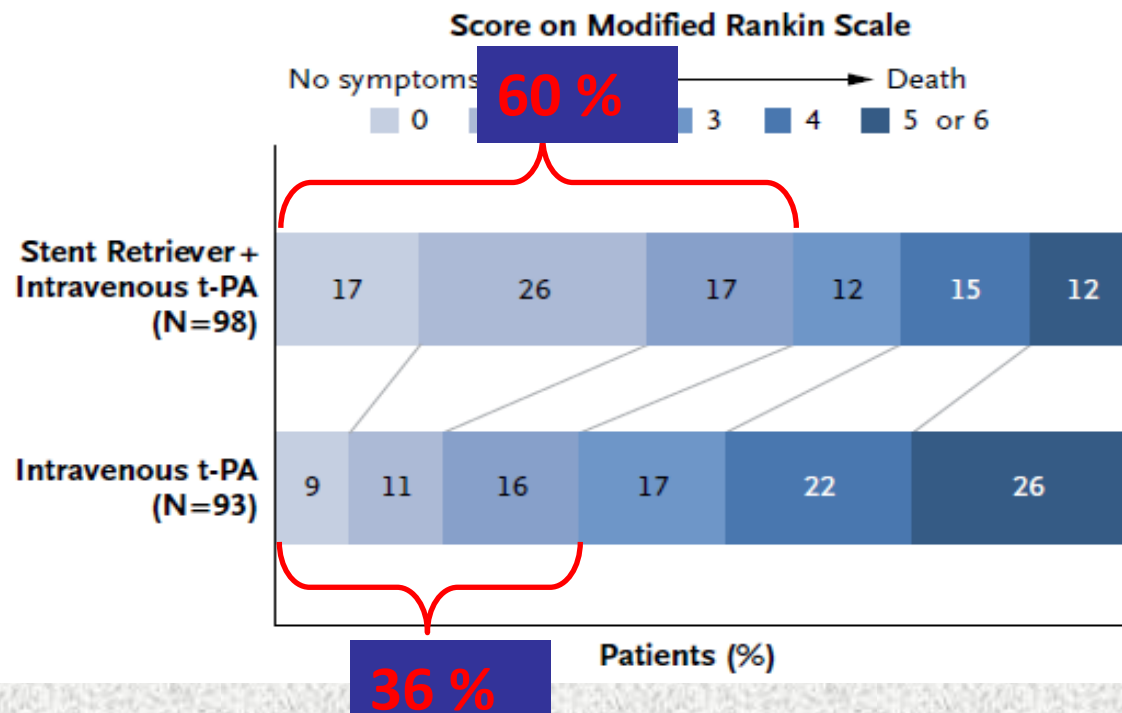
Stent-Retriever Thrombectomy after Intravenous t-PA vs. t-PA Alone in Stroke

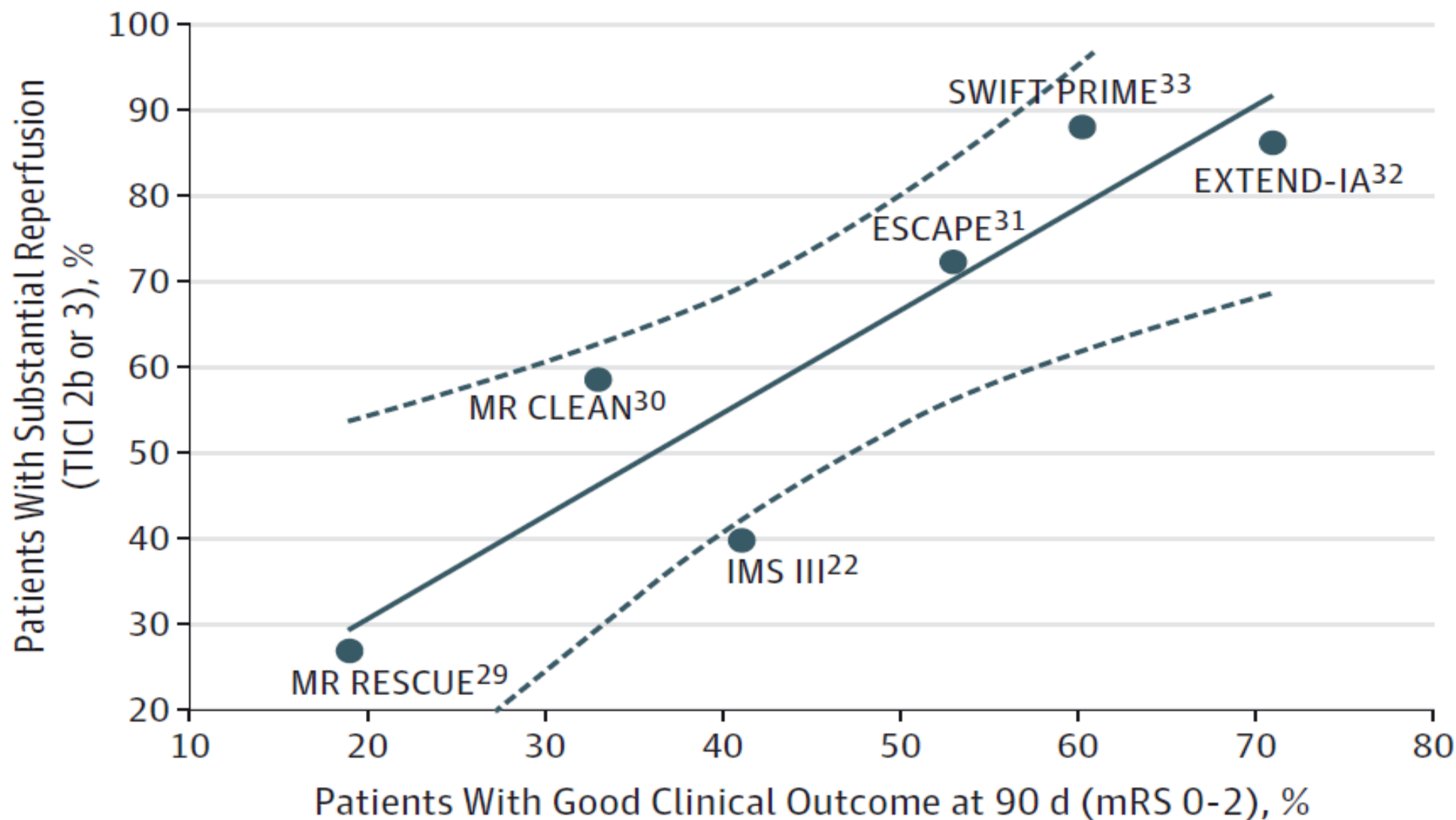
Jeffrey L. Saver, M.D., Mayank Goyal, M.D., Alain Bonafe, M.D., Hans-Christoph Diener, M.D., Ph.D., Elad I. Levy, M.D., Vitor M. Pereira, M.D., Gregory W. Albers, M.D., Christophe Cognard, M.D., David J. Cohen, M.D., Werner Hacke, M.D., Ph.D., Olav Jansen, M.D., Ph.D., Tudor G. Jovin, M.D., Heinrich P. Mattle, M.D., Raul G. Nogueira, M.D., Adnan H. Siddiqui, M.D., Ph.D., Dileep R. Yavagal, M.D., Blaise W. Baxter, M.D., Thomas G. Devlin, M.D., Ph.D., Demetrius K. Lopes, M.D., Vivek K. Reddy, M.D., Richard du Mesnil de Rochemont, M.D., Oliver C. Singer, M.D., and Reza Jahan, M.D., for the SWIFT PRIME Investigators*

