UKGM
UNIVERSITÄTSKLINIKUM
GIESSEN UND MARBURG

Neuroradiologie

Prof. Dr. Tobias Struffert
Abteilung für Neuroradiologie
Universitätsklinikum Gießen

Was ist Neuroradiologie?

UKGM
UNIVERSITÄTSKLINIKUM
GIESSEN UND MARBURG

Allgemeine Radiologie (Facharzt diagnostische Radiologie)

Kinderradiologie (Gebietsbezeichnung)

Neuroradiologie (Gebietsbezeichnung)

Was ist Neuroradiologie?

UKGM
UNIVERSITÄTSKLINIKUM
GIESSEN UND MARBURG

Allgemeine Radiologie (Facharzt diagnostische Radiologie)

Kinderradiologie (Gebietsbezeichnung)

Neuroradiologie (Gebietsbezeichnung)

Voraussetzung für Neuroradiologie:

Facharzt diagnostische Radiologie

3 Jahre Neuroradiologie an einer neuroradiologischen Fachabteilung (1 Jahr kann im Rahmen des Facharztes Radiologie erworben werden)

Was ist Neuroradiologie?

UKGM
UNIVERSITÄTSKLINIKUM
GIESSEN UND MARBURG

Bildgebende Darstellung von:

Gehirn und seiner Hüllen (Meningen, Kalotte, etc.)

Liquorraum

Schädelbasis, NNH

Sinnesorgane: Orbita, Felsenbein

Was ist Neuroradiologie?

UKGM
UNIVERSITÄTSKLINIKUM
GIESSEN UND MARBURG

Bildgebende Darstellung von:

Gehirn und seiner Hüllen (Meningen, Kalotte, etc.)

Liquorraum

Schädelbasis, NNH

Sinnesorgane: Orbita, Felsenbein

Kopf

Was ist Neuroradiologie?

UKGM
UNIVERSITÄTSKLINIKUM
GIESSEN UND MARBURG

Bildgebende Darstellung von:

Gehirn und seiner Hüllen (Meningen, Kalotte, etc.)

Liquorraum

Schädelbasis, NNH

Sinnesorgane: Orbita, Felsenbein

Kopf

Wirbelsäule

Was ist Neuroradiologie?

UKGM
UNIVERSITÄTSKLINIKUM
GIESSEN UND MARBURG

Bildgebende Darstellung von:

Gehirn und seiner Hüllen (Meningen, Kalotte, etc.)

Liquorraum

Schädelbasis, NNH

Sinnesorgane: Orbita, Felsenbein

Kopf

Wirbelsäule

Wirbelkörper

Bandscheiben

Myelon und spinale Nerven

Was ist Neuroradiologie?

UKGM
UNIVERSITÄTSKLINIKUM
GIESSEN UND MARBURG

Bildgebende Darstellung von:

Anlagestörungen
Angeborene Syndrome
Tumore
Vaskuläre Erkrankungen
Metabolische Erkrankungen
Trauma
Infektionen
Inflammatorische Erkrankungen
Neurodegenerative Erkrankungen
…

Was ist Neuroradiologie?

UKGM
UNIVERSITÄTSKLINIKUM
GIESSEN UND MARBURG

Therapie:

Schmerztherapie an der Wirbelsäule (PRT, Facettenblockaden, ISG Blockaden)

Was ist Neuroradiologie?

UKGM
UNIVERSITÄTSKLINIKUM
GIESSEN UND MARBURG

Therapie:

Schmerztherapie an der Wirbelsäule (PRT, Facettenblockaden, ISG Blockaden)

Minimalinvasive, endovaskuläre Neurointerventionen:

Was ist Neuroradiologie?

UKGM
UNIVERSITÄTSKLINIKUM
GIESSEN UND MARBURG

Therapie:

Schmerztherapie an der Wirbelsäule (PRT, Facettenblockaden, ISG Blockaden)

Minimalinvasive, endovaskuläre Neurointerventionen:

Akute, ischämische Schlaganfall

Gefäßrekanalisation (Carotis Stenose)

Embolisation von Aneurysmen

Embolisation von Angiomen (AVM`s)

Embolisation von Fisteln

Embolisation von Tumoren

Was ist Neuroradiologie?

UKGM
UNIVERSITÄTSKLINIKUM
GIESSEN UND MARBURG

Zuweisende Kliniken:

Neurologie
Neurochirurgie
Psychiatrie
Augenheilkunde
HNO
ZMKG
Neuropädiatrie
Orthopädie
Gynäkologie
Neonatologie
…

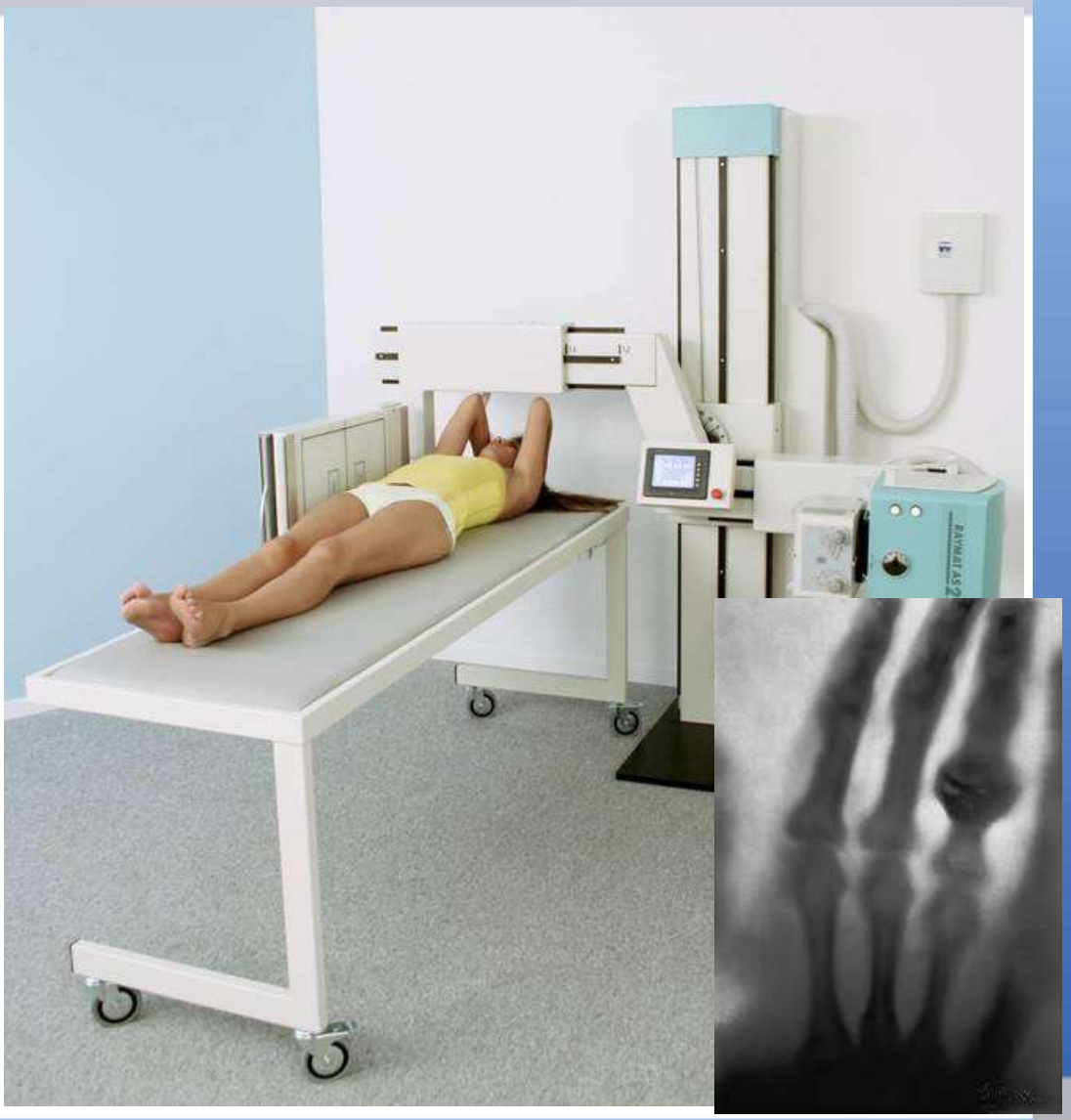
Was ist Neuroradiologie?

UKGM
UNIVERSITÄTSKLINIKUM
GIESSEN UND MARBURG

Bildgebende Methoden:

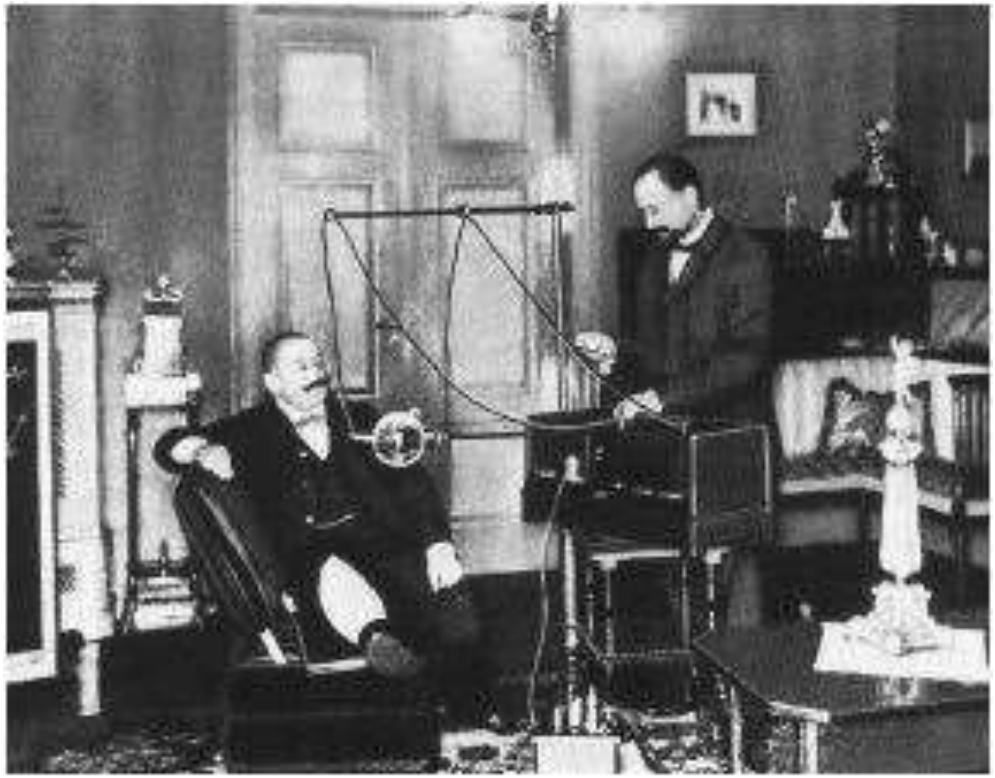
- **konventionelles Röntgen (RX)**
- **Durchleuchtung (DL)**
- **Digitale Subtraktionsangiographie (DSA)**
- **Computertomographie (CT)**
- **Magnetresonanztomographie (MRT)**

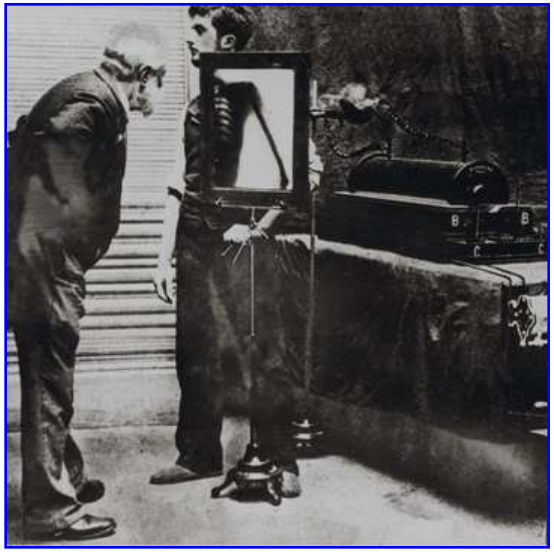
Konventionelles Röntgen/DL

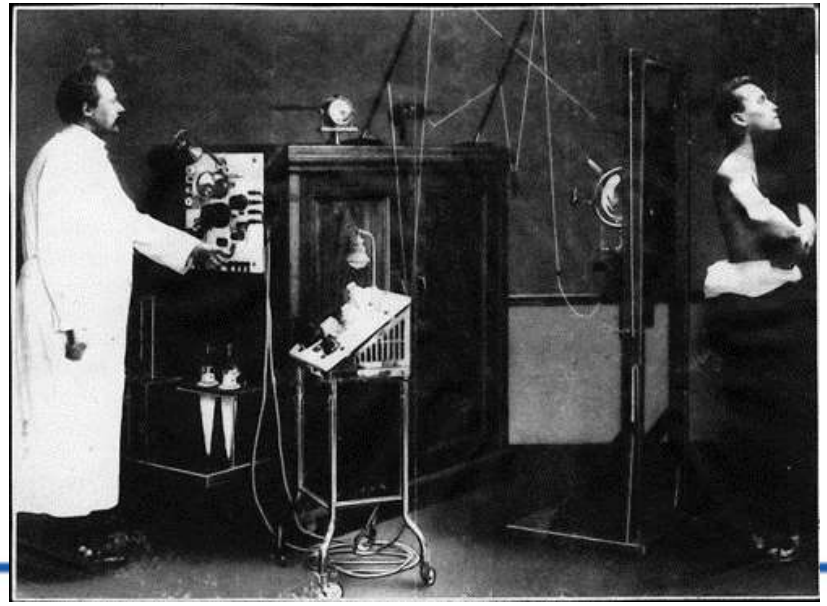


22.12.1895, Berta Röntgens Hand, 20min Expositionszeit

Konventionelles Röntgen/DL







Konventionelles Röntgen/DL

Schädel ap und lat

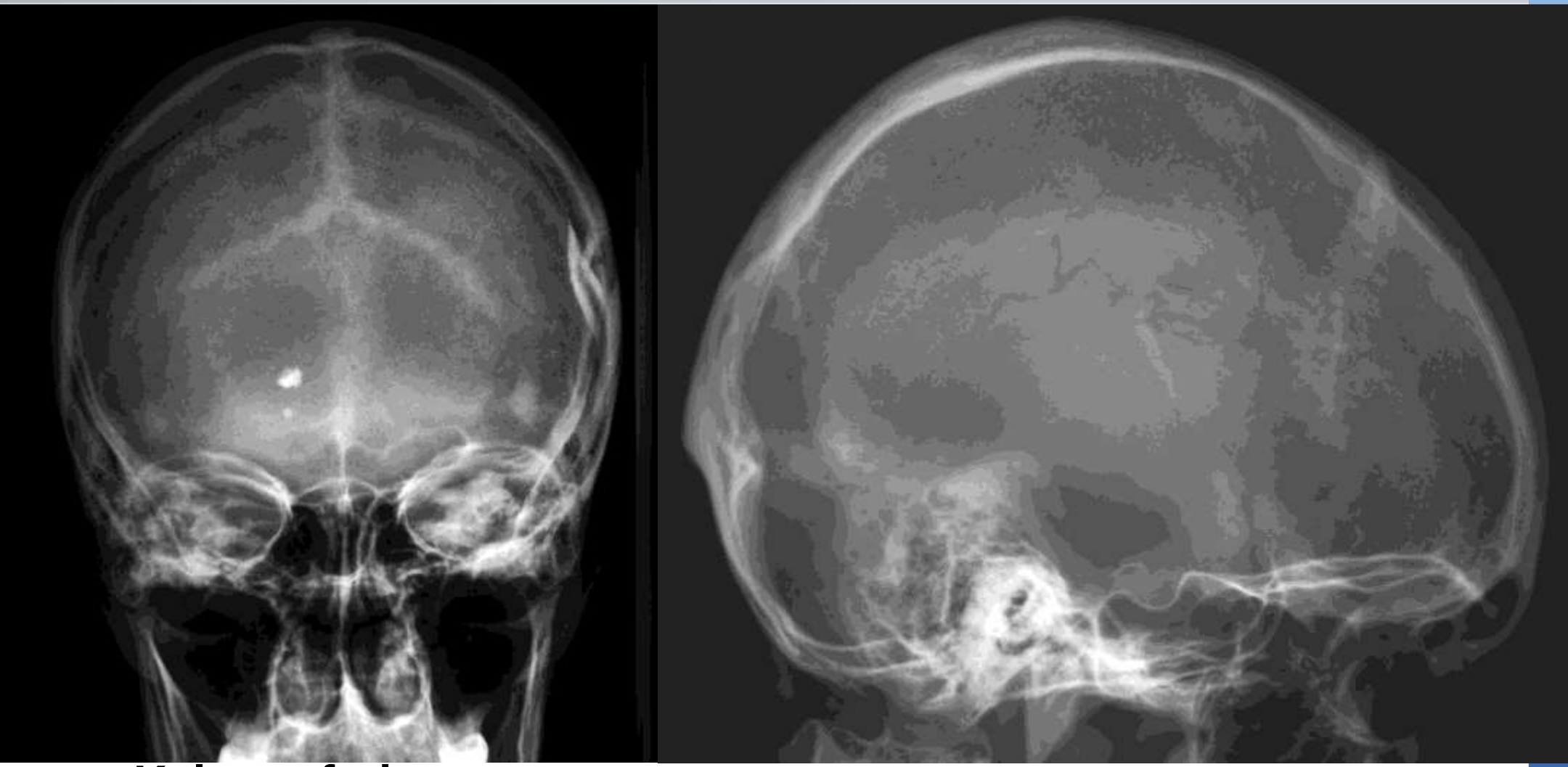
Konventionelles Röntgen/DL

Osteosarkom

Konventionelles Röntgen/DL

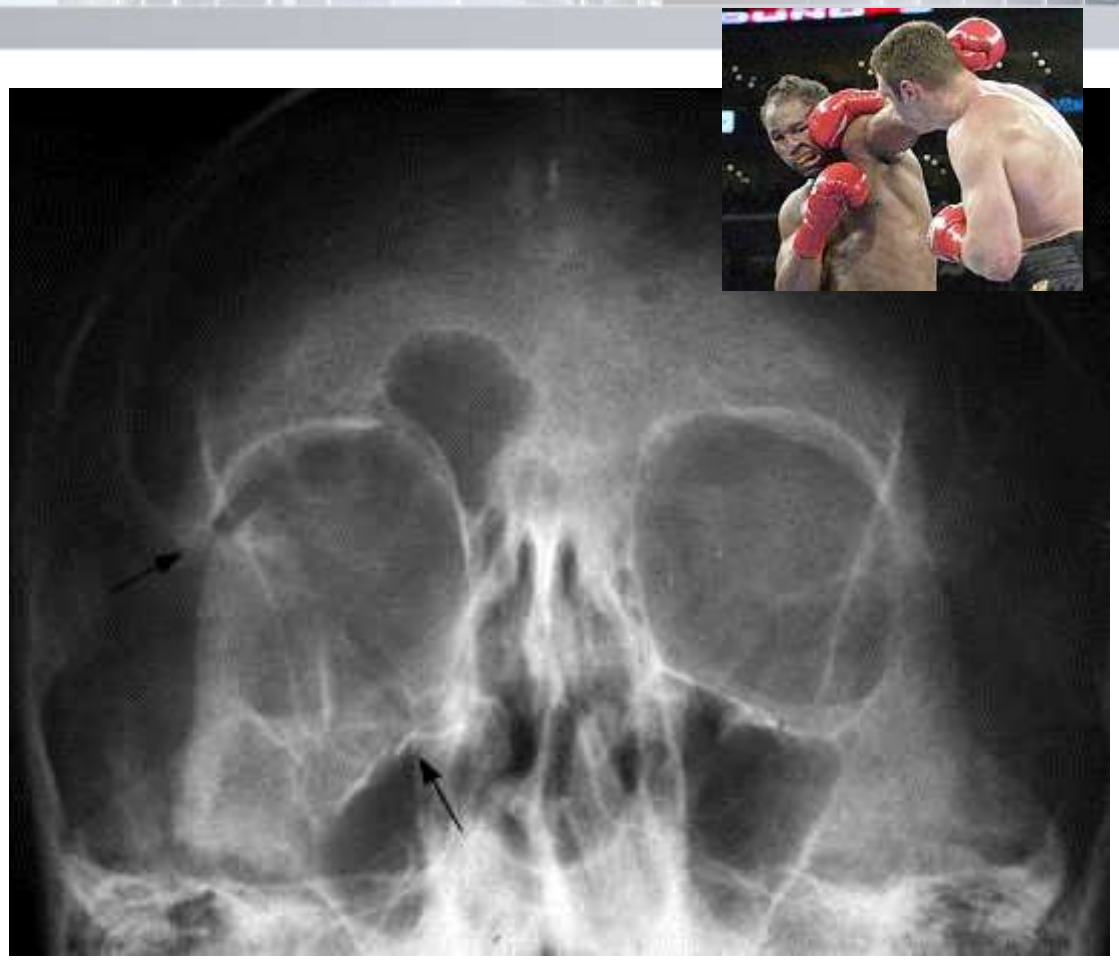
Plasmozytom

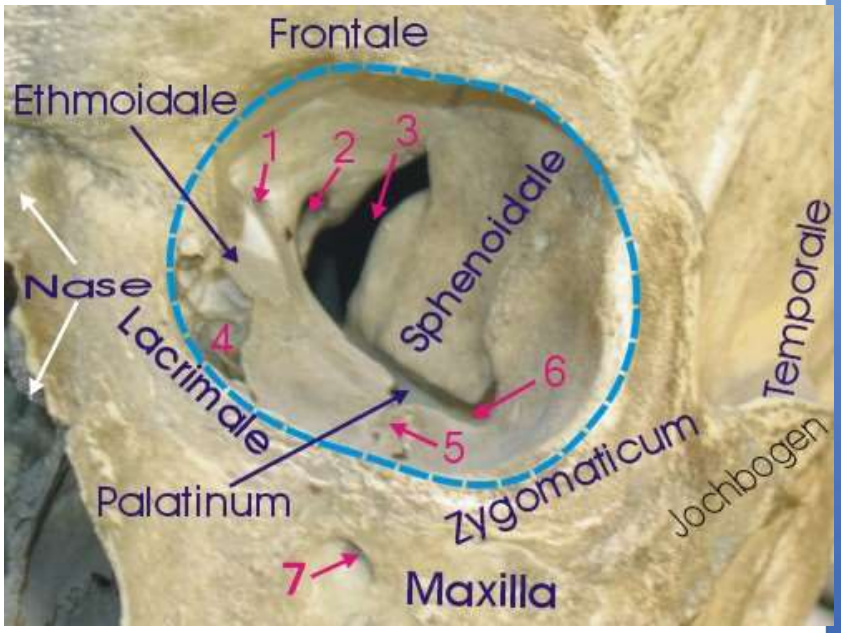
Konventionelles Röntgen/DL



Kalottenfraktur

Konventionelles Röntgen/DL





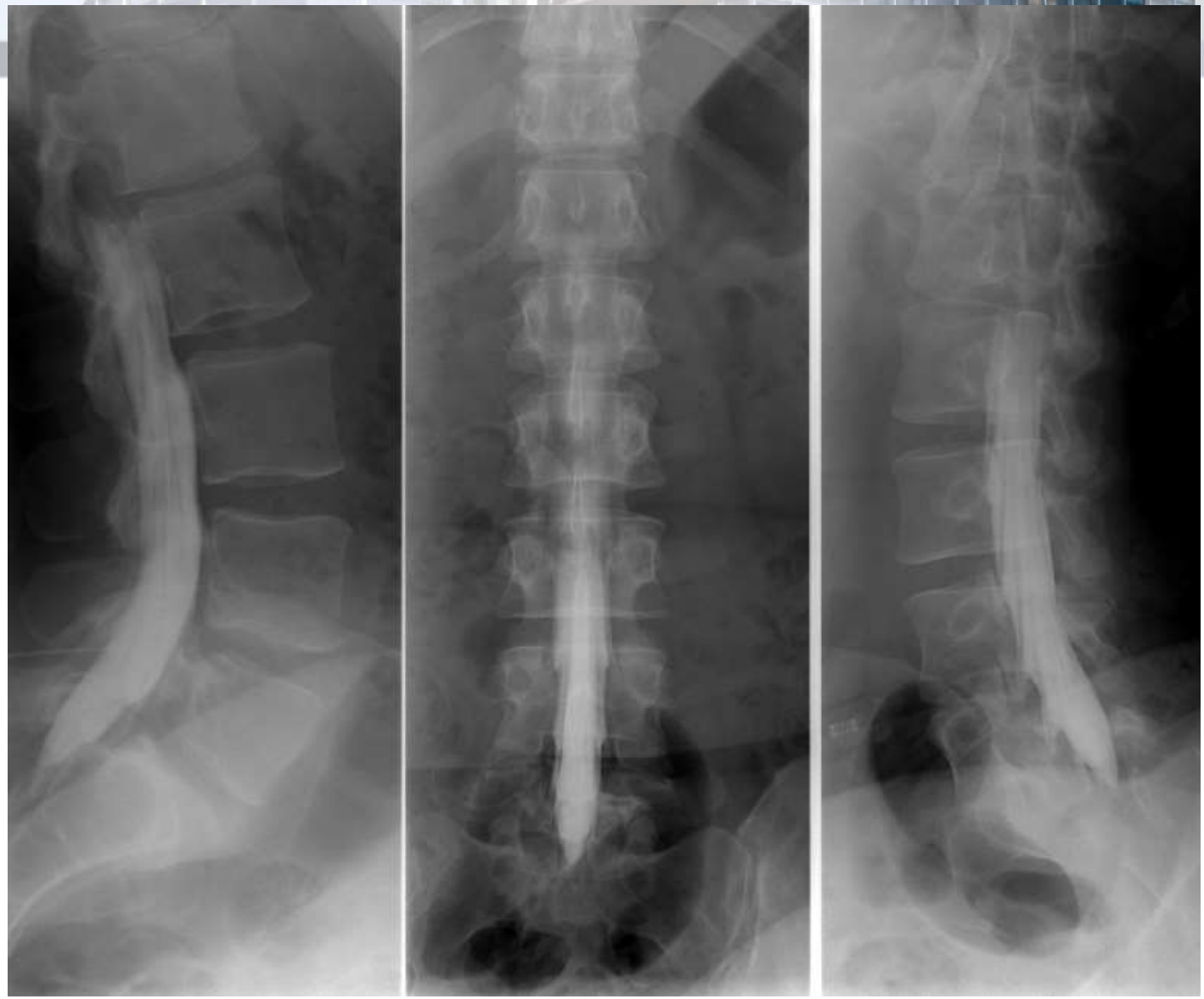
Orbitabodenfraktur

Konventionelles Röntgen/DL

UKGM
UNIVERSITÄTSKLINIKUM
GIESSEN UND MARBURG

Konventionelles Röntgen/DL

Konventionelles Röntgen/DL



Digitale Subtraktionsangiographie (DSA)

UKGM
UNIVERSITÄTSKLINIKUM
GIESSEN UND MARBURG

DSA: was ist das?

Digitale Subtraktionsangiographie (DSA)

DSA: was ist das?

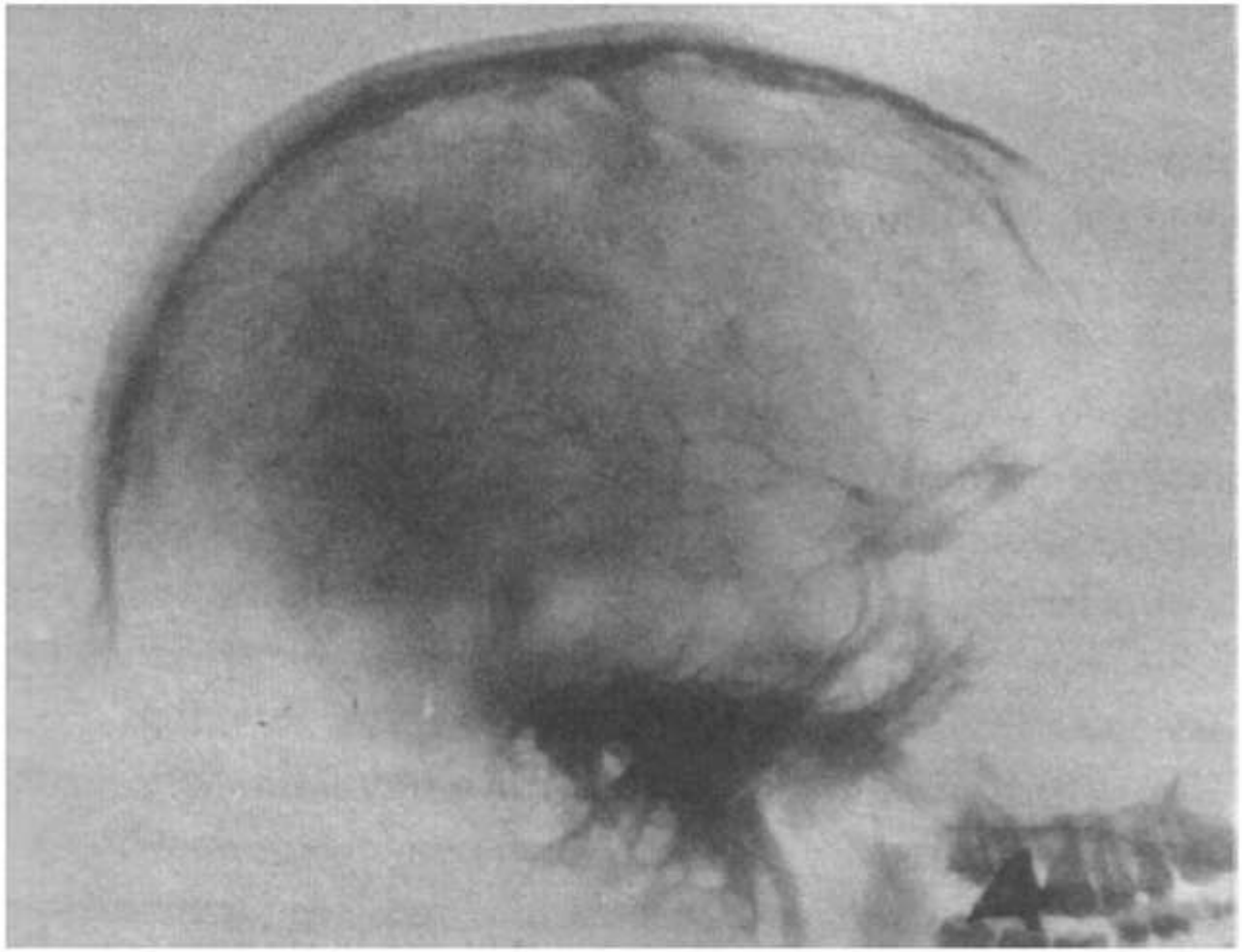


Abbildung 11: Die erste Arteriographie am Lebenden vom 28. Juni 1927[177]

Egas Moniz

Digitale Subtraktionsangiographie (DSA)

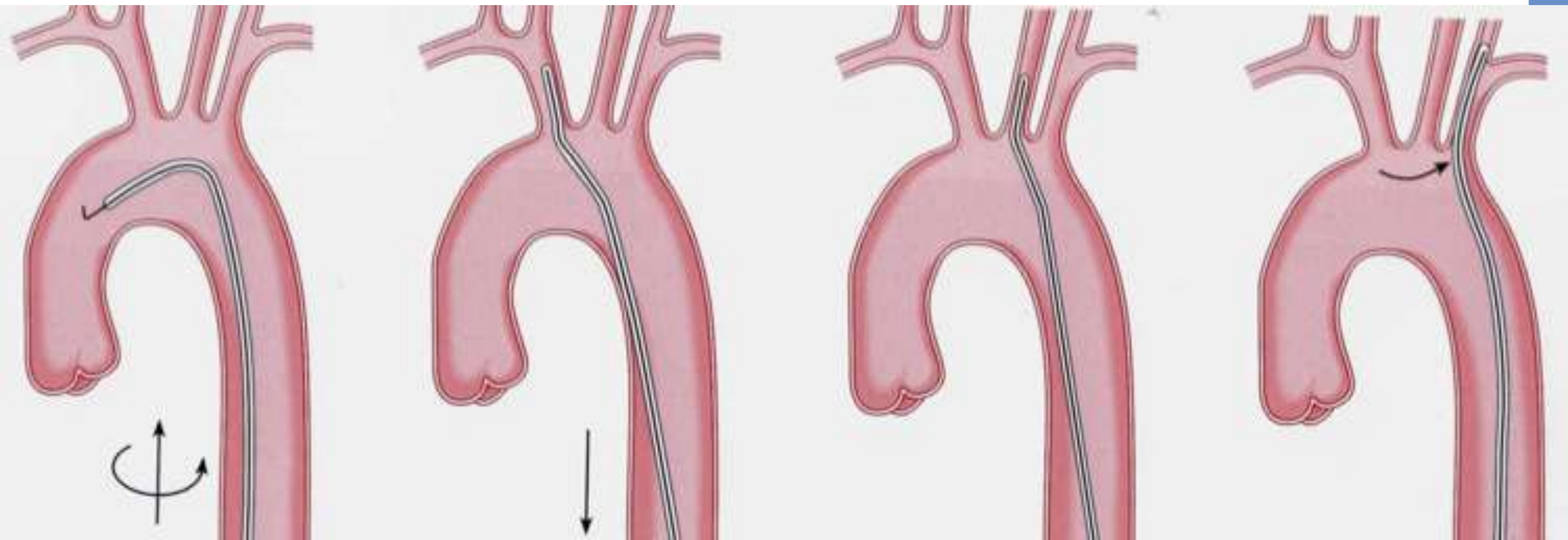
UKGM
UNIVERSITÄTSKLINIKUM
GIESSEN UND MARBURG

DSA: was ist das?

Ein Röntgenverfahren zur Darstellung der Gefäße mit Kontrastmittel

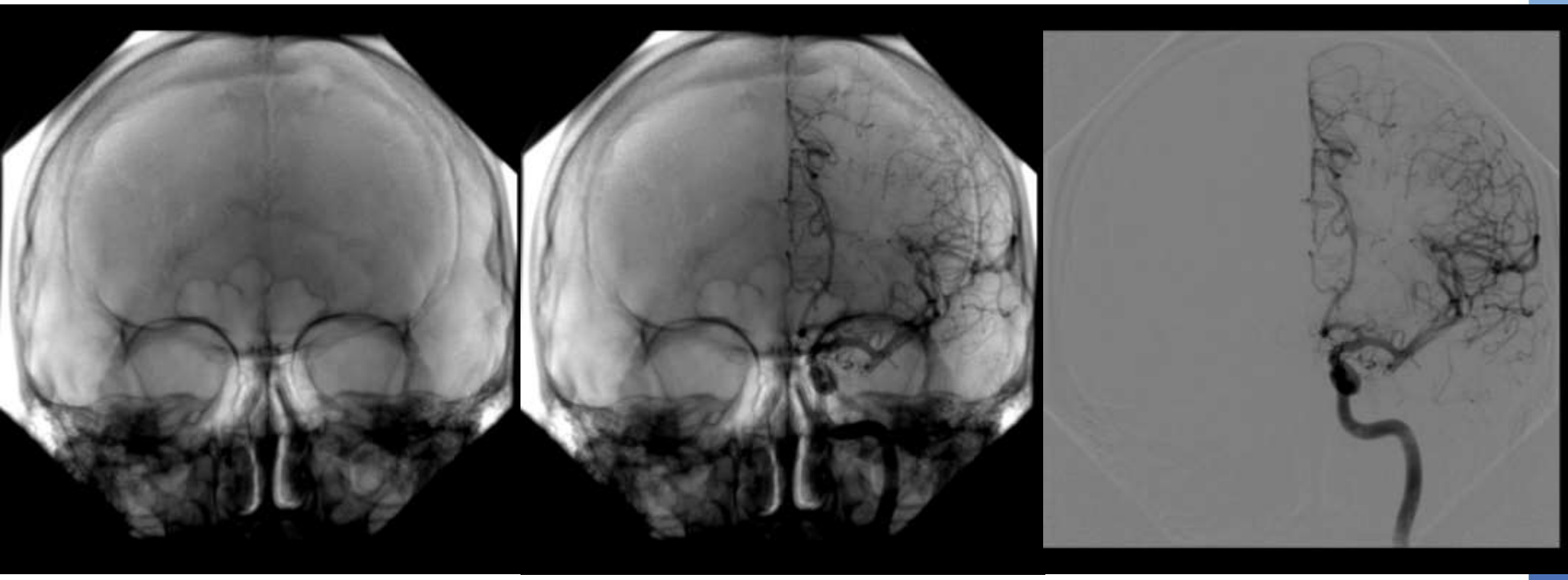
Katheter in Seldinger Technik in die A. fem. com.

unterschiedliche Katheter



Digitale Subtraktionsangiographie (DSA)

UKGM
UNIVERSITÄTSKLINIKUM
GIESSEN UND MARBURG



Maske **mit KM** **Subtraktion**

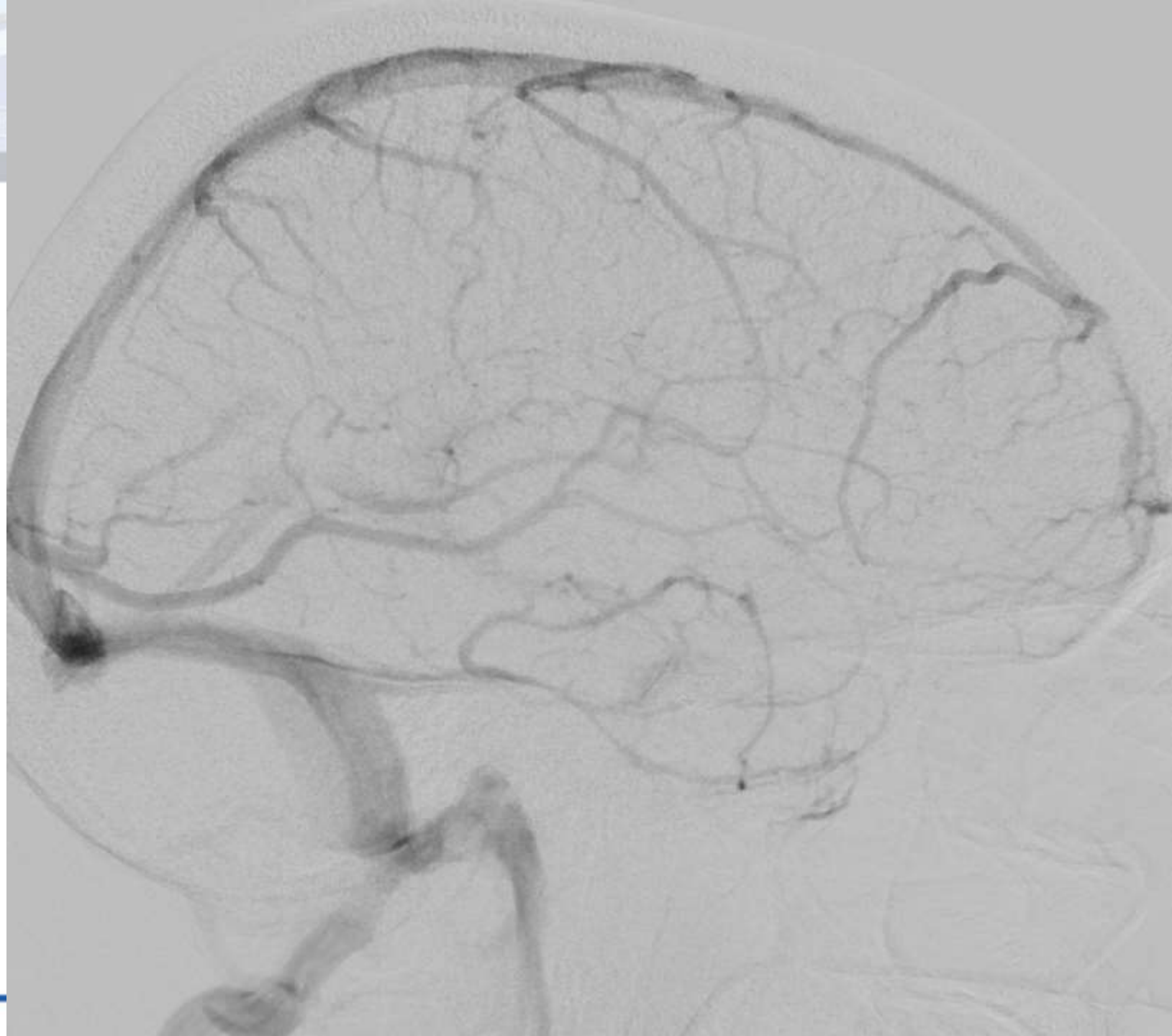
DSA

Wir sehen die Hämo-dynamik!

Wir sehen die

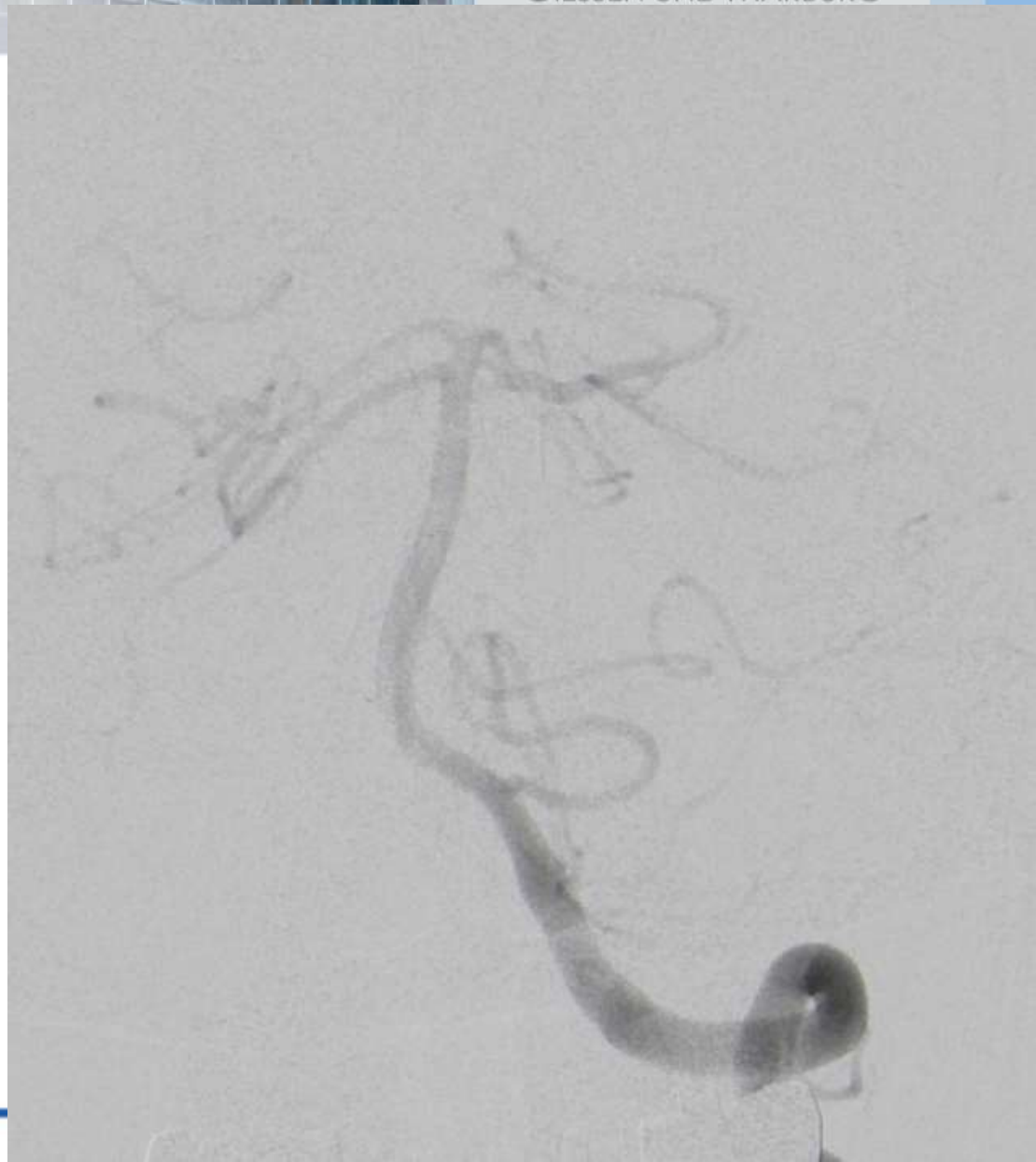
1. arterielle
2. parenchym
3. venöse

Phase.



DSA

UKGM
UNIVERSITÄTSKLINIKUM
GIESSEN UND MARBURG



DSA

UKGM
UNIVERSITÄTSKLINIKUM
GIESSEN UND MARBURG

DSA ist eine invasive Methode

- **Diagnostik**
- **Therapie**
- **Cave Strahlenexposition**
- **Kontrastmittel!**

Computertomographie (CT)

UKGM
UNIVERSITÄTSKLINIKUM
GIESSEN UND MARBURG

CT:

- **Schnittbildverfahren**
- **Viele Röntgenbilder aus unterschiedlicher Richtung**
- **Vergleich der aus der Röntgenröhre ausgestrahlter und am Detektor gemessener Intensität**
- **Abschwächung (Absorption) der Strahlung**
- **mittels Computer zu einem Volumendatensatz nachverarbeitet**
- **Schnittbilder können dann sekundär in beliebiger Ebene rekonstruiert werden**

Cave: Strahlenexposition!

Computertomographie (CT)

UKGM
UNIVERSITÄTSKLINIKUM
GIESSEN UND MARBURG

Was müssen Sie beachten wenn Sie einen Patienten zum CT schicken wollen?

„rechtfertigende Indikation“

Computertomographie (CT)

UKGM
UNIVERSITÄTSKLINIKUM
GIESSEN UND MARBURG

Was müssen Sie beachten wenn Sie einen Patienten zum CT schicken wollen?

„rechtfertigende Indikation“

Sie müssen klinische Angaben liefern was der Patient hat und was Sie konkret nun wissen wollen!

Computertomographie (CT)

UKGM
UNIVERSITÄTSKLINIKUM
GIESSEN UND MARBURG

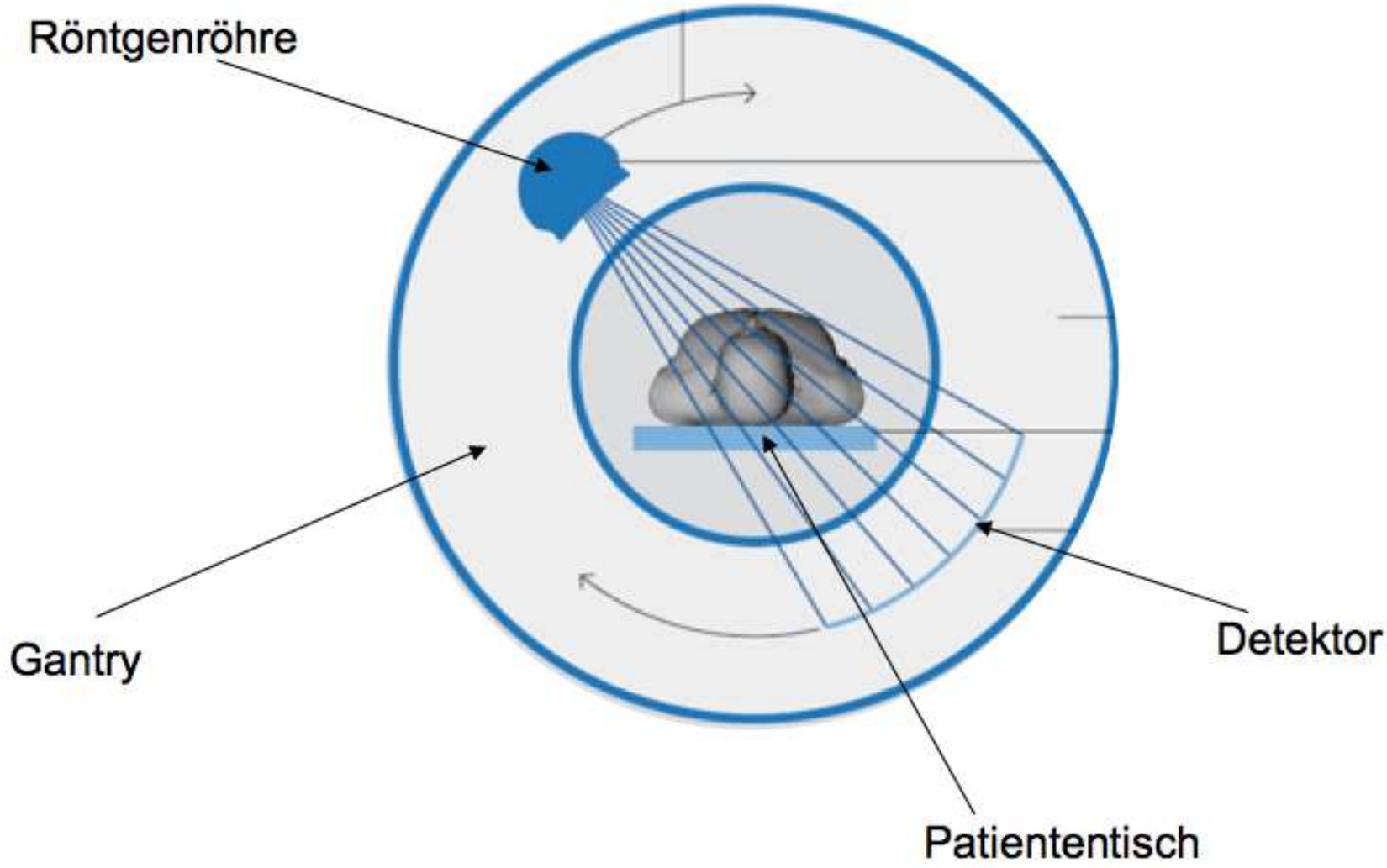
Was müssen Sie beachten wenn Sie einen Patienten zum CT schicken wollen?