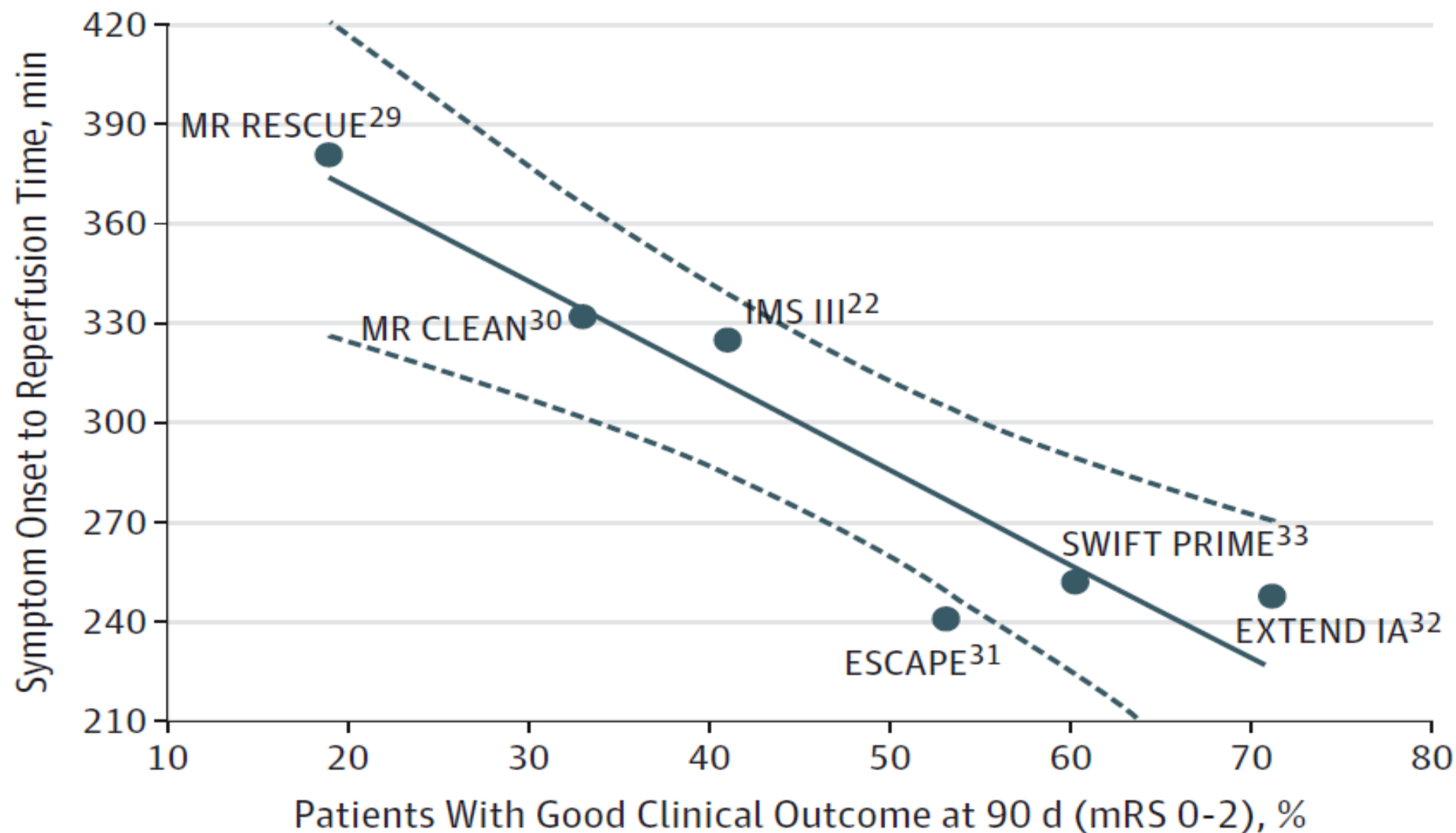
This article was published on April 17, 2015, at NEJM.org.

SWIFT PRIME

- Thrombektomie innerhalb der ersten 6 Stunden nach Symptombeginn, LVO, Mismatch (PCT)
- Enrollment on hold im November 2014, nach der Bekanntgabe der Ergebnisse von MR CLEAN
- 196 Patienten eingeschlossen
- 98 best medical treatment
- 98 best medical treatment + Stent-Retriever







- in allen jüngst publizierten Studien stieg die Chance der Patienten auf ein günstiges Behandlungsergebnis um 20 bis 30 Prozent, wenn sie zusätzlich zur intravenösen Lysetherapie mit einem Stent-Retriever behandelt wurden
- der Anteil von Patienten, die 90 Tage nach dem Schlaganfall ein Leben ohne funktionelle Beeinträchtigungen führen konnten, war fast doppelt so hoch wie der jener Patienten, die nur die Thrombolyse bekamen

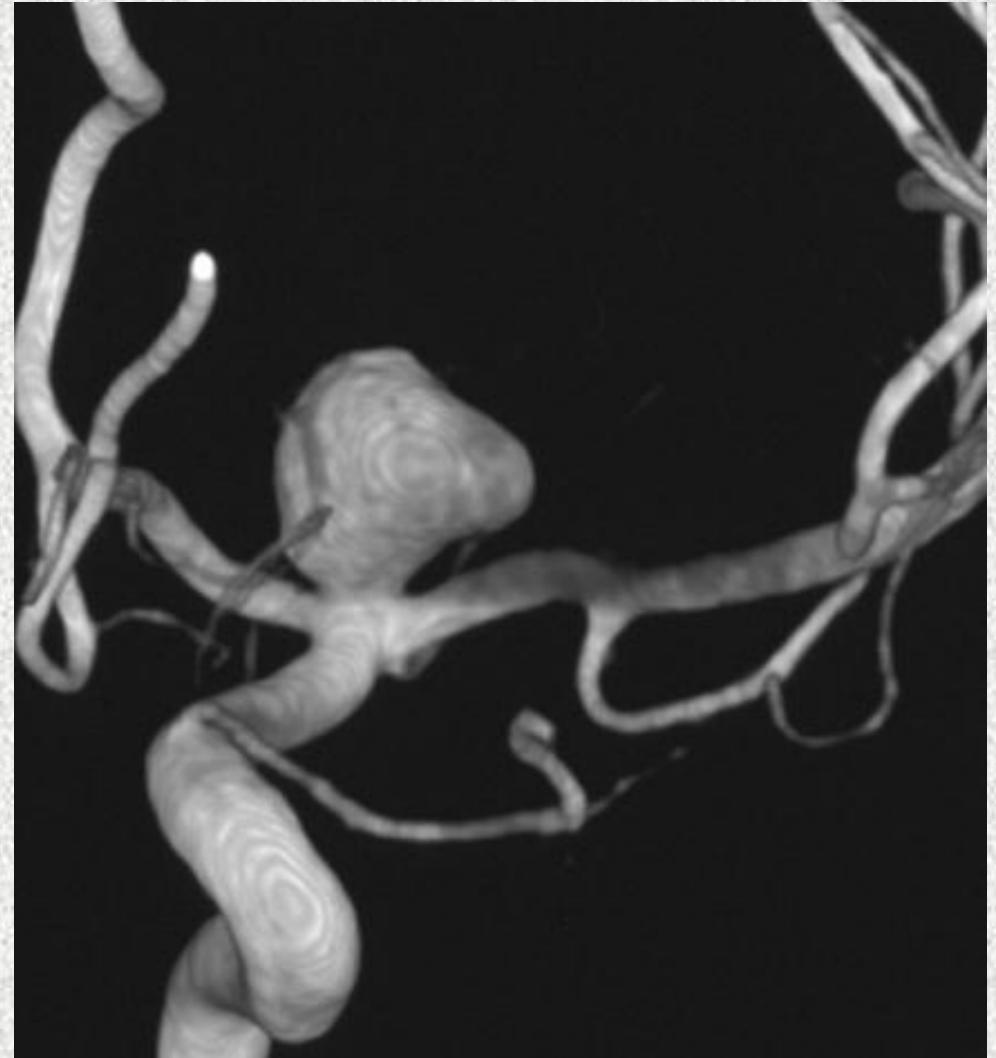
Schlaganfall: Alarm-Signale