„rechtfertigende Indikation“

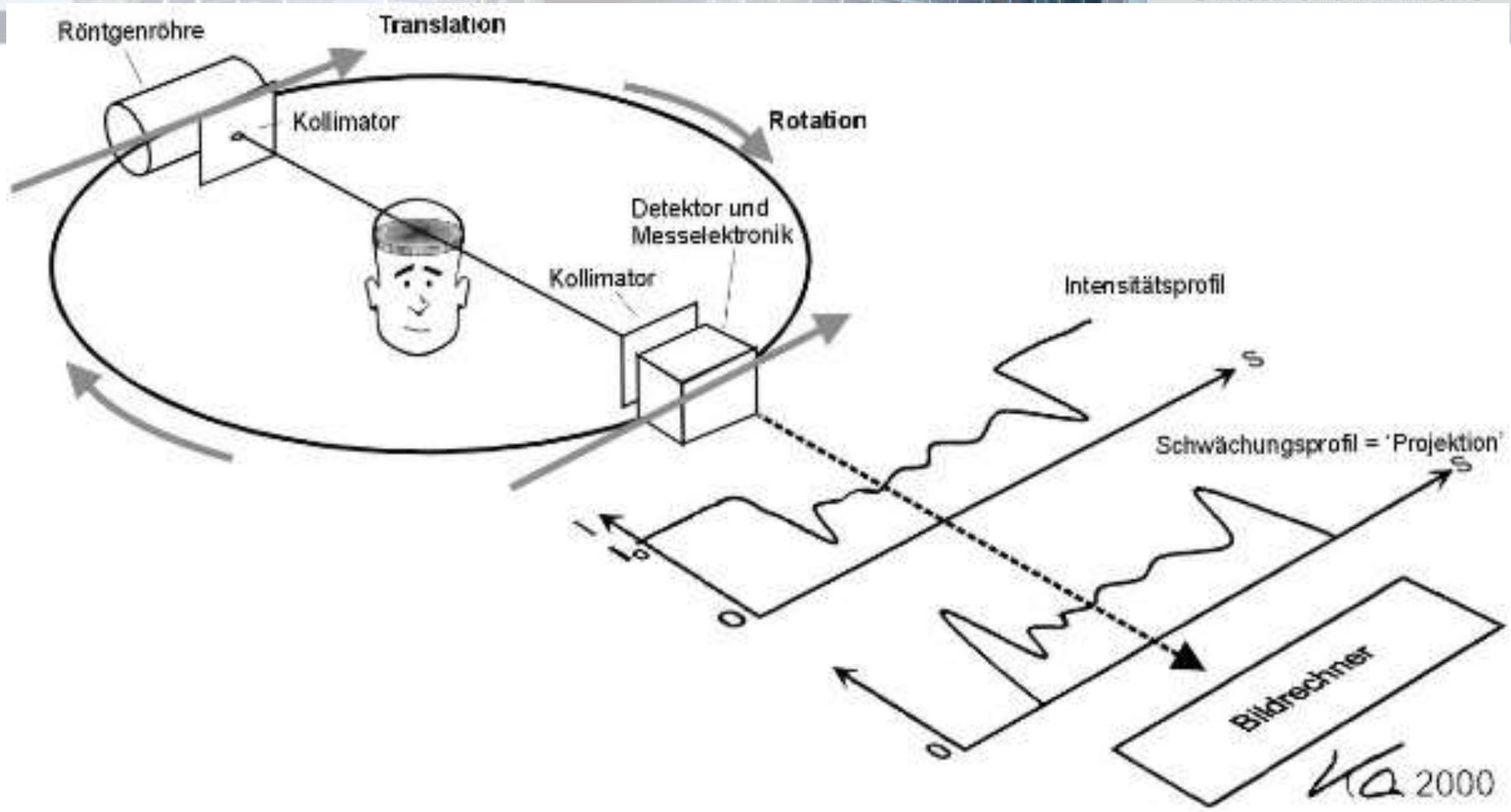
Sie müssen klinische Angaben liefern was der Patient hat und was Sie konkret nun wissen wollen!

Kontrastmittel:
Niere?
Schilddrüse?
Allergien (schon bekannt? schon mal KM bekommen?)
Diabetes? Metformin?

Computertomographie (CT)



Computertomographie (CT)



Prinzip der Messwertaufnahme eines CT-Scanners

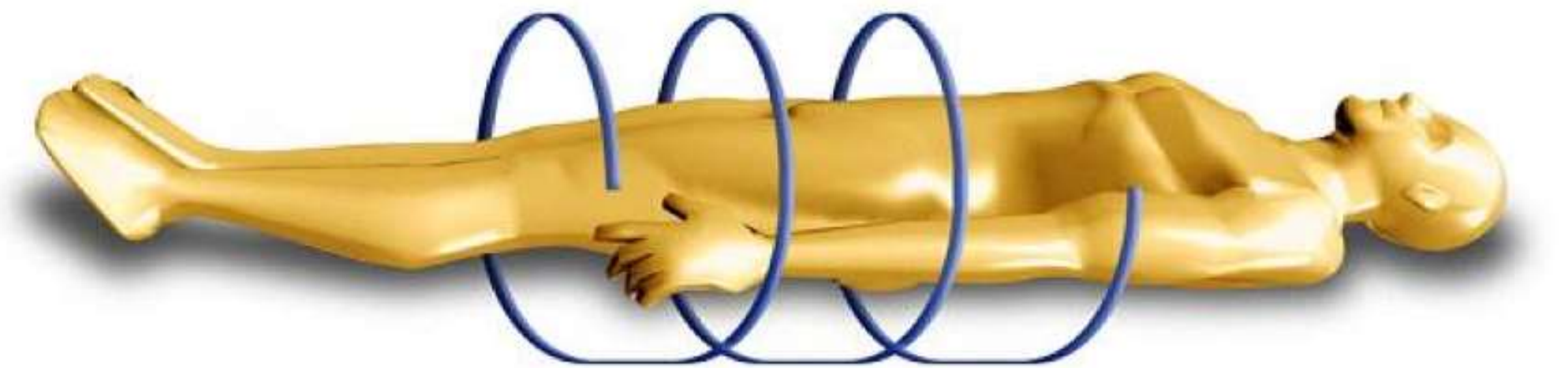
Computertomographie (CT)

UKGM
UNIVERSITÄTSKLINIKUM
GIESSEN UND MARBURG

Spiral CT

der Patient wird mit konstanter Geschwindigkeit durch das Gerät bewegt

Mehrschicht CT, multislice CT

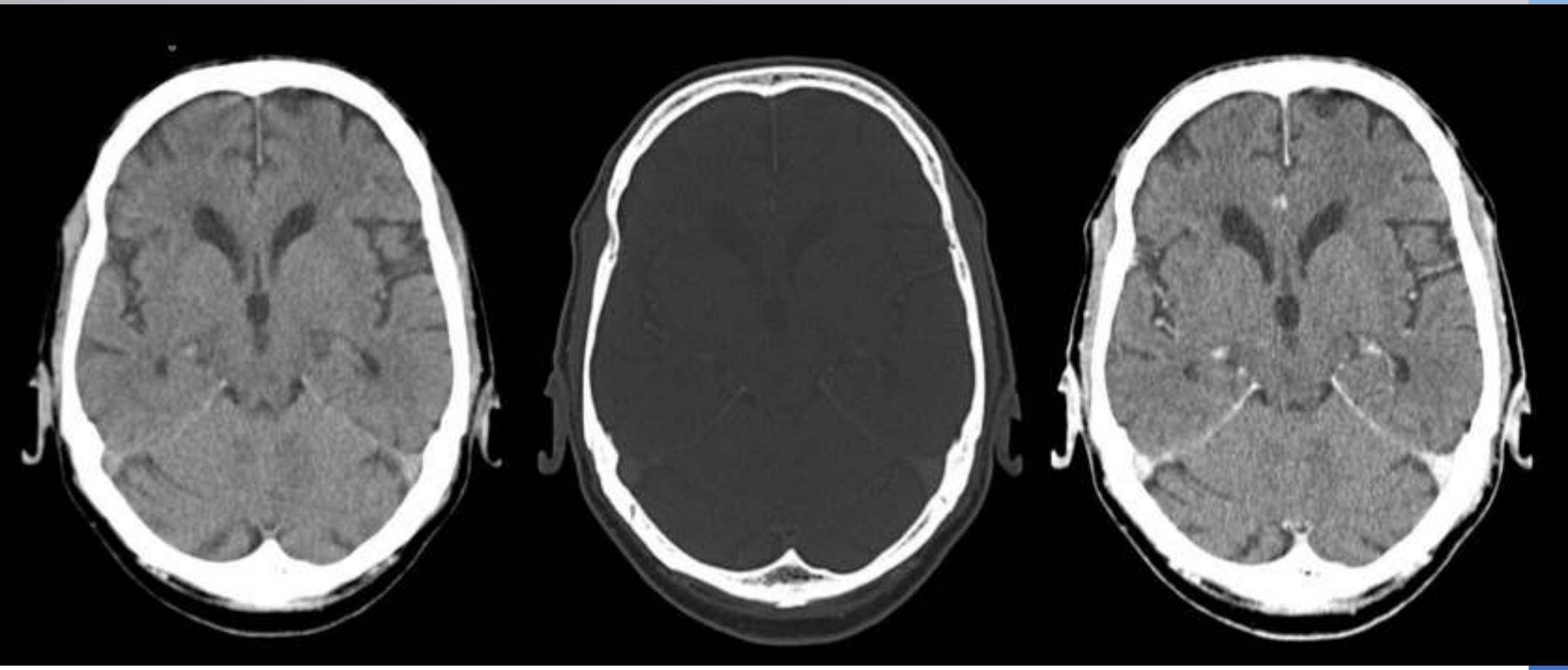


Modell ´Siretom´, Siemens, 1974
Untersuchungsdauer: ca. 1h

Modell ´Somatom´, Siemens, 2008
Untersuchungsdauer: ca. 10s

Computertomographie (CT)

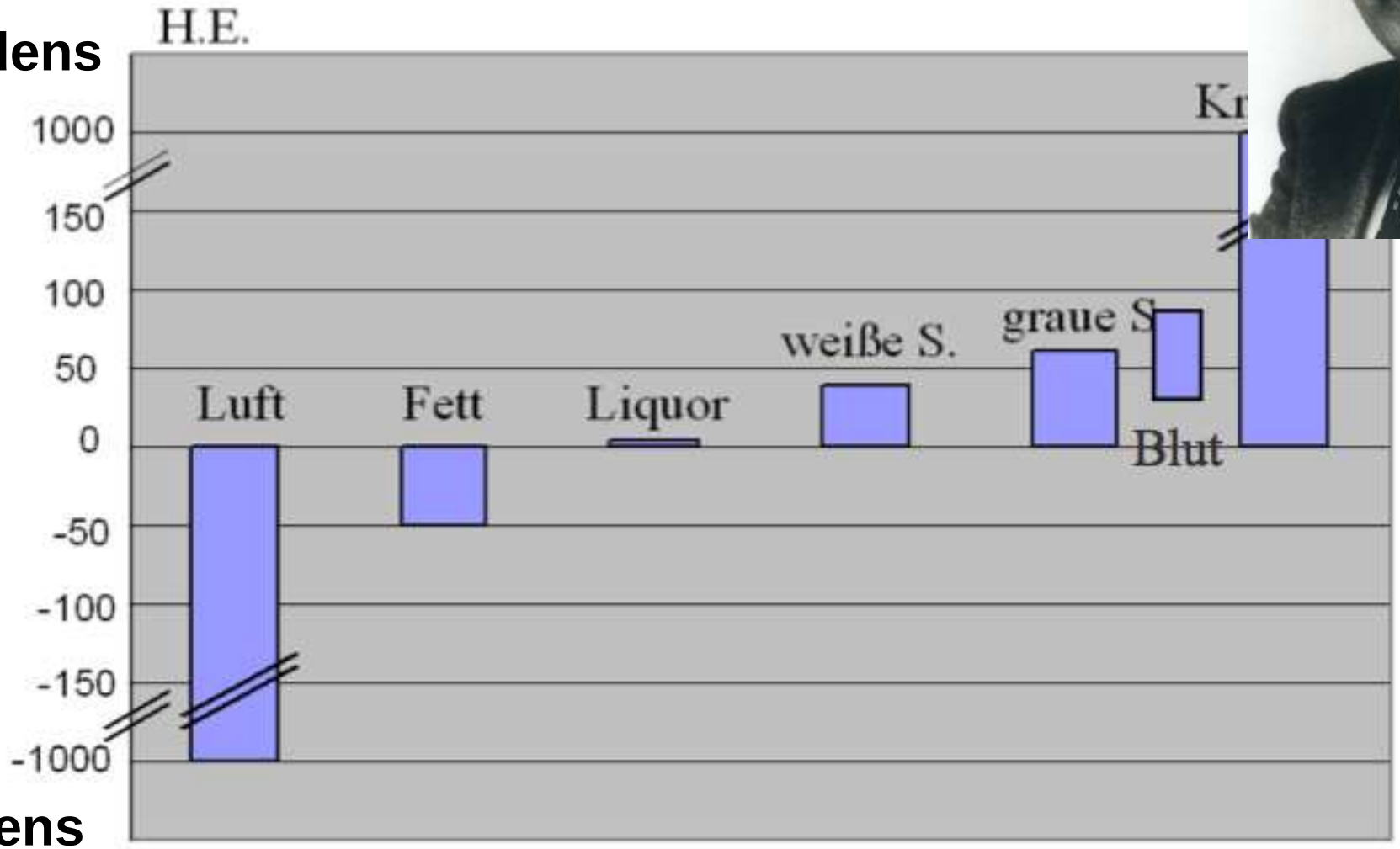
UKGM
UNIVERSITÄTSKLINIKUM
GIESSEN UND MARBURG



Weichteil **Knochenfenster** **mit KM**

Computertomographie (CT)

hyperdens



hypodens

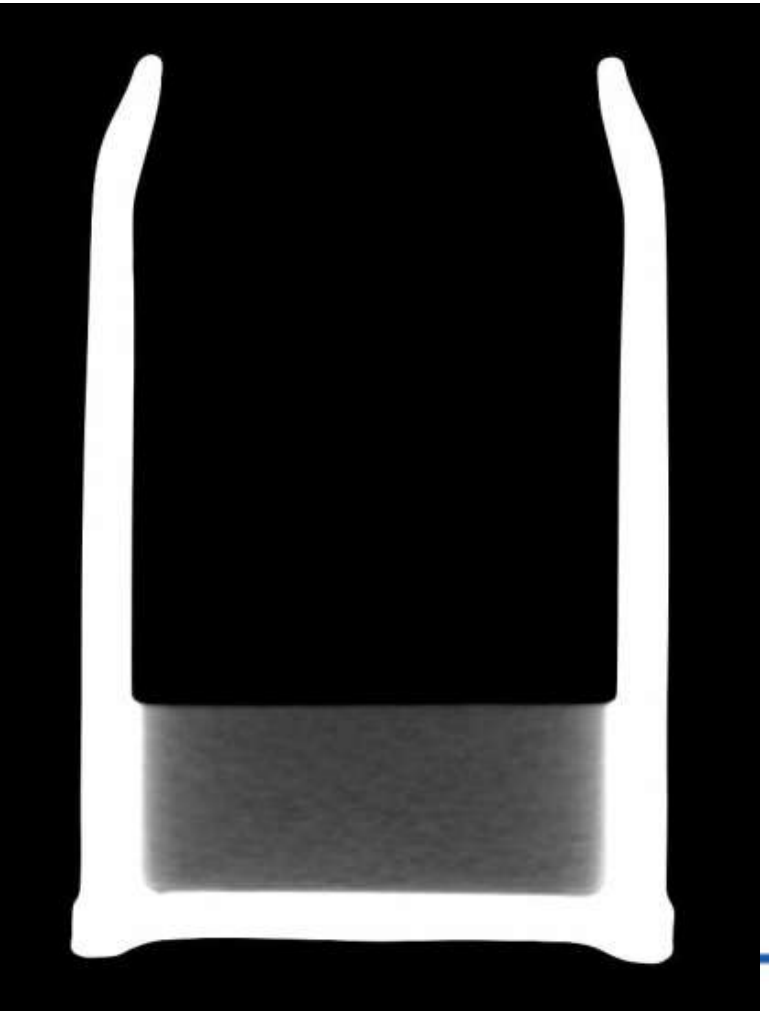

SOMATOM
Definition AS

Normales CT

Welche Kontraste sind im CT erkennbar?

UKGM
UNIVERSITÄTSKLINIKUM
GIESSEN UND MARBURG

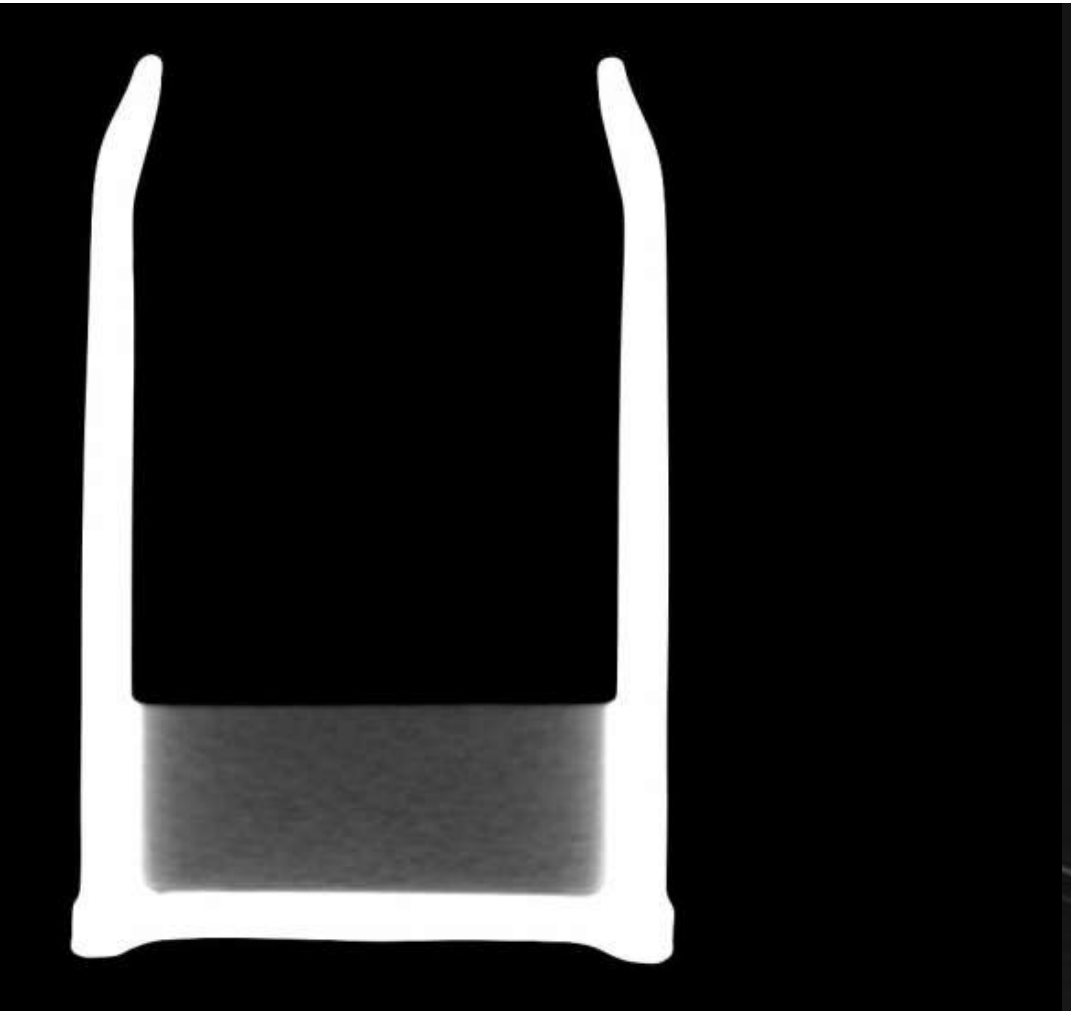
Kontraste im CT: Weichteilfenster



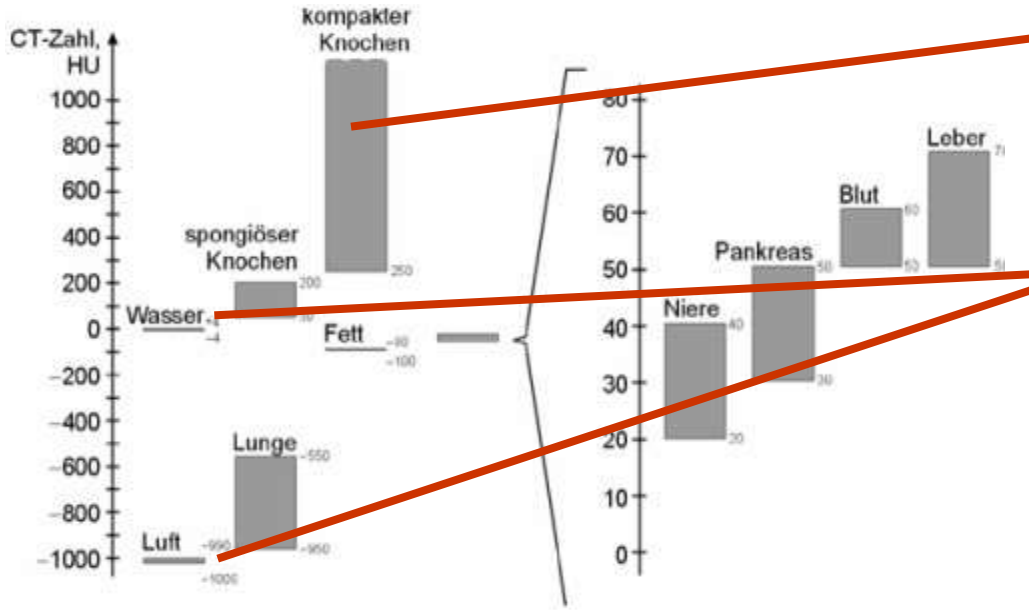
Krug: hell, hyperdens
Bier: isodens
Luft: hypodens

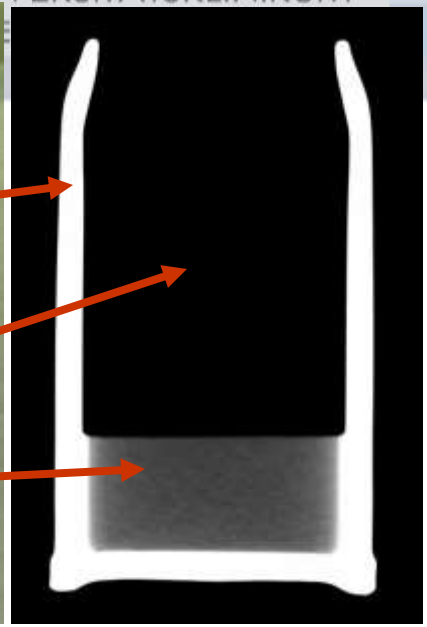
Normales CT

Kontraste im CT: Knochenfenster

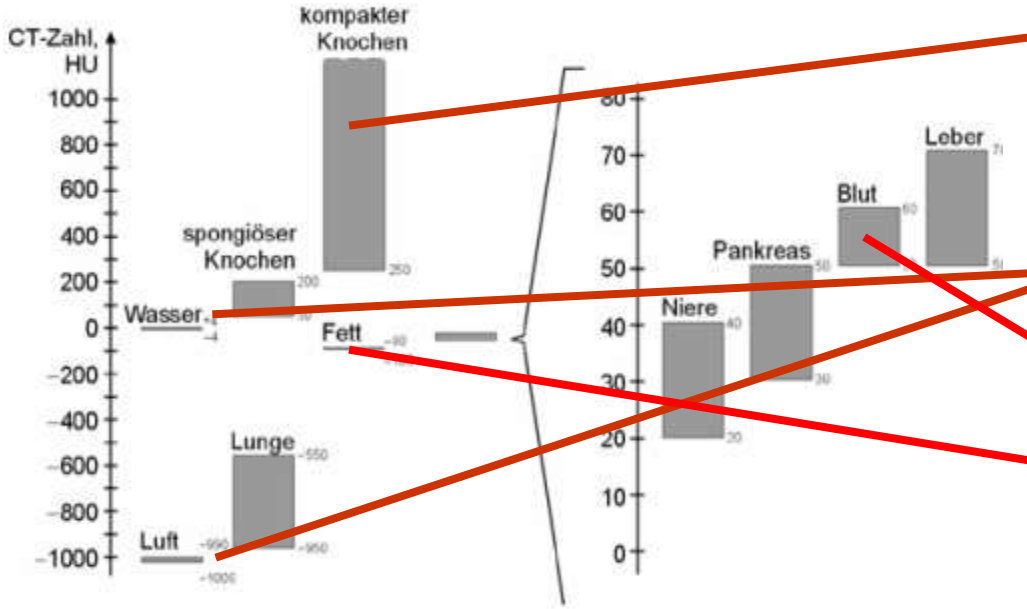


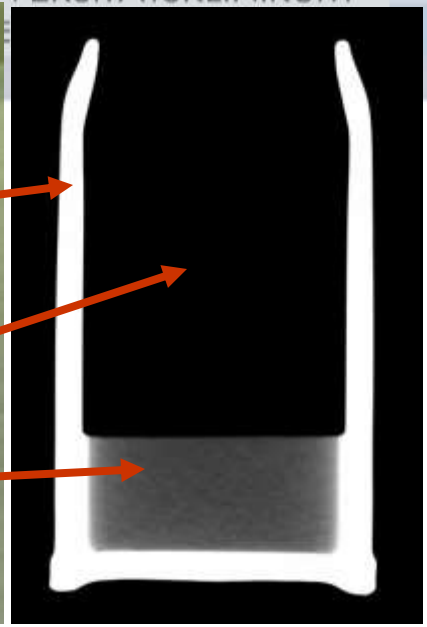
Computertomographie (CT)

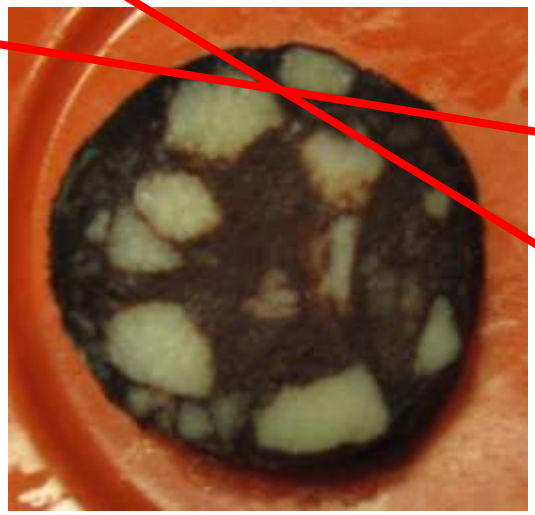


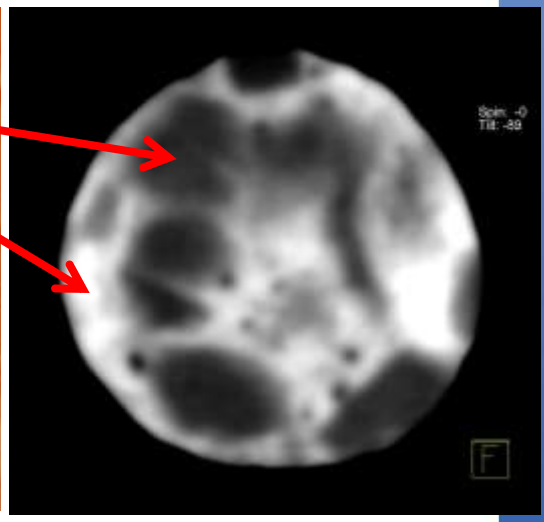


Computertomographie (CT)









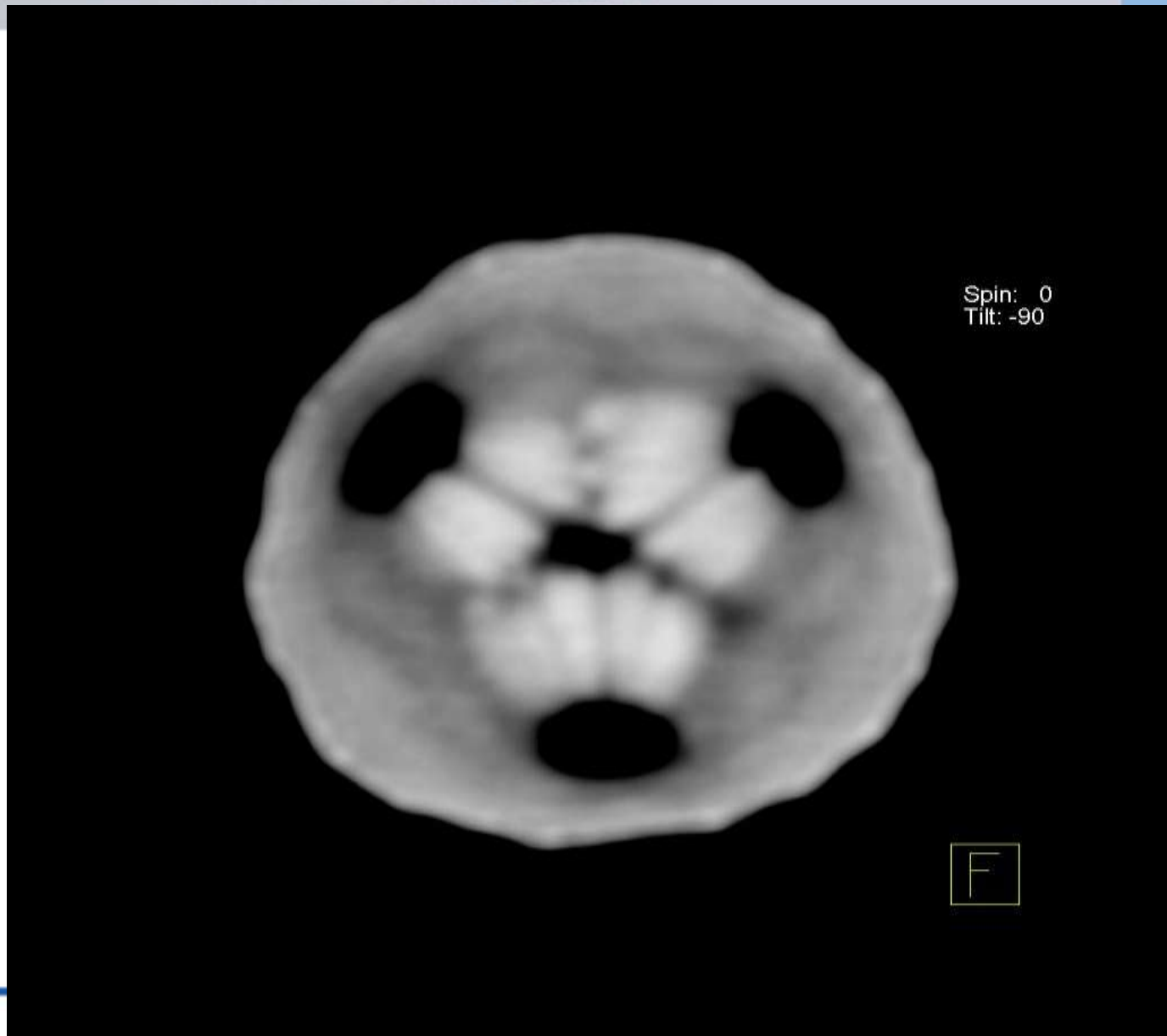
Normales CT

UKGM
UNIVERSITÄTSKLINIKUM
GIESSEN UND MARBURG

Gurke im CT!

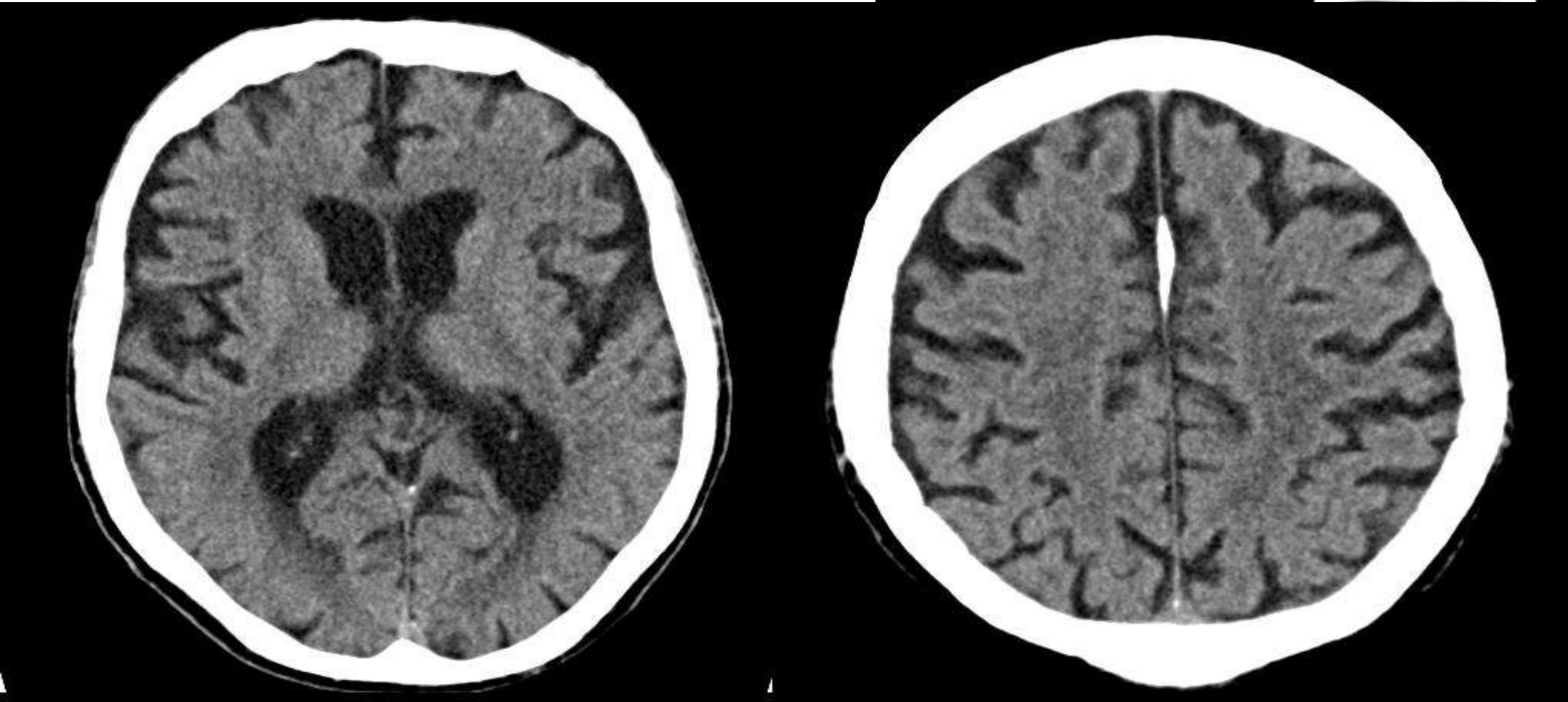
Kontrast je nach Dichte:

Kerne: hyperdens
Mark: hypodens



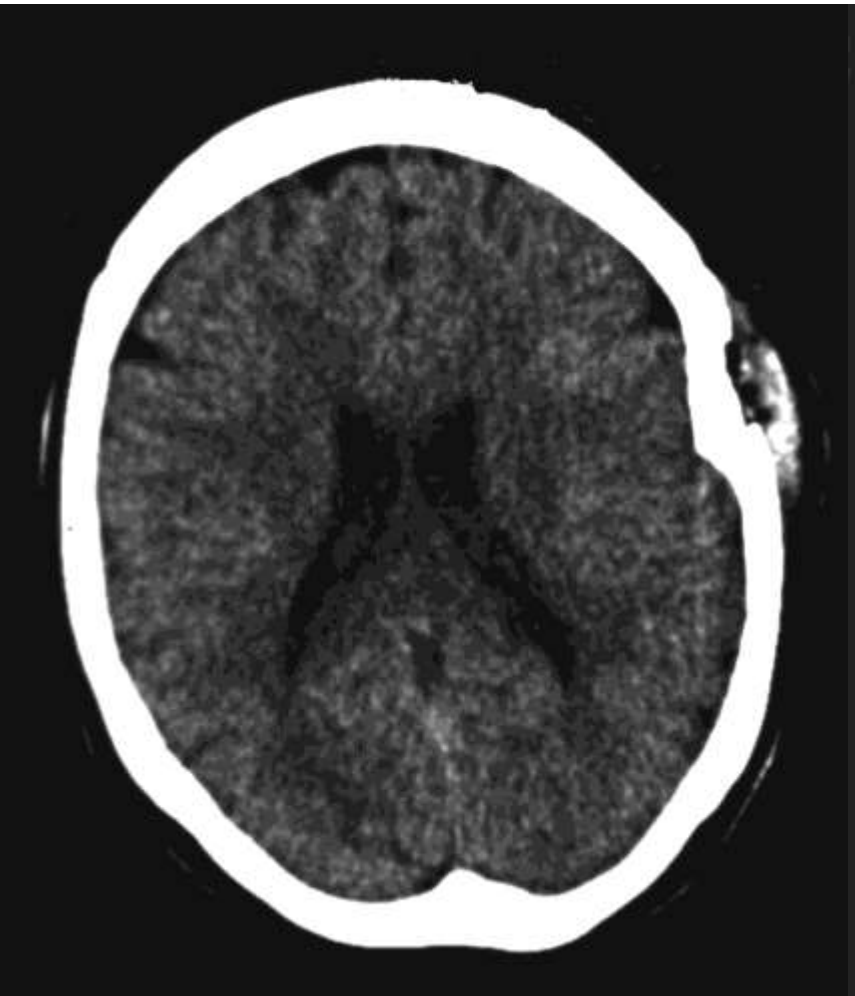
Normales CT

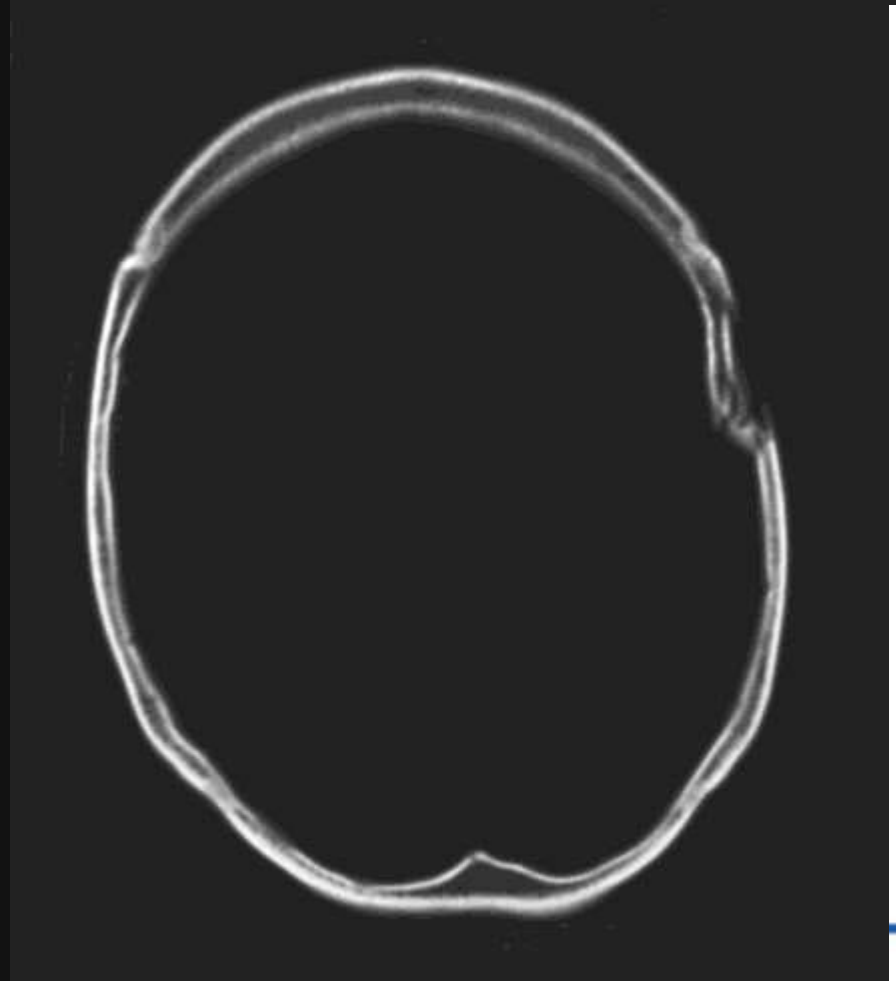
Normalbefund

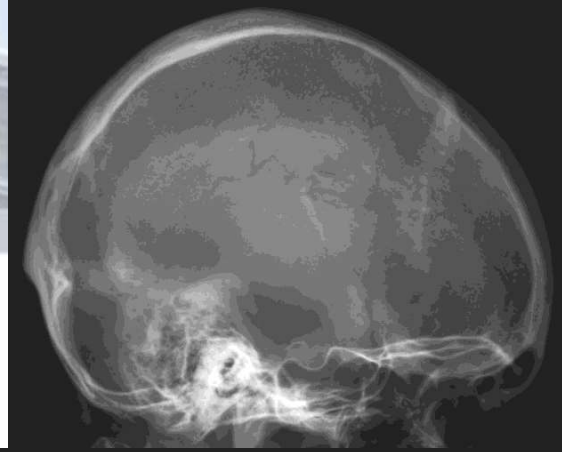


Computertomographie (CT)

Computertomographie (CT)

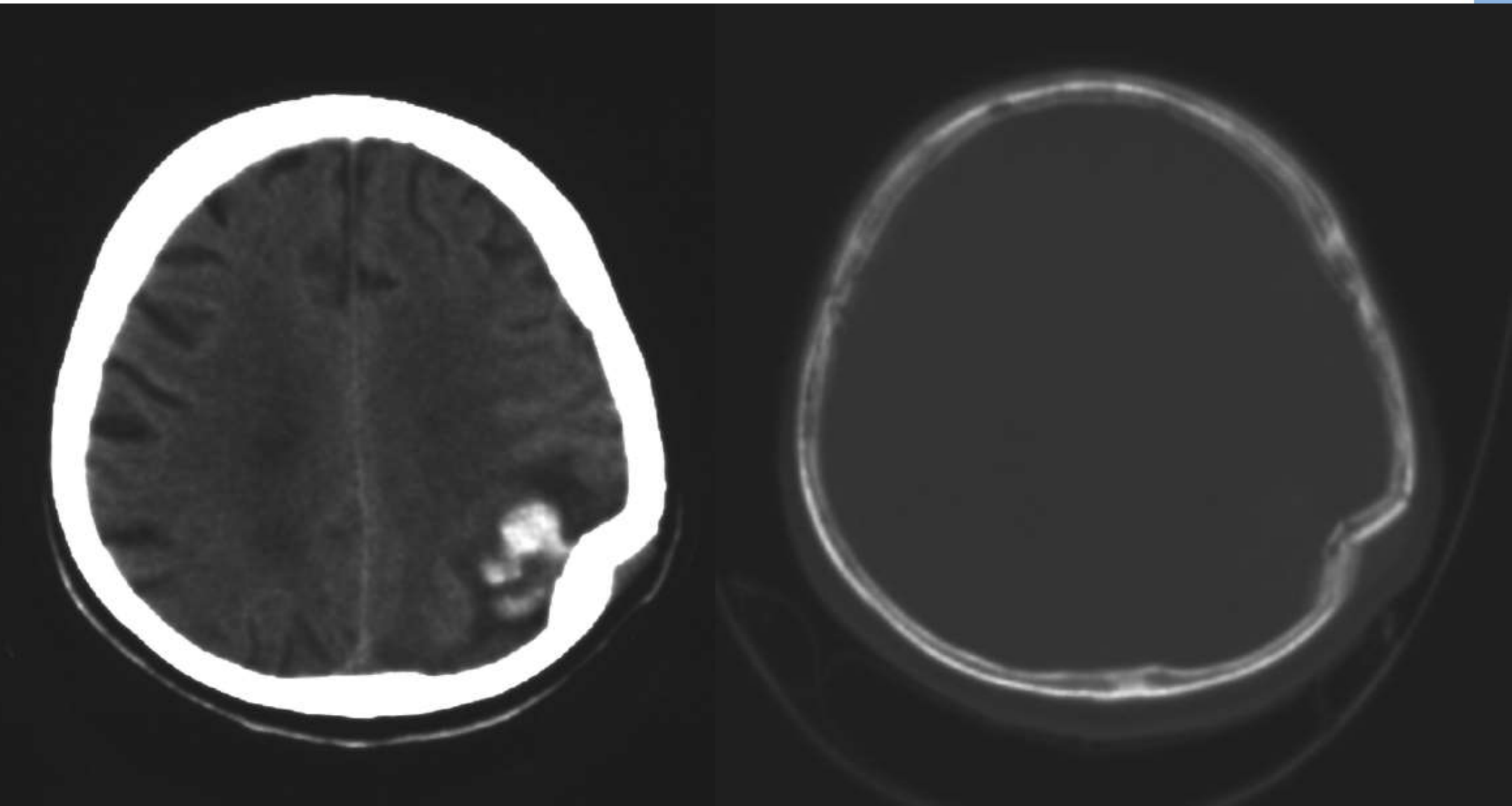






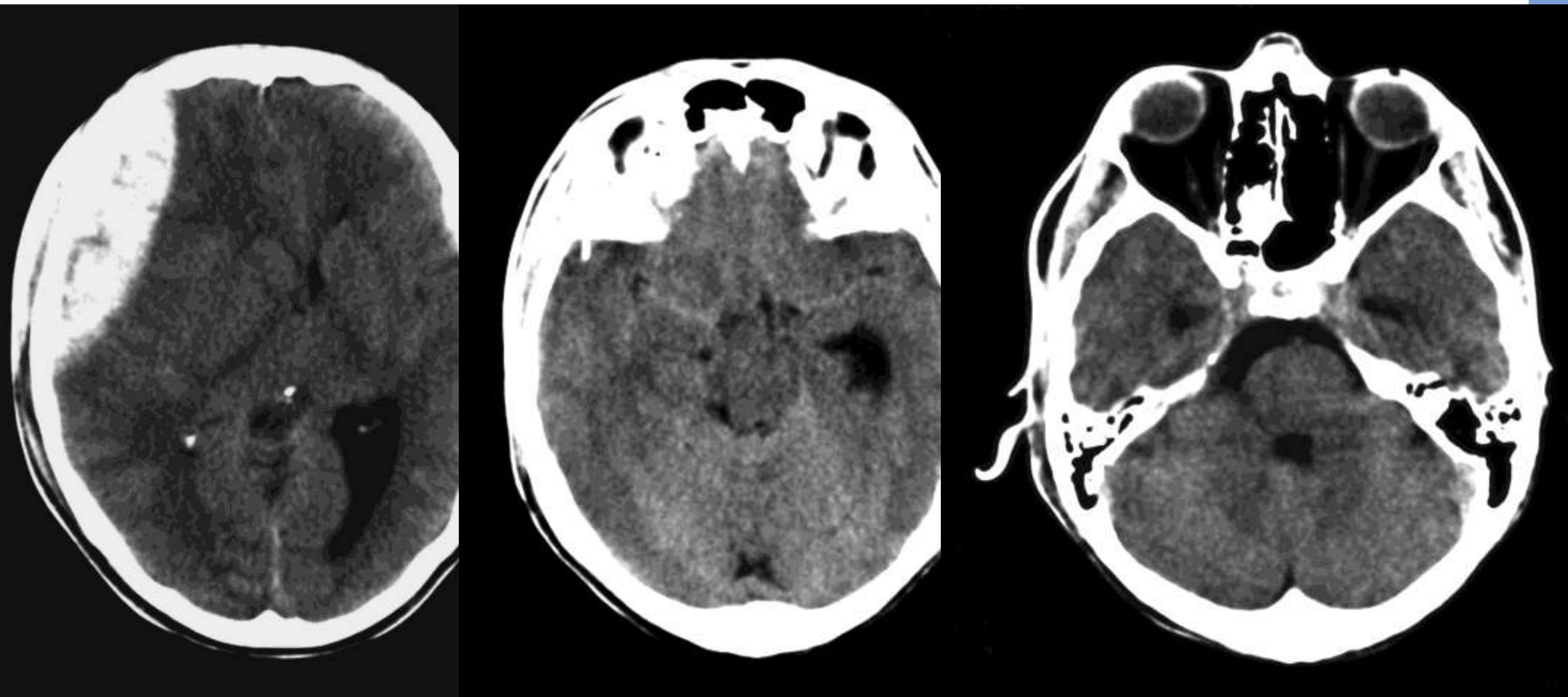
Computertomographie (CT)