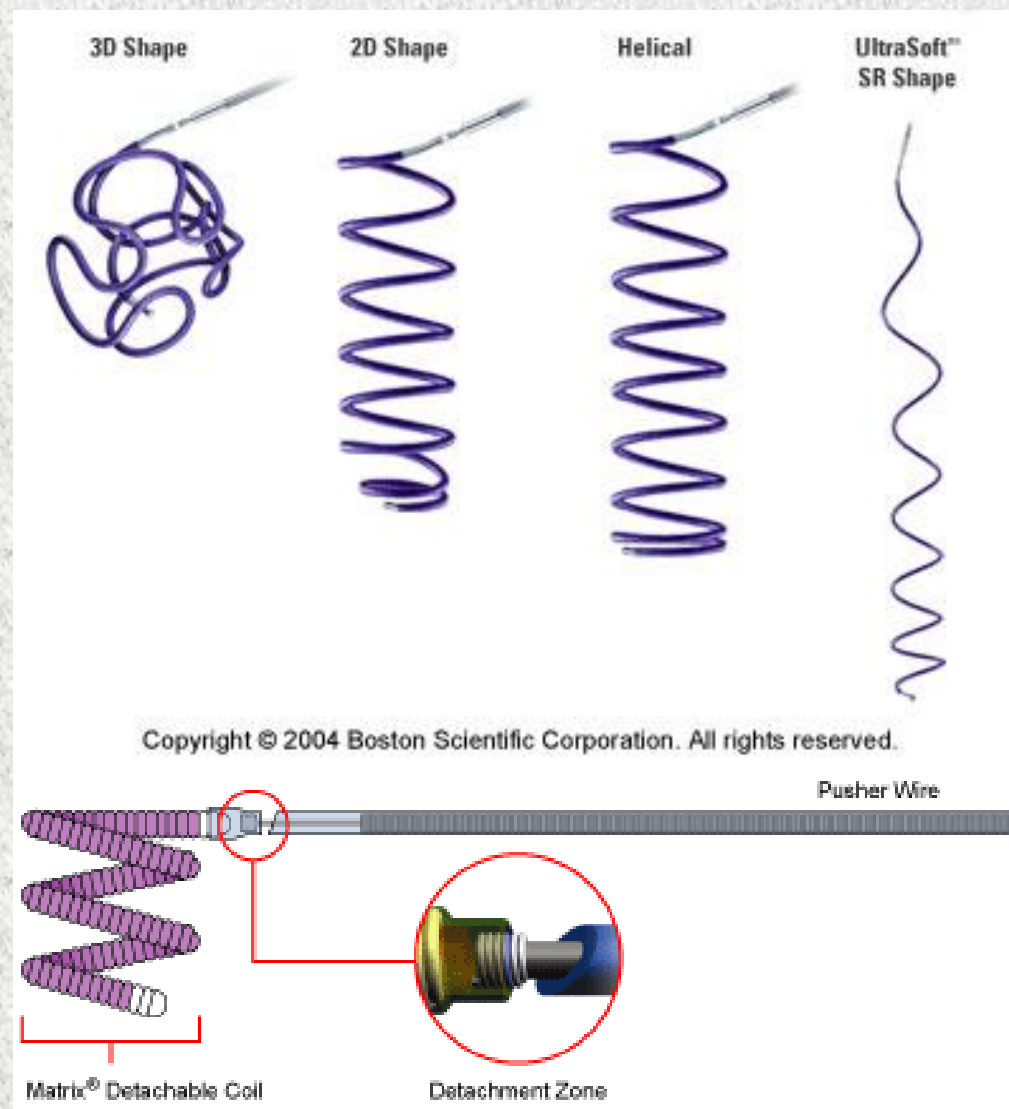
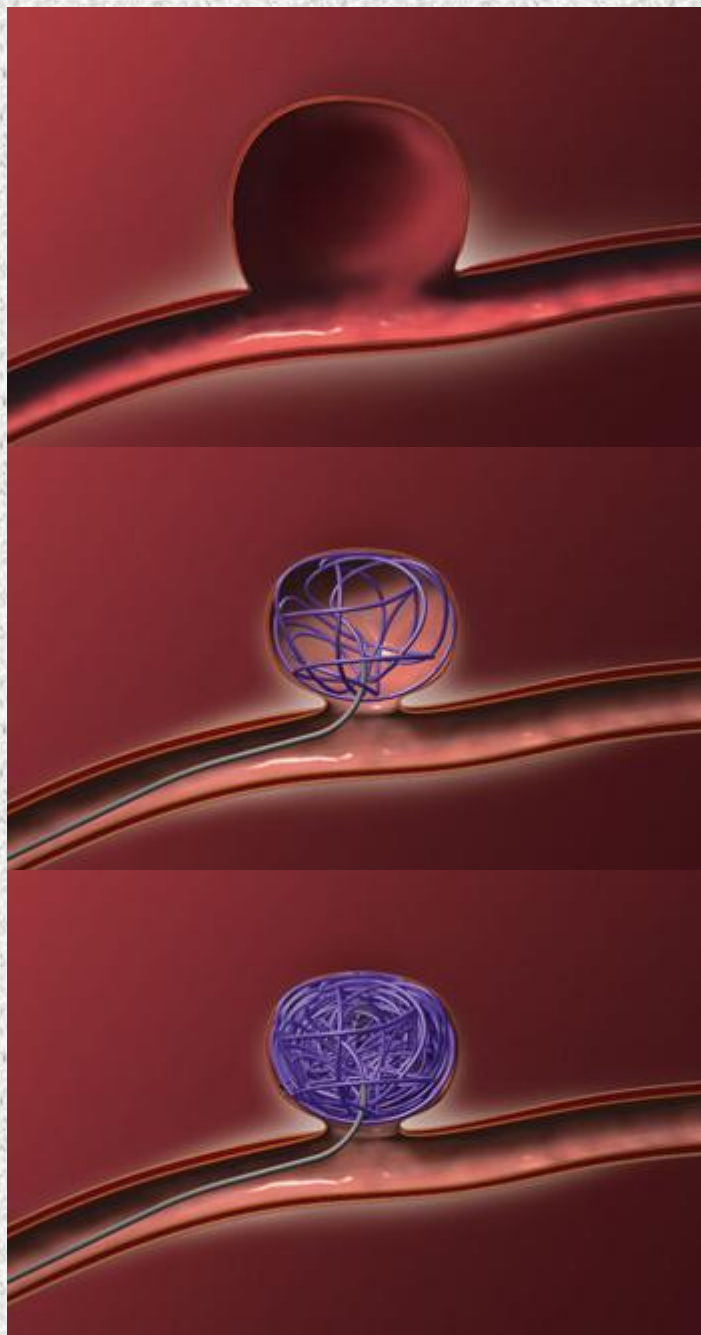