UKGM
UNIVERSITÄTSKLINIKUM
GIESSEN UND MARBURG

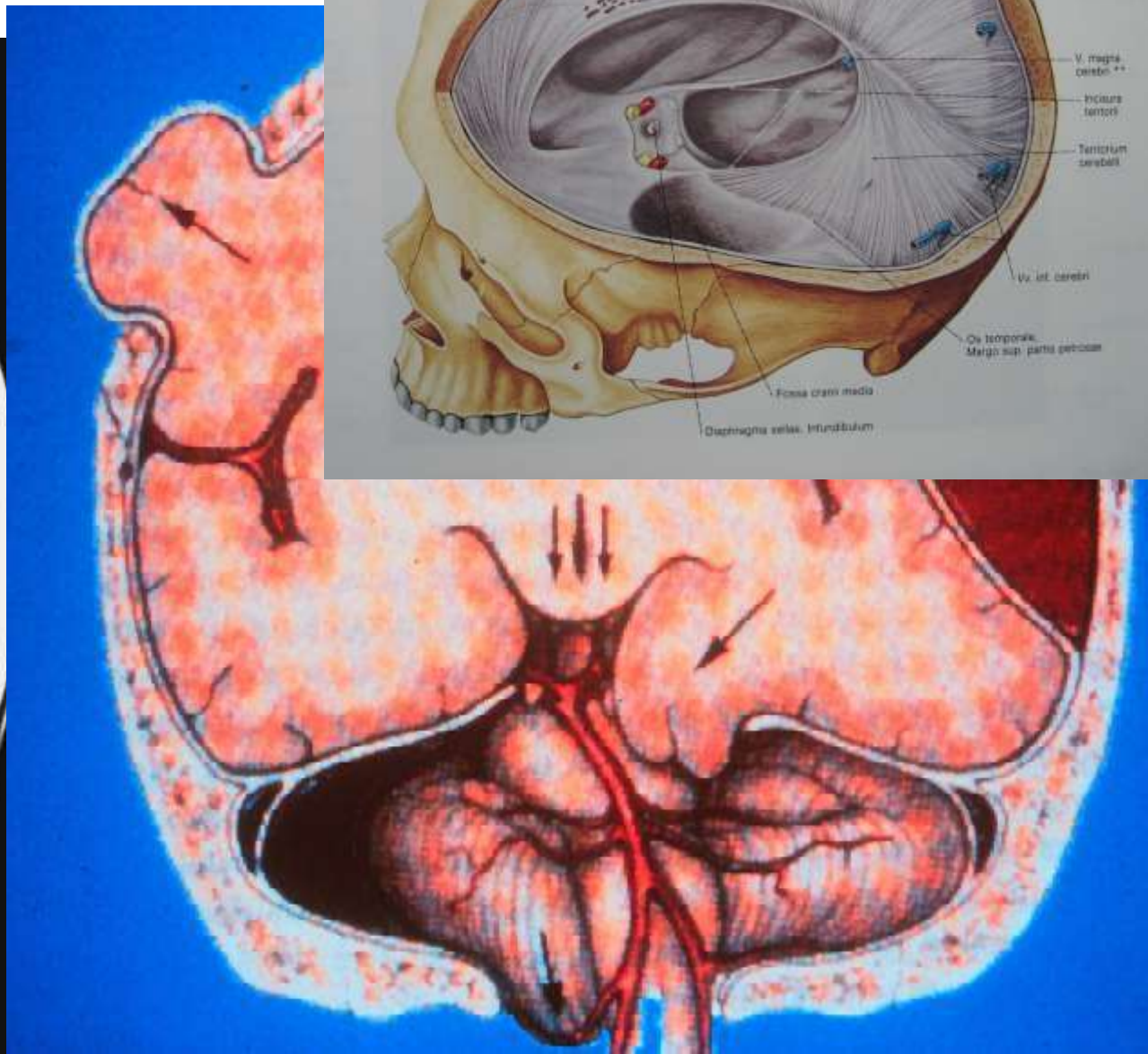


Computertomographie (CT)

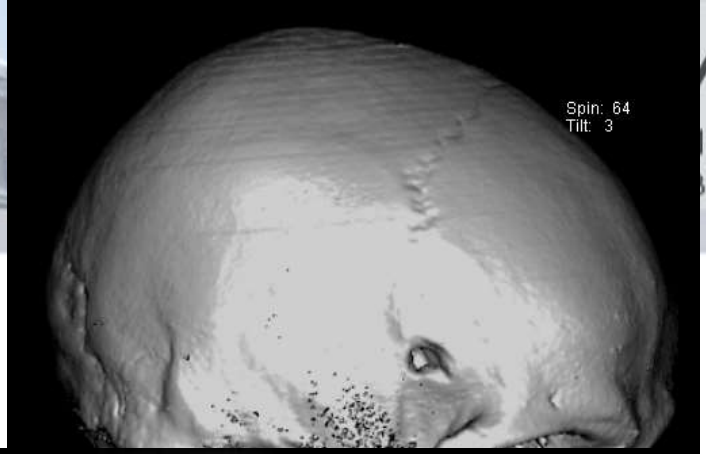
UKGM
UNIVERSITÄTSKLINIKUM
GIESSEN UND MARBURG

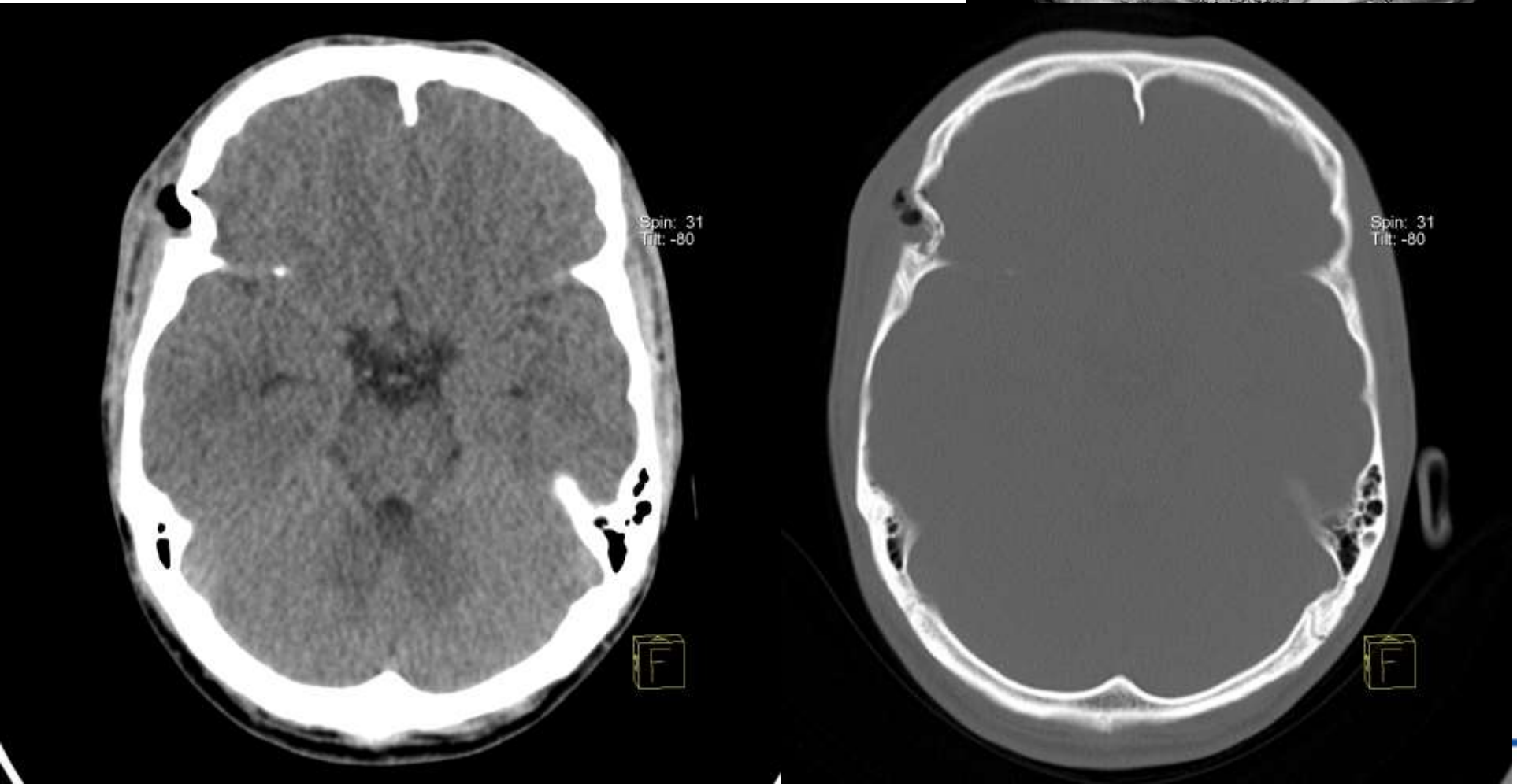


Computertomographie (CT)



Computertomographie (CT)



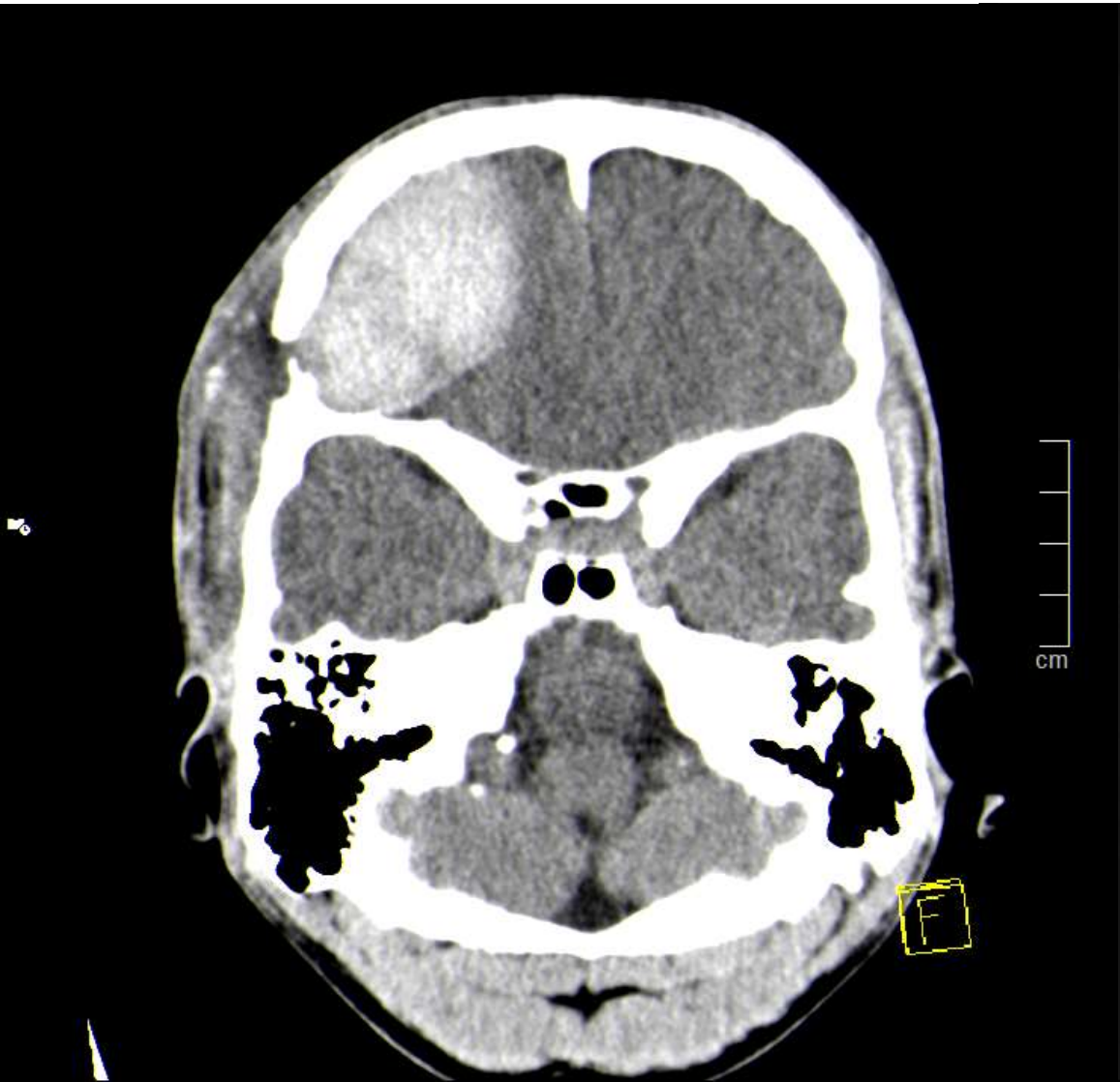


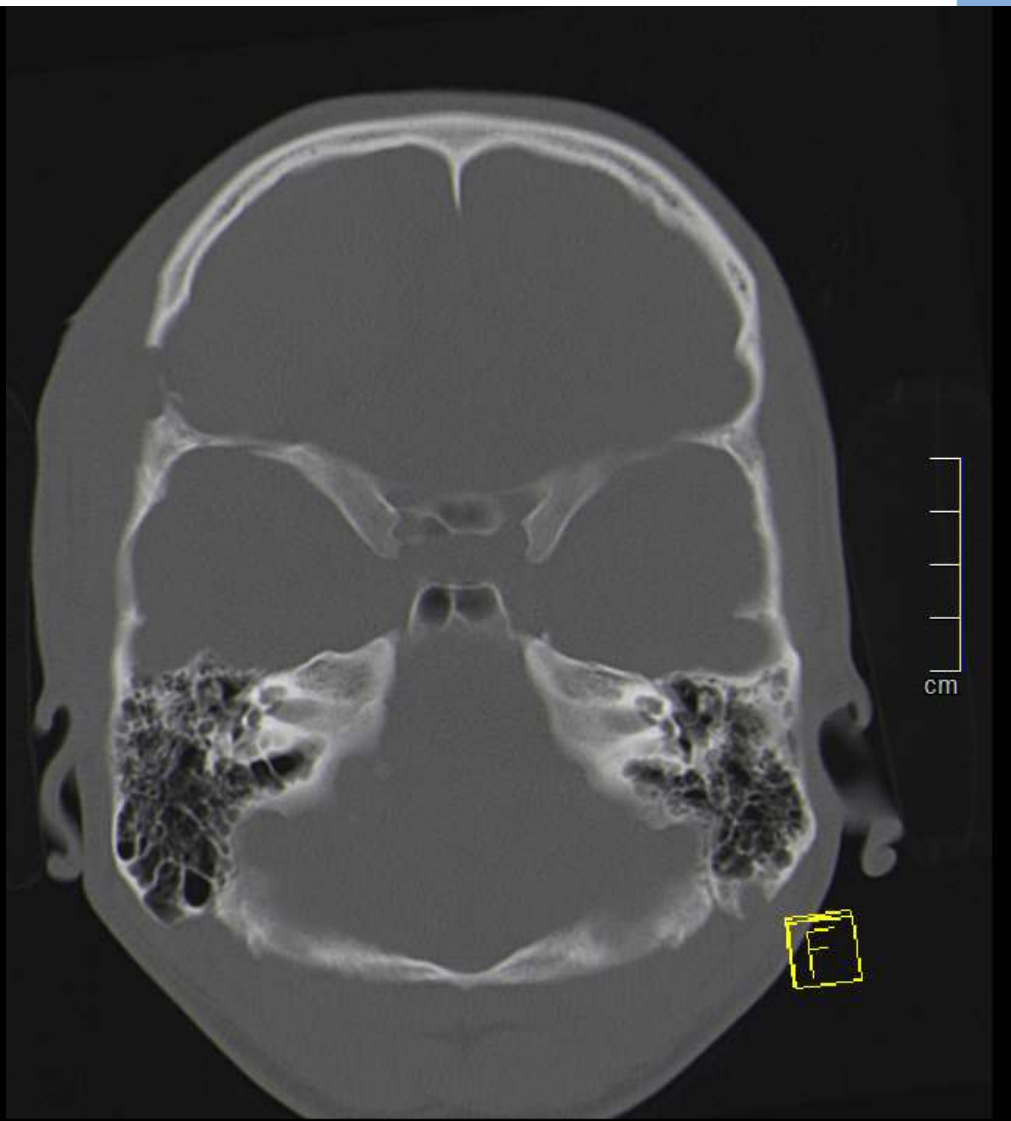
Computertomographie (CT)

UKGM
UNIVERSITÄTSKLINIKUM
GIESSEN UND MARBURG

Computertomographie (CT)

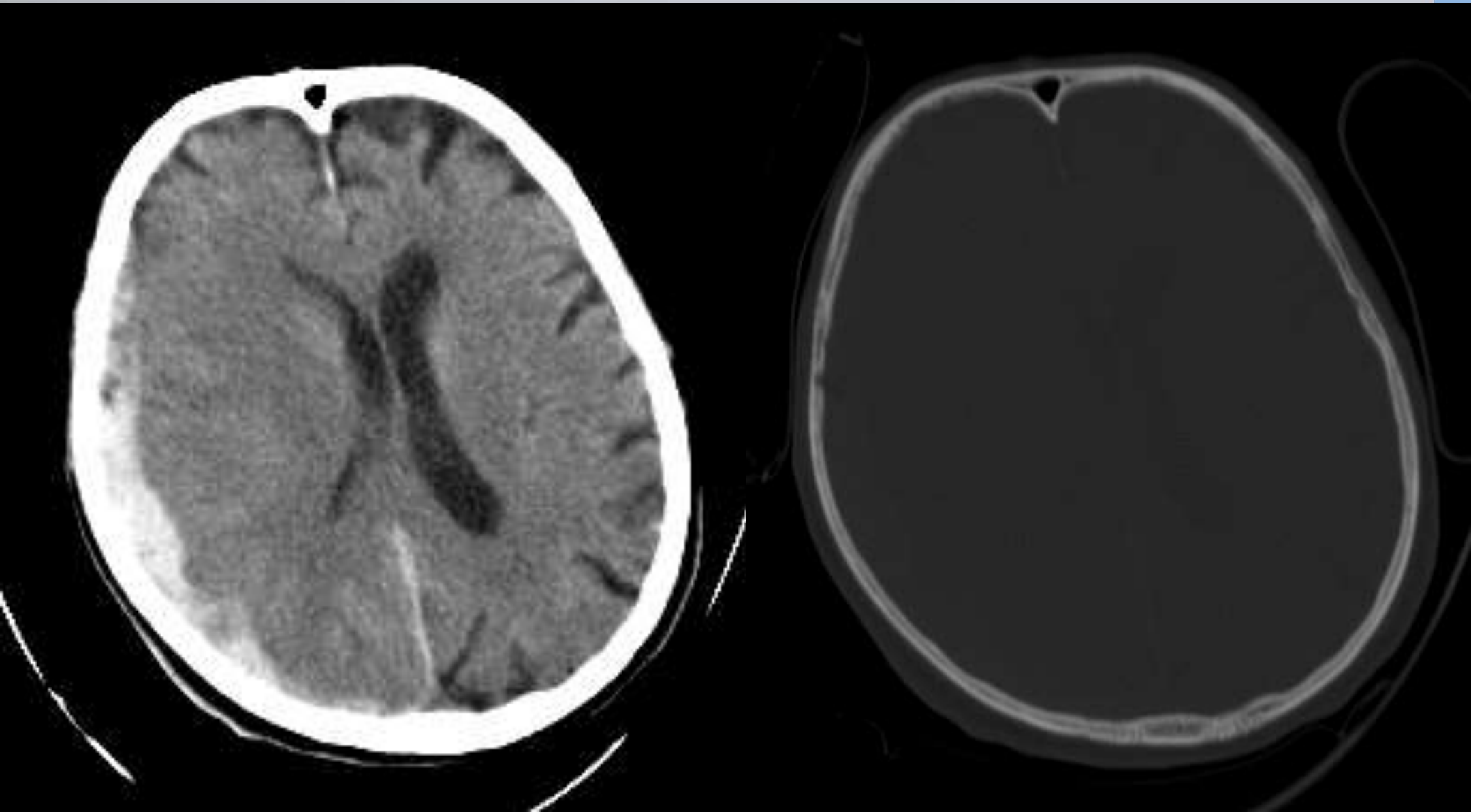
UKGM
UNIVERSITÄTSKLINIKUM
GIESSEN UND MARBURG





Computertomographie (CT)

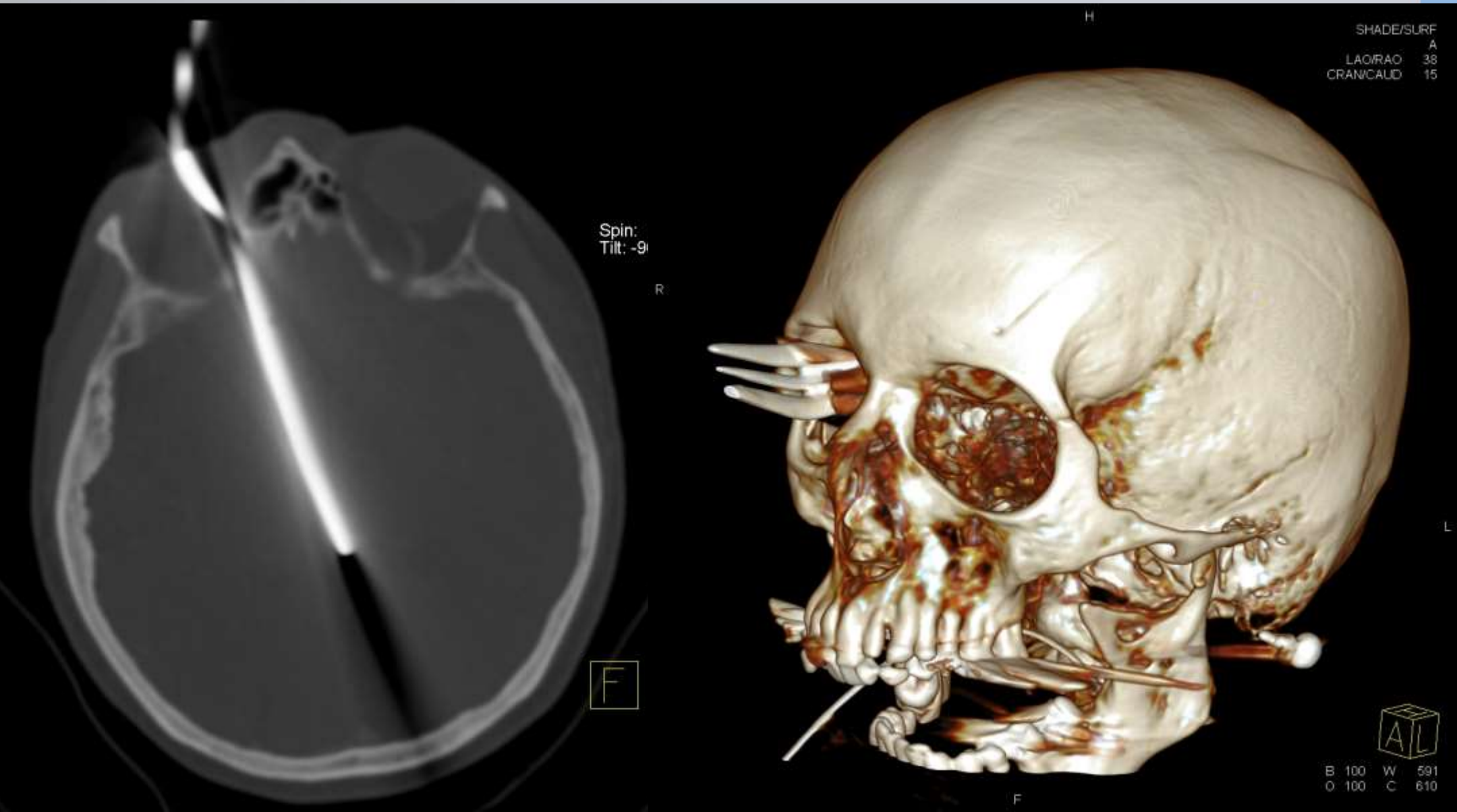
UKGM
UNIVERSITÄTSKLINIKUM
GIESSEN UND MARBURG



Computertomographie (CT)

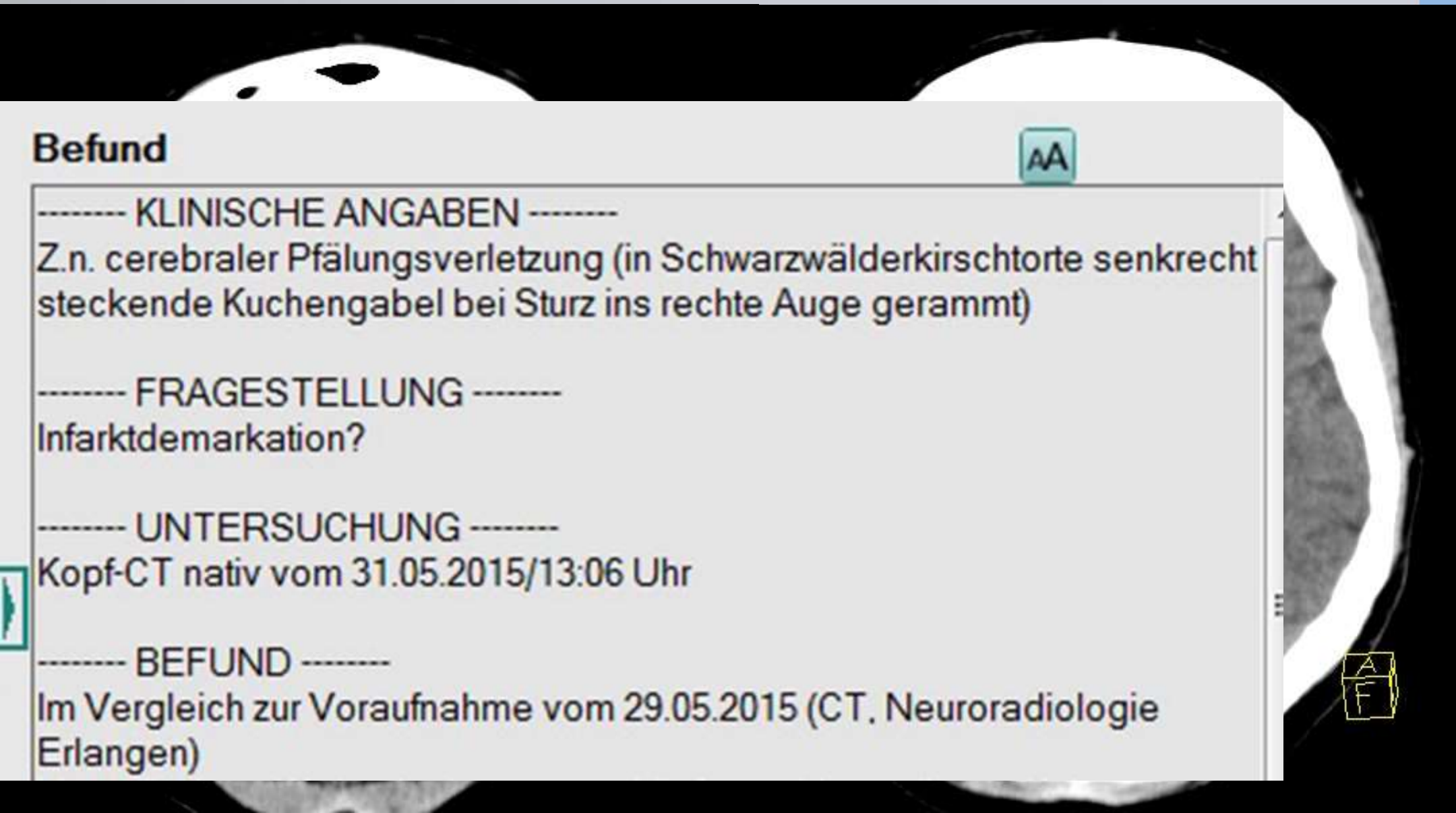
Computertomographie (CT)

UKGM
UNIVERSITÄTSKLINIKUM
GIESSEN UND MARBURG



Computertomographie (CT)

UKGM
UNIVERSITÄTSKLINIKUM
GIESSEN UND MARBURG



Computertomographie (CT)

UKGM
UNIVERSITÄTSKLINIKUM
GIESSEN UND MARBURG

Diagnostik des Schlaganfalls

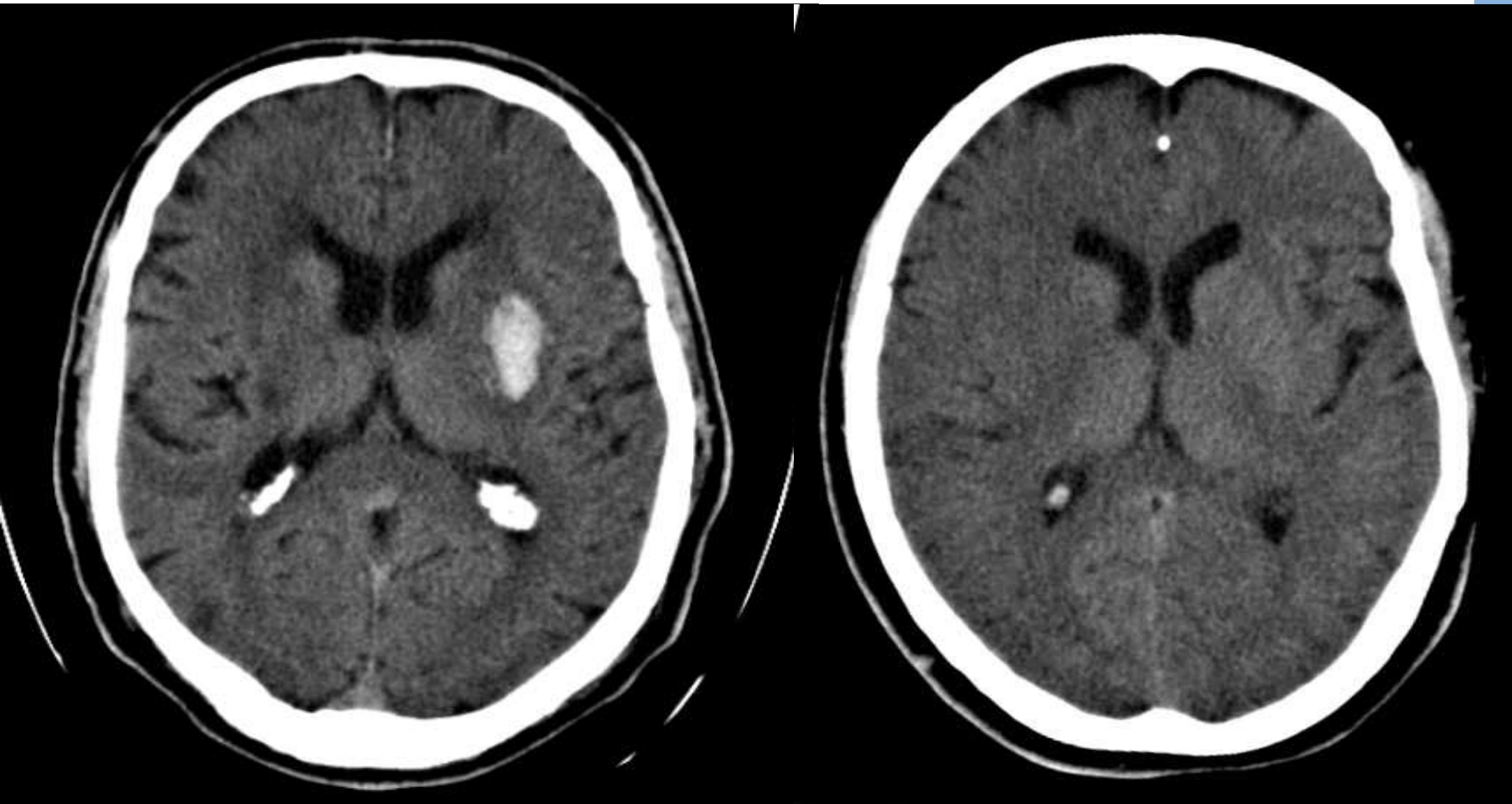
Computertomographie (CT)

Diagnostik des Schlaganfalls

- Inzidenz ca. 150/100000
- ca. 50% sind über 75 Jahre
- Todesursache Nr. 3 (HI, Krebs)
- Mortalität in den ersten Monaten 10% im ersten Jahr 20%, höher bei ICB
- 25%-30% der Überlebenden pflegebedürftig
- 40-50% der Überlebenden arbeitsunfähig

Computertomographie (CT): Blutung oder Ischämie?

UKGM
UNIVERSITÄTSKLINIKUM
GIESSEN UND MARBURG

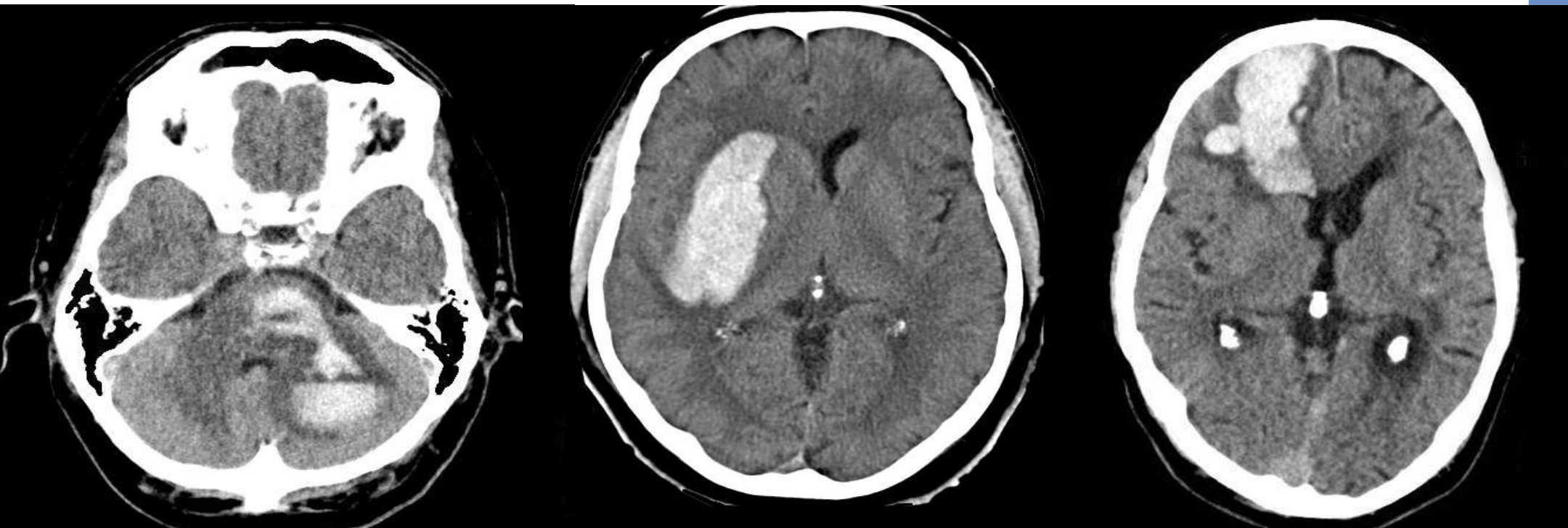


Computertomographie (CT)

UKGM
UNIVERSITÄTSKLINIKUM
GIESSEN UND MARBURG

spontane ICB

Hirnstamm/KH 10% **„typische“ 70%** **„atypische“ 20%**



Computertomographie (CT)

UKGM
UNIVERSITÄTSKLINIKUM
GIESSEN UND MARBURG

weitere Diagnostik notwendig?

Risikofaktoren für eine typische ICB:

1. Hypertonie
2. Amyloid Angiopathie
3. Lebensalter
4. Antikoagulation
5. Mikroangiopathie
6. ....

+

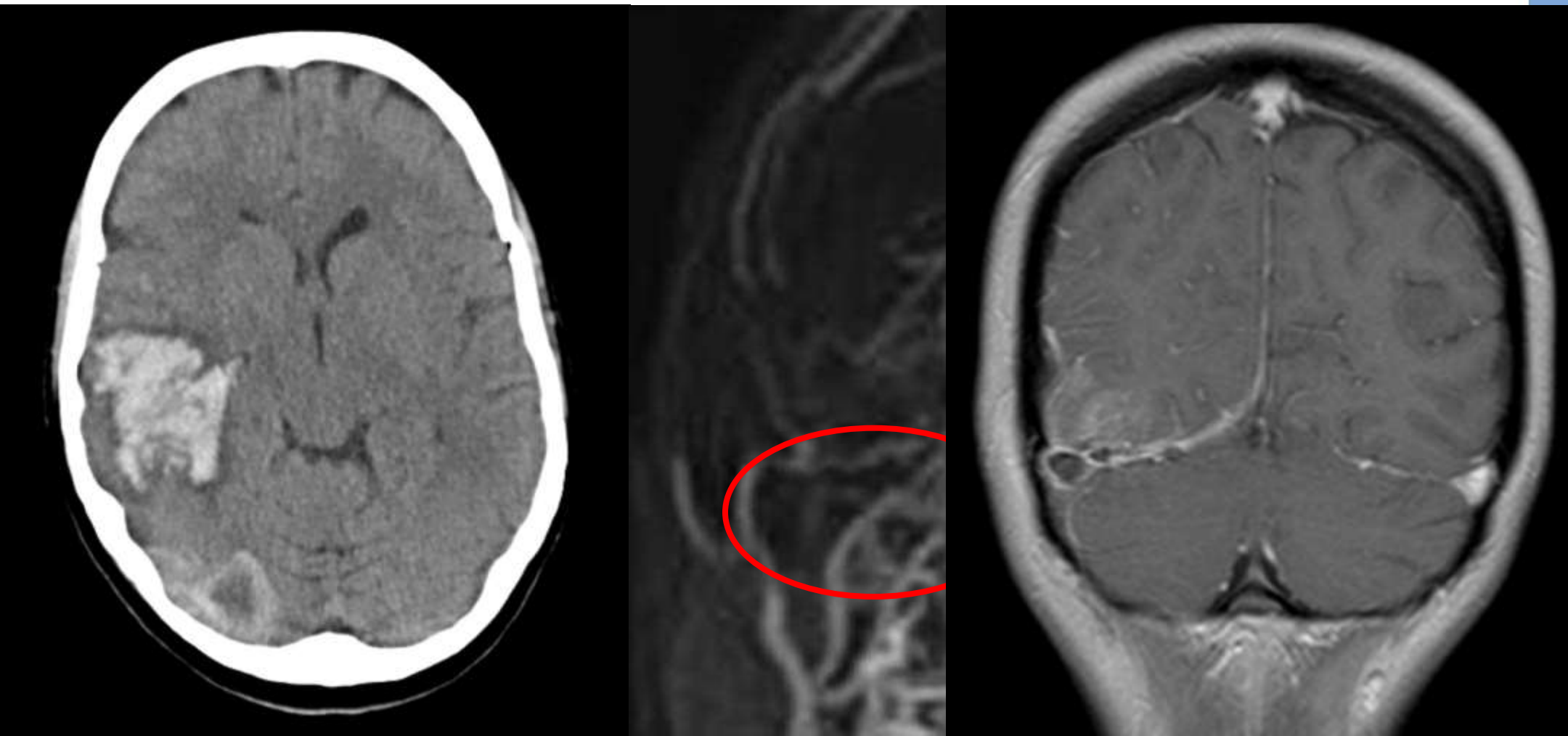
Lokalisation:

1. Stammganglien
2. Thalamus
3. Kleinhirn
4. Pons

Computertomographie (CT)

UKGM
UNIVERSITÄTSKLINIKUM
GIESSEN UND MARBURG

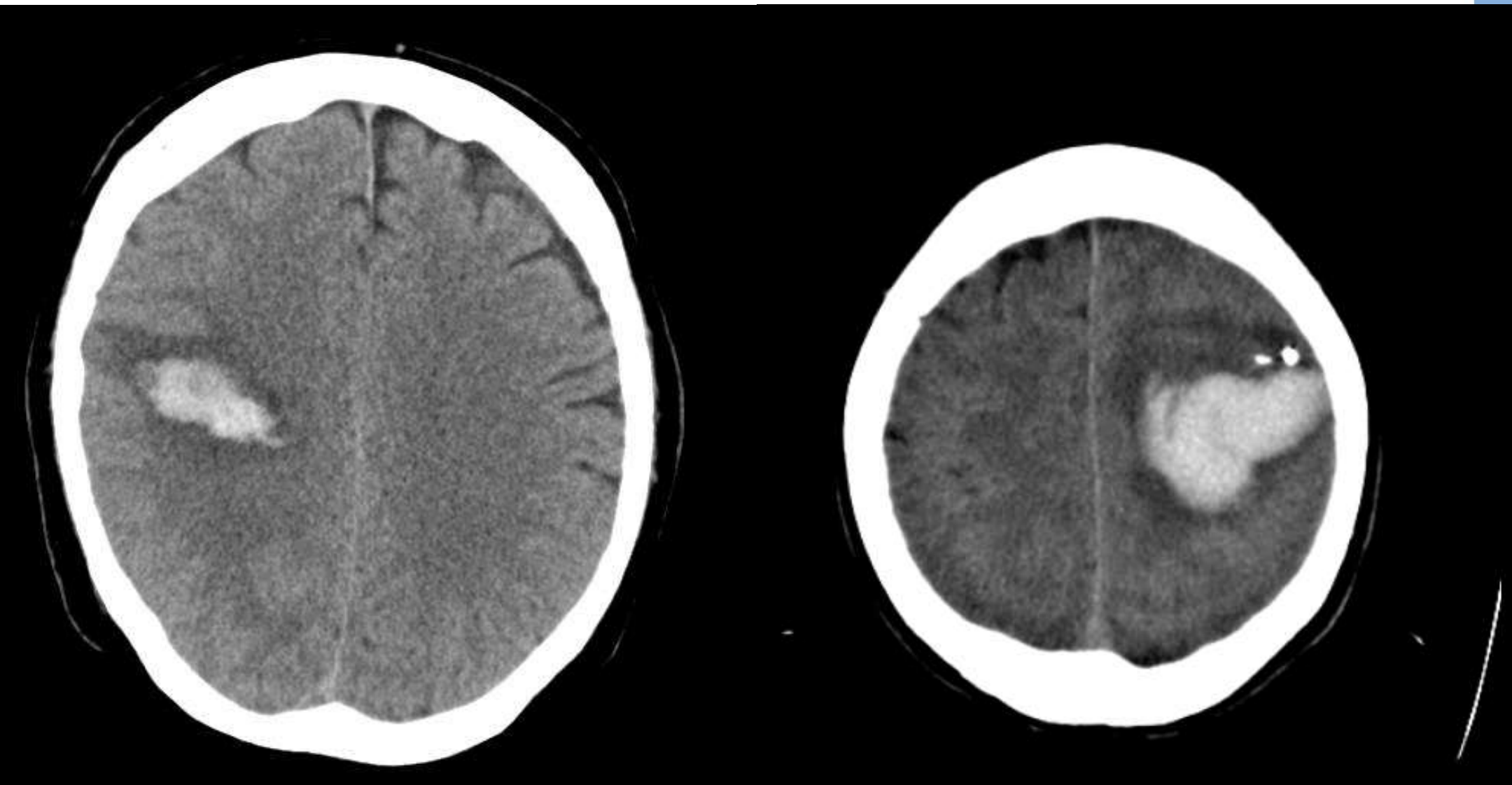
Je älter der Patient desto geringer die Wahrscheinlichkeit „was“ zu finden!



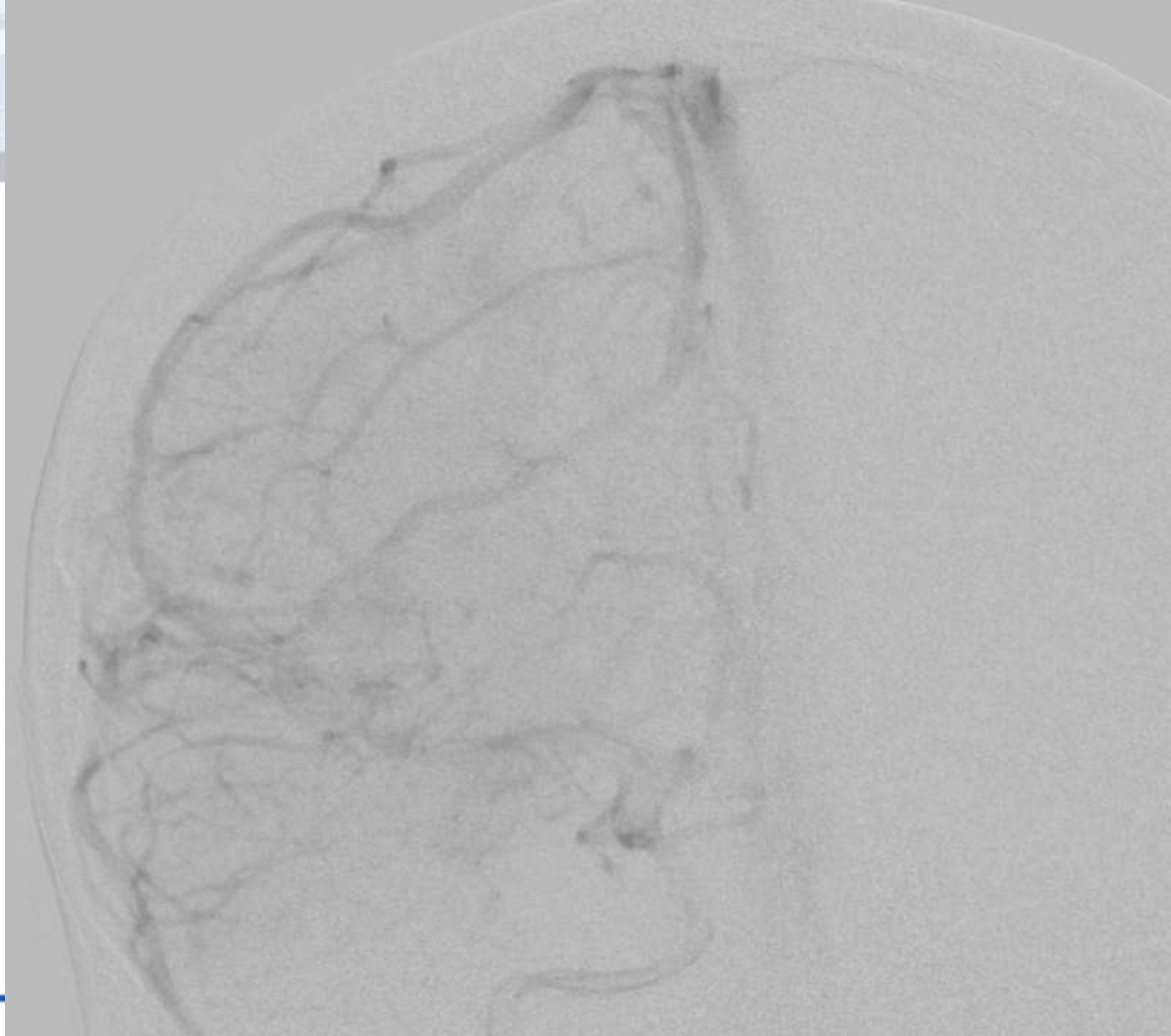
Computertomographie (CT)

UKGM
UNIVERSITÄTSKLINIKUM
GIESSEN UND MARBURG

Diese Patienten sind jung! Die Blutungen „atypisch“ gelegen!

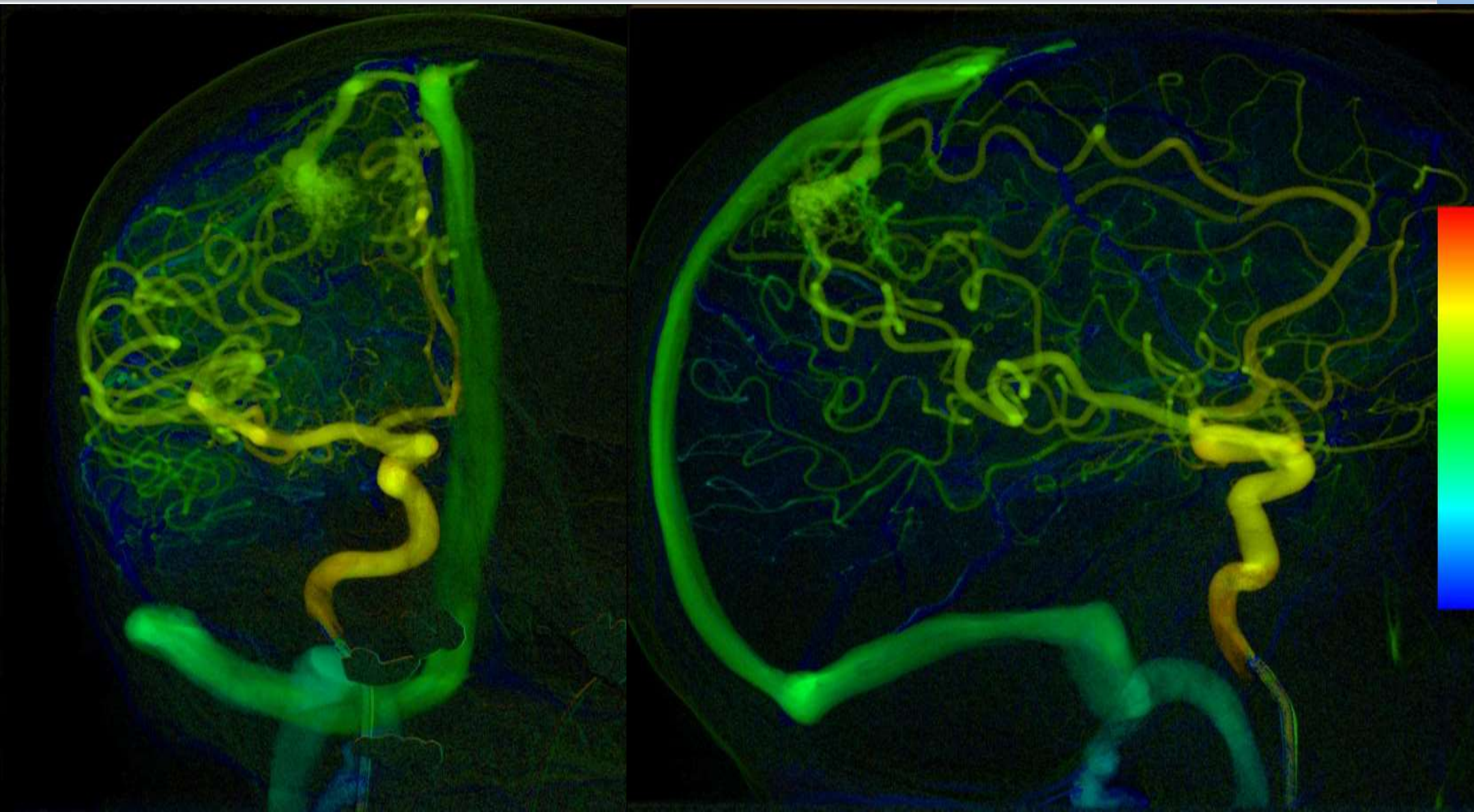


DSA



DSA

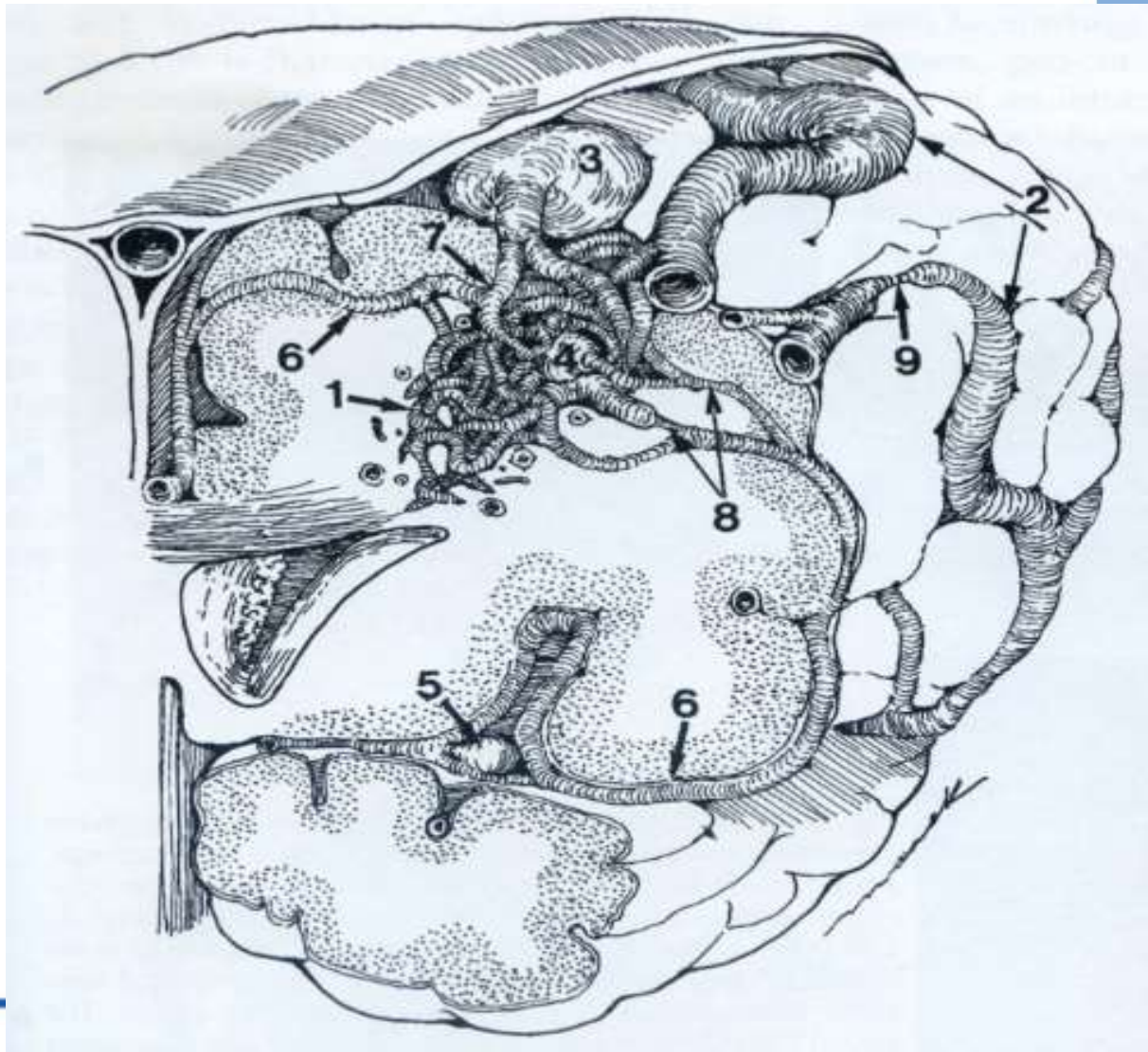
UKGM
UNIVERSITÄTSKLINIKUM
GIESSEN UND MARBURG



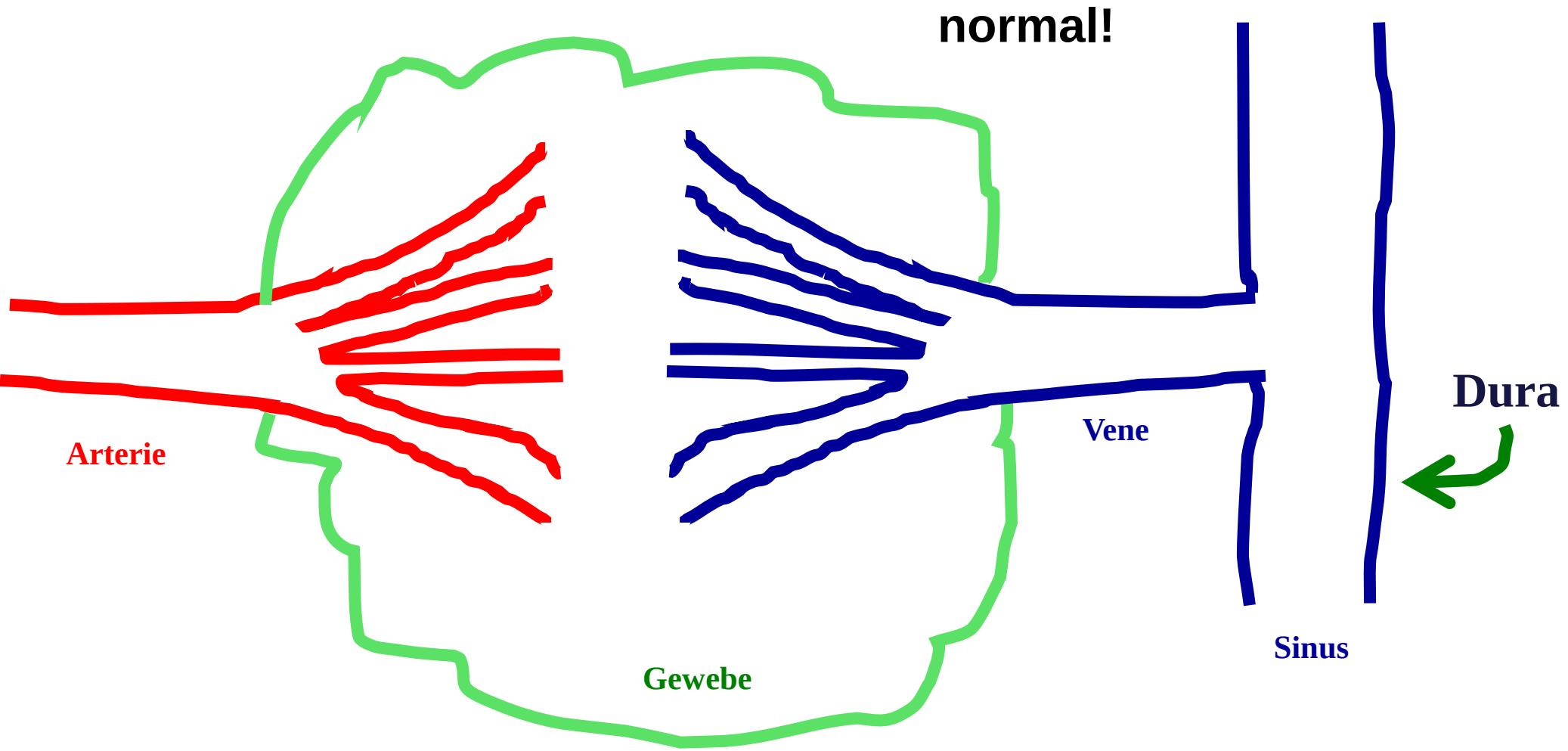
Arteriovenöse Malformation

UKGM
UNIVERSITÄTSKLINIKUM
GIESSEN UND MARBURG

ektatische arterielle Feeder die über vaskuläre Kanäle direkt in ektatische venöse Gefäße übergehen, kein kapilläres Netzwerk

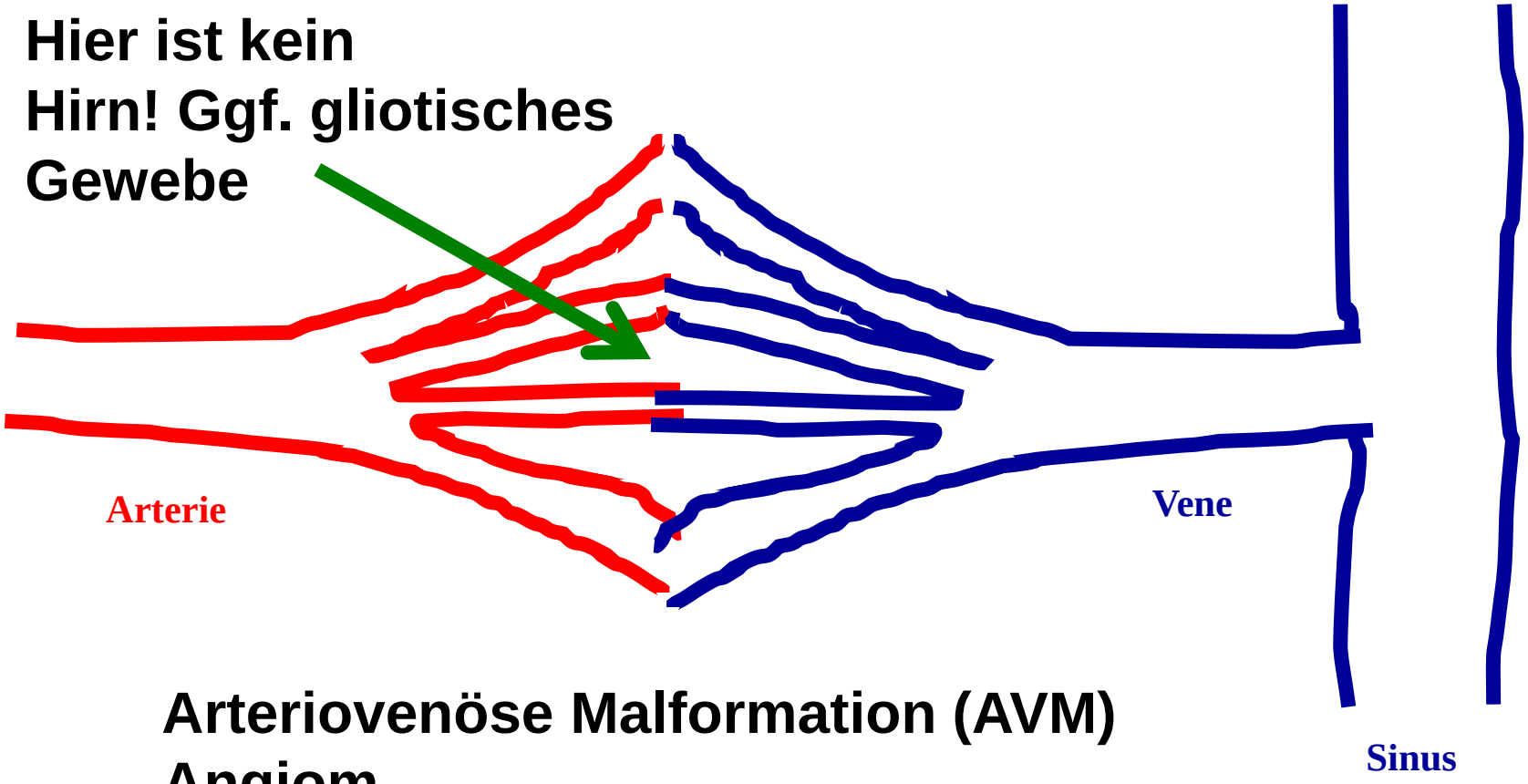


Arteriovenöse Malformation



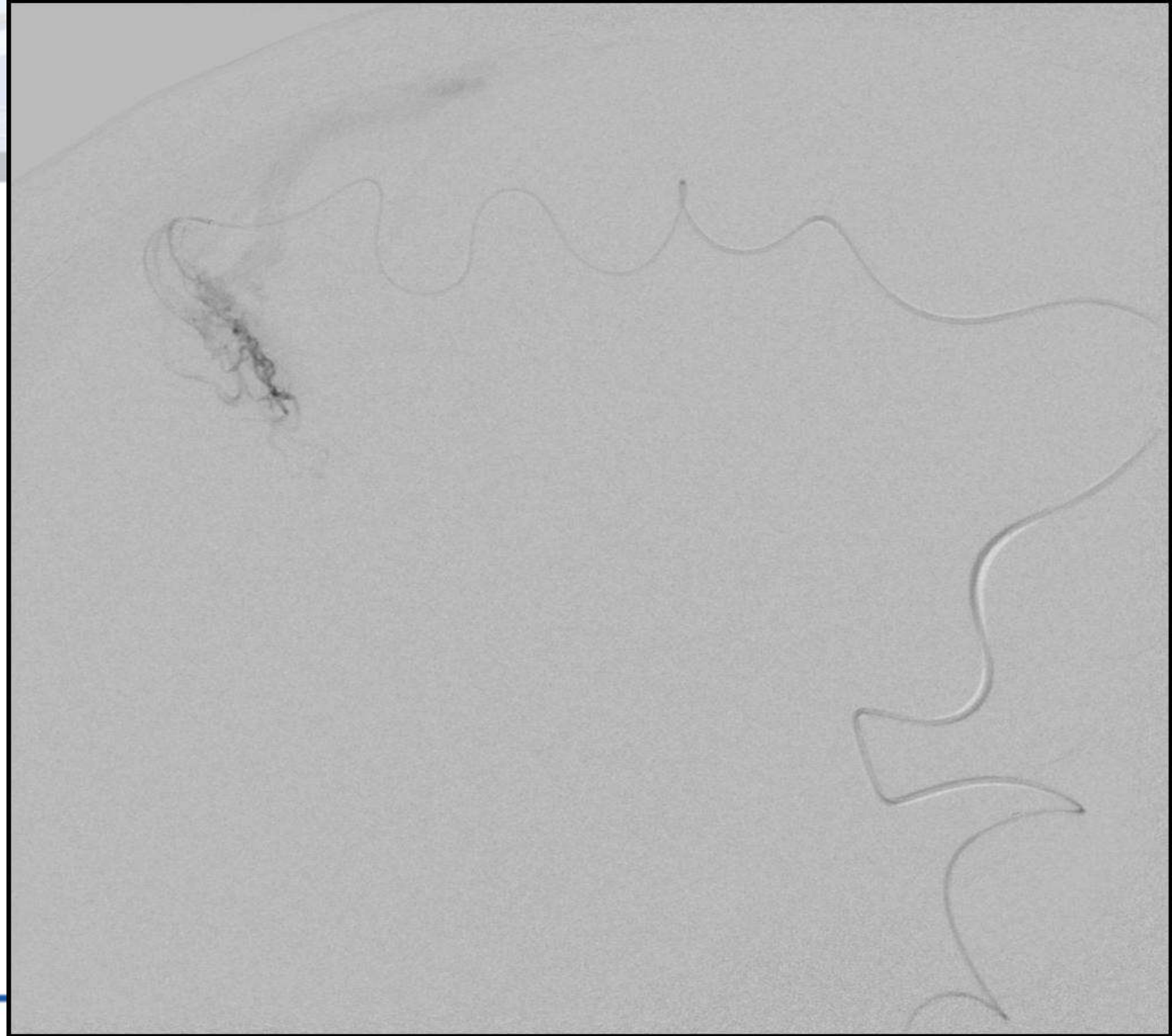
Arteriovenöse Malformation

Hier ist kein Hirn! Ggf. gliotisches Gewebe

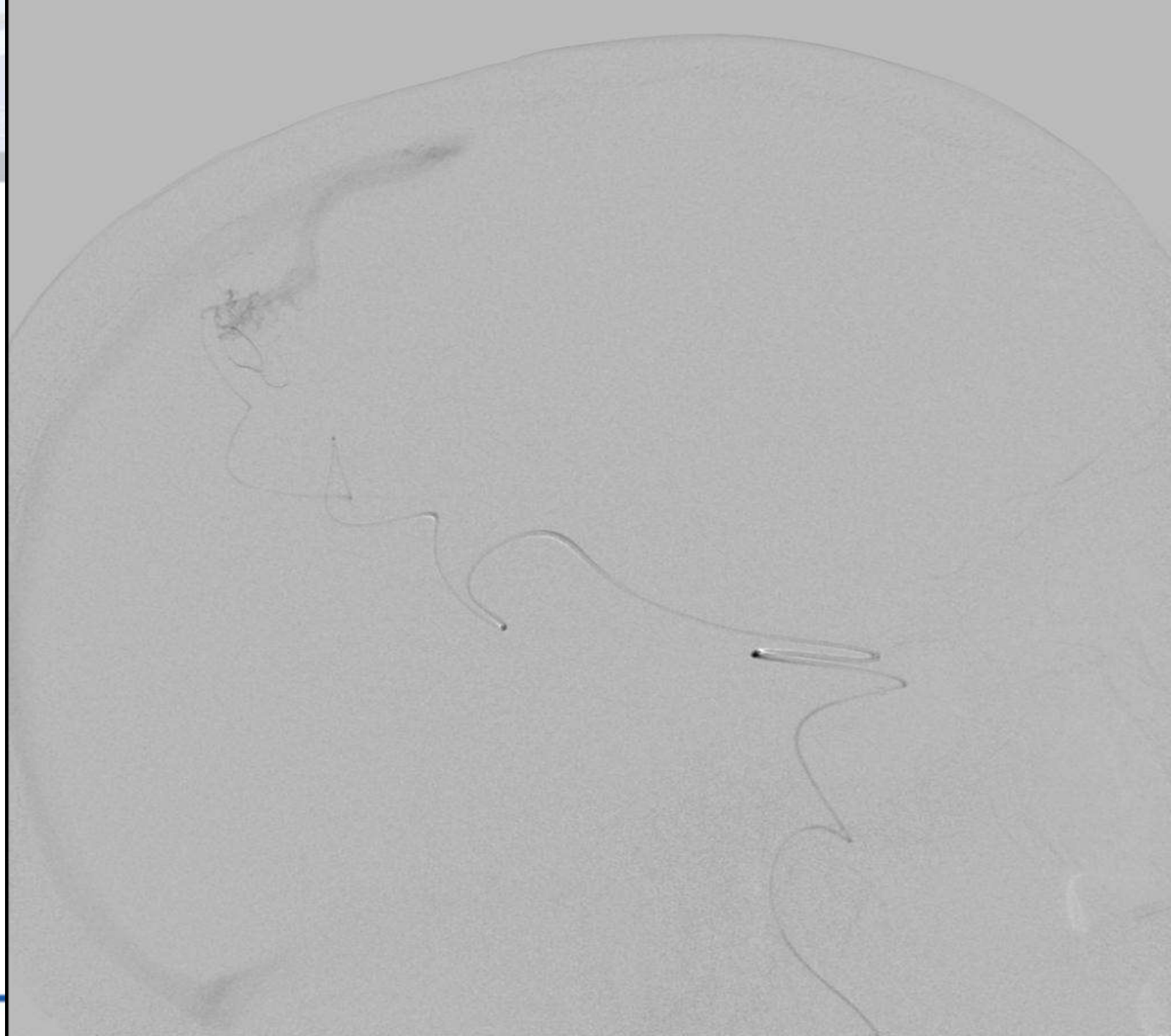


Arteriovenöse Malformation (AVM)
Angiom

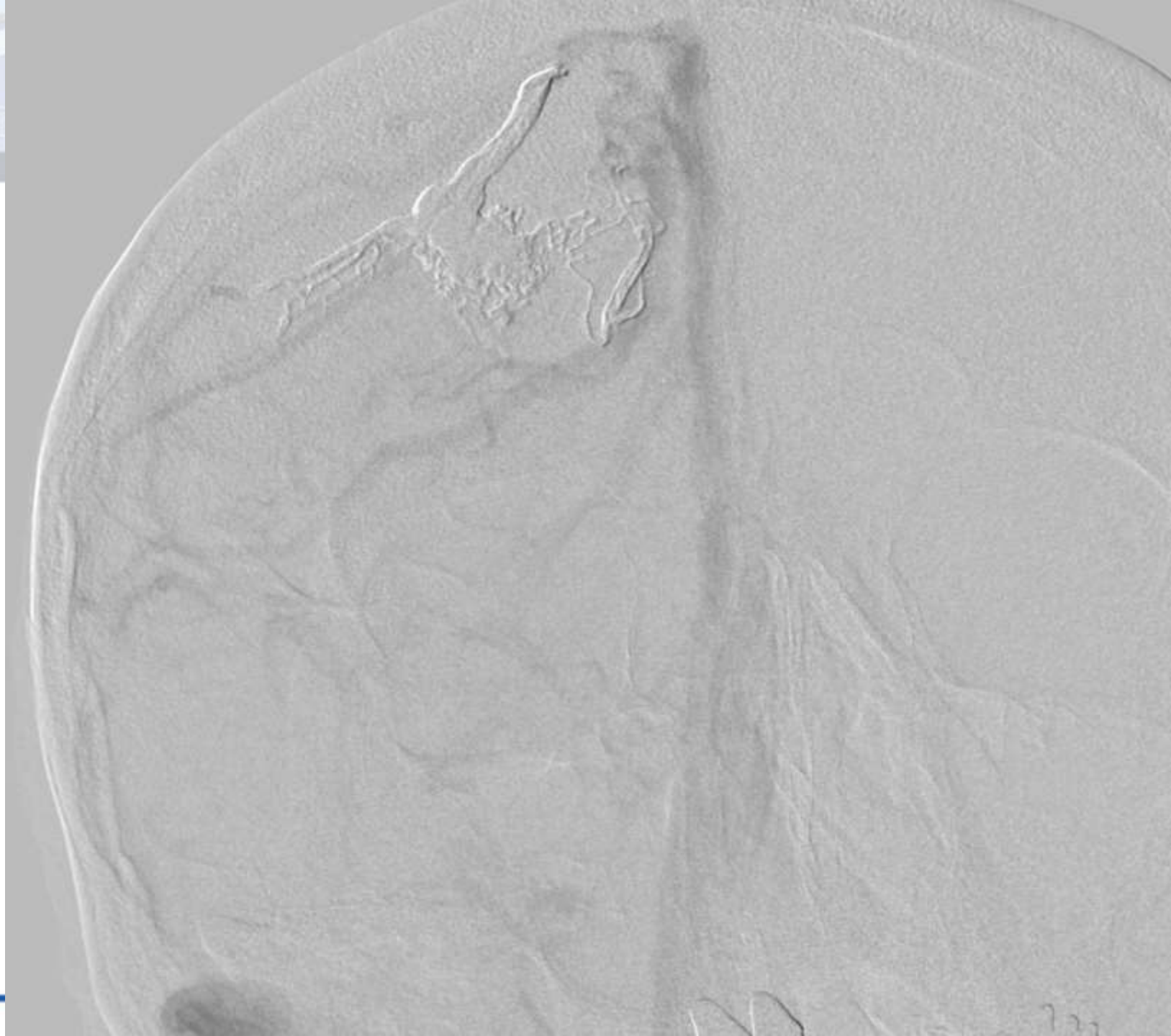
AVM



AVM

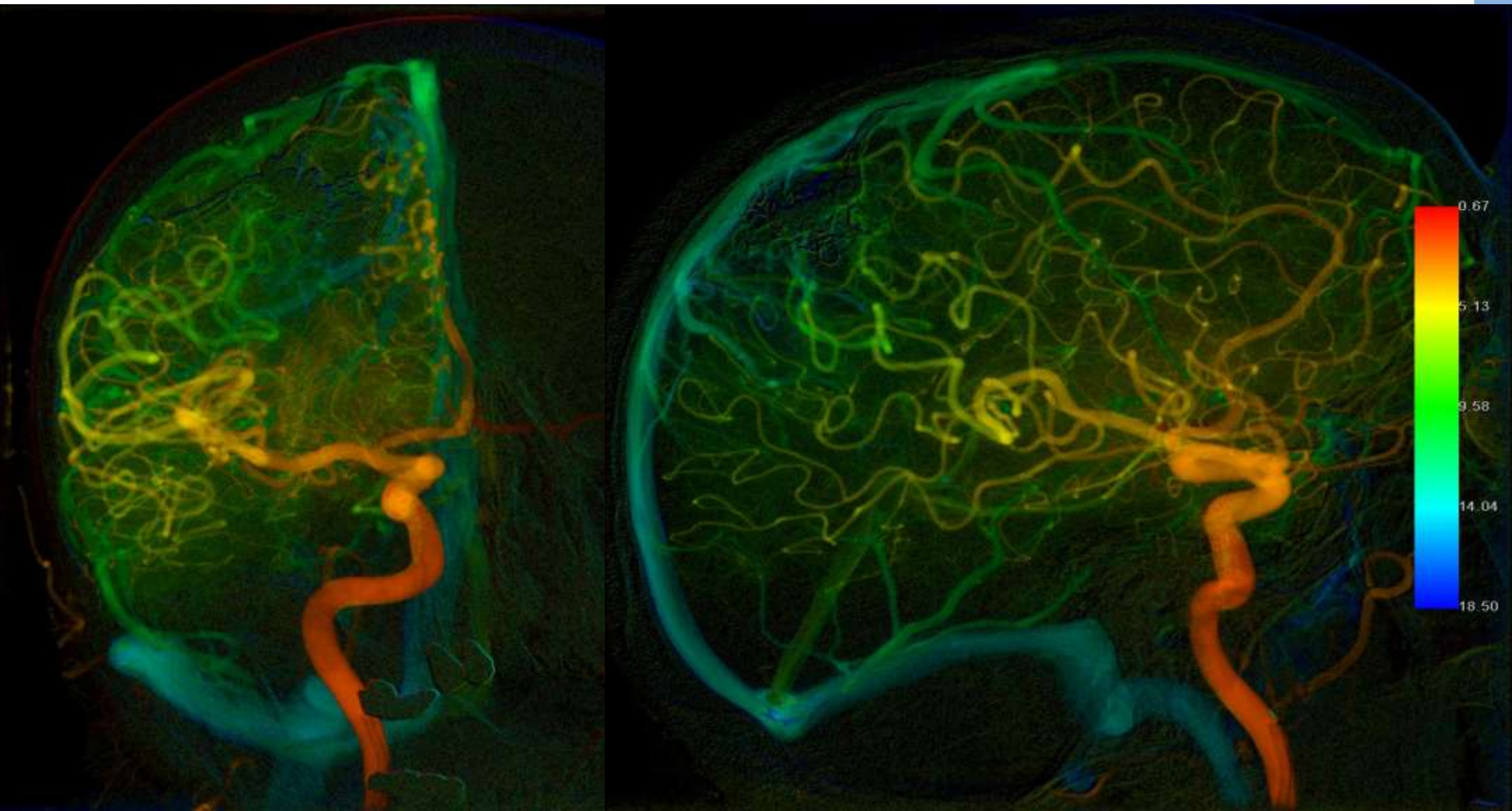


AVM



AVM

UKGM
UNIVERSITÄTSKLINIKUM
GIESSEN UND MARBURG



AVM

eher selten

oft junge Patient (20 – 40 Lebensjahr)

Blutung 50%, Krampfanfall 25%, Zufall

Einteilung nach Spetzler Martin

AVM Größe	Lokalisation	venöse Drainage
klein (< 3cm) 1 P	nicht eloquent 0 P	oberflächlich 0 P
mittel (3-6cm) 2 P	eloquent 1 P	tiefe, innere Hirnvenen 1 P
groß (> 6 cm) 3 P		

Je mehr Punkte desto schlechter ist die Prognose!

AVM

UKGM
UNIVERSITÄTSKLINIKUM
GIESSEN UND MARBURG

was ist „eloquent“?

- **Zentralregion**
- **Sprachzentrum**
- **Sehrinde**
- **Capsula interna**
- **Thalamus/Hypothalamus**
- **Kleinhirnstile/-kerne**
- **Hirnstamm**

AVM

Therapie?

- **Blutung?**
- **Alter des Patienten**
- **Blutungsrisiko 1 – 3%/Jahr**
- **Therapierisiko?**
- **Wunsch des Patienten?**

Blutung: kurativ

Krampfanfall: Einzelfallentscheidung

Zufall: wait and see? We do not know!

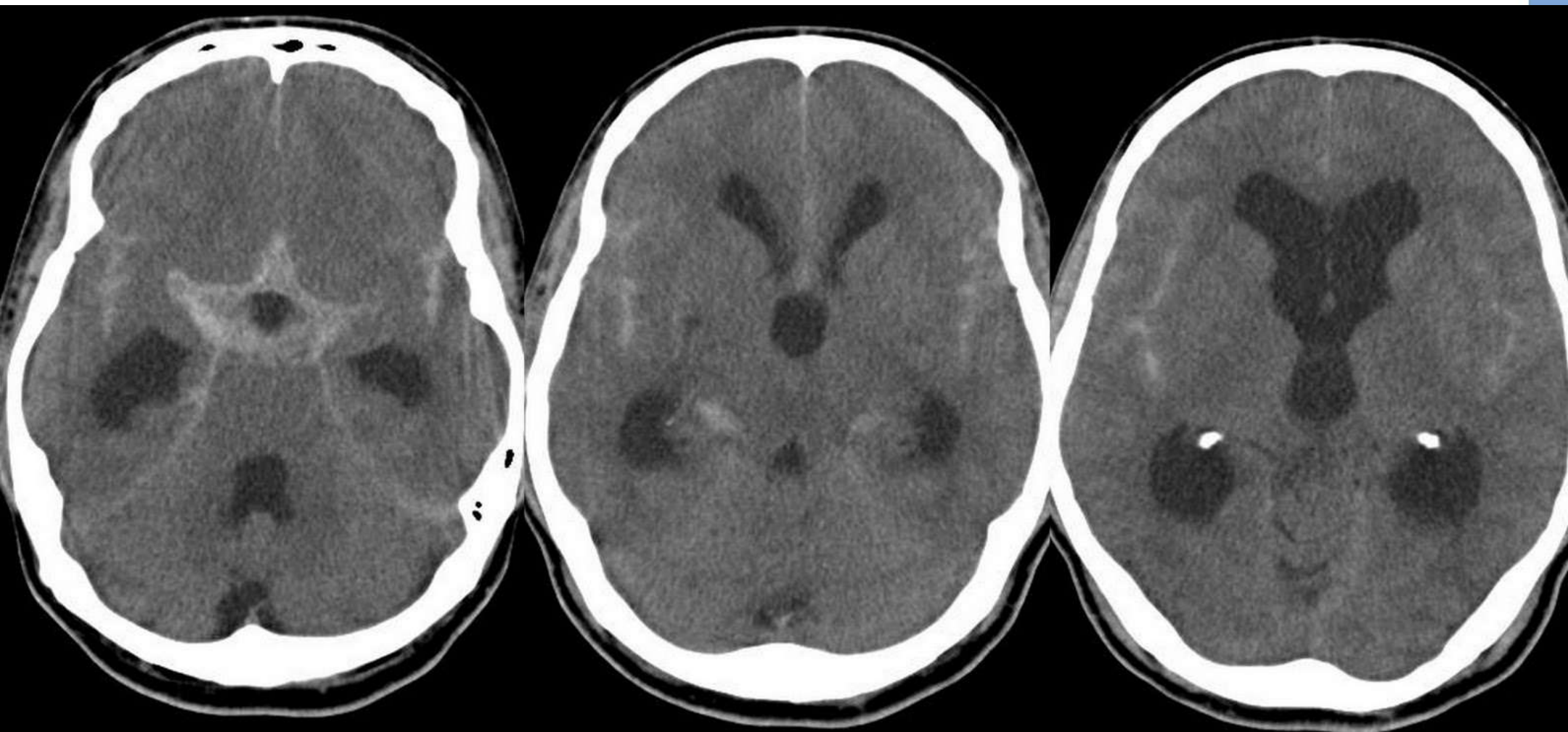
AVM

UKGM
UNIVERSITÄTSKLINIKUM
GIESSEN UND MARBURG

Therapie: wie?

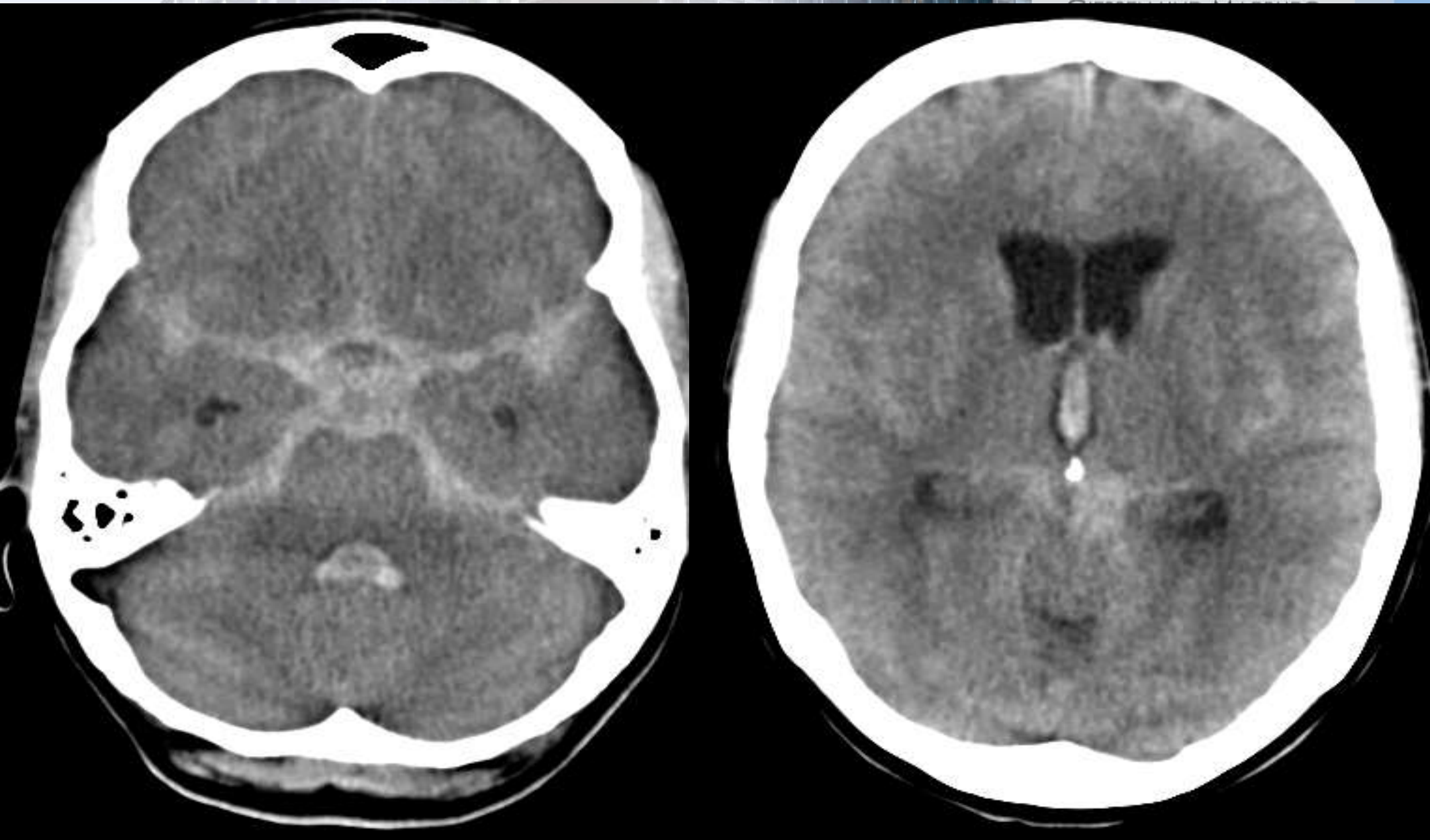
- **Neurochirurgie**
- **Bestrahlung**
- **Neuroradiologie, Endovaskuläre Therapie (Embolisation)**
- **Kombination**

SAB



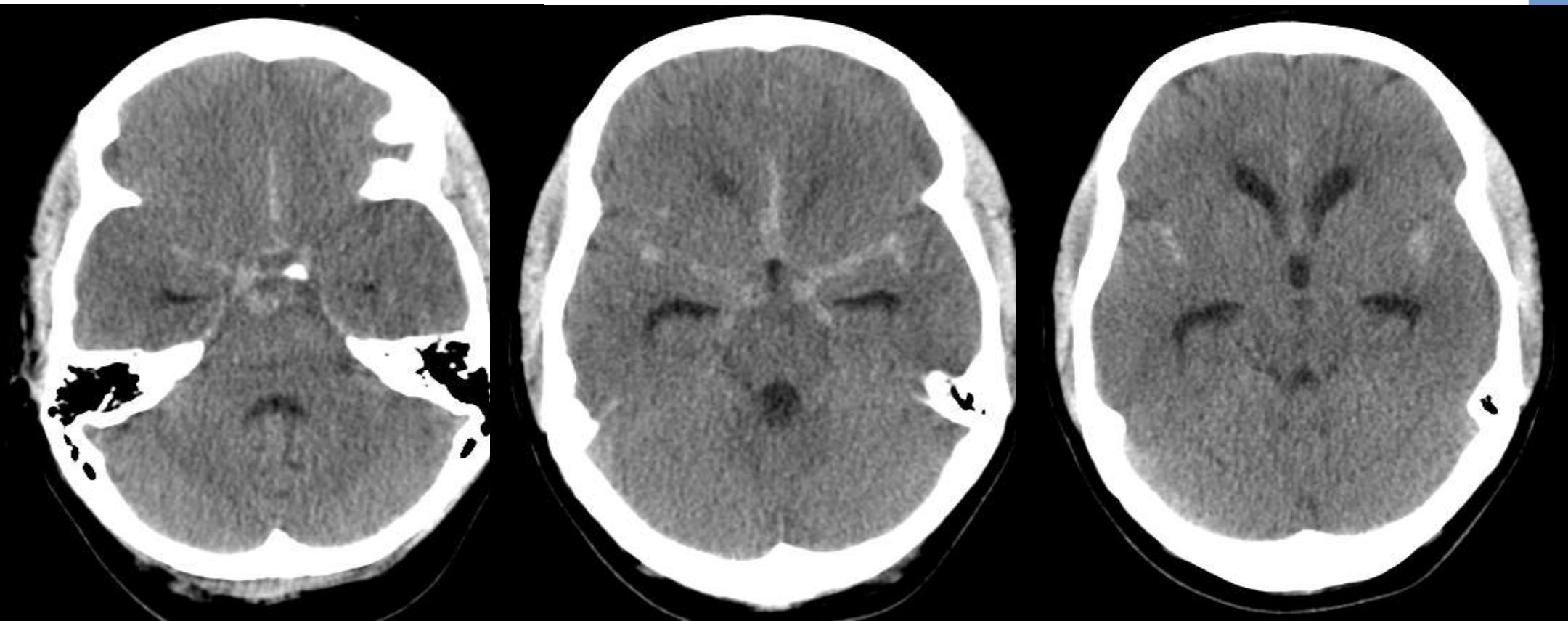
Computertomographie (CT)

UKGM
UNIVERSITÄTSKLINIKUM



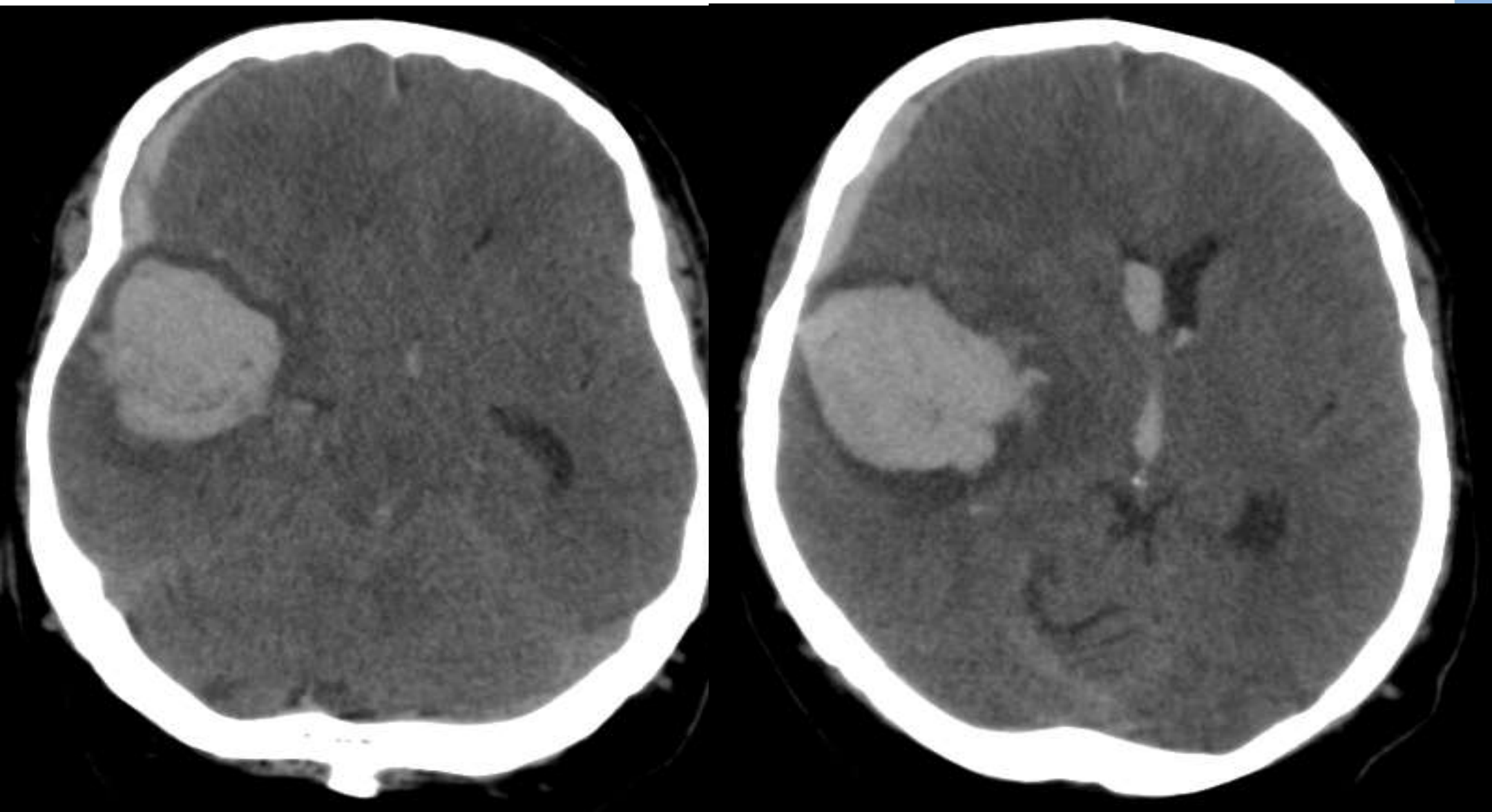
Computertomographie (CT)

UKGM
UNIVERSITÄTSKLINIKUM
GIESSEN UND MARBURG



Computertomographie (CT)

UKGM
UNIVERSITÄTSKLINIKUM
GIESSEN UND MARBURG



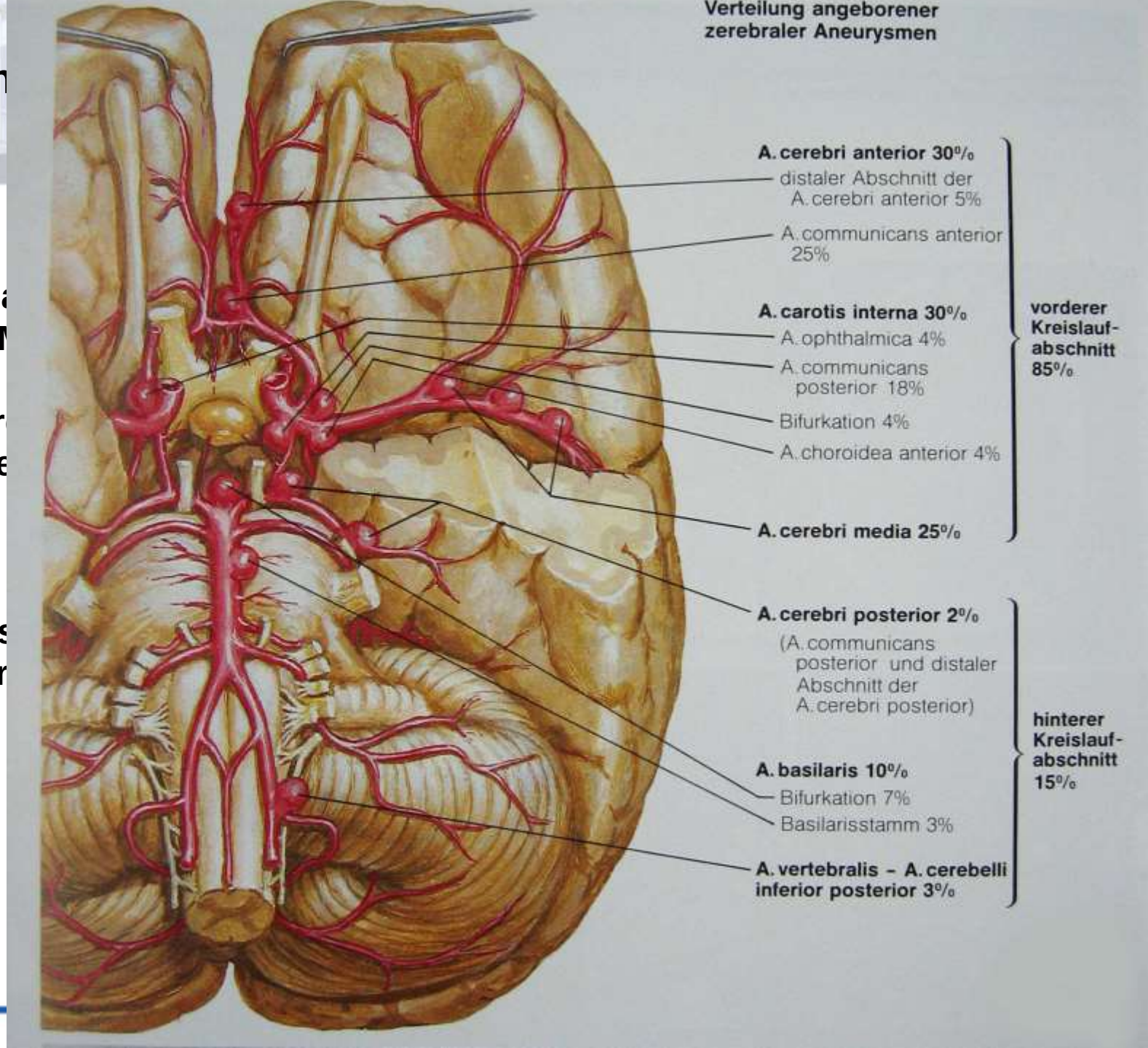
Computertomograph

Aneurysmen

ca. 2% (0,4-10%) der Gesa
in Deutschland ca. 1,5-2 M
mehr Frauen 1:1,6
85% vorderer, 15% hinter
Risikofaktoren: Hyertonie

Blutungsrisiko

6-10/100000/Jahr in Deuts
erhöhtes Risiko im hinter
5%/5Jahre



Computertomographie (CT)

UKGM
UNIVERSITÄTSKLINIKUM
GIESSEN UND MARBURG

Hunt and Hess scale

Grade	Criteria
0	unruptured aneurysm
1	Asymptomatic, or minimal headache, nuchal rigidity
2	Moderate to severe headache, no neurologic deficit except for cranial nerve palsy
3	Drowsiness, confusion, mild focal deficit
4	stuporous, moderate to severe hemiparesis, early decerebrate
5	Deep coma, decerebrate posturing, moribound

Table 1. Fisher Revised Scale.