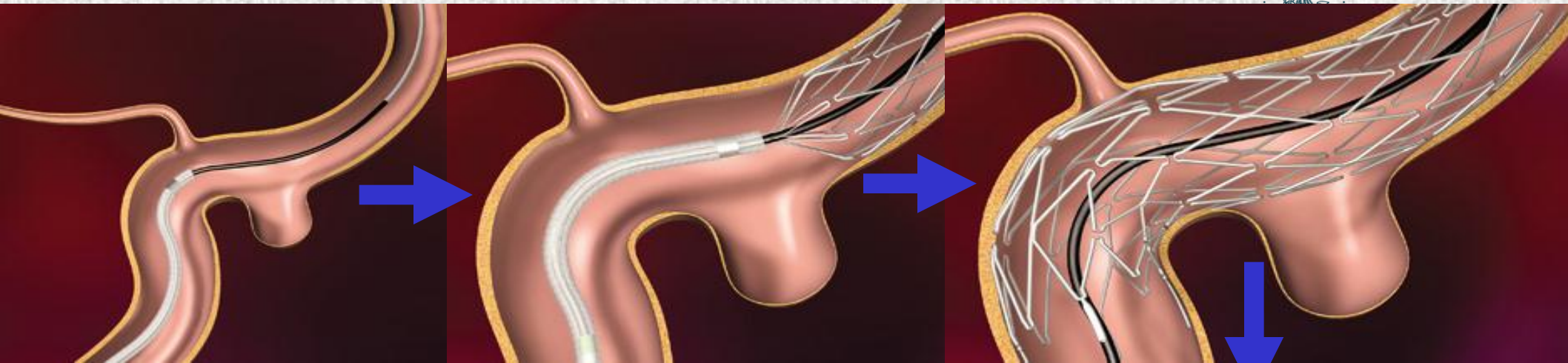
NOTFALL



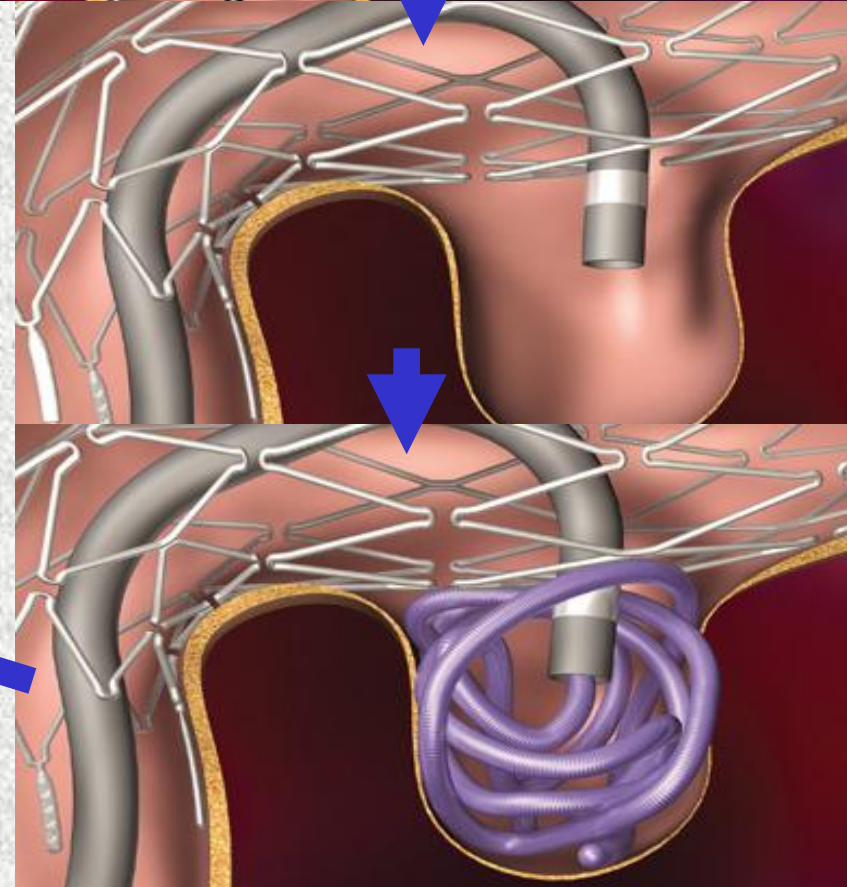
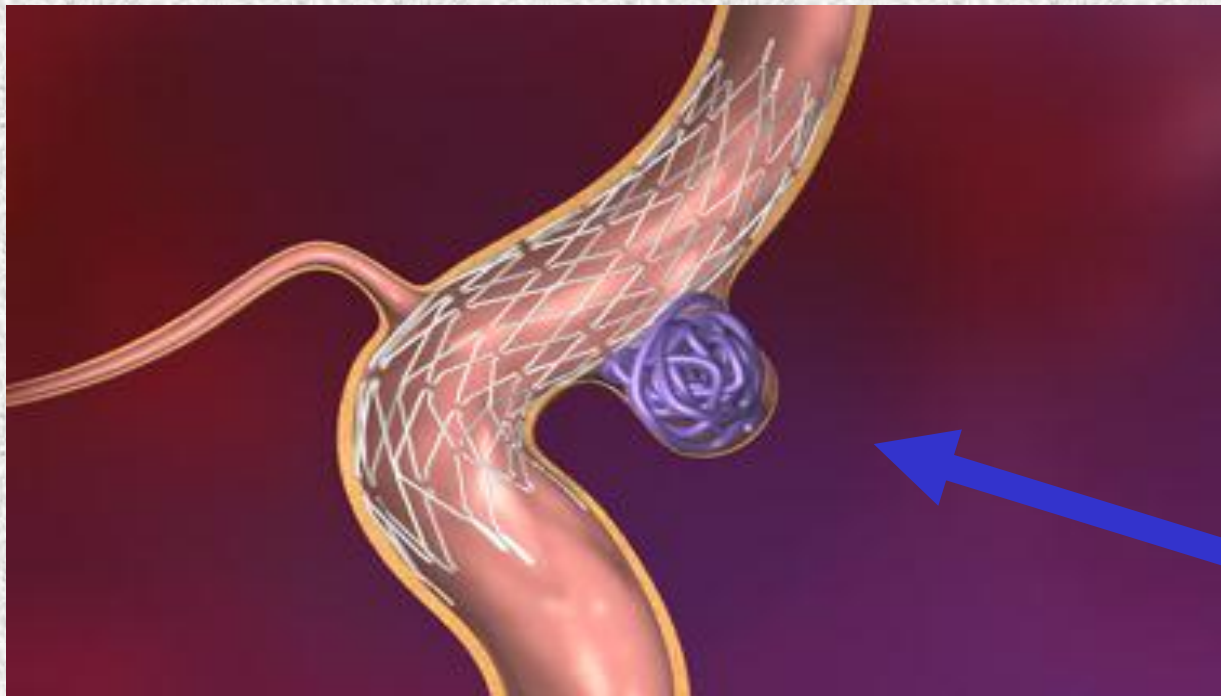
Endovaskuläre Aneurysmatherapie: Coiling

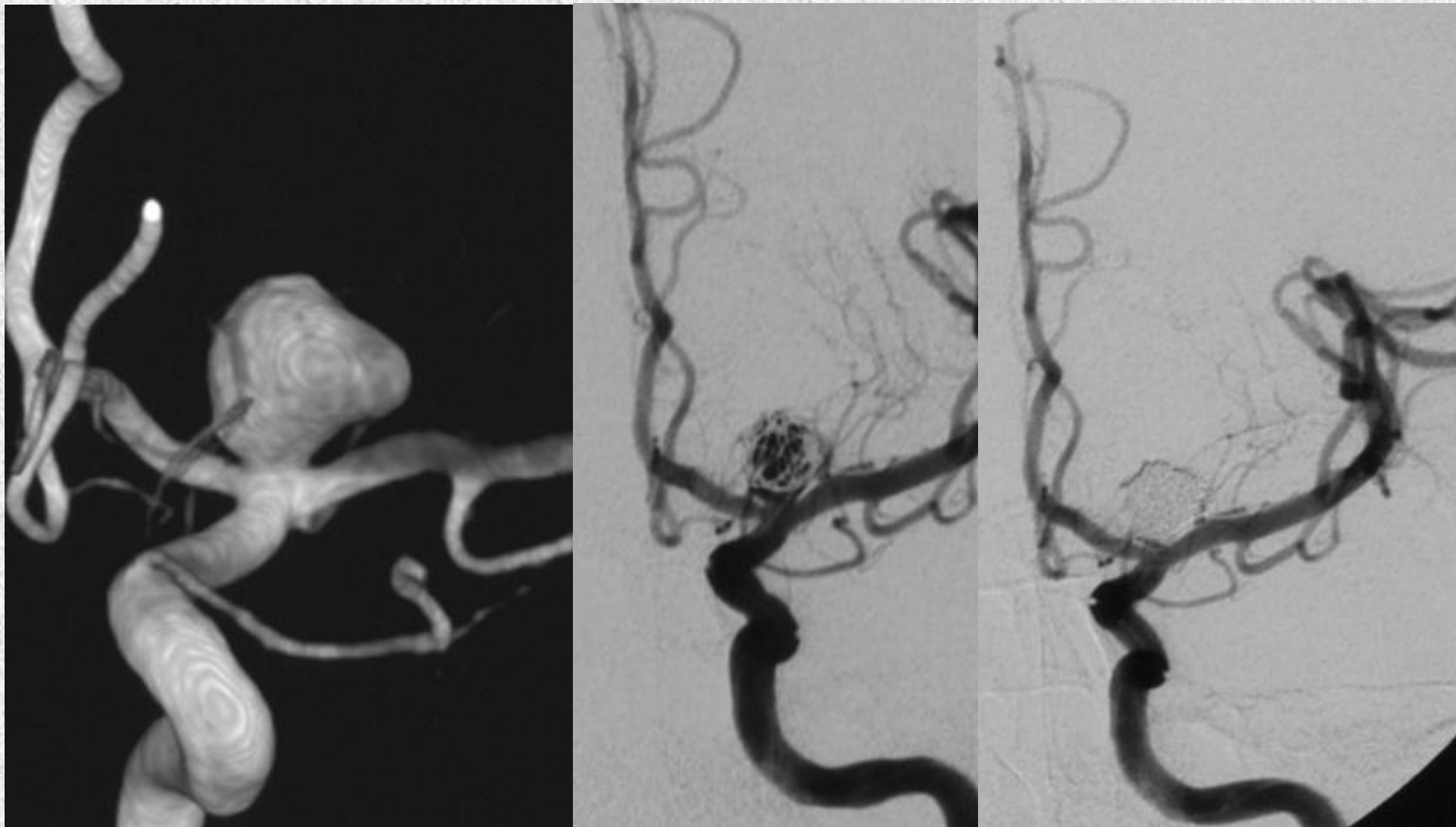


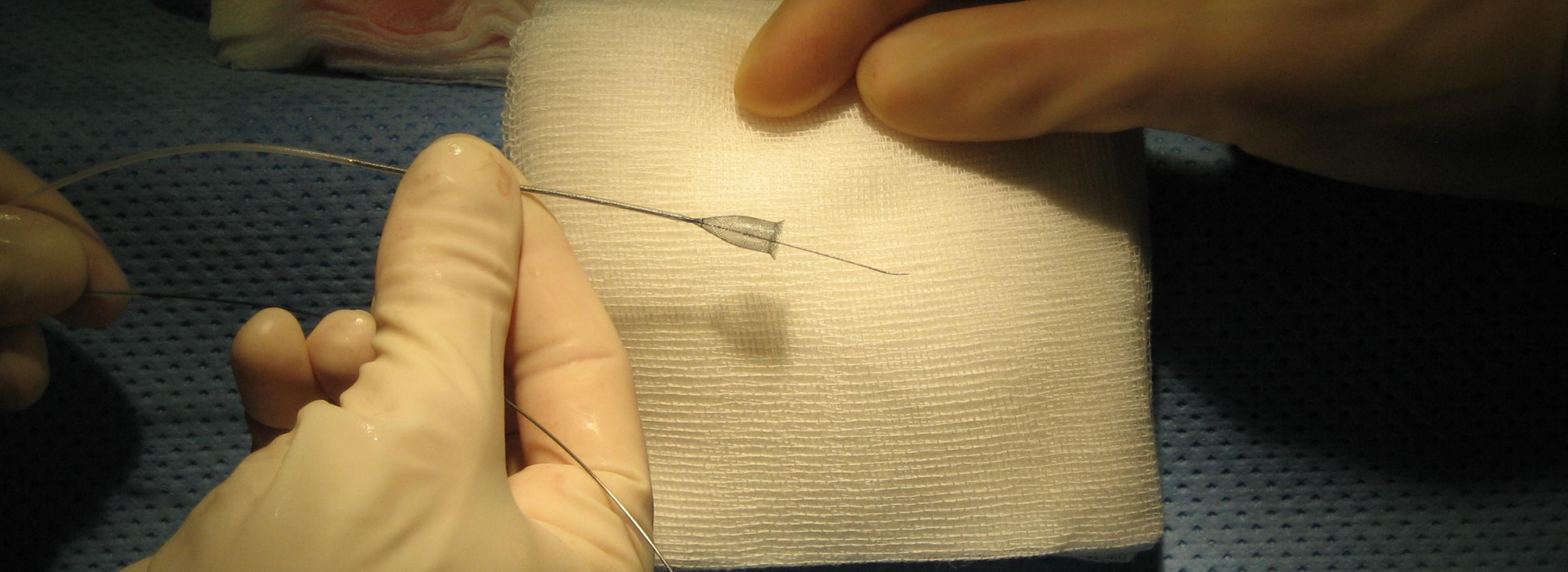




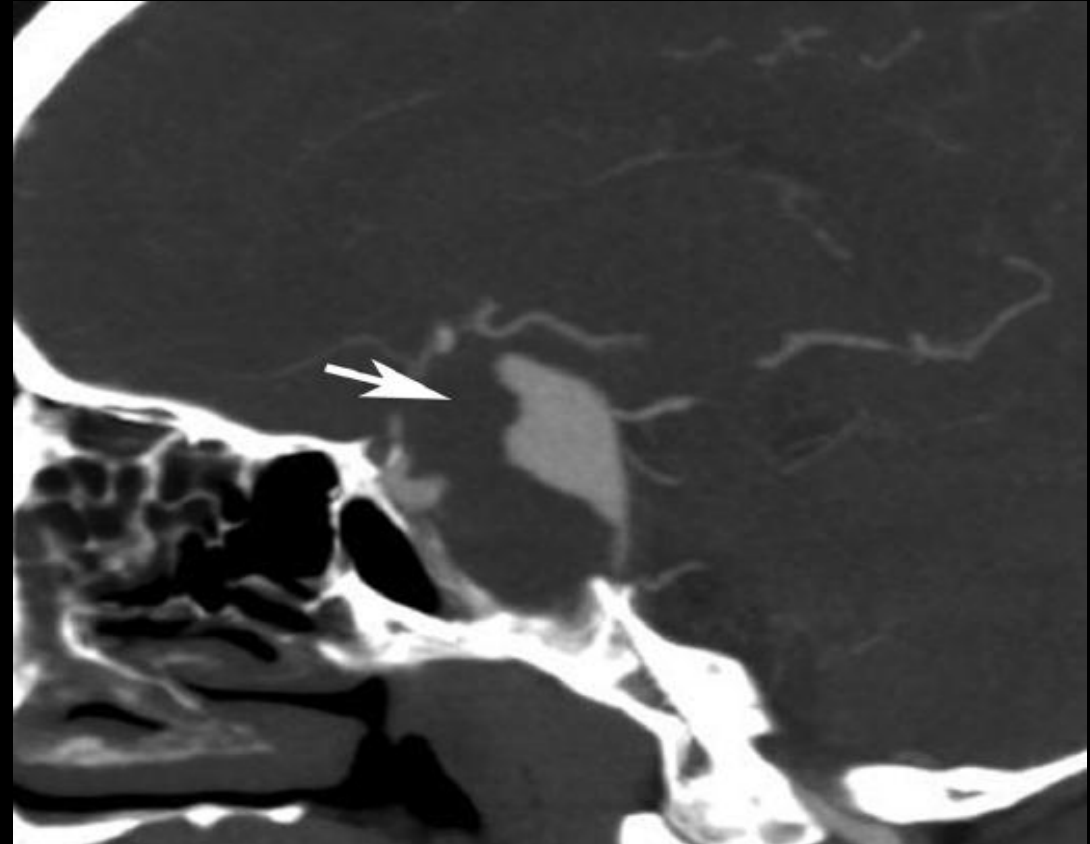