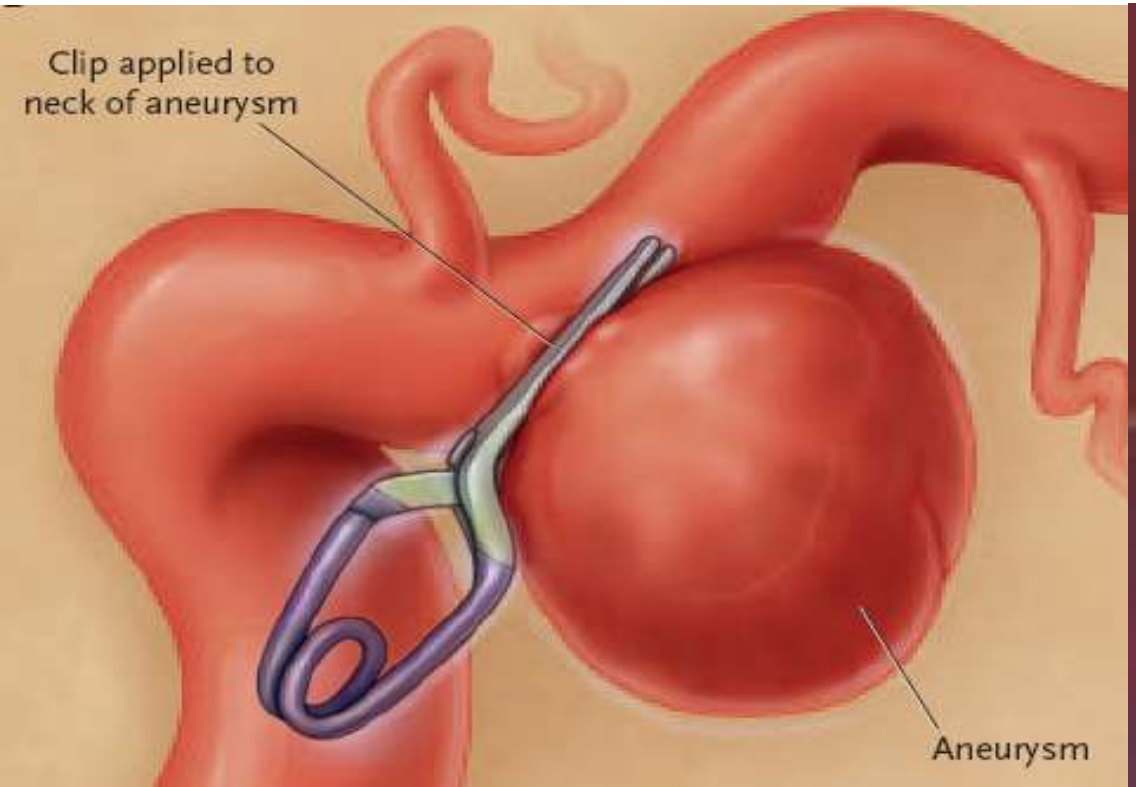
Grade 0	No SAH or IVH[1]
Grade 1	Minimal/thin SAH, no IVH in either lateral ventricle
Grade 2	Minimal/thin SAH, with IVH in both lateral ventricles
Grade 3	Dense SAH,* no IVH in either lateral ventricle
Grade 4	Dense SAH,* with IVH in both lateral ventricles

[1]Intraventricular hemorrhage; *Completely filling ≥1 cistern or fissure.
SAH: subarachnoid hemorrhage; IVH: intraventricular hemorrhage.

Aneurysma Therapie

UKGM
UNIVERSITÄTSKLINIKUM
GIESSEN UND MARBURG

OP vs Endovaskulär



Aneurysma Therapie

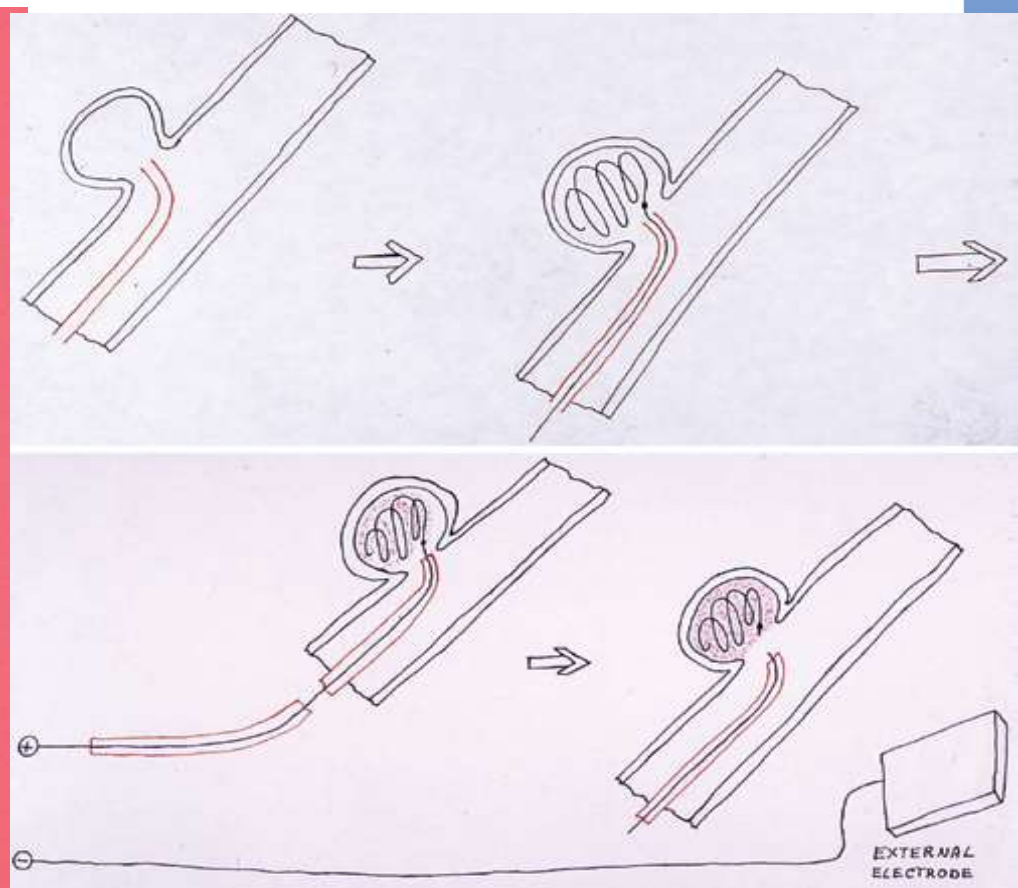
UKGM
UNIVERSITÄTSKLINIKUM

Guido Guglielmi

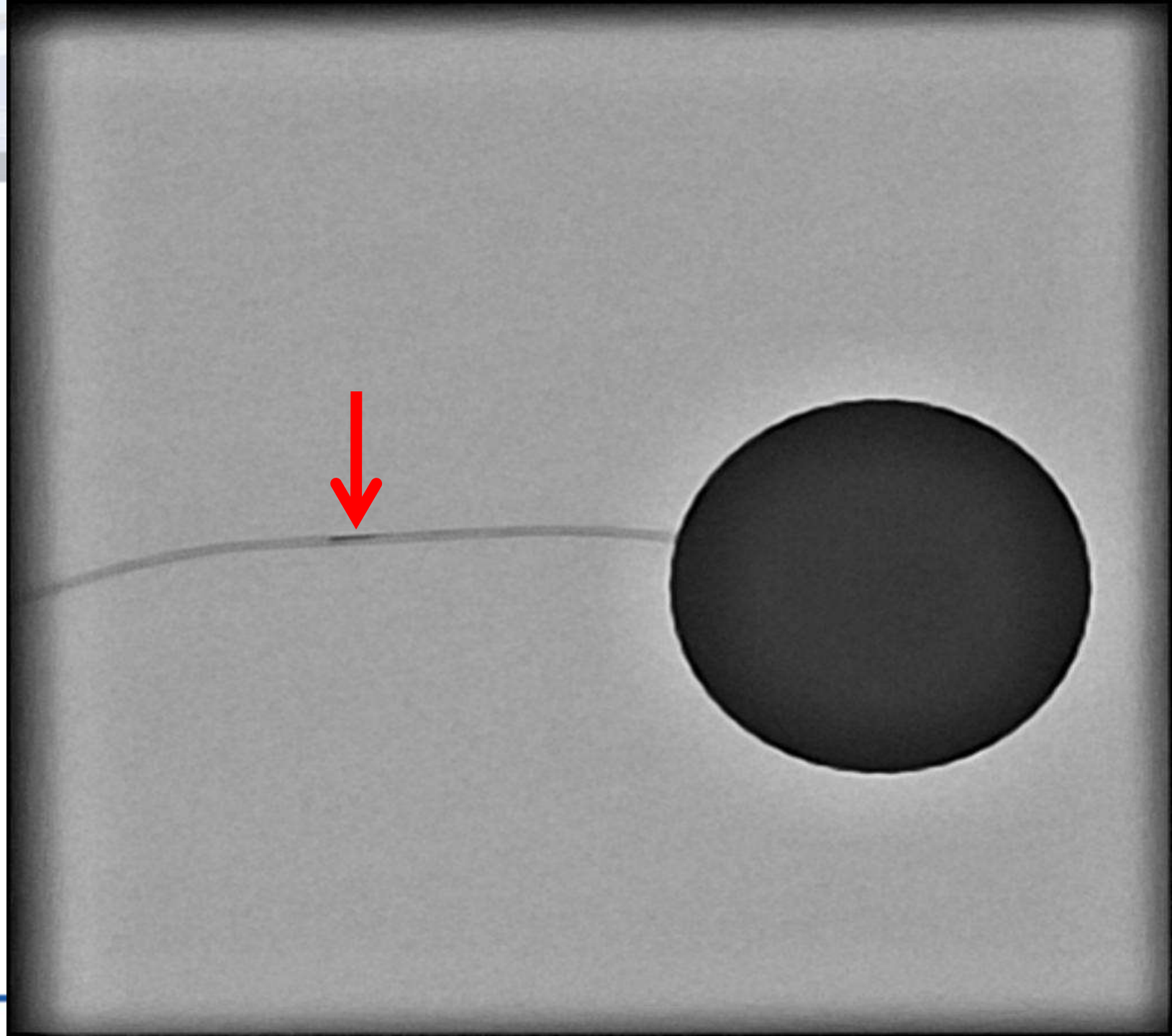
1. „Coil“ am Draht: Kontrolle/Ablösesystem

2. Form passend zur Anatomie: bessere „Füllung“

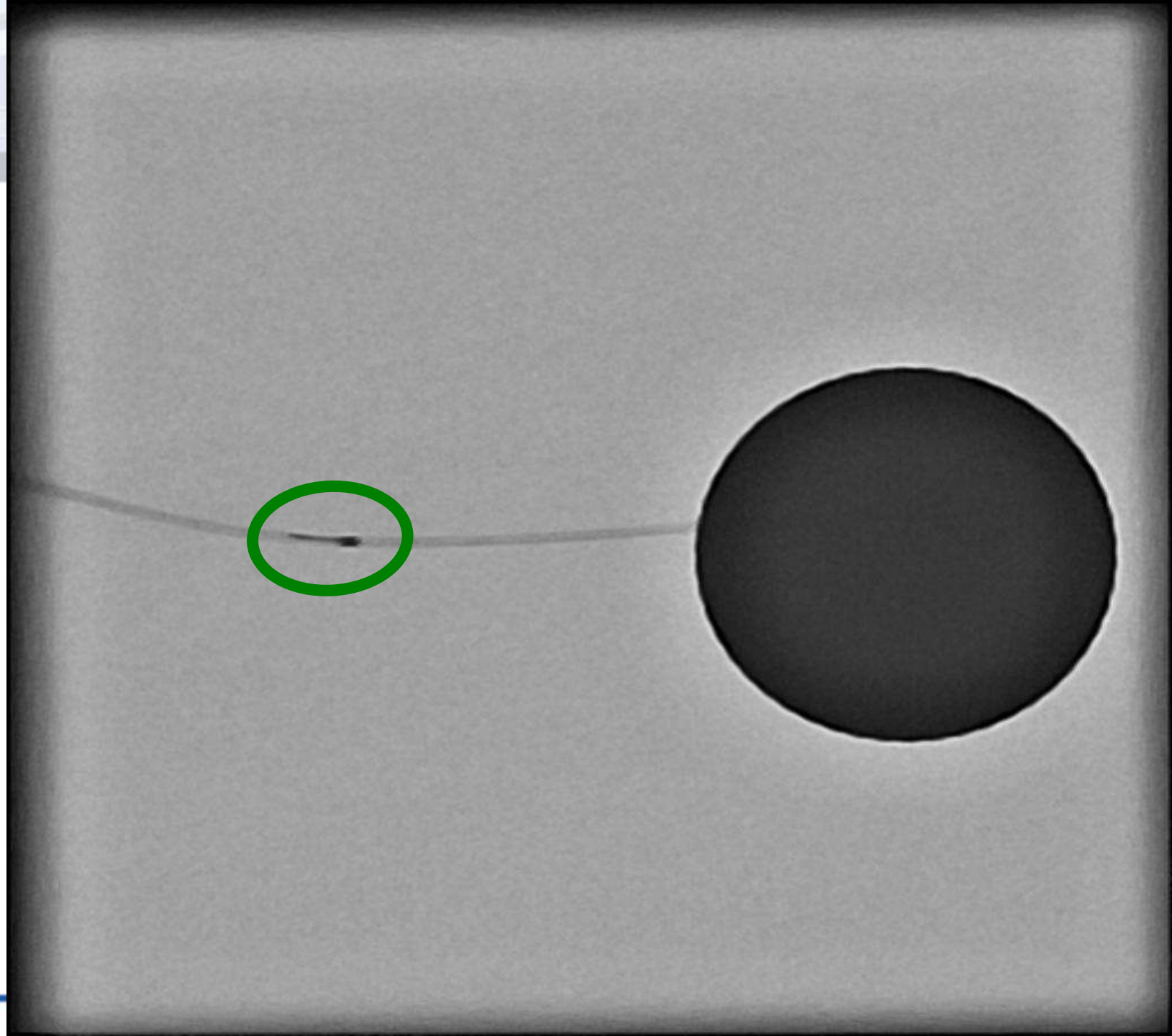
3. Elektroloytische Ablösung: „Elektrothrombose“



Coils wie geht das?

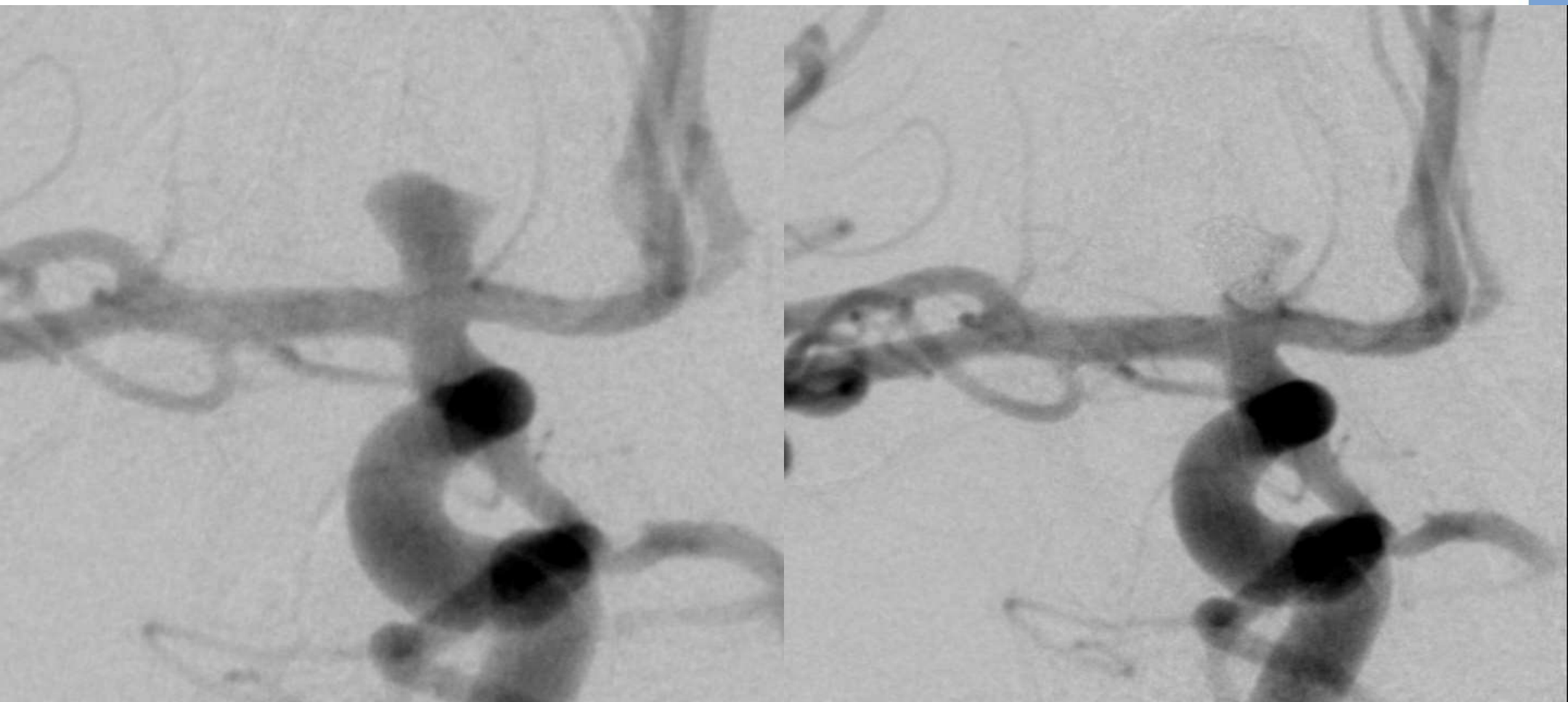


Coils wie geht das?



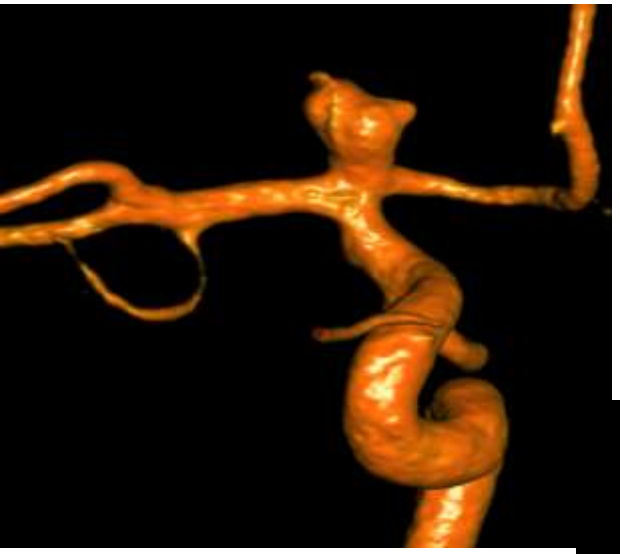
Coils wie geht das?

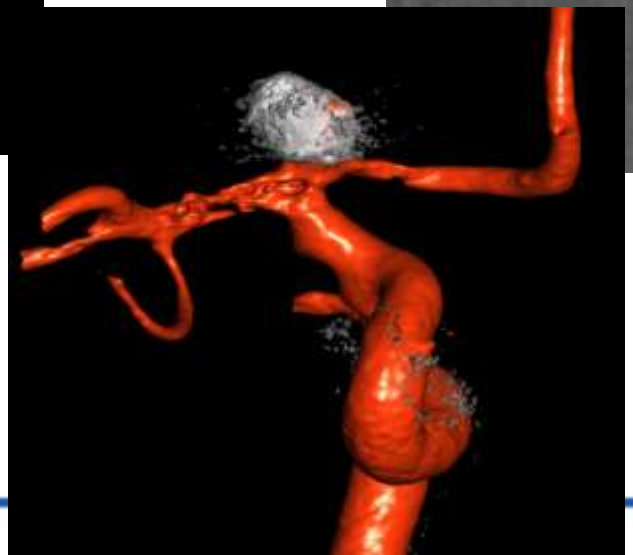
UKGM
UNIVERSITÄTSKLINIKUM
GIESSEN UND MARBURG

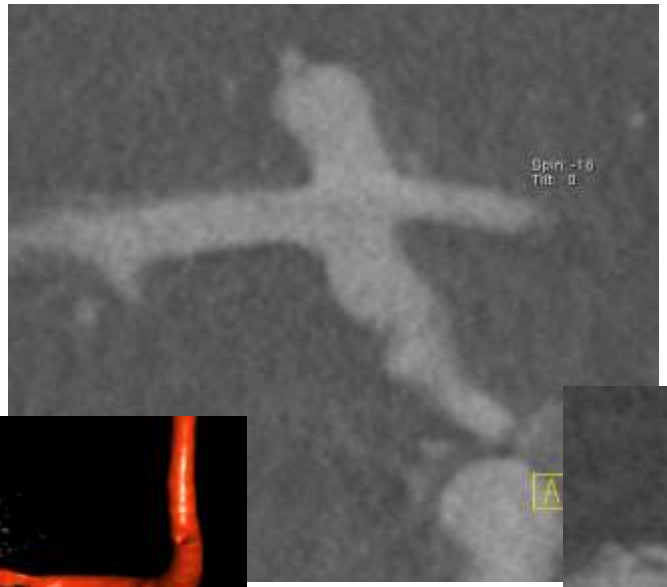


Coils wie geht das?

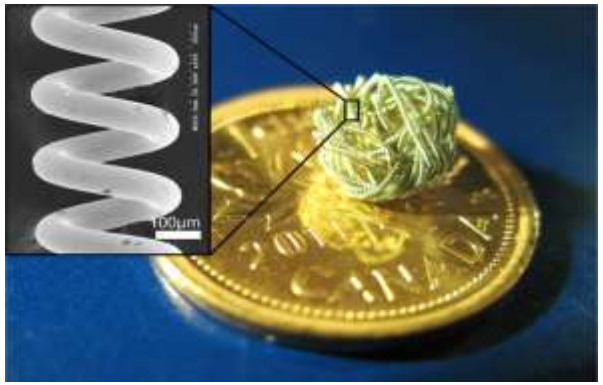
UKGM
UNIVERSITÄTSKLINIKUM
GIESSEN UND MARBURG



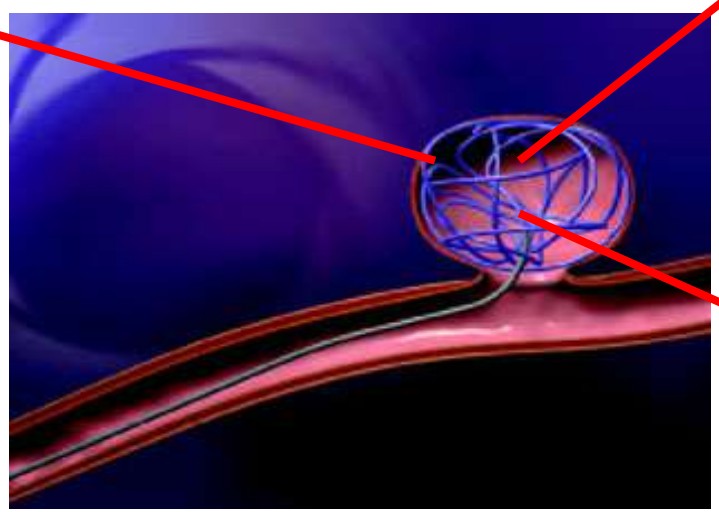




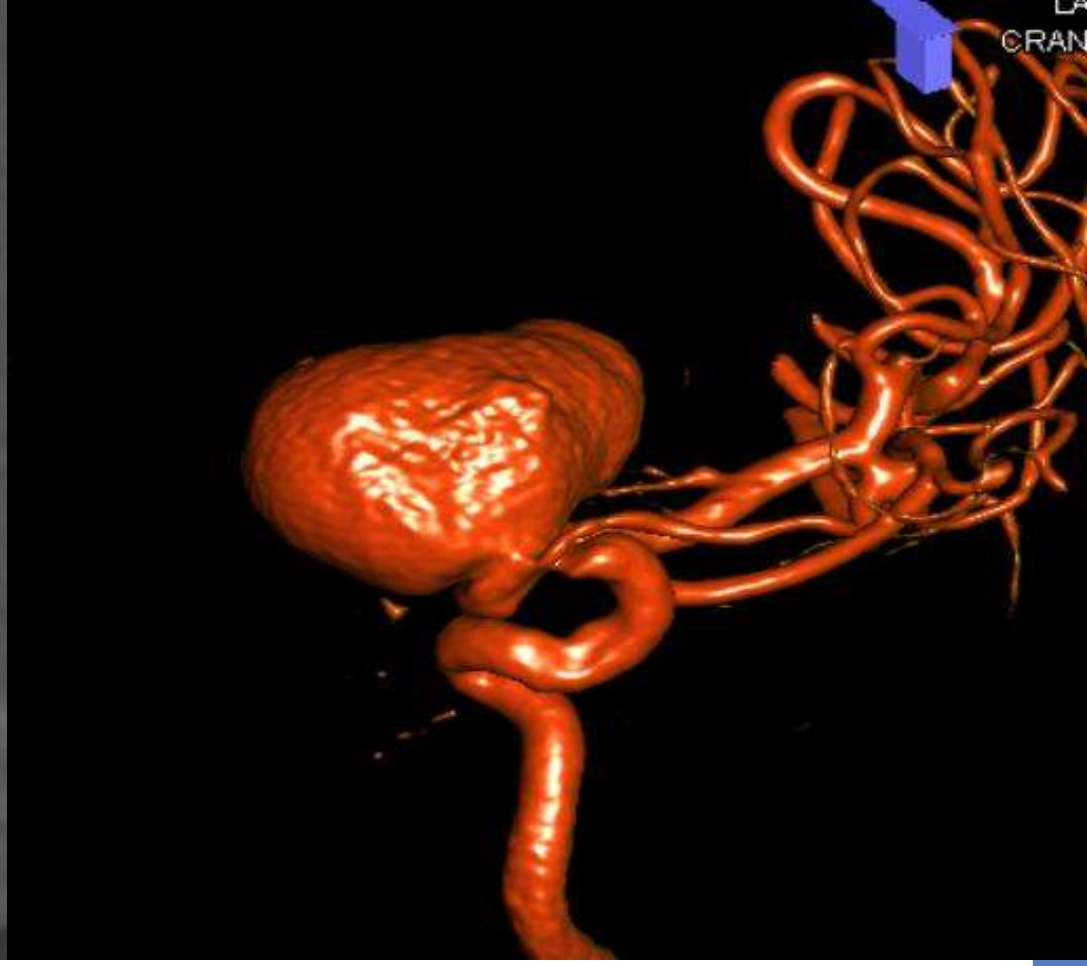
Coils für Aneurysmen: von „außen“ nach „innen“



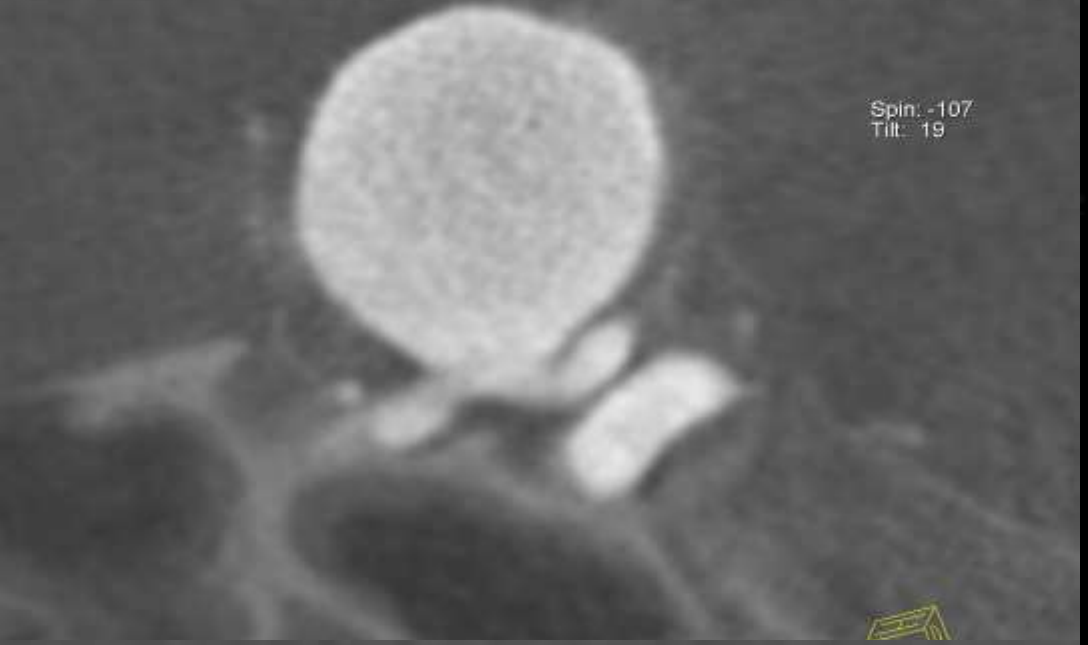
Framing-Coil - 3D

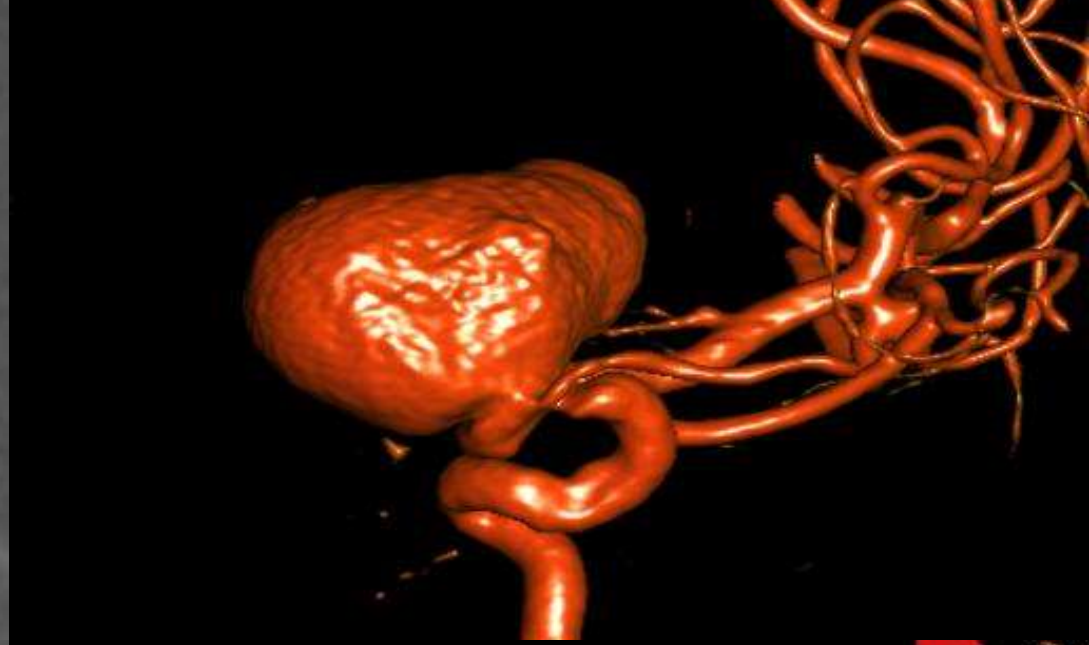


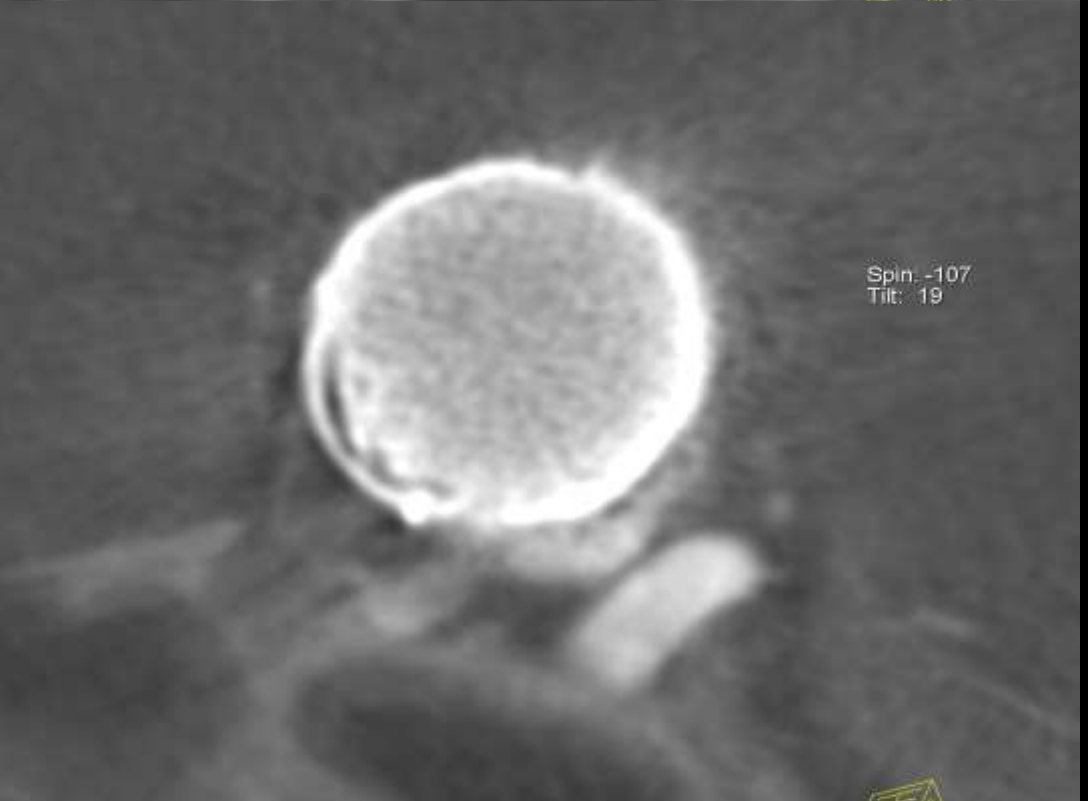
Finishing-Coil – Soft

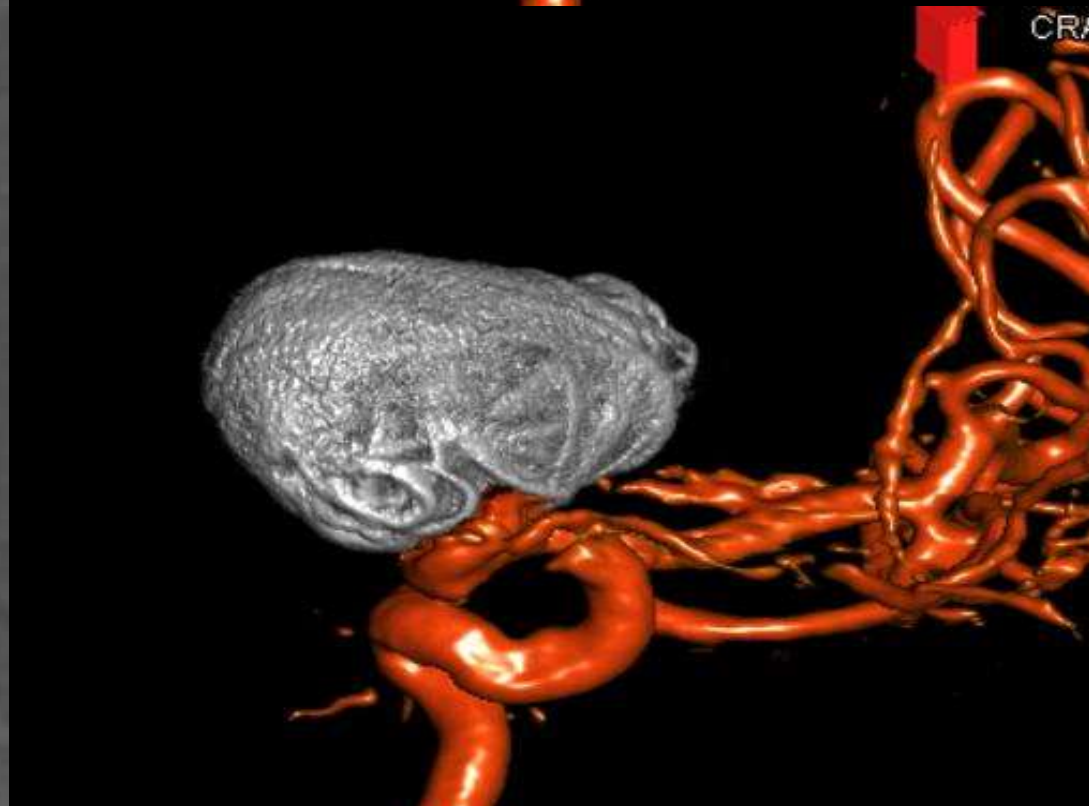


SAB H&H III, 2,5 cm


Spin: -107
Tilt: 19

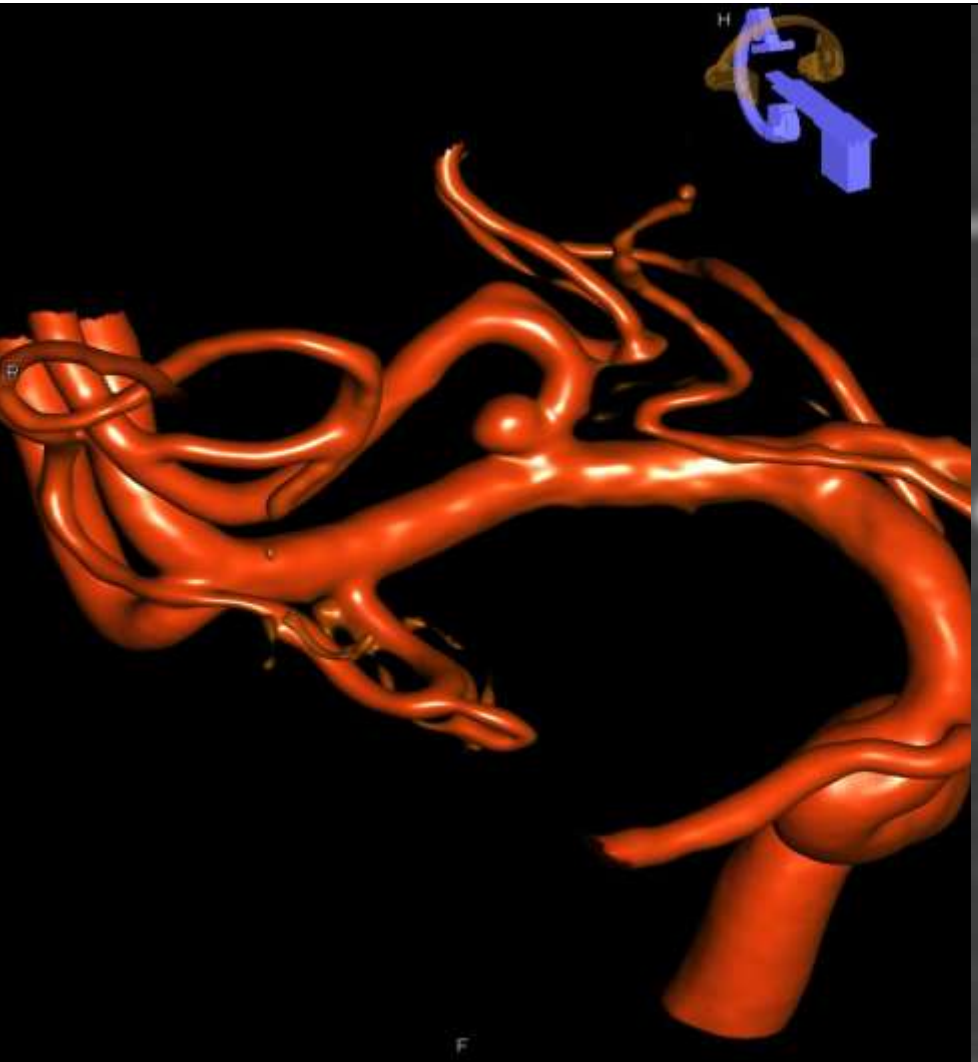


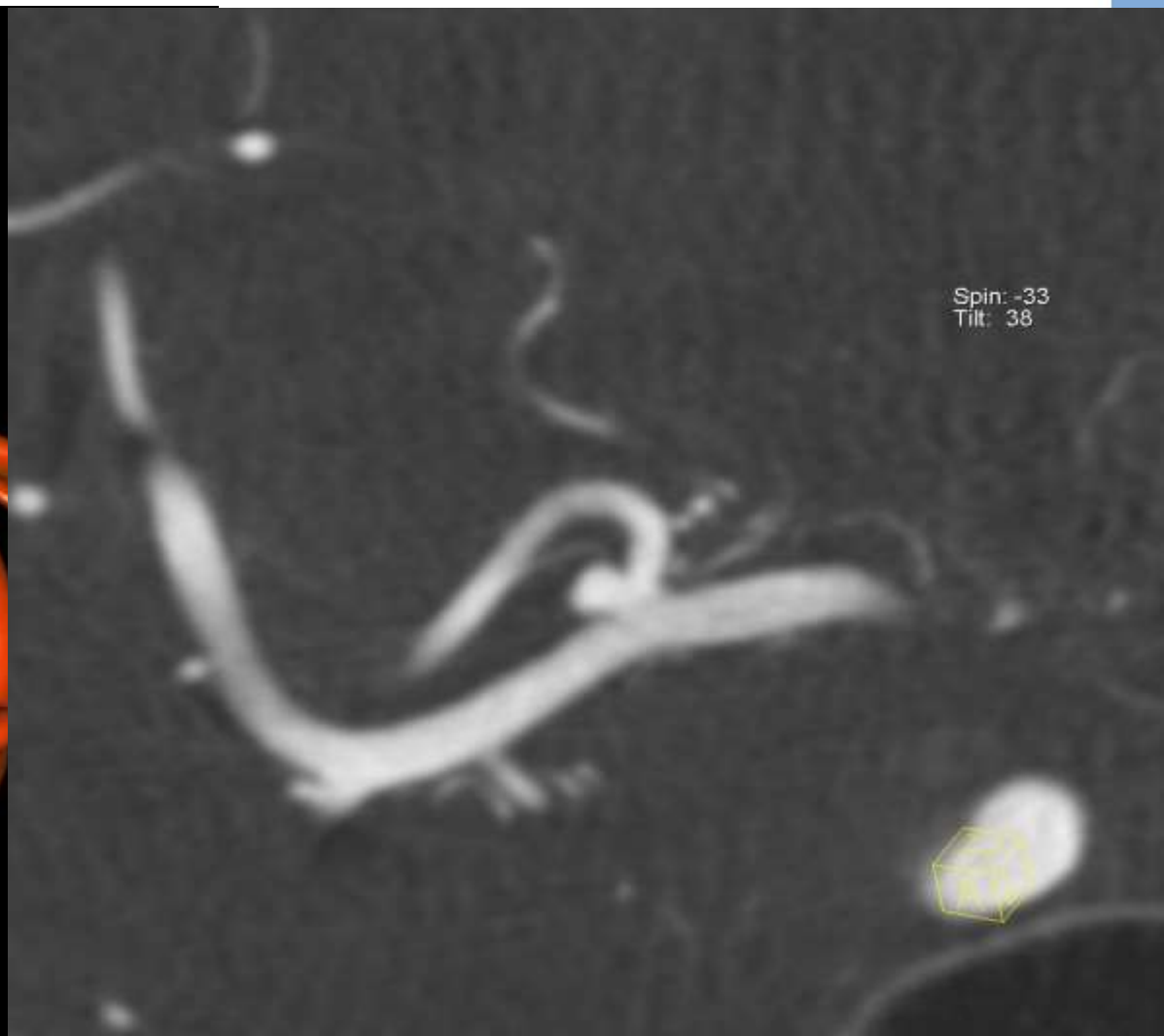

Spin: -107
Tilt: 19


CRA

Coils für Aneurysmen: sind Standard!

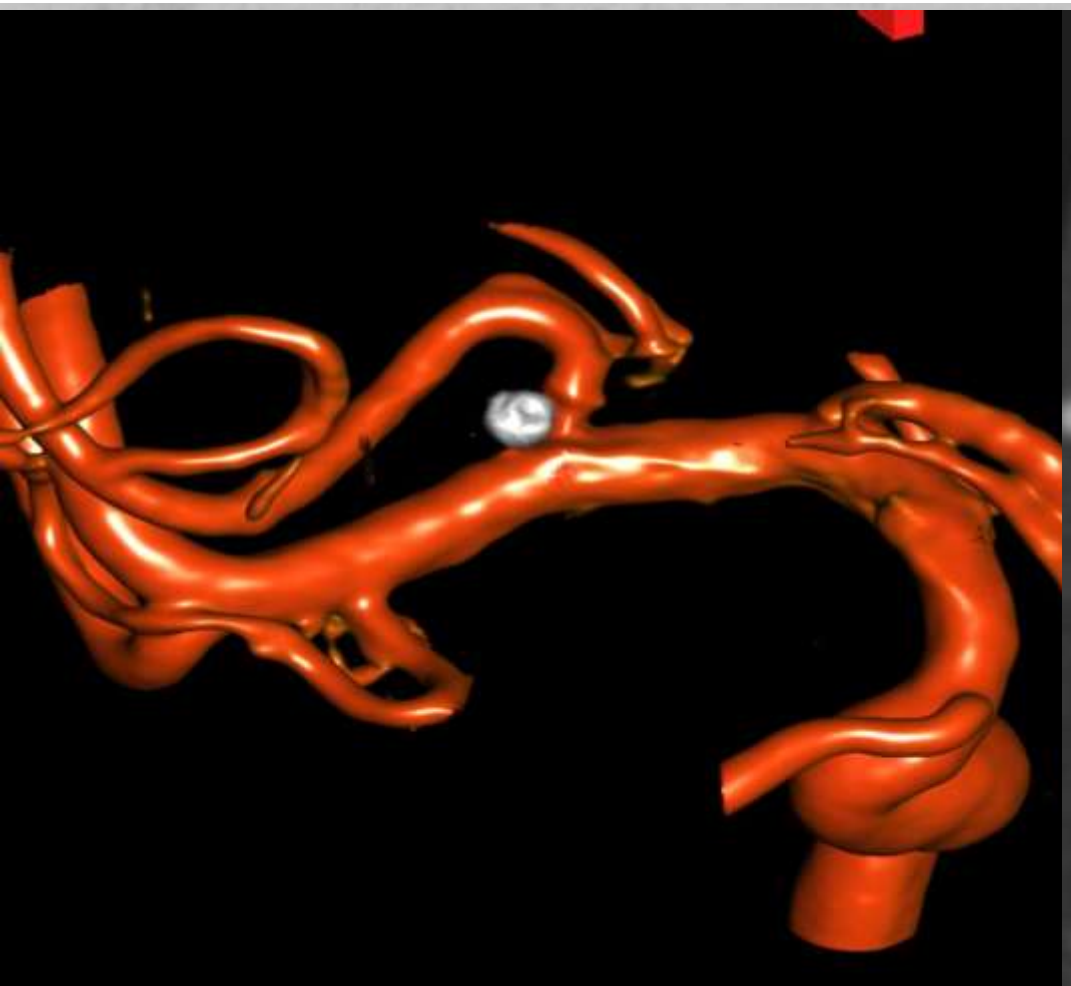
UKGM
UNIVERSITÄTSKLINIKUM
GIESSEN UND MARBURG

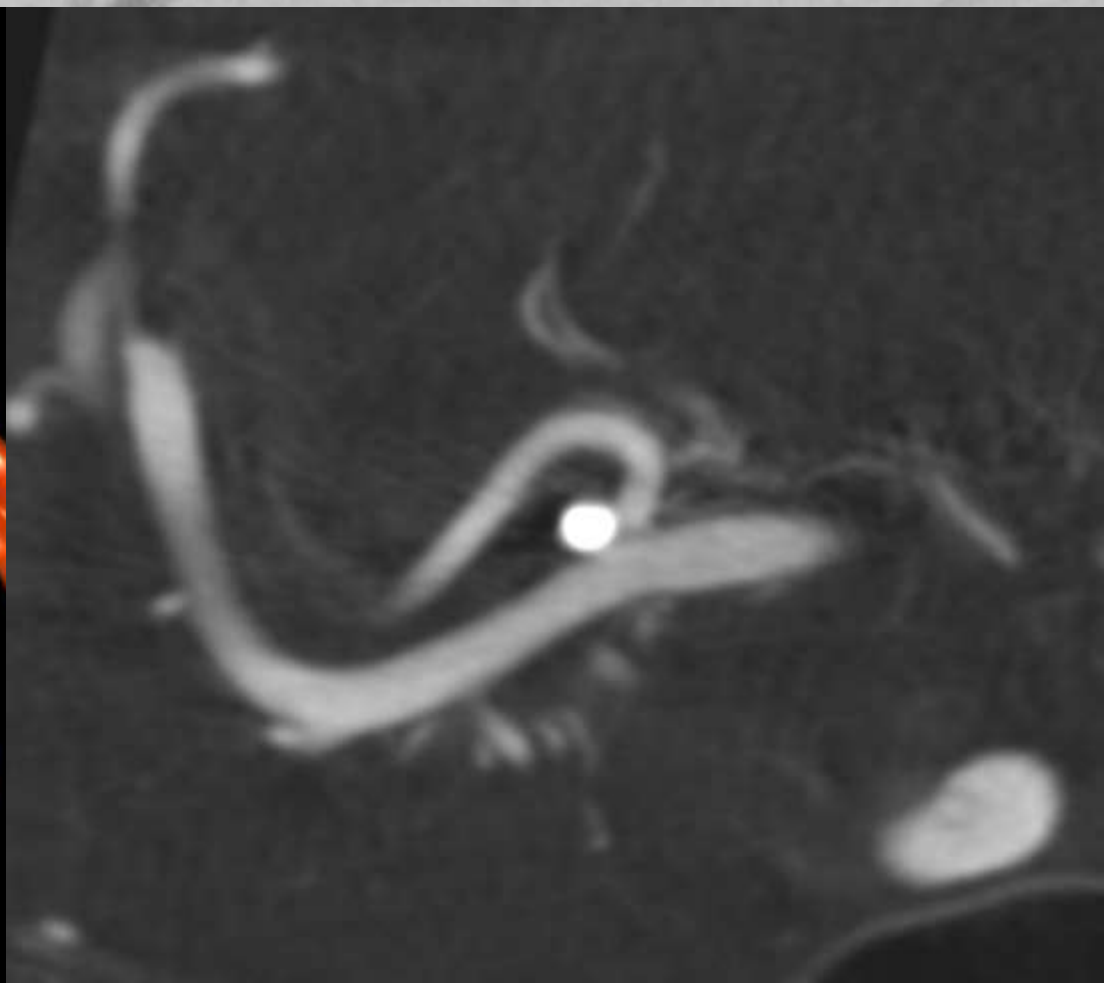




Coils für Aneurysmen: sind Standard!

UKGM
UNIVERSITÄTSKLINIKUM
GIESSEN UND MARBURG





Coils: Risiken?

UKGM
UNIVERSITÄTSKLINIKUM
GIESSEN UND MARBURG

Embolien

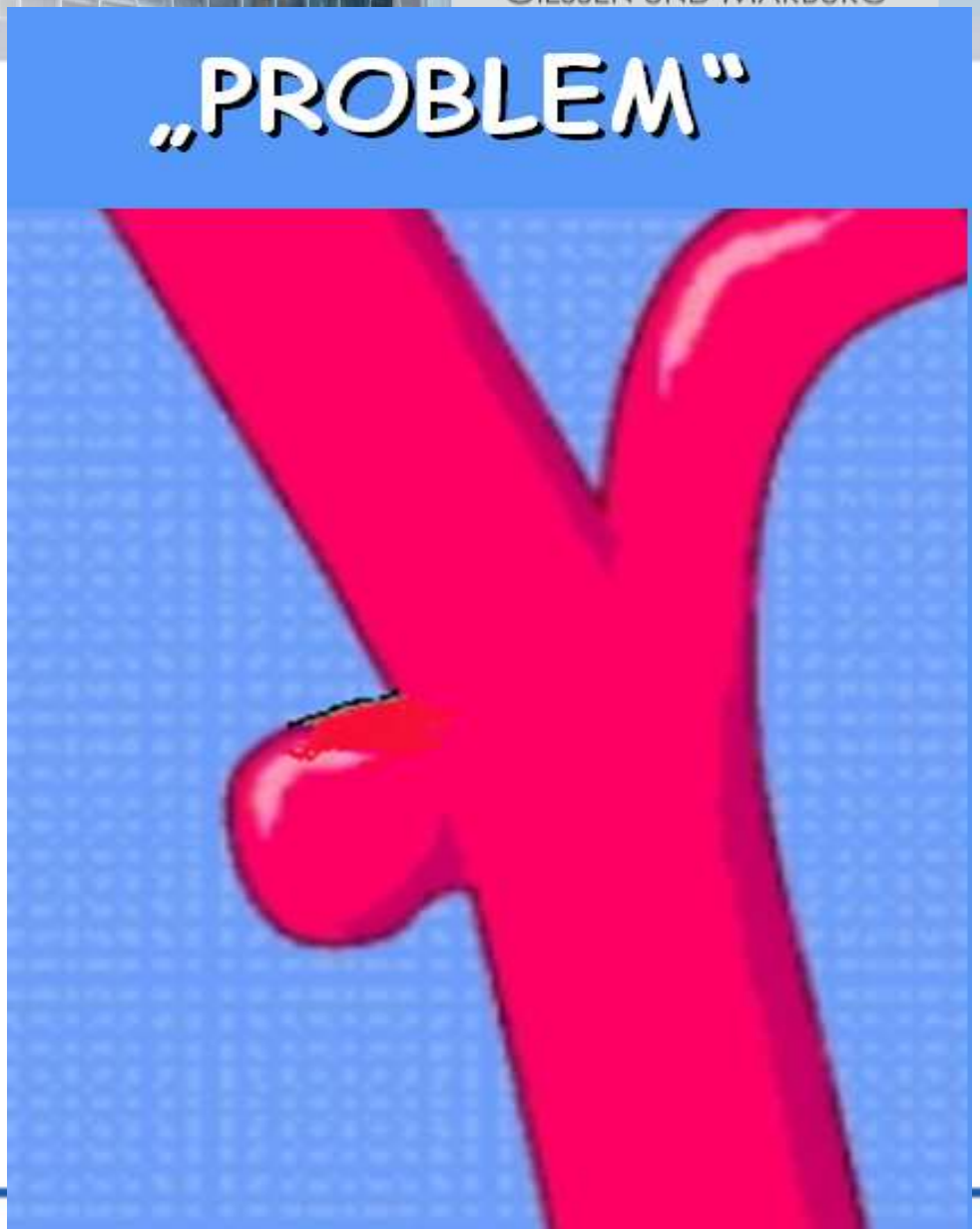
Schlaganfall < 2%

Blutung während der Intenvention <1%

Rezidive: 5-10%

Coils für Aneurysmen: sind Standard!

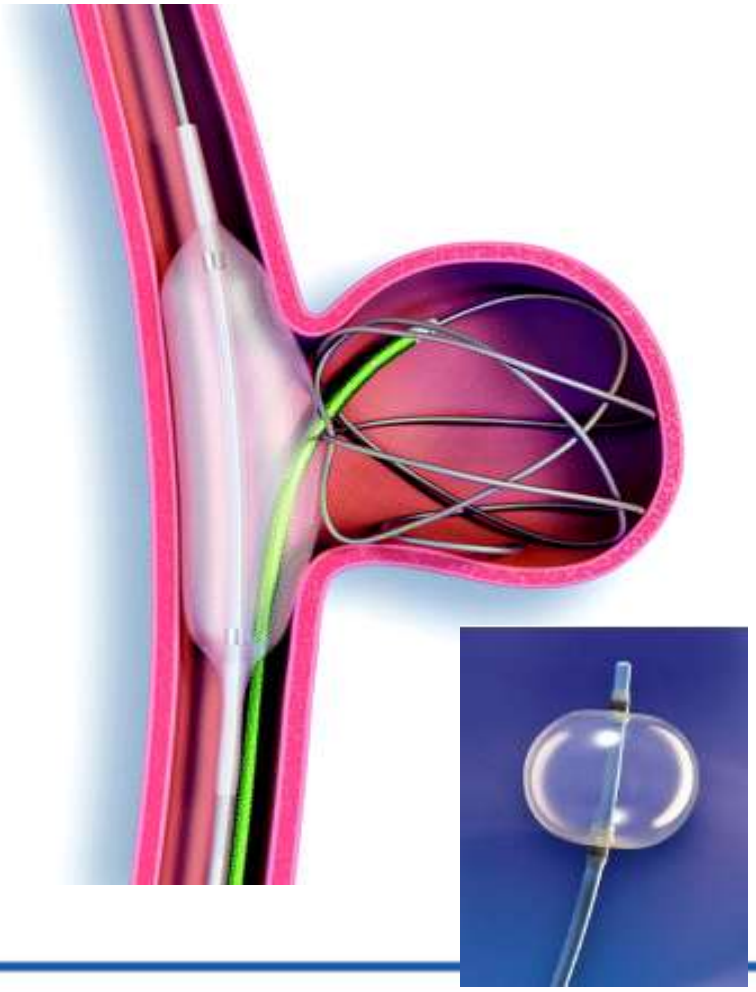
UKGM
UNIVERSITÄTSKLINIKUM
GIESSEN UND MARBURG

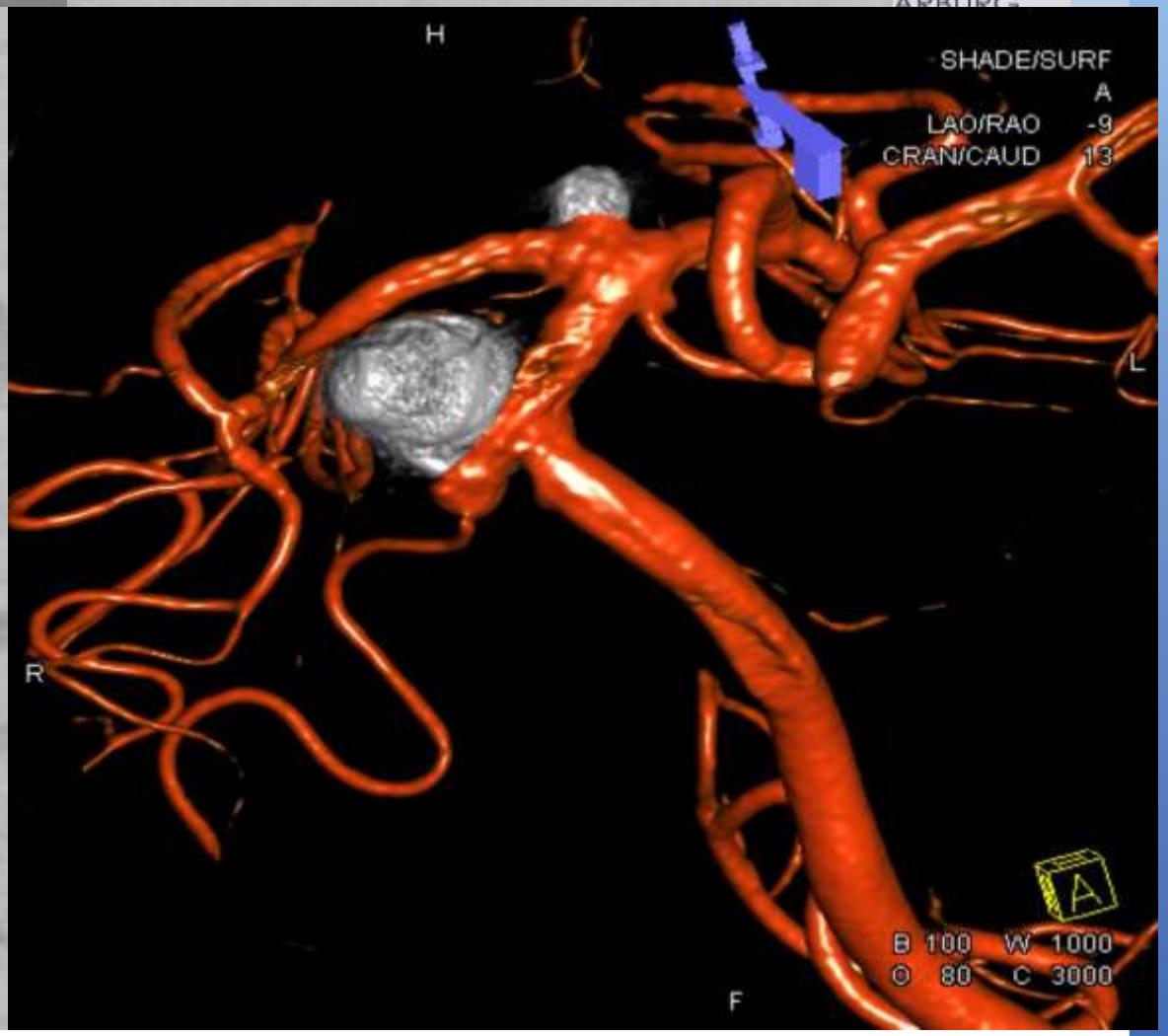


Coils für Aneurysmen: was tun bei „Problemen“?

UKGM
UNIVERSITÄTSKLINIKUM
GIESSEN UND MARBURG

„Abdichten“ am Aneurysmahals, „Anformen“ des Coils, Sicherheit bei Ruptur „Balloon Remodeling“



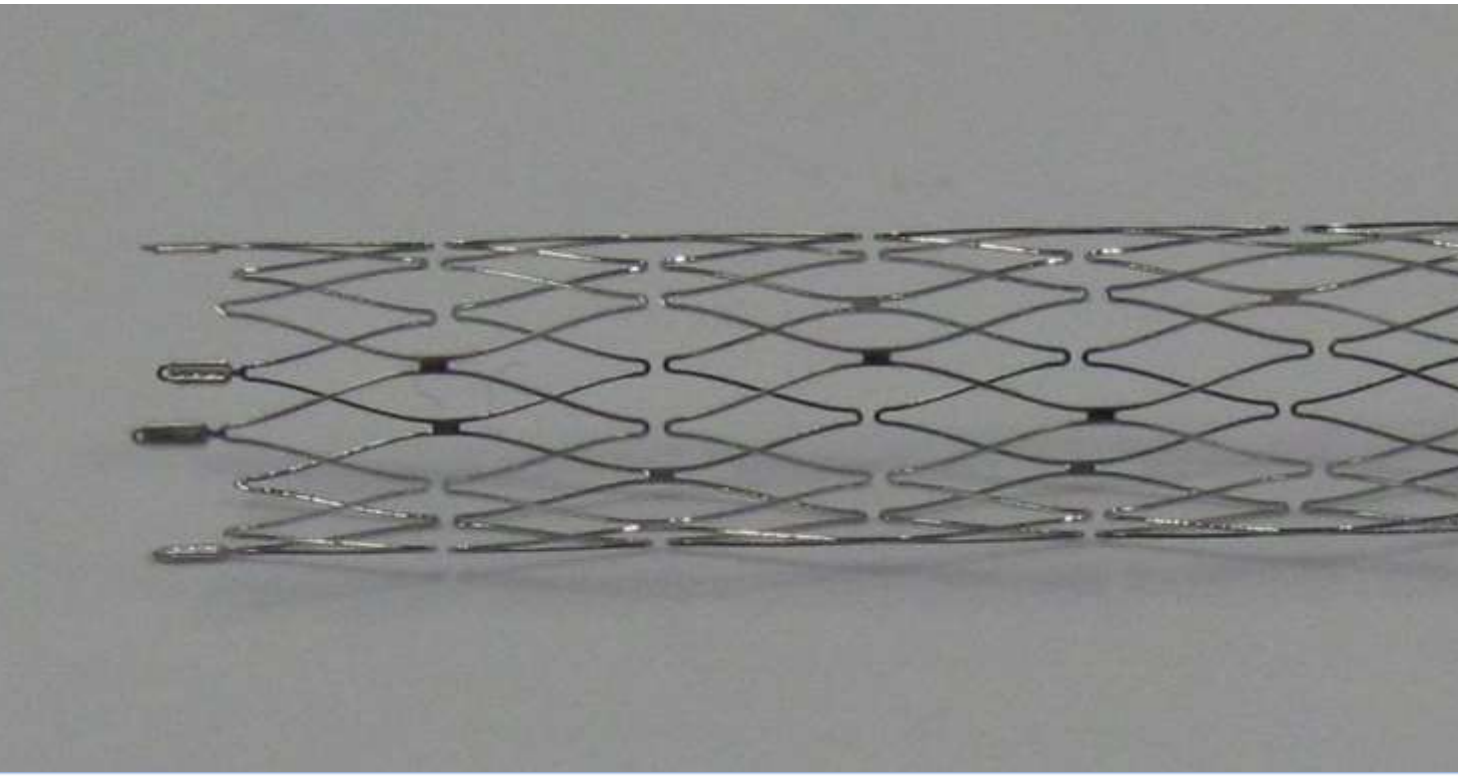

H
SHADE/SURF
A
LAO/RAO -9
CRAN/CAUD 13
L
R
F
B 100 W 1000
O 80 C 3000

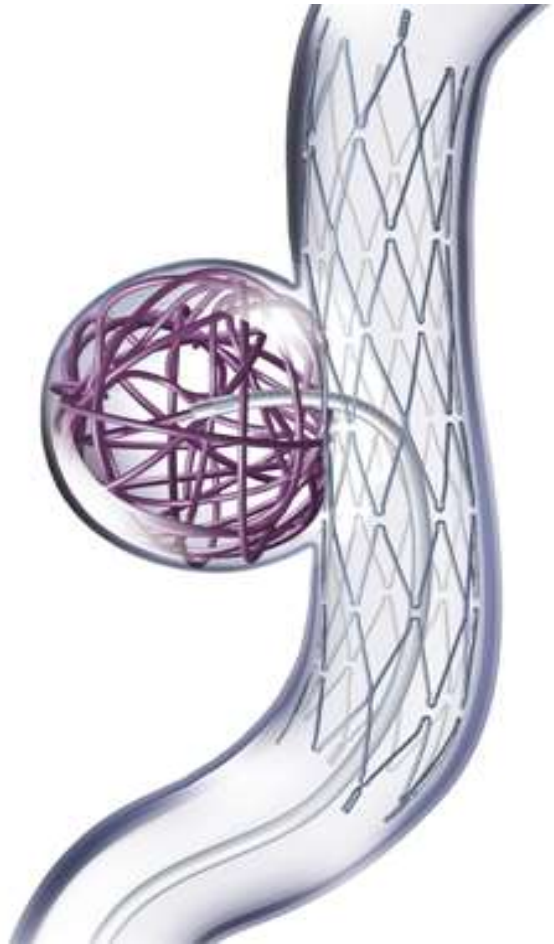
Coils für Aneurysmen: was tun bei „Problemen“?

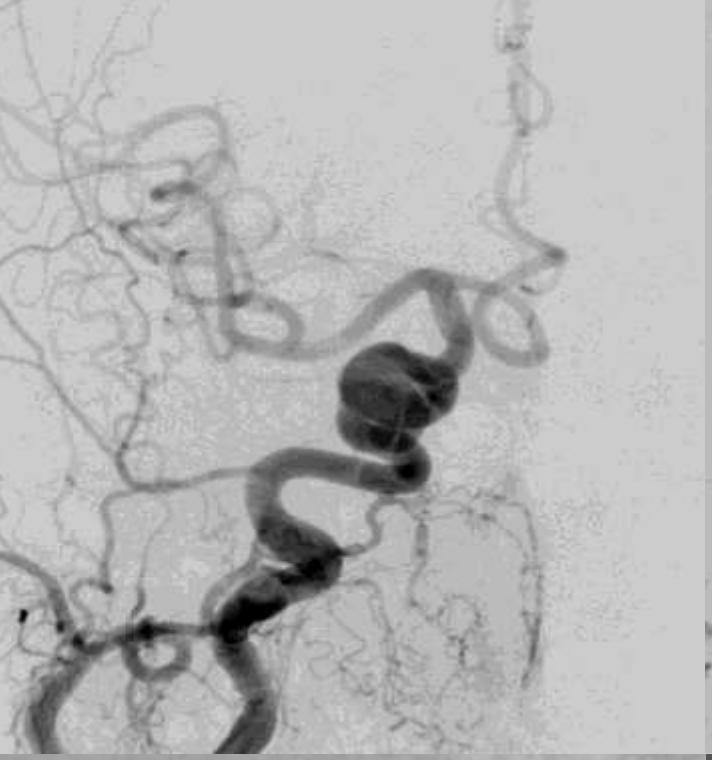
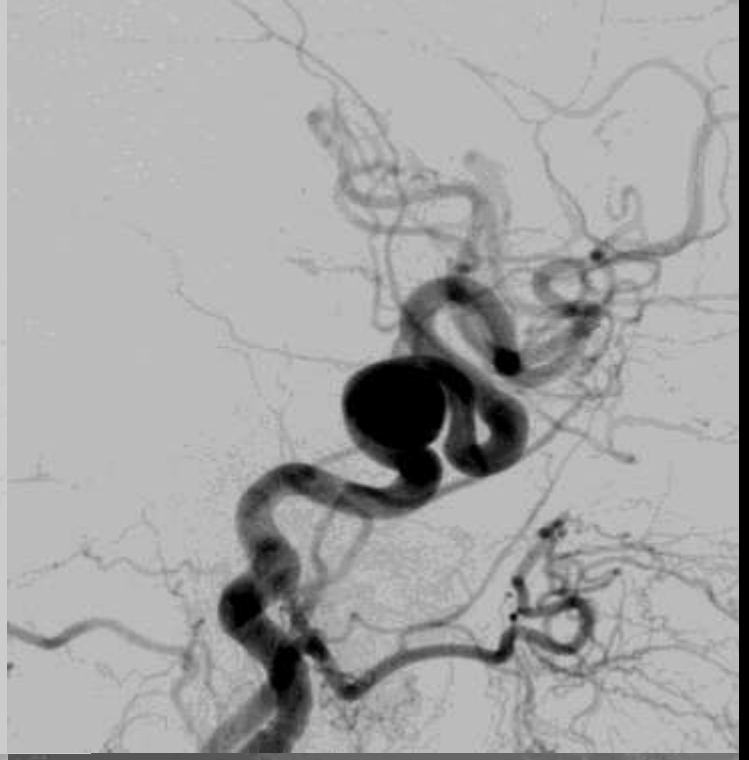
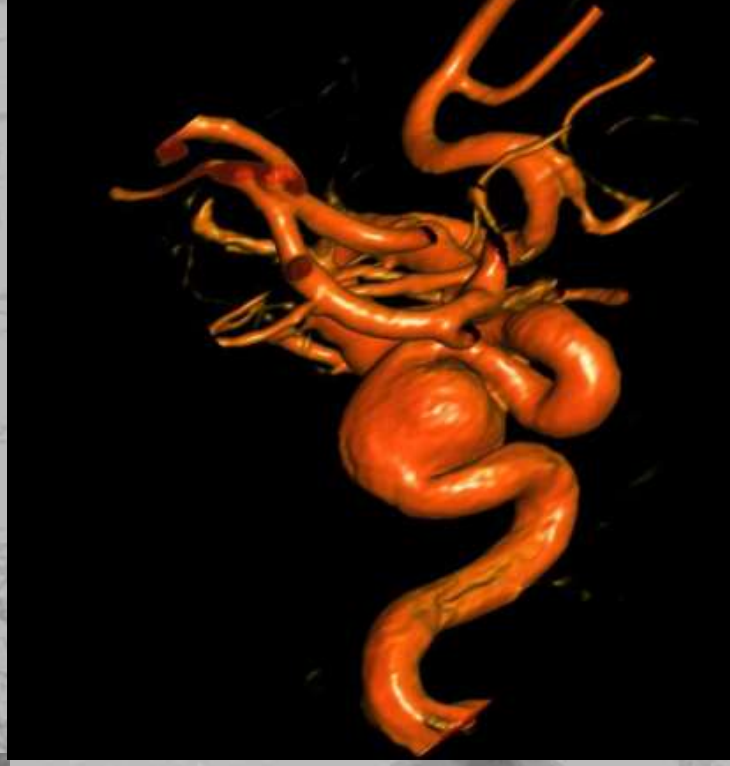
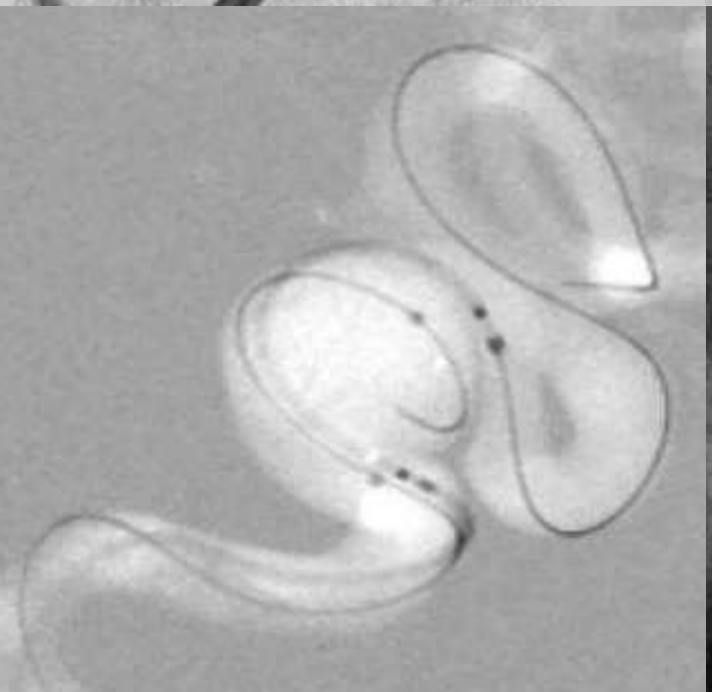
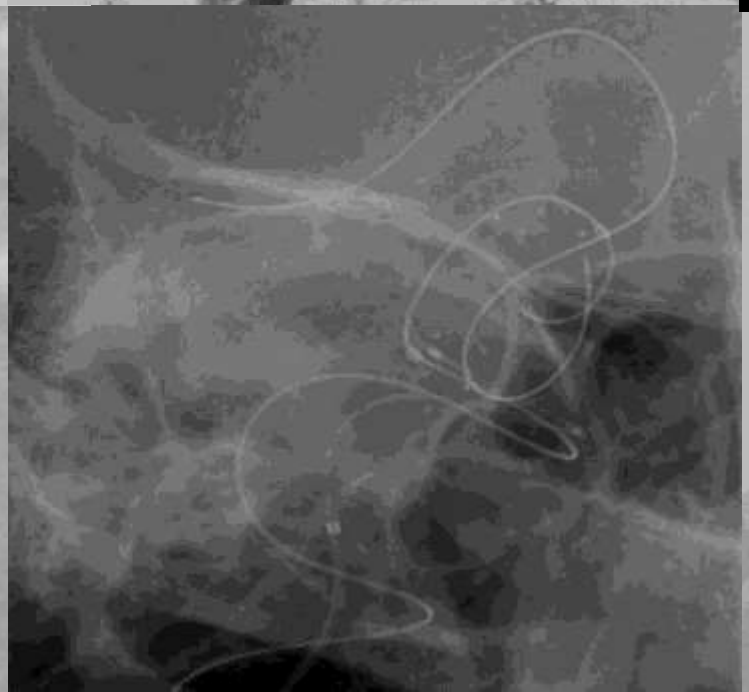
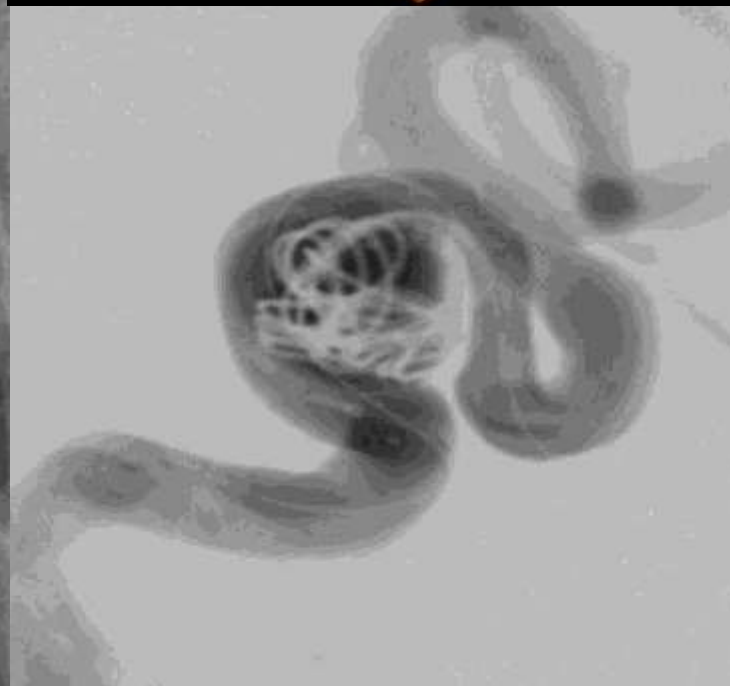
UKGM
UNIVERSITÄTSKLINIKUM
GIESSEN UND MARBURG

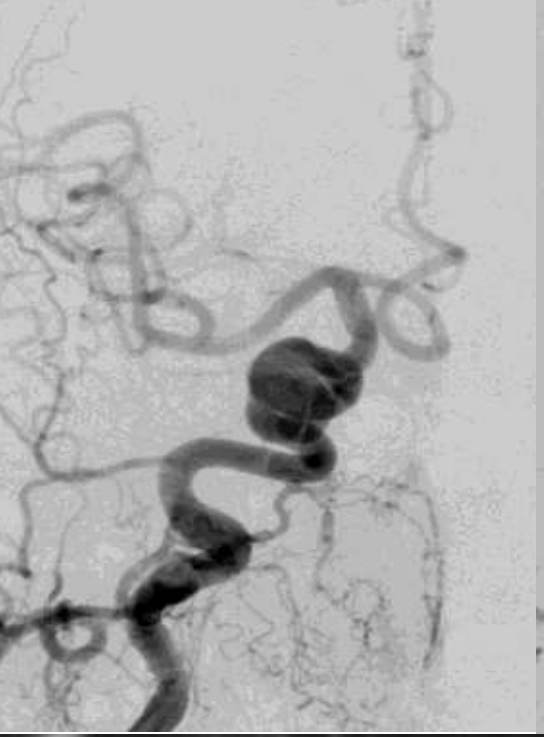
Stents

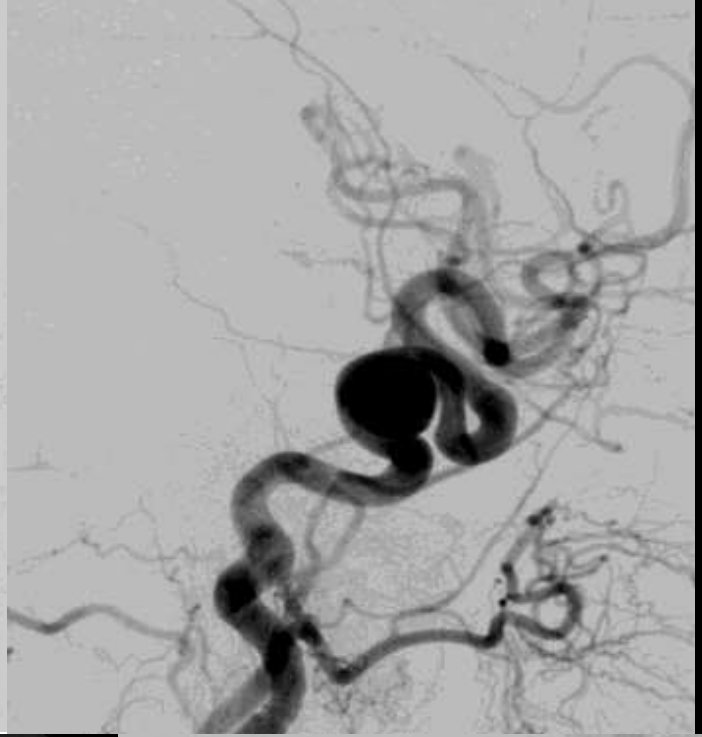
Neuroform war der erste, nun gibt es jede Menge...



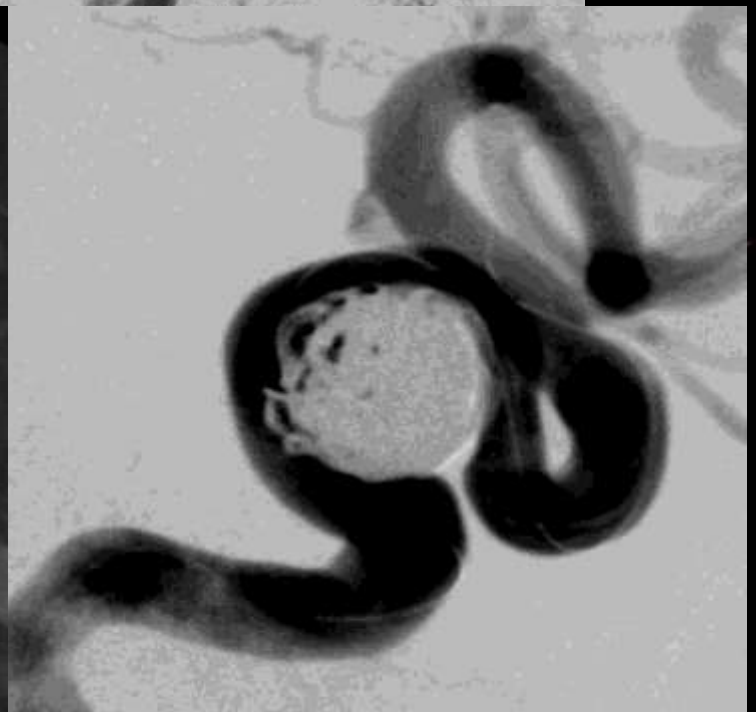







Spin: -110
Tilt: -12



Stents: Nachteile?

Medikation: ASS und Plavix

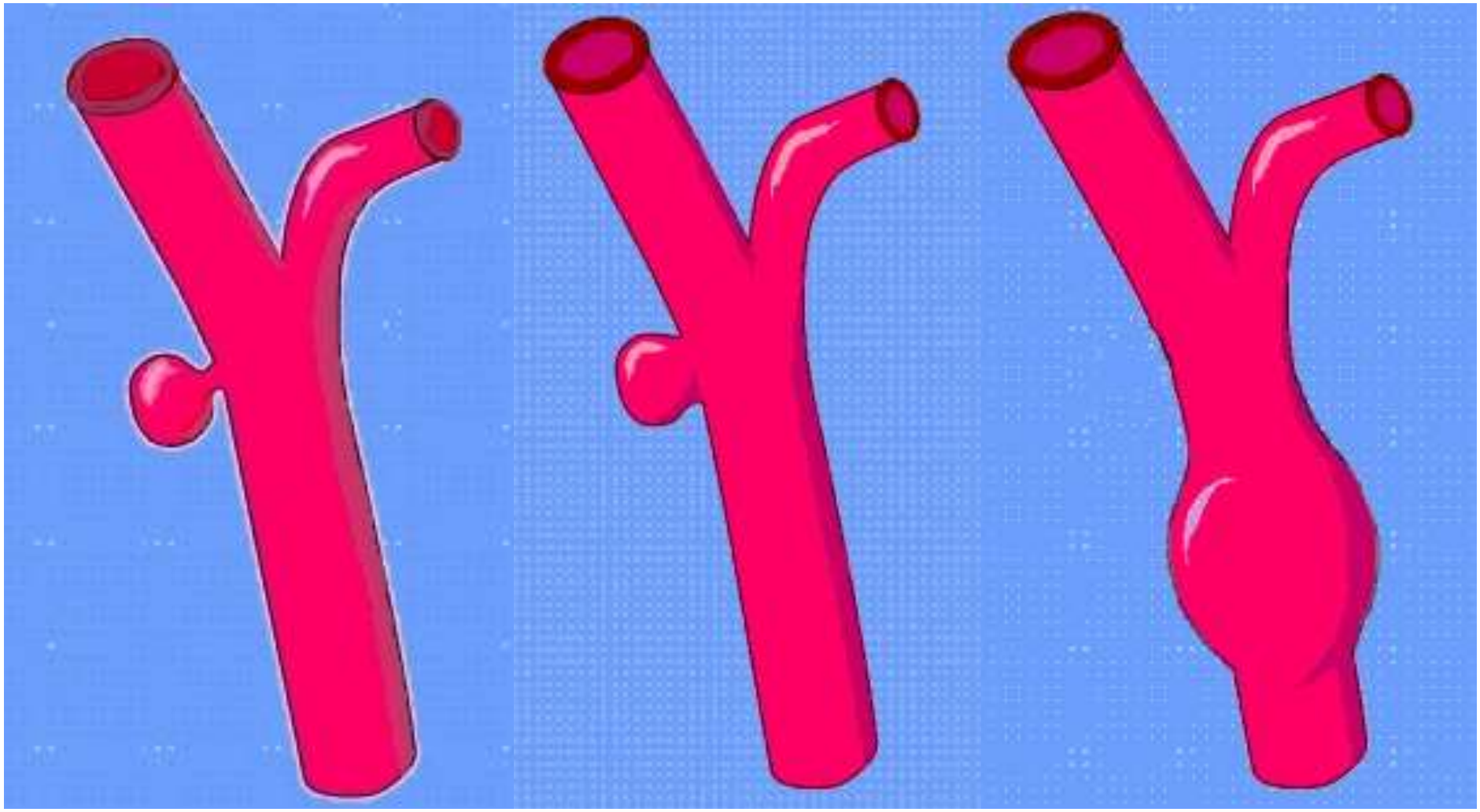
NON Responder

mögliche Intimahyperplasie (1-3%)

Coils für Aneurysmen: geht es auch „ohne“?

UKGM
UNIVERSITÄTSKLINIKUM
GIESSEN UND MARBURG

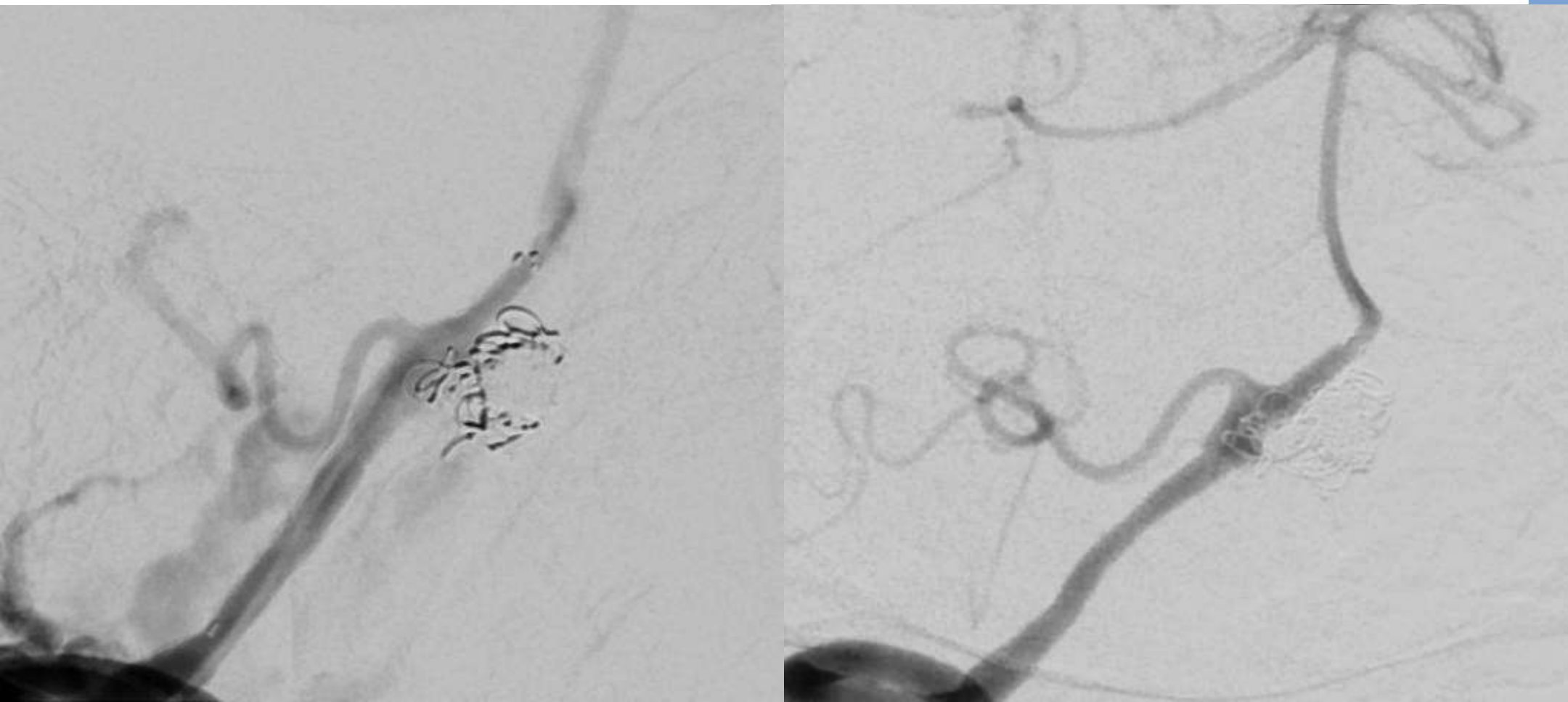
Enger Hals | Weiter Hals | Fusiform



Fusiforme Aneurysmen

UKGM
UNIVERSITÄTSKLINIKUM
GIESSEN UND MARBURG

SAB aus V4 Aneurysma



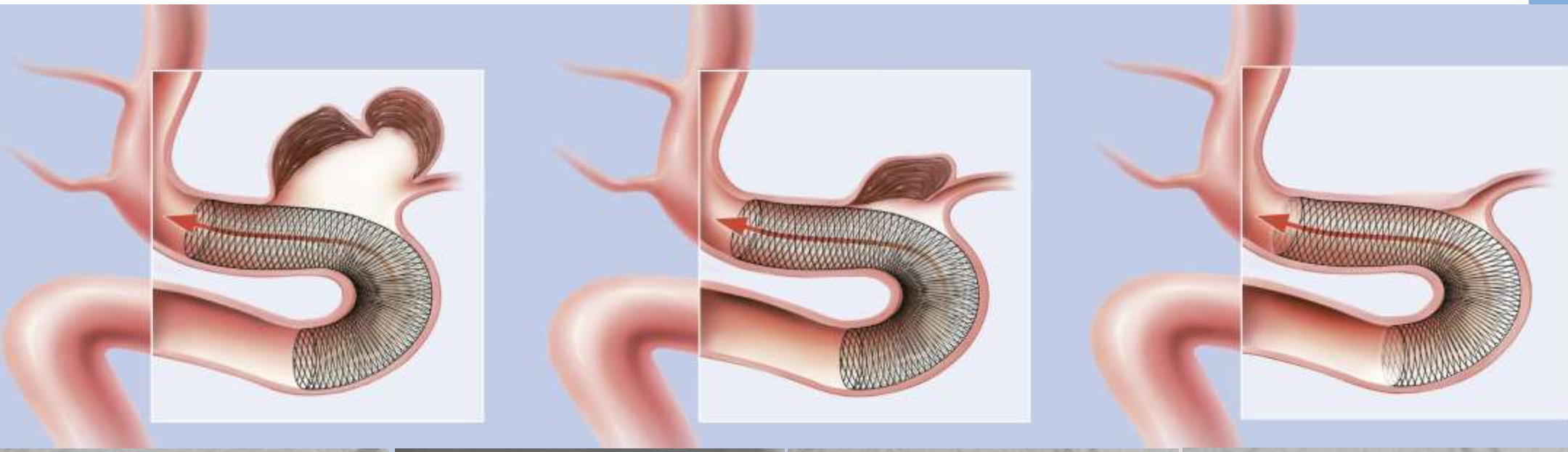
Fusiforme Aneurysmen

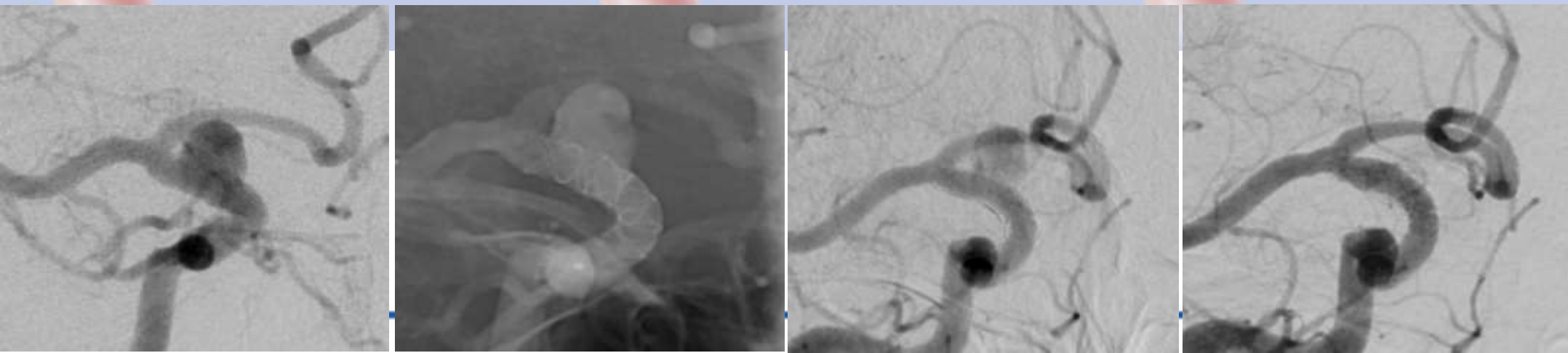
Flow Diverter: „Pipeline“
für fusiforme und
Giant Aneurysms
Idee: den Flow am Aneurysma vorbei lenken und zudem „abdichten“

Flow Diverter

UKGM
UNIVERSITÄTSKLINIKUM
GIESSEN UND MARBURG

„Remodellierung“ der Gefäßwand





Aneurysmen: wann therapieren?