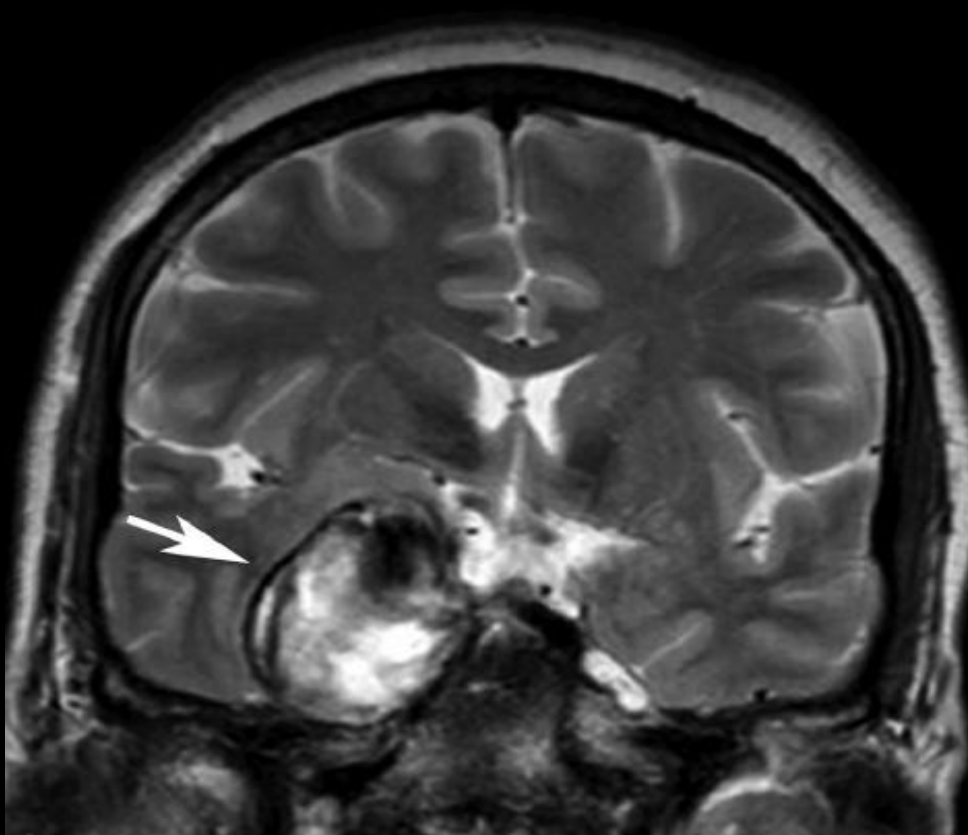
Stentassistiertes Coiling

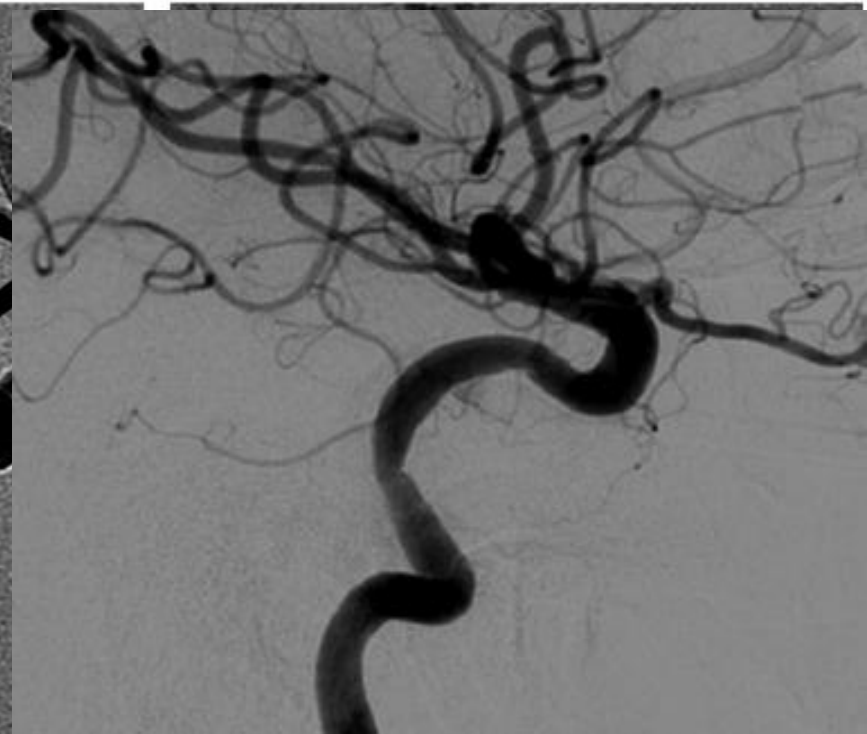
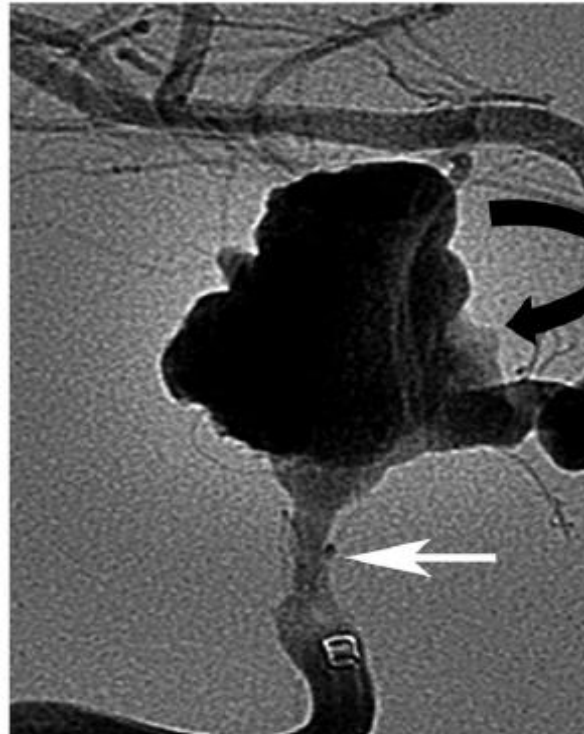