UKGM
UNIVERSITÄTSKLINIKUM
GIESSEN UND MARBURG

Aneurysmen: wann therapieren?

1. **Blutung**

2. **anderweitig symptomatisches Aneurysma**

Aneurysmen: wie?

Aneurysmen: wie?

UKGM
UNIVERSITÄTSKLINIKUM
GIESSEN UND MARBURG

Ein Patient mit einem Aneurysma das einer endovaskulären Therapie zugänglich sollte auch endovaskulär und nicht operativ behandelt werden.

Immer in einem Zentrum

Immer mit NCH besprechen!

ISAT

Die Studie wurde aus ethischen Gründen abgebrochen!

Articles

International Subarachnoid Aneurysm Trial (ISAT) of neurosurgical clipping versus endovascular coiling in 2143 patients with ruptured intracranial aneurysms: a randomised trial

*International Subarachnoid Aneurysm Trial (ISAT) Collaborative Group**

Summary

Background Endovascular detachable coil treatment is being increasingly used as an alternative to craniotomy and clipping for some ruptured intracranial aneurysms, although the relative benefits of these two approaches have yet to be established. We undertook a randomised, multicentre trial to compare the safety
standard neurosurgi
be suitable for both

Methods We enr
intracranial aneurys
neurosurgical clippir
by detachable platir
were assessed at
ascertainment of rel
was the proportion
score of 3–6 (dep
recruitment was sto
planned interim anal

Introduction

Rupture of an intracranial aneurysm causing subarachnoid haemorrhage (SAH) occurs with a frequency of between six and eight per 100 000 in most western populations.[1] Neurosurgical intervention to clip the aneurysm and prevent further bleeding carries both risks and benefits. In the 1960s, McKissock and

	Endovascular treatment (n=959)	Neurosurgery (n=947)
Modified Rankin scale		
0 No symptoms	192 (20·0%)	138 (14·6%)
1 Minor symptoms	275 (28·7%)	245 (25·9%)
2 Some restriction in lifestyle	248 (25·9%)	219 (23·1%)
(0–2 inclusive)	*715 (74·6%)*	*602 (63·6%)*
3 Significant restriction in lifestyle	95 (9·9%)	172 (18·2%)
4 Partly dependent	29 (3·0%)	39 (4·1%)
5 Fully dependent	48 (5·0%)	55 (5·8%)
6 Dead	72 (7·5%)	79 (8·3%)
(3–6 inclusive)	*244 (25·4%)*	*345 (36·4%)*

Data in italics are primary outcome.

Table 5: **Outcome at 2 months in 1906 patients**

Lancet 2002;360;1267-1274

Aneurysmen: wann therapieren?

UKGM
UNIVERSITÄTSKLINIKUM
GIESSEN UND MARBURG

Was machen wir mit den inzidentellen Aneurysmen?

The NEW ENGLAND JOURNAL of MEDICINE

N Engl J Med 2012;366

ORIGINAL ARTICLE

The Natural Course of Unruptured Cerebral Aneurysms in a Japanese Cohort

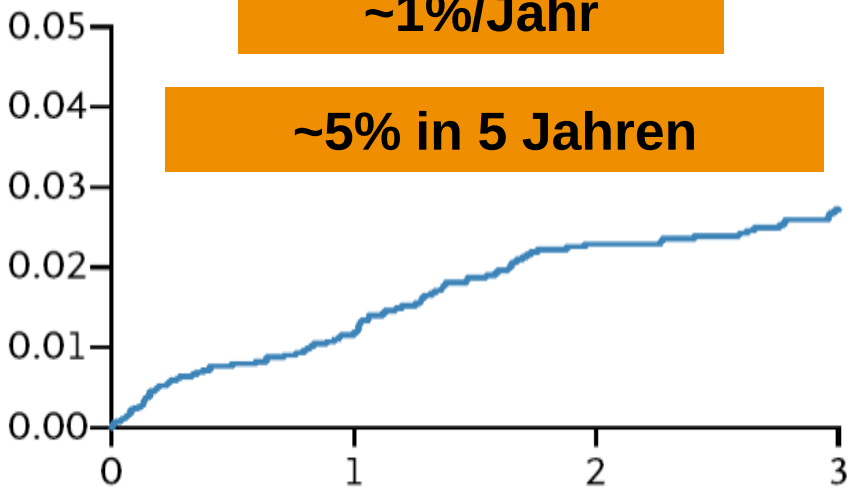
The UCAS Japan Investigators*

n = 5720 Pat.

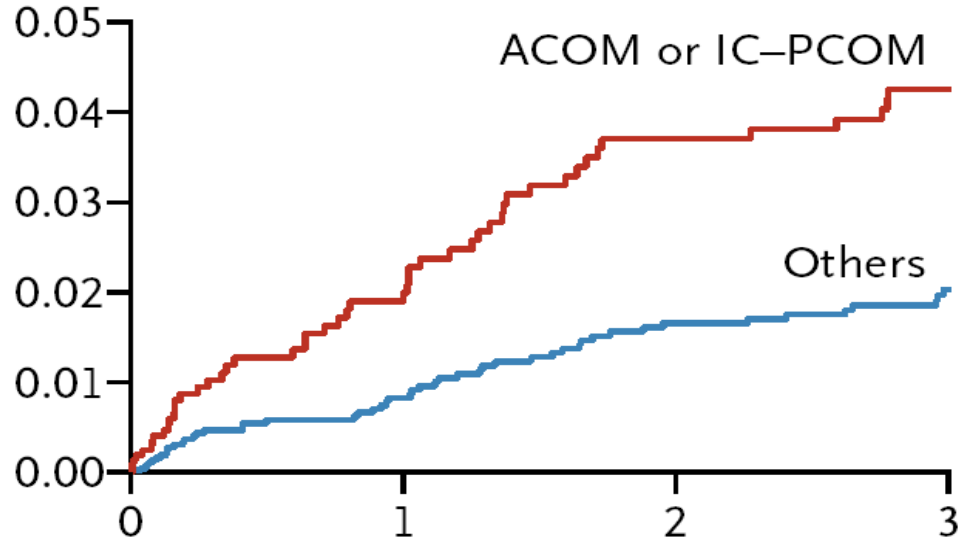
Aneurysma >3mm

~1%/Jahr

~5% in 5 Jahren



Lokalisation



The NEW ENGLAND JOURNAL of MEDICINE

N Engl J Med 2012;366:2474

ORIGINAL ARTICLE

The Natural Course of Unruptured Cerebral Aneurysms in a Japanese Cohort

The UCAS Japan Investigators*

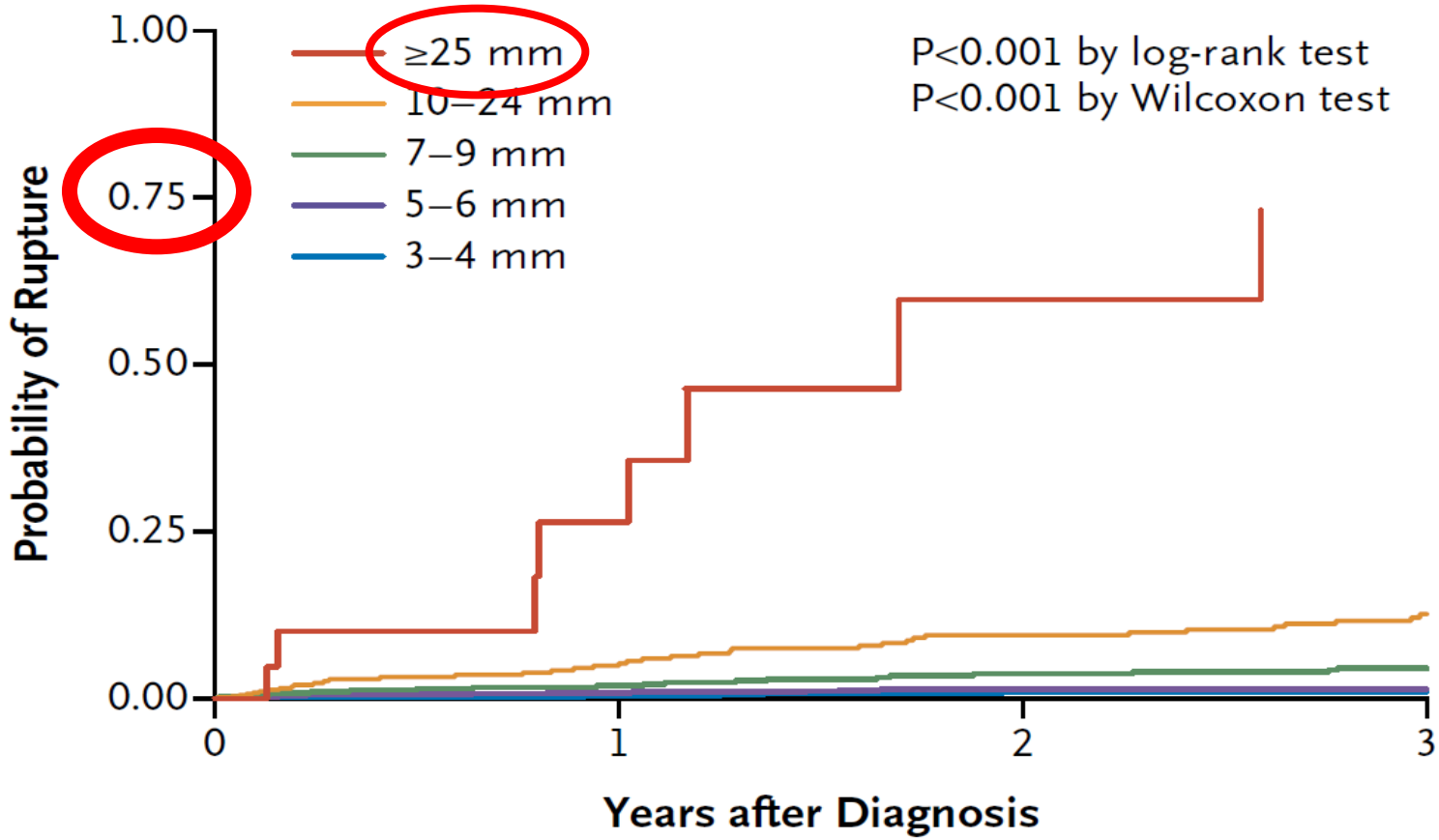


Table 2. Risk Factors Associated with Rupture of Cerebral Aneurysms.*

Risk Factor	Hazard Ratio (95% CI)	P Value
Female sex	1.54 (0.99–2.42)	0.05
Age ≥70 yr	1.21 (0.81–1.78)	0.34
Hypertension	1.41 (0.96–2.07)	0.08
Hyperlipidemia	0.54 (0.28–1.03)	0.06
Daughter sac	1.63 (1.08–2.48)	0.02
Largest dimension of aneurysm		
3–4 mm	Reference	
5–6 mm	1.13 (0.58–2.22)	0.71
7–9 mm	3.35 (1.87–6.00)	<0.001
10–24 mm	9.09 (5.25–15.74)	<0.001
≥25 mm	76.26 (32.76–177.54)	<0.001
Location of aneurysm		
Middle cerebral artery	Reference	
Anterior communicating artery	2.02 (1.13–3.58)	0.02
Internal carotid artery	0.43 (0.18–1.01)	
Internal carotid–posterior communicating artery	1.90 (1.12–3.21)	
Basilar tip and basilar–superior cerebellar artery	1.49 (0.78–2.83)	
Vertebral artery–posterior inferior cerebellar artery and vertebrobasilar junction	0.68 (0.16–2.87)	0.60
Other	1.48 (0.61–3.60)	0.39

Größe, Lokalisation und Form des Aneurysmas

Improved Cognitive Outcomes With Endovascular Coiling of Ruptured Intracranial Aneurysms

Neuropsychological Outcomes From the International Subarachnoid Aneurysm Trial (ISAT)

Richard B. Scott, PhD; Fiona Eccles, DPhil; Andrew J. Molyneux, MBBChir; Richard S.C. Kerr, MS; Peter M. Rothwell, FMedSci; Katherine Carpenter, Dip Psych

Background and Purpose—The International Subarachnoid Aneurysm Trial (ISAT) reported lower rates of death and disability with endovascular versus neurosurgical treatment of ruptured intracranial aneurysms. However, assessment of functional outcome was limited to the modified Rankin Scale, which is known to be insensitive to cognitive function. A neuropsychological substudy (N-ISAT) was therefore done in all recruits from 8 ISAT centers in the United Kingdom.

Methods—Detailed neuropsychological assessment was performed at a 12-month follow-up visit. Impairment was defined as performance below the 5th perc tests in ≥2 major cognitive domains. Analysis was restricted to patients w according to the modified Rankin Scale (ie, modified Rankin Scale 0 to 2).

When the air hit`s your brain, you will never be the same!

Results—Of 836 patients randomized ed endovascular treatment versus 425 neurosurgery), 224 were dead or di ted endovascular treatment versus 135 neurosurgery). Of the remaining 61 ssessment, 137 (65 allocated endovascular treatment versus 72 neurosurgery) did not attend. Of the 474 nondisabled patients who were assessed, 152 (32.1%) had cognitive impairment. Patients with cognitive impairment had reduced self-reported health-related quality of life ($P<0.001$) in both treatment groups, but cognitive impairment was less common in those allocated endovascular treatment (70 of 262 versus 82 of 212 allocated neurosurgery, OR=0.58, 95% CI 0.38 to 0.87, $P=0.0055$). The incidence of epilepsy was also lower in the N-ISAT endovascular group (7 versus 18, OR=0.30, 0.11 to 0.77, $P=0.005$) but was independent of the effect on cognitive function.

Conclusions—Cognitive impairment occurred in approximately one third of patients who were not otherwise disabled according to the modified Rankin Scale in N-ISAT and was more frequent in the neurosurgery group. These results have implications for management of ruptured intracranial aneurysms and more generally for interpretation of the outcomes of clinical trials that use the modified Rankin Scale. (***Stroke*. 2010;41:1743-1747.)**

Epilepsy after subarachnoid hemorrhage: the frequency of seizures after clip occlusion or coil embolization of a ruptured cerebral aneurysm

Results from the International Subarachnoid Aneurysm Trial

Clinical article

Yvonne Hart, F.R.C.P.,[1] Mary Sneade, B.A.,[2] Jacqueline Birks, M.Sc.,[3] Joan Rischmiller, R.G.N.,[2] Richard Kerr, F.R.C.S.,[2] and Andrew Molyneux, F.R.C.R.[2]

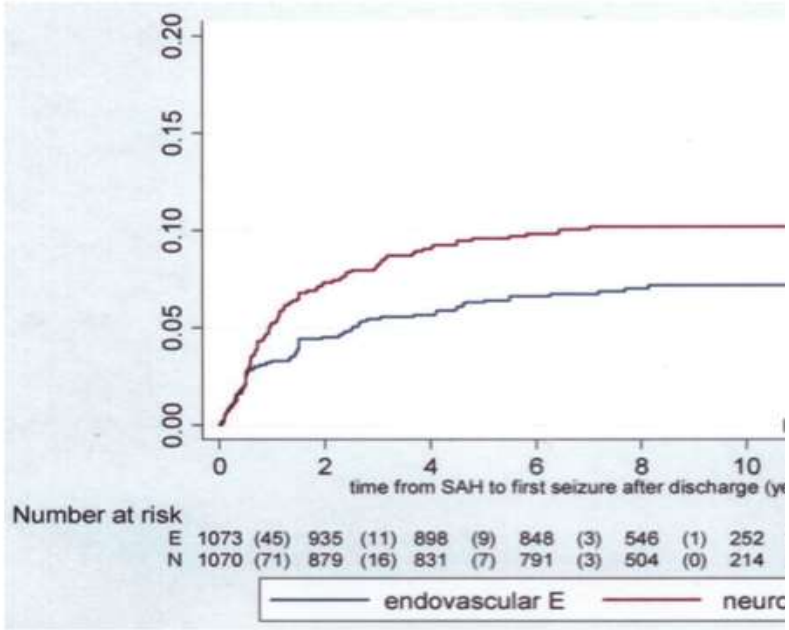


Fig. 2. Kaplan-Meier graph of cumulative risk of seizure after discharge for patients followed maximum of 14 years after SAH, by treatment group.

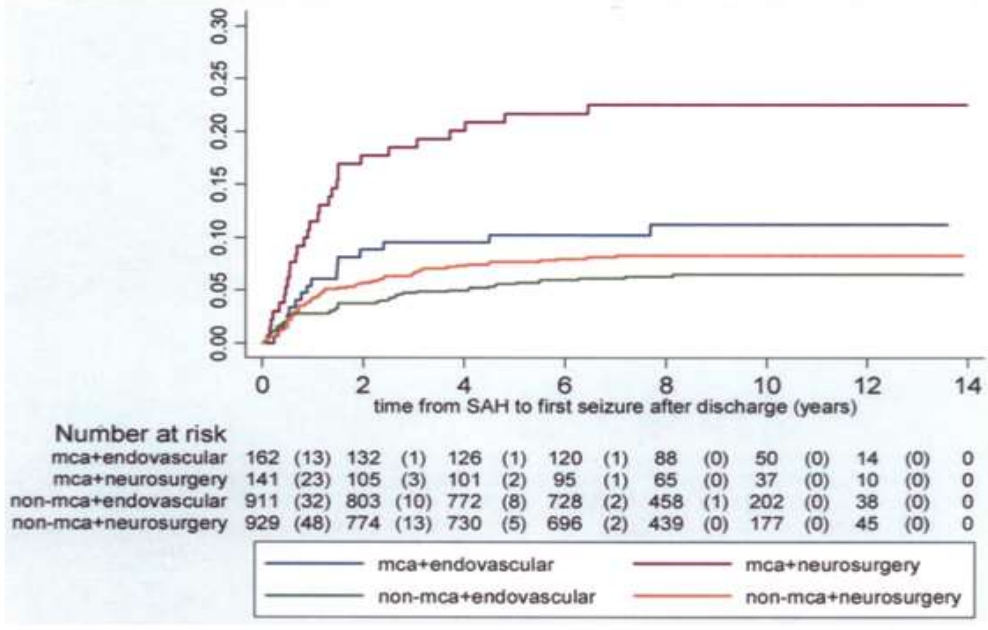


Fig. 3. Kaplan-Meier graph of cumulative risk of seizure after discharge for patients followed for a minimum of 6 years and a maximum of 14 years, by treatment group and the site of the aneurysm (MCA or other location).

Risk of Aneurysm Recurrence in Patients With Clipped Cerebral Aneurysms

Results of Long-Term Follow-Up Angiography

K. Tsutsumi, MD; Keisuke Ueki, MD; Akio Morita, MD; Masaaki Usui, MD; Takaaki Kirino, MD

2.9% Rezidive bei geklippten Aneurysmen

Backgr ...noid hem... ...f the long-term results of clipping is becoming important.

Methods —Of 412 patients who underwent clipping of ruptured or unruptured cerebral aneurysms at our institution between 1976 ... younger than 8... (35.6%) agreed to undergo angiography. In addition, 32 patients underwent angiography for new medical indications other than SAH. Therefore, 112 patients underwent angiography, representing a total of 140 clipped aneurysms.

De novo aneurysms were detected in 9 of 112 (8.0%) patients.

Results —The mean interval from surgery was 9.3 years for all patients and 9.0 years for the clipped aneurysms (range 3 to 21 years). Four ... presenting 3 of 125 completely clipped ... not studied with postoperative angi... ...nual rate of de novo aneurysm formation was 0.89%.

Pi mal Daumen 10% haben nach 10 Jahren komplett neue Aneurysmen!

Conclusions —This study shows that the annual rate of de novo aneurysm formation is relatively high (0.89%) and that the cumulative risk becomes significant after 9 years. In consideration of the fatality rate of SAH, follow-up angiography may be indicated for patients with clipped aneurysms 9 to 10 years after surgery. **(*Stroke*. 2001;32:1191-1194.)**

Neuroradiology (2008) 50:653–664
DOI 10.1007/s00234-008-0411-9

INVITED REVIEW

Systematic review of reviews of risk factors for intracranial aneurysms

Mike Clarke

hohes Risiko:

Frauen
Höheres Alter
Hinterer Kreislauf
Größere Aneurysmen
Symptome
„Nicht-Weiße“
Familiäre Aneurysmen
Bluthochdruck
Niedriger BMI
Rauchen (OR: 4,0↓1,3)
Alkohol (>150 g pro Woche)

Neuroradiology (2008) 50:653–664
DOI 10.1007/s00234-008-0411-9

INVITED REVIEW

Systematic review of reviews of risk factors for intracranial aneurysms

Mike Clarke

hohes Risiko:

Frauen
Höheres Alter
Hinterer Kreislauf
Größere Aneurysmen
Symptome
„Nicht-Weiße“
Familiäre Aneurysmen
Bluthochdruck
Niedriger BMI
Rauchen (OR: 4,0↓1,3)
Alkohol (>150 g pro Woche)

niedriges Risiko:

Hohes Cholesterin
Diabetes

Alle behandeln

Alle nicht behandeln

Aneurysmen: wann therapieren?

UKGM
UNIVERSITÄTSKLINIKUM
GIESSEN UND MARBURG

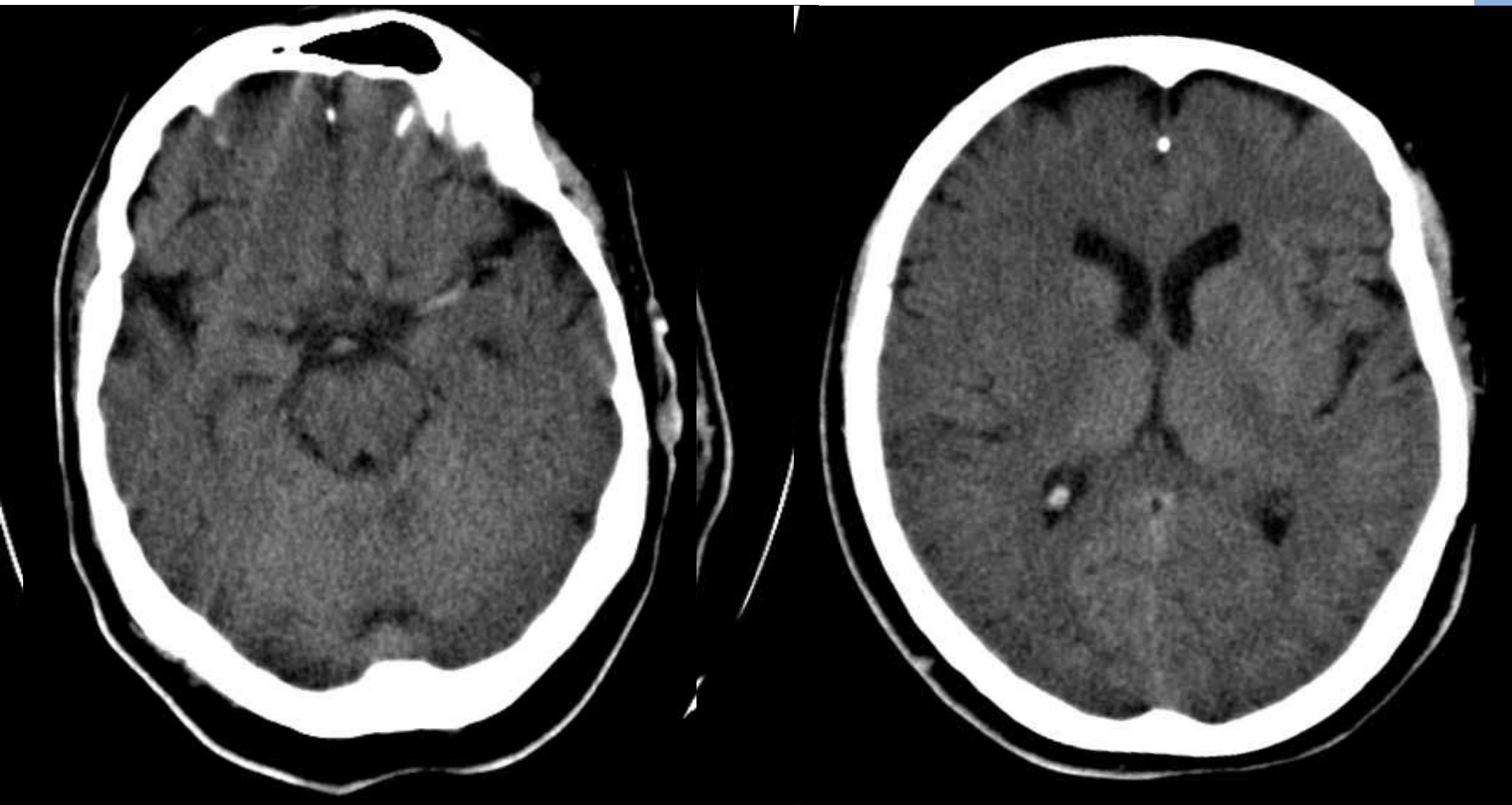
Was machen wir mit den inzidentellen Aneurysmen?

Individuelle Therapieentscheidung, Pat. sollte in einem Zentrum beraten werden!

Es gibt keine Studie die an Patienten mit inzidentellen Aneurysmen die die Über/Unterlegenheit OP vs Endovaskulär geprüft hätte.

Computertomographie (CT): Blutung oder Ischämie?

UKGM
UNIVERSITÄTSKLINIKUM
GIESSEN UND MARBURG

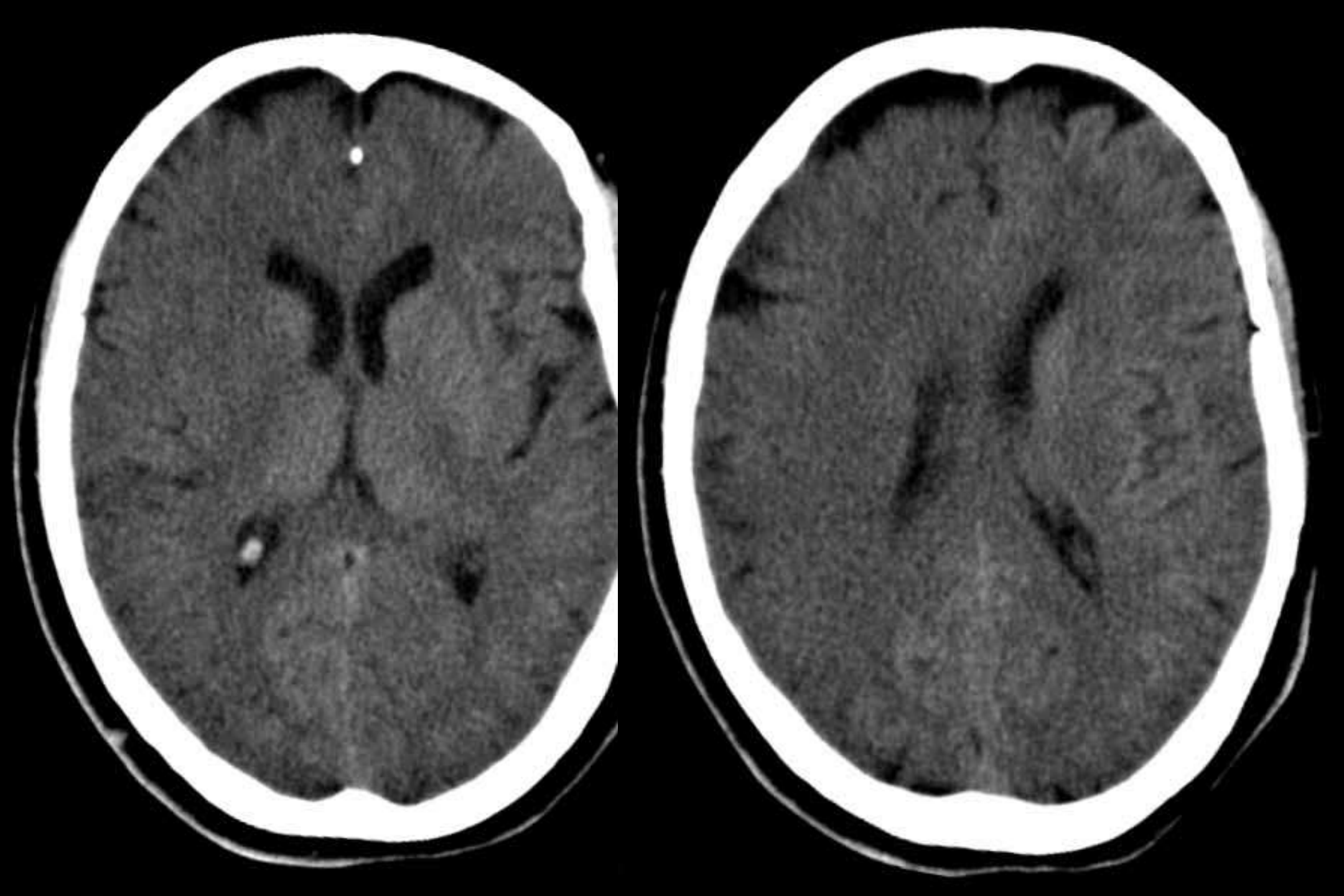


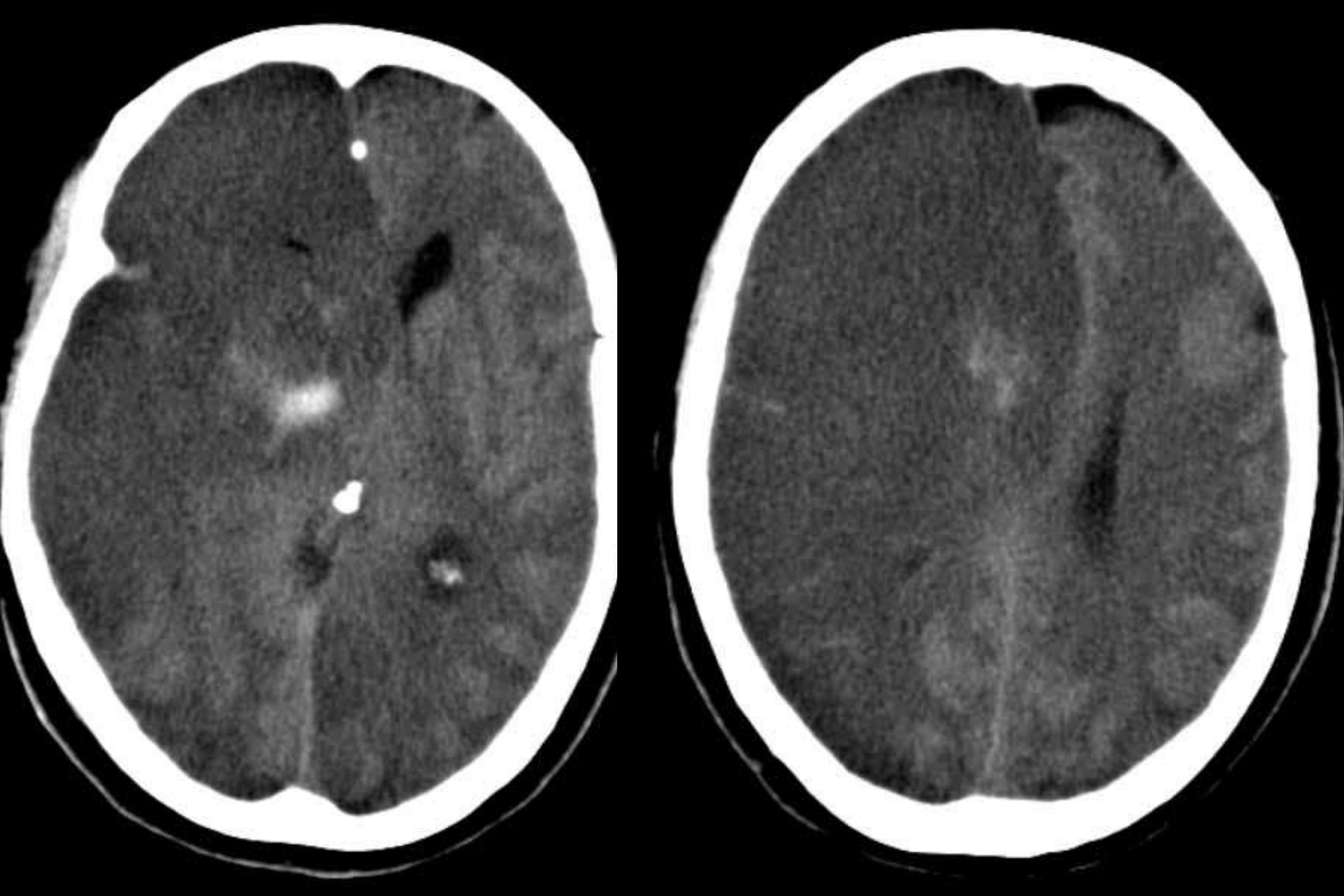
Computertomographie (CT): Blutung oder Ischämie?

UKGM
UNIVERSITÄTSKLINIKUM
GIESSEN UND MARBURG

Frühzeichen:

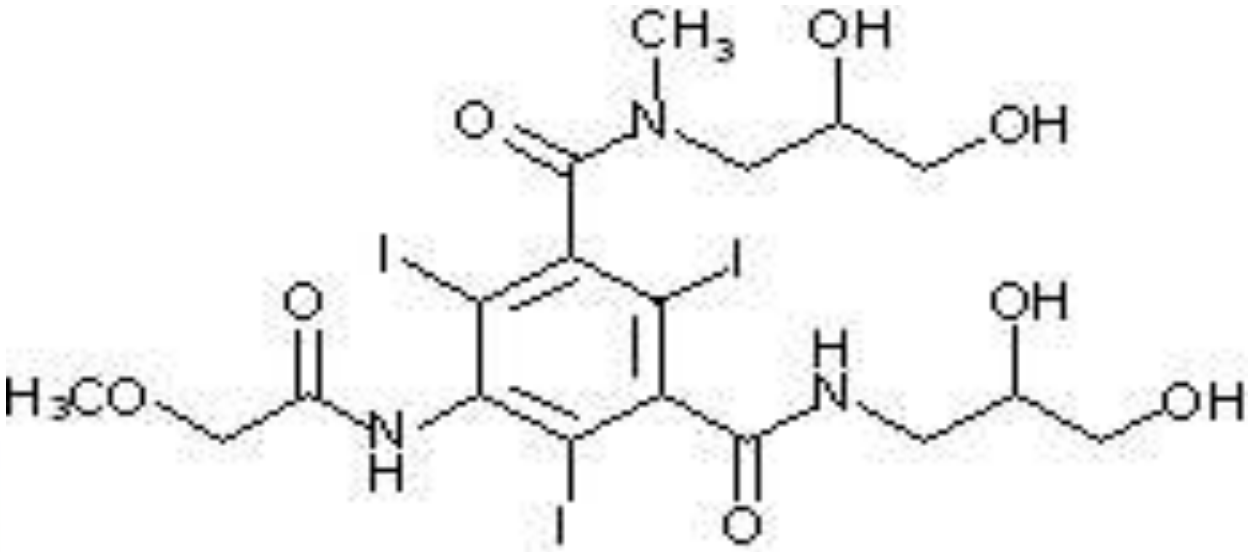
- **hyperdense Media Zeichen**
- **lokale Schwellung**
- **Abblassen des Cortex/verstriche Mark-Rinden-Differenzierung**





UKGM
UNIVERSITÄTSKLINIKUM
GIESSEN UND MARBURG

Nachweis Infarkt: Frühzeichen sind diskret!
Hilft Kontrastmittel weiter?

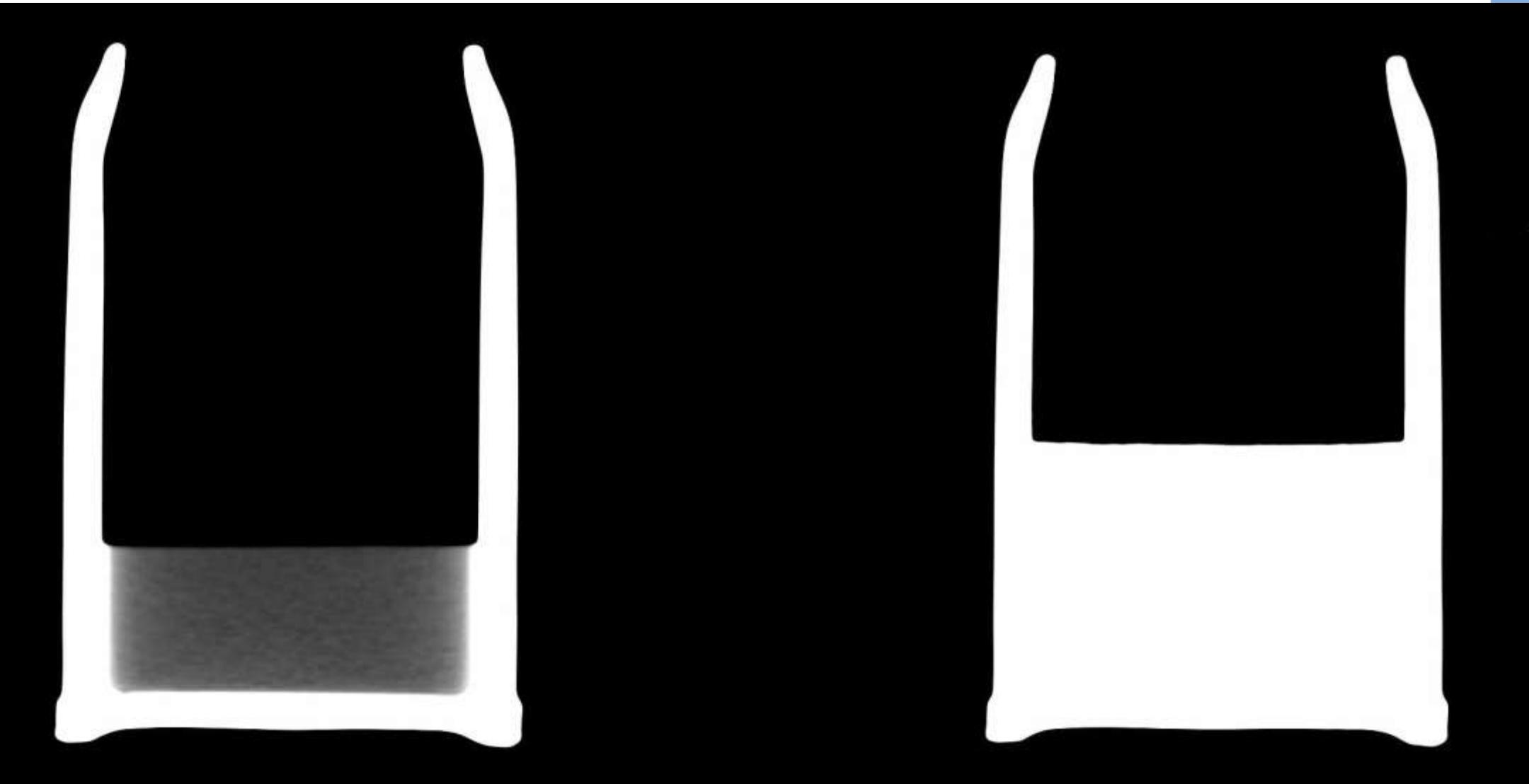


UKGM
UNIVERSITÄTSKLINIKUM
GIESSEN UND MARBURG

Nachweis Infarkt: Hilft Kontrastmittel weiter?

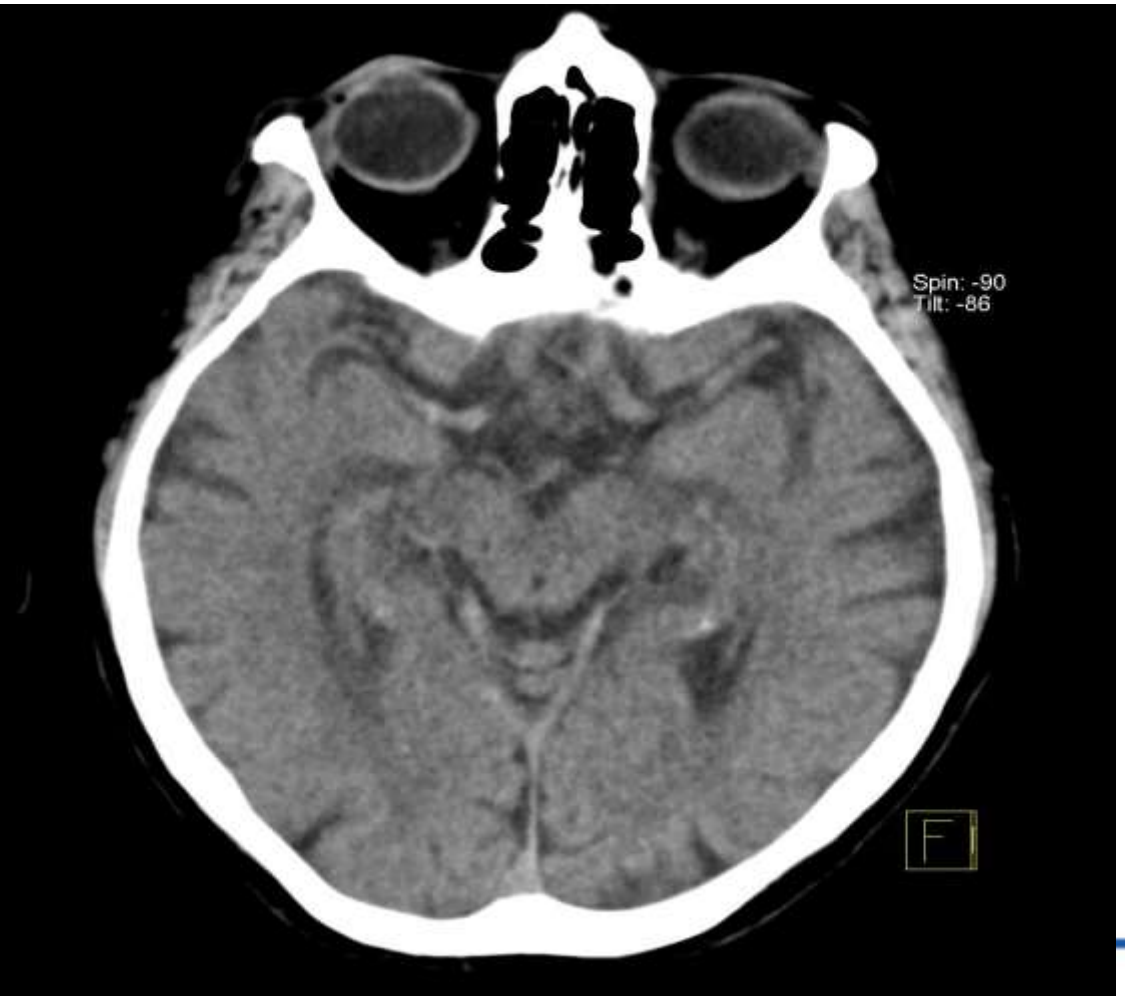
UKGM
UNIVERSITÄTSKLINIKUM
GIESSEN UND MARBURG

Nachweis Infarkt: Hilft Kontrastmittel weiter?



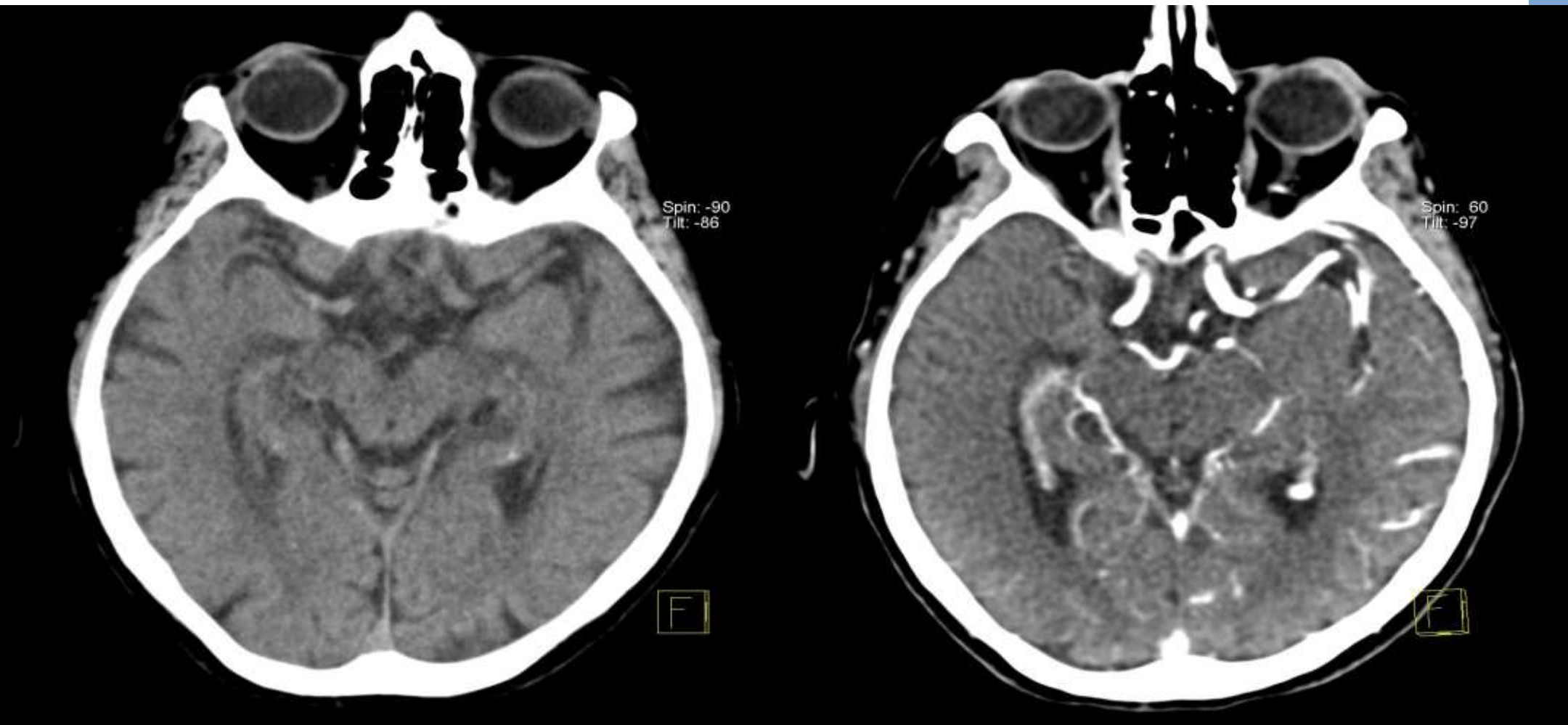
UKGM
UNIVERSITÄTSKLINIKUM
GIESSEN UND MARBURG

Nachweis Infarkt: und im Gefäßsystem?



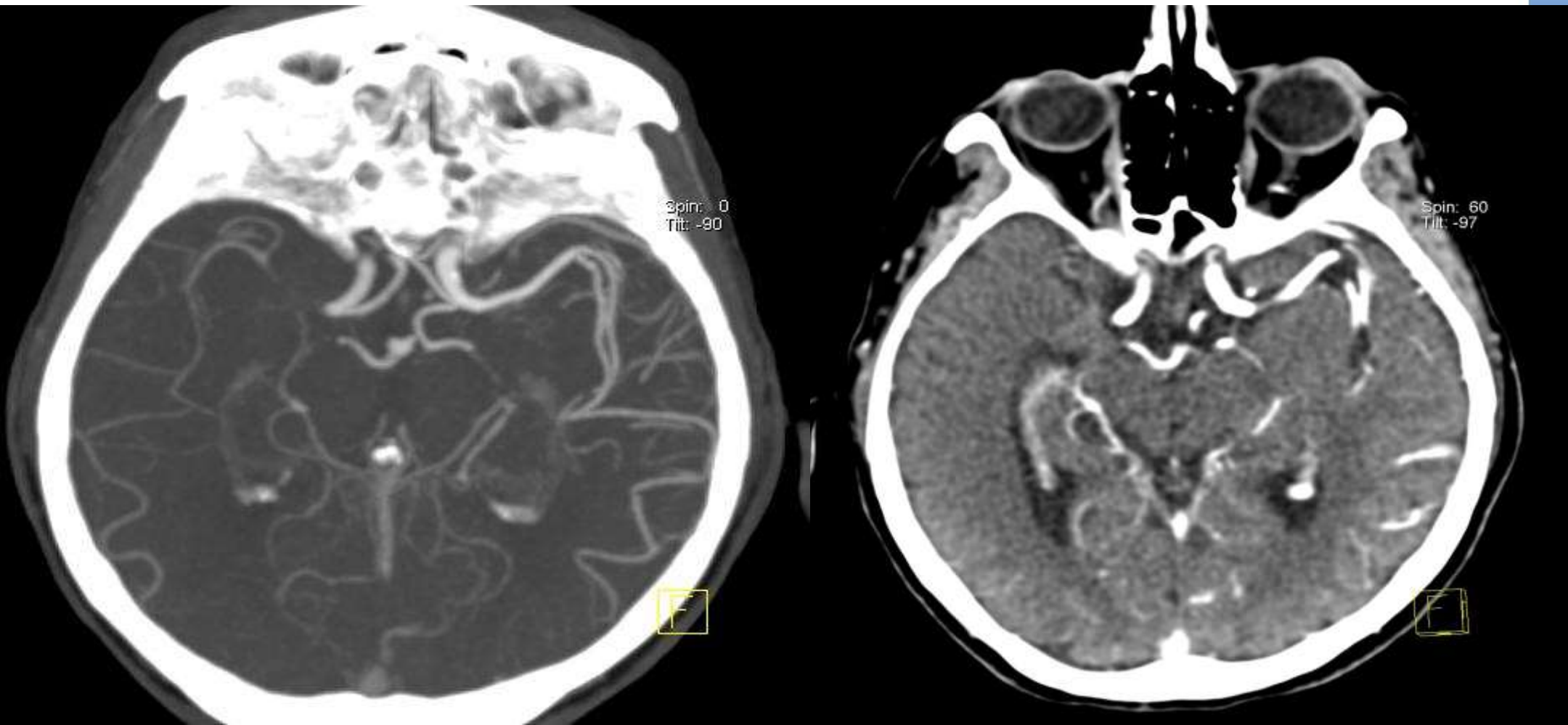
Schlaganfall

Nachweis Infarkt: und im Gefäßsystem?