Flow Diverter

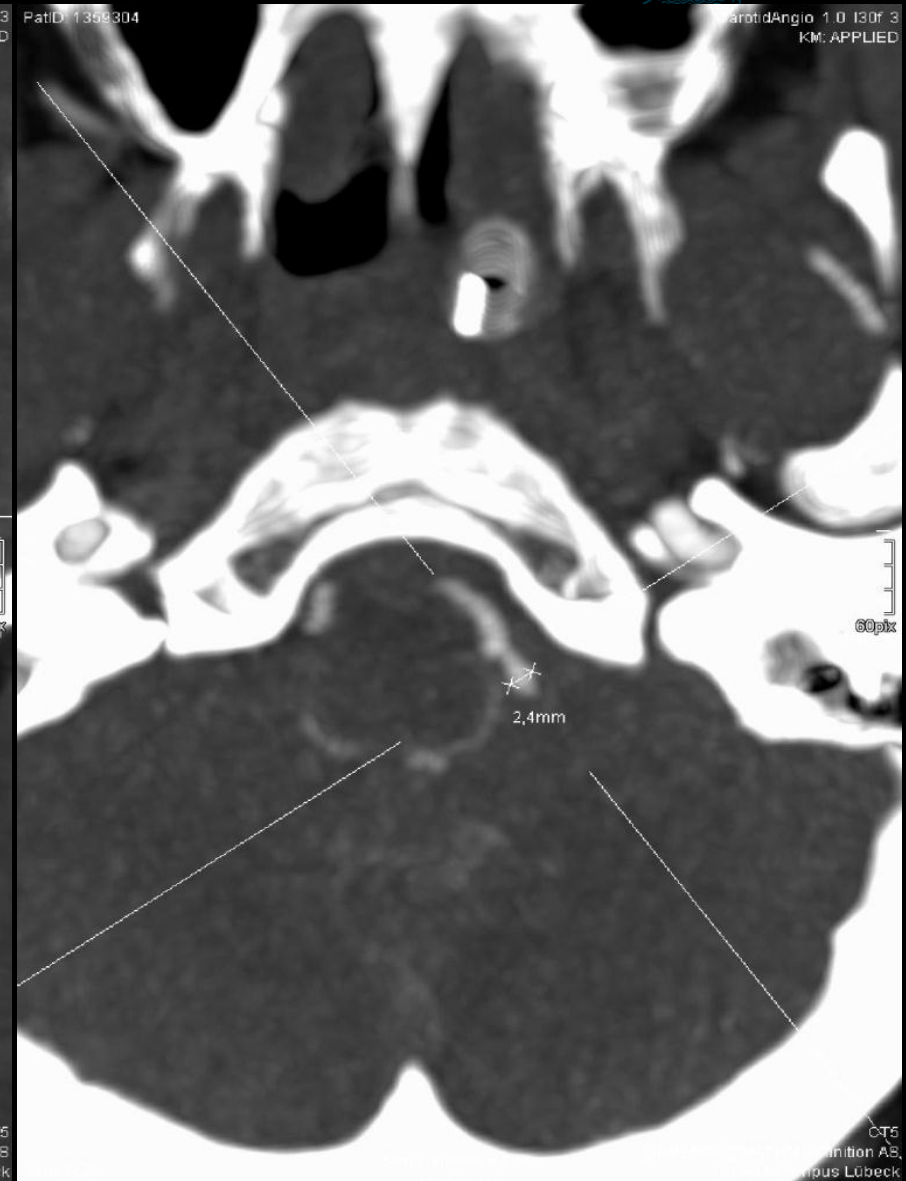




Surpass Flow Diverter

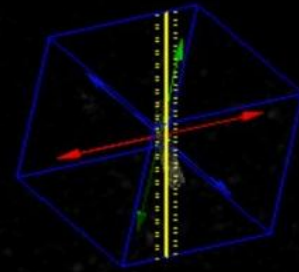
12 Monate später





Rot: LAO 55°
Ang: Caud 10°

UNIVERSITÄT ZU LÜBECK

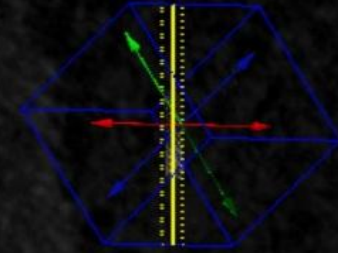


}
40pix



Rot: RAO 130°
Ang: Cran 26°

UNIVERSITÄT ZU LÜBECK



}
40pix



Neuroradiologie

Diagnostik und Therapie von Erkrankungen und Veränderungen des ZNS, d.h. von Gehirn und Rückenmark, einschließlich seiner Hüll- und Nachbarstrukturen

Neurointerventionelle Therapien umfassen die Wiedereröffnung von hirnzuführenden und hirnversorgenden Gefäßen, Behandlung von Stenosen, aber auch die minimal-invasiven Therapie von Aneurysmen und Gefäßmissbildungen

Beim **akuten Schlaganfall** ist Eile geboten!

Neurovaskuläre Netzwerke mit (24/7) **interventioneller Neuroradiologie**
state of the art für Behandlung

Vielen Dank