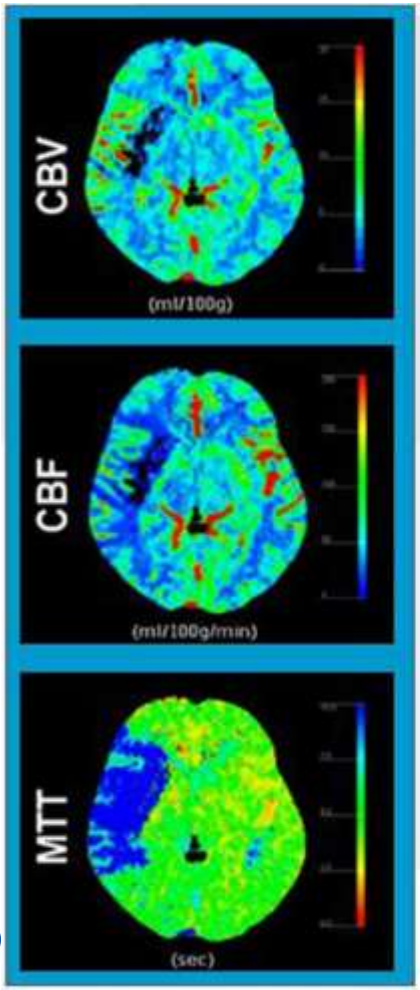
Schlaganfall

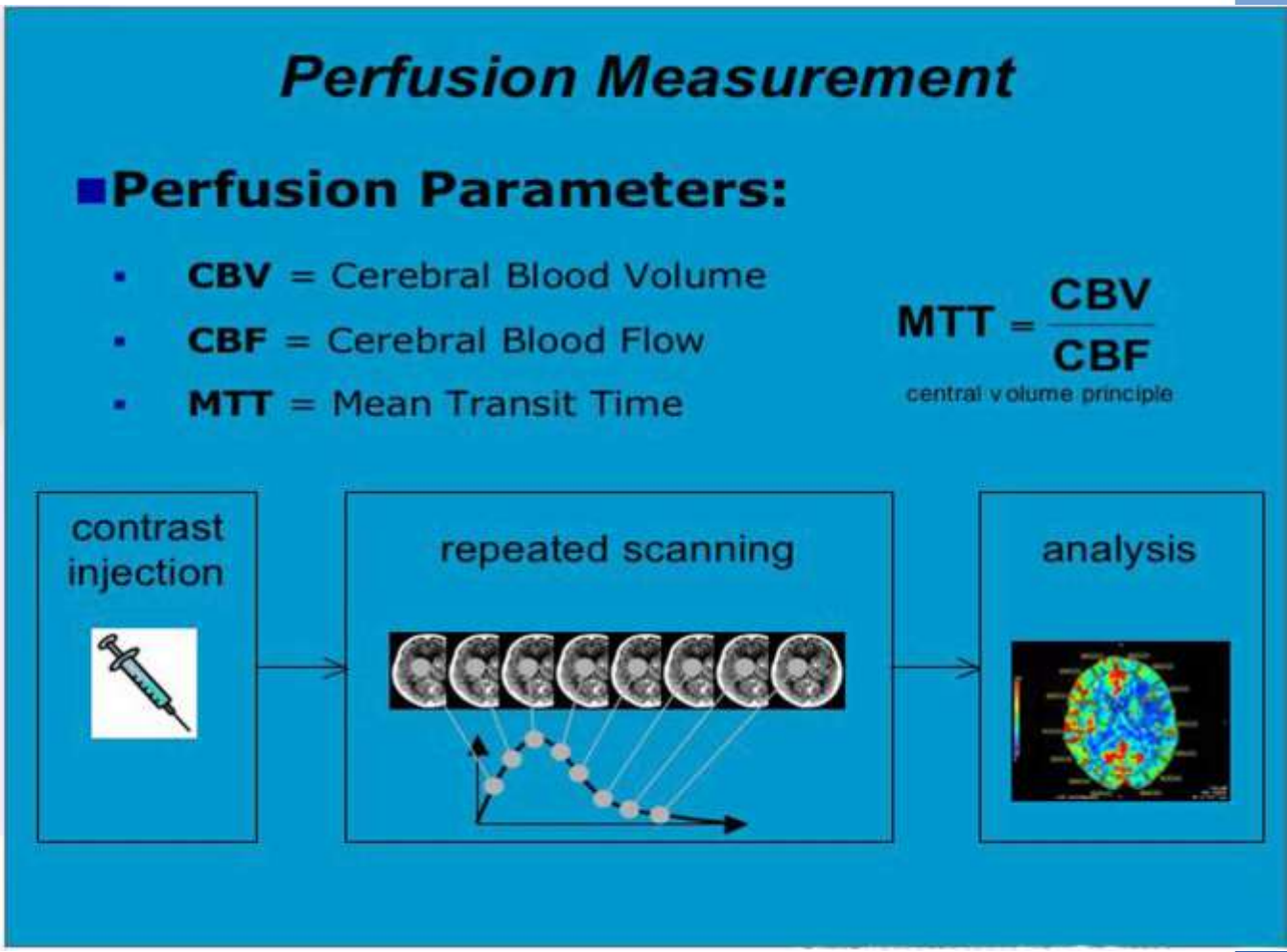
Nachweis Infarkt: CTA als MIP



Schlaganfall

Nachweis Infarkt: was geht sonst noch mit KM?
Perfusion!





UKGM
UNIVERSITÄTSKLINIKUM
GIESSEN UND MARBURG

Nachweis Infarkt: was geht sonst noch mit KM?

UKGM
UNIVERSITÄTSKLINIKUM
GIESSEN UND MARBURG

Nachweis Infarkt: was geht sonst noch mit KM?

UKGM
UNIVERSITÄTSKLINIKUM
GIESSEN UND MARBURG

Nachweis Infarkt: was geht sonst noch mit KM?

UKGM
UNIVERSITÄTSKLINIKUM
GIESSEN UND MARBURG

Nachweis Infarkt: was geht sonst noch mit KM?

UKGM
UNIVERSITÄTSKLINIKUM
GIESSEN UND MARBURG

Nachweis Infarkt: was geht sonst noch mit KM?

UKGM
UNIVERSITÄTSKLINIKUM
GIESSEN UND MARBURG

Nachweis Infarkt: was geht sonst noch mit KM?

UKGM
UNIVERSITÄTSKLINIKUM
GIESSEN UND MARBURG

Nachweis Infarkt: was geht sonst noch mit KM?

UKGM
UNIVERSITÄTSKLINIKUM
GIESSEN UND MARBURG

Nachweis Infarkt: was geht sonst noch mit KM?

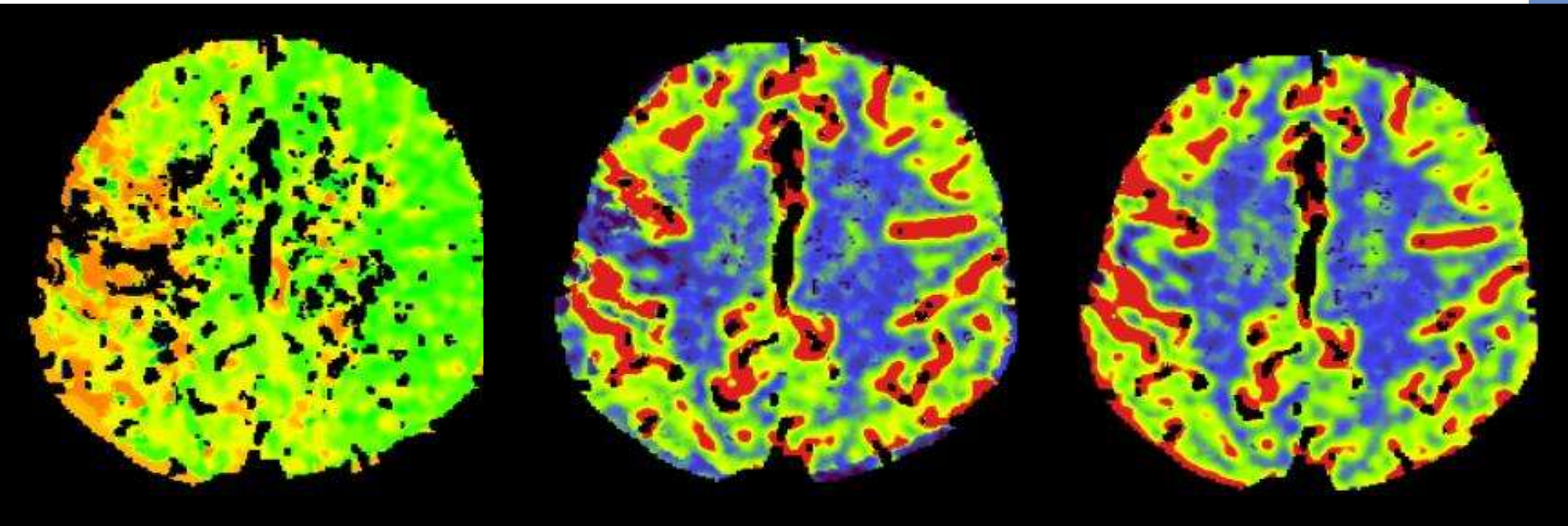
UKGM
UNIVERSITÄTSKLINIKUM
GIESSEN UND MARBURG

Nachweis Infarkt: Perfusions Parameter Bilder

MTT

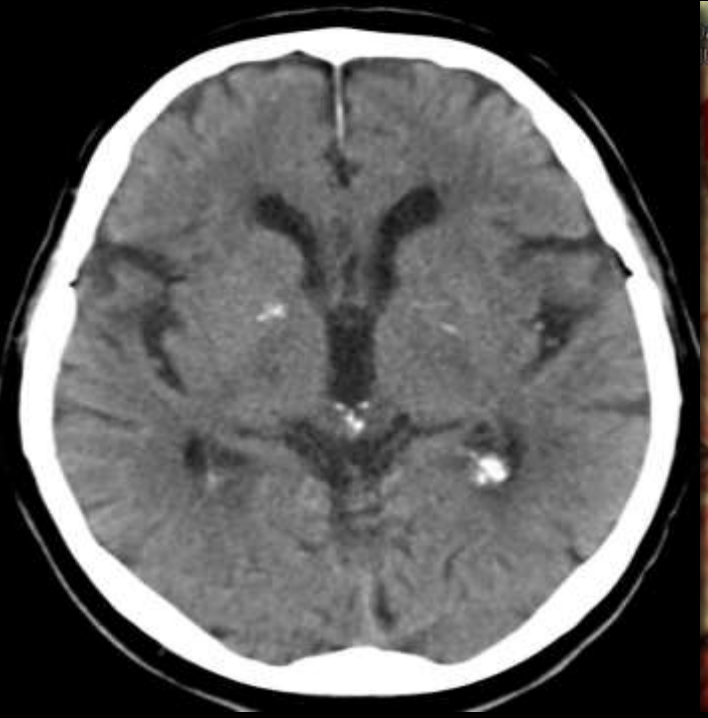
CBF

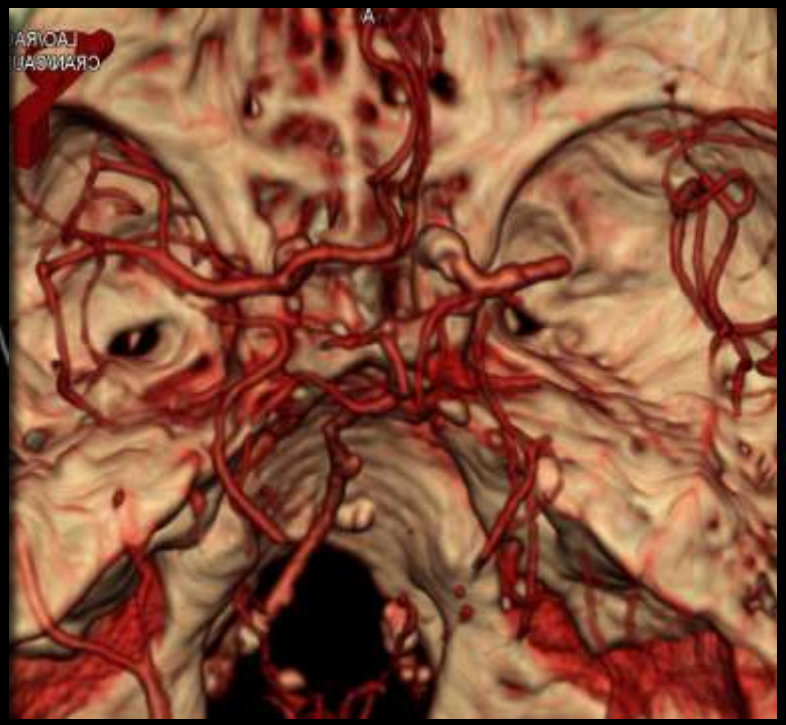
CBV

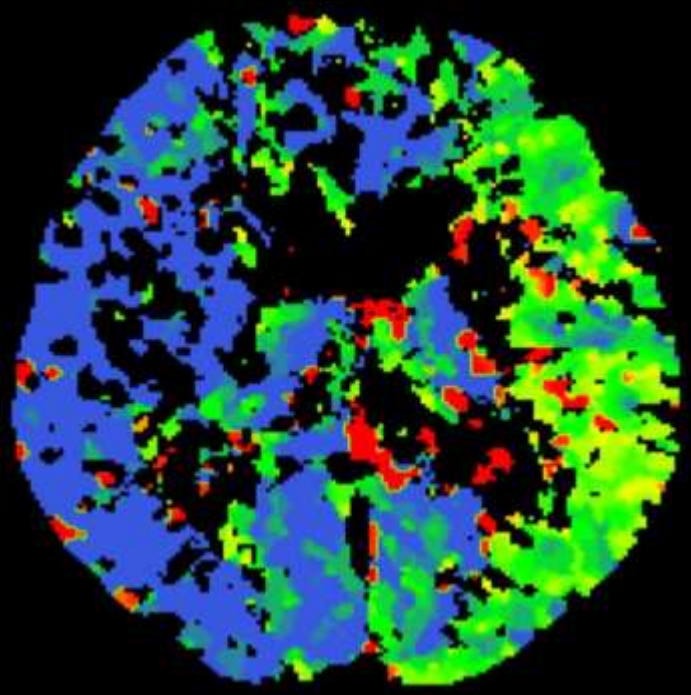


Scherf et al. JCAT 2006;30:105-110; Kloska et al. Eur Radiol 2007;17:2491-2498, Gasparotti et al. AJNR 2009;32:722-727

→ Sensitivität mmCT > 90%







Schlaganfall

CT oder MRT?

UKGM
UNIVERSITÄTSKLINIKUM
GIESSEN UND MARBURG

CT oder MRT?

- eine Frage der Philisophie und Verfügbarkeit

- CT und CTA reichen aus, CTP macht es noch besser

- CT dauert 5 Minuten, in > 95% der Fälle ist eine Therapieentscheidung möglich

- ideal: KEINE Demarkation im CT und Gefäßverschluss in der CTA

Schlaganfall

CT oder MRT?

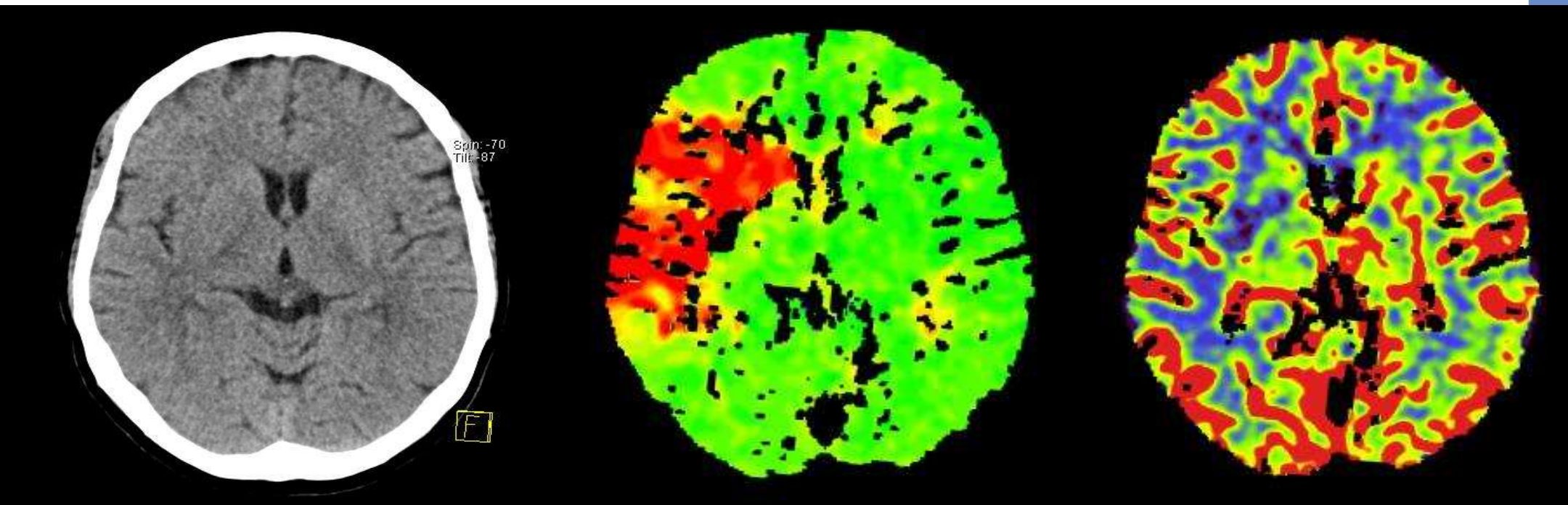
- DWI nach 20 Minuten positiv
- MRT Angio: Gefäßverschluss
- Perfusion
- 20 Minuten, Lagerung des Patienten aufwendig
- Kontraindikationen für MRT
- unklares Zeitfenster
- stotternde Symptomatik

Schlaganfall

Nachweis Infarkt: Perfusions Parameter Bilder

und nun?

MTT **CBF** **CBV**



UKGM
UNIVERSITÄTSKLINIKUM
GIESSEN UND MARBURG

Und nun??

- Systemische iv Lyse
- rtPA bis 4,5 Stunden
- Cave „Large Vessel Occlusion“

UKGM
UNIVERSITÄTSKLINIKUM
GIESSEN UND MARBURG

Und nun??

- Systemische iv Lyse
- rtPA bis 4,5 Stunden
- Cave „Large Vessel Occlusion“

distale Carotis interna, A. cerebri media (M1), A. basilaris

The Importance of Size

Successful Recanalization by Intravenous Thrombolysis in Acute Anterior Stroke Depends on Thrombus Length

Christian H. Riedel, MD; Philip Zimmermann, MD; Ulf Jensen-Kondering, MD; Robert Stingele, MD; Günther Deuschl, MD; Olav Jansen, MD

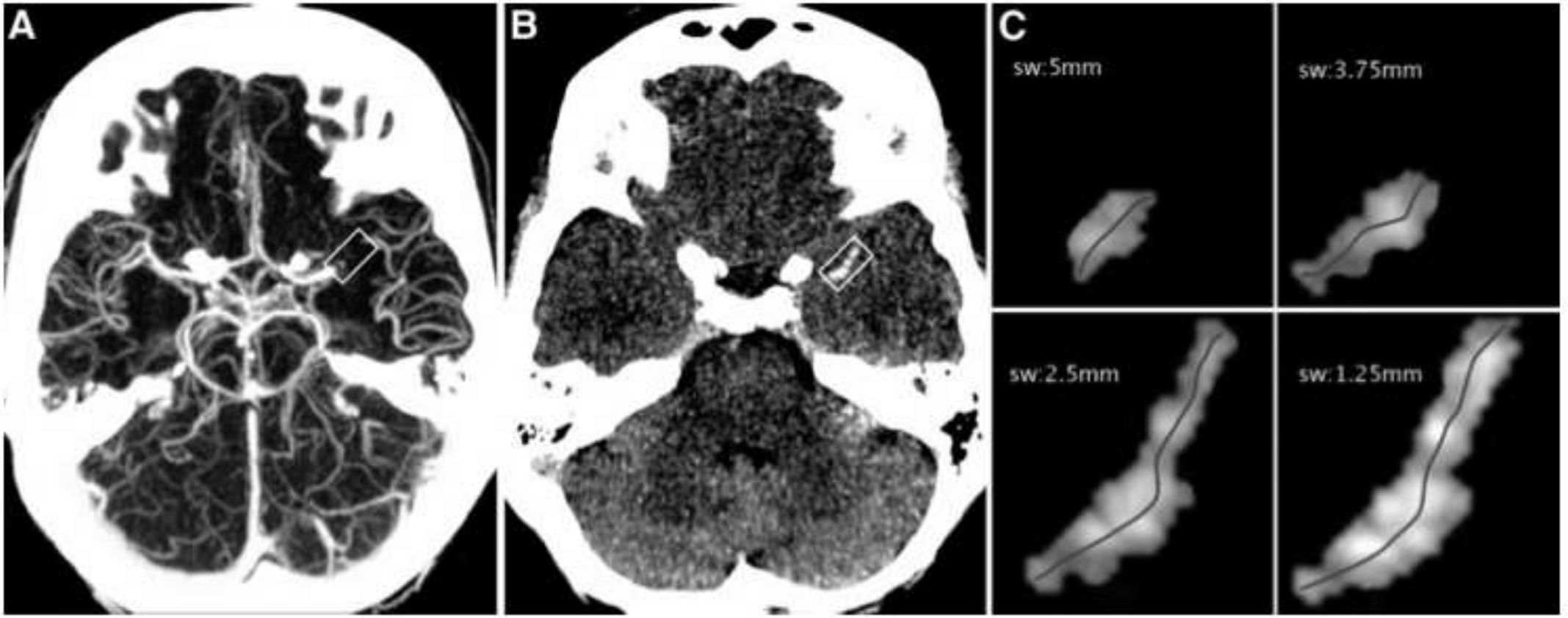
Background and Purpose—We hypothesize that in acute middle cerebral artery stroke, thrombus lengths measured in thin-slice nonenhanced CT images define a limit beyond which systemic thrombolysis will fail to recanalize occluded arteries.

Methods—In 138 patients who presented with acute middle cerebral artery stroke and who were treated with intravenous thrombolysis (IVT), we measured lengths of thrombotic clots depicted as arterial hyperdensities in admission nonenhanced CT images with 2.5-mm slice width. Vascular recanalization was investigated after thrombolysis and recanalization results were related to thrombus lengths by logistic regression.

Results—In 62 patients, IVT resulted in recanalization; among these patients, no thrombus length exceeded 8 mm. The median modified Rankin scale score at hospital discharge was 2. In the remaining 76 patients, thrombus lengths mostly exceeded 8 mm and IVT failed in recanalization. These patients were discharged with a median modified Rankin scale score of 5.

Conclusions—This study shows that in acute middle cerebral artery stroke, IVT has nearly no potential to recanalize occluded vessels if thrombus length exceeds 8 mm. **(*Stroke*. 2011;42:00-00.)**

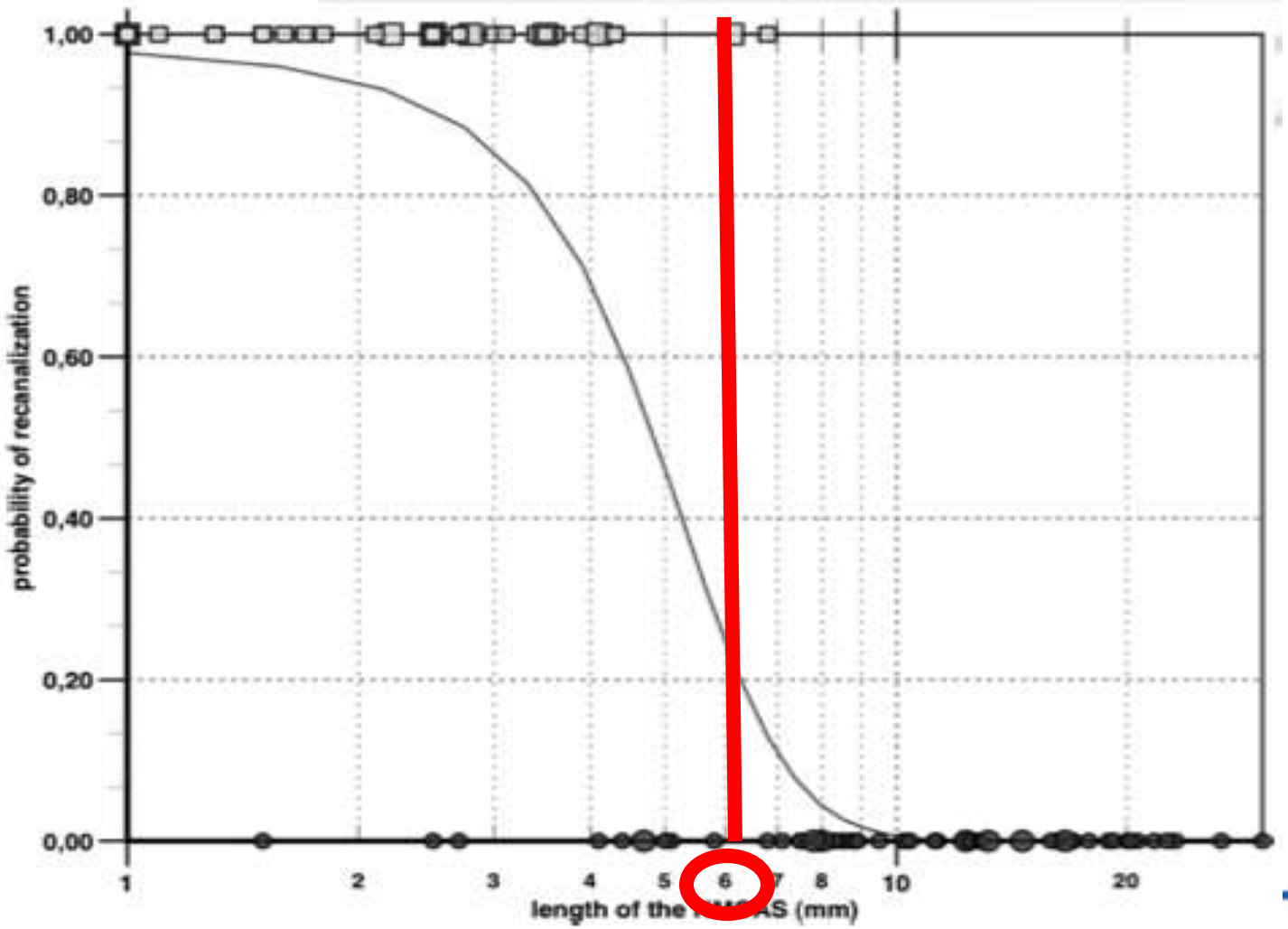
Key Words: cerebral ischemia ■ computed tomography ■ ischemic stroke


A
B
C
sw:5mm
sw:3.75mm
sw:2.5mm
sw:1.25mm

Wie lang ist der Clot?

UKGM
UNIVERSITÄTSKLINIKUM
GIESSEN UND MARBURG

Clot Length – Size does matter!



über 6-7 mm: i.v. Thrombo-lyse wirkt nicht!

UKGM
UNIVERSITÄTSKLINIKUM
GIESSEN UND MARBURG

Und nun??

lokale intra-arterielle Therapie bei „Large Vessel Occlusion“

- **Thrombusaspiration**
- **Thrombektomie**
- **lokale Thrombolyse (rtPA)**

Schlaganfall

Kontraindikationen?

im CT bereits demarkierte Ischämie

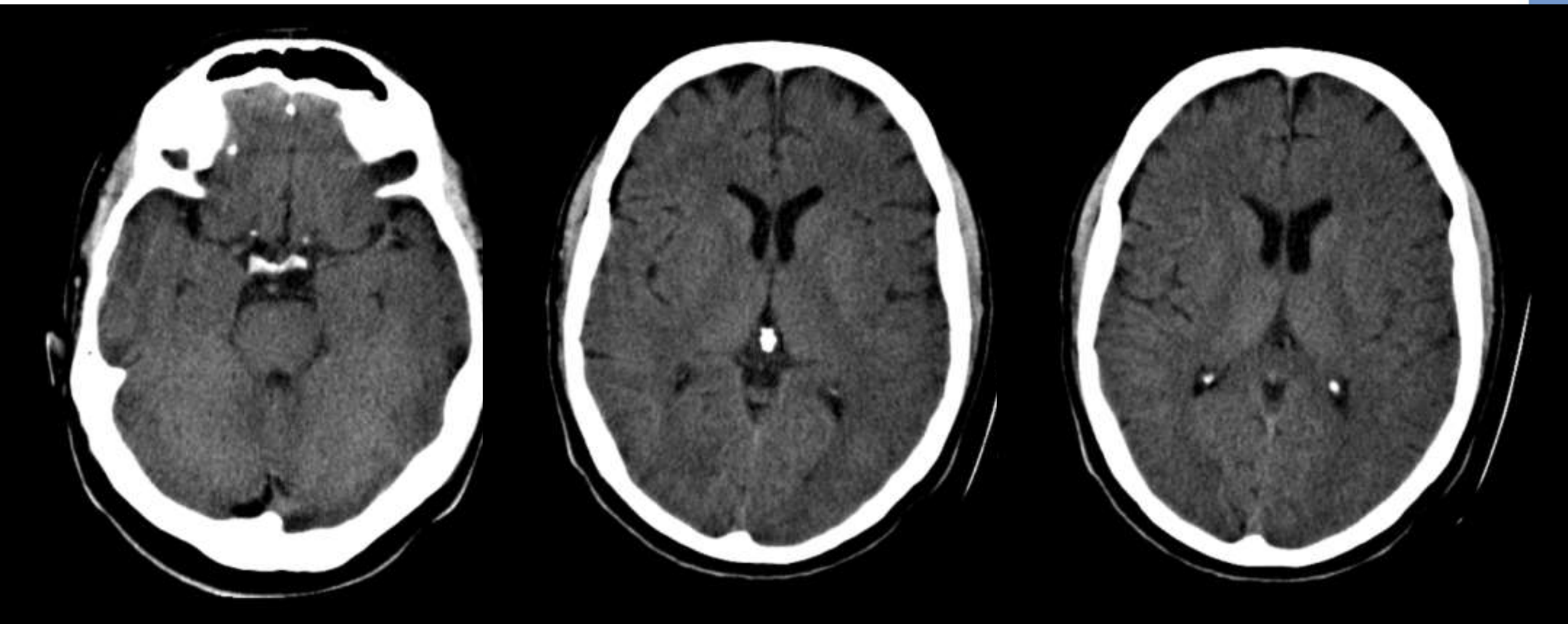
Grunderkrankungen?

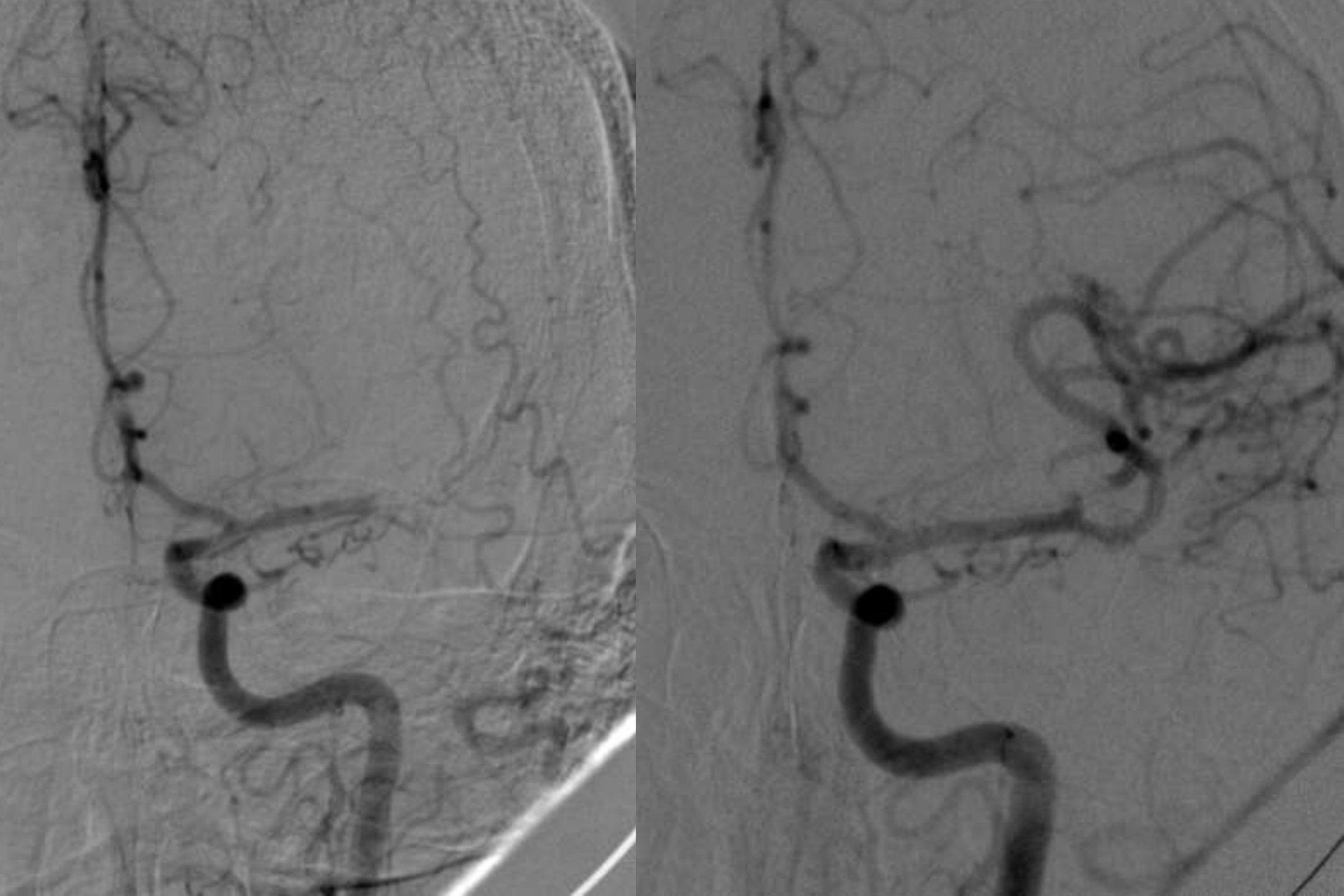
Zeitfenster?

Schlaganfall

UKGM
UNIVERSITÄTSKLINIKUM
GIESSEN UND MARBURG

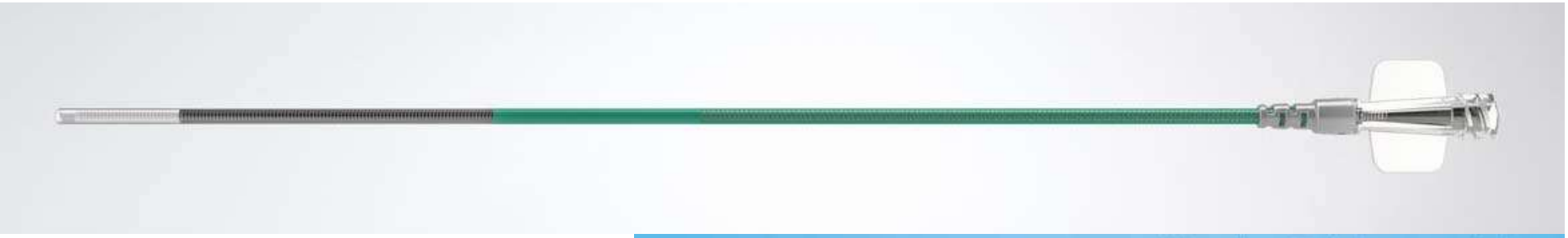
41 Jahre alt

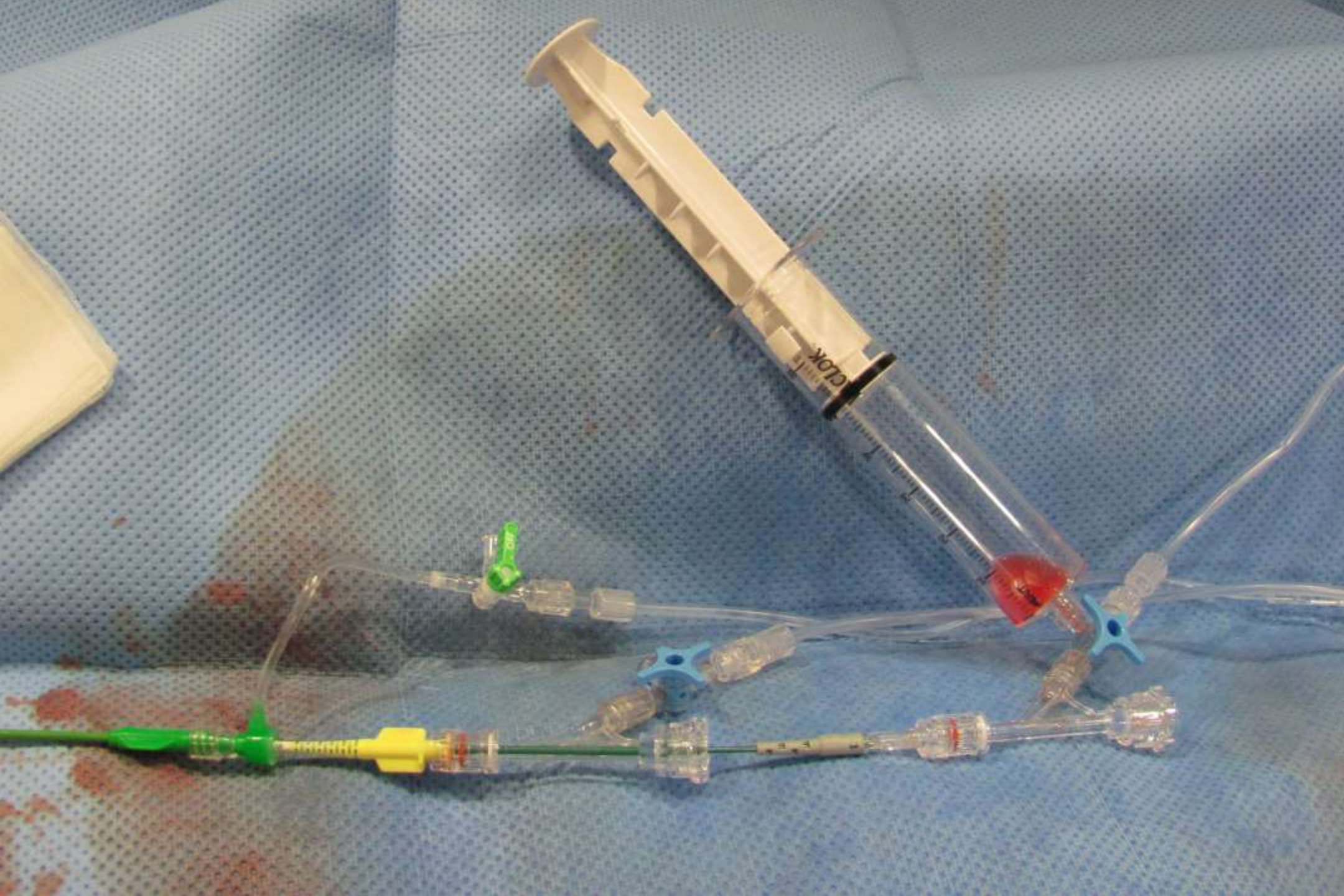


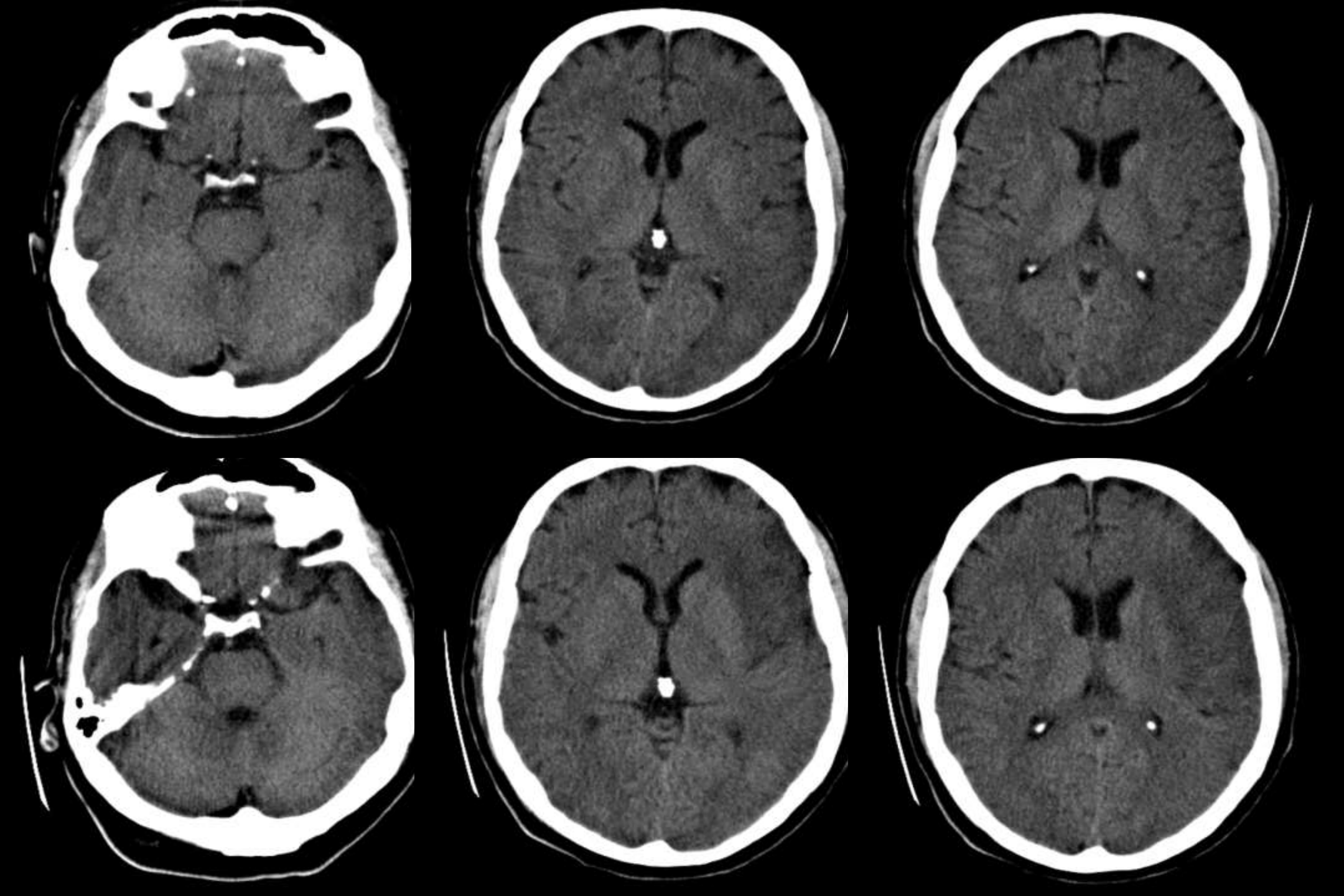


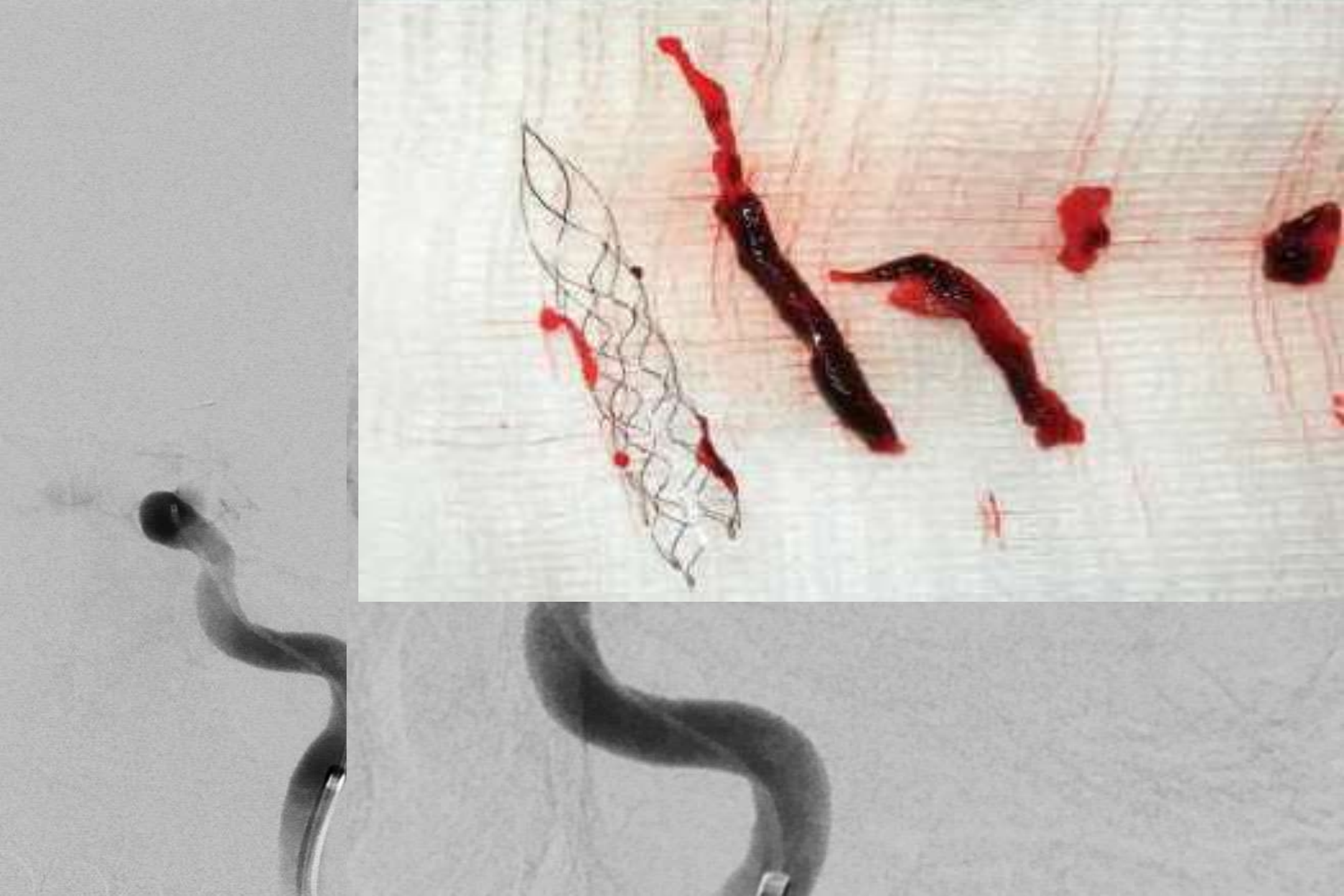
UKGM
UNIVERSITÄTSKLINIKUM
GIESSEN UND MARBURG

„große“ Katheter zum Aspirieren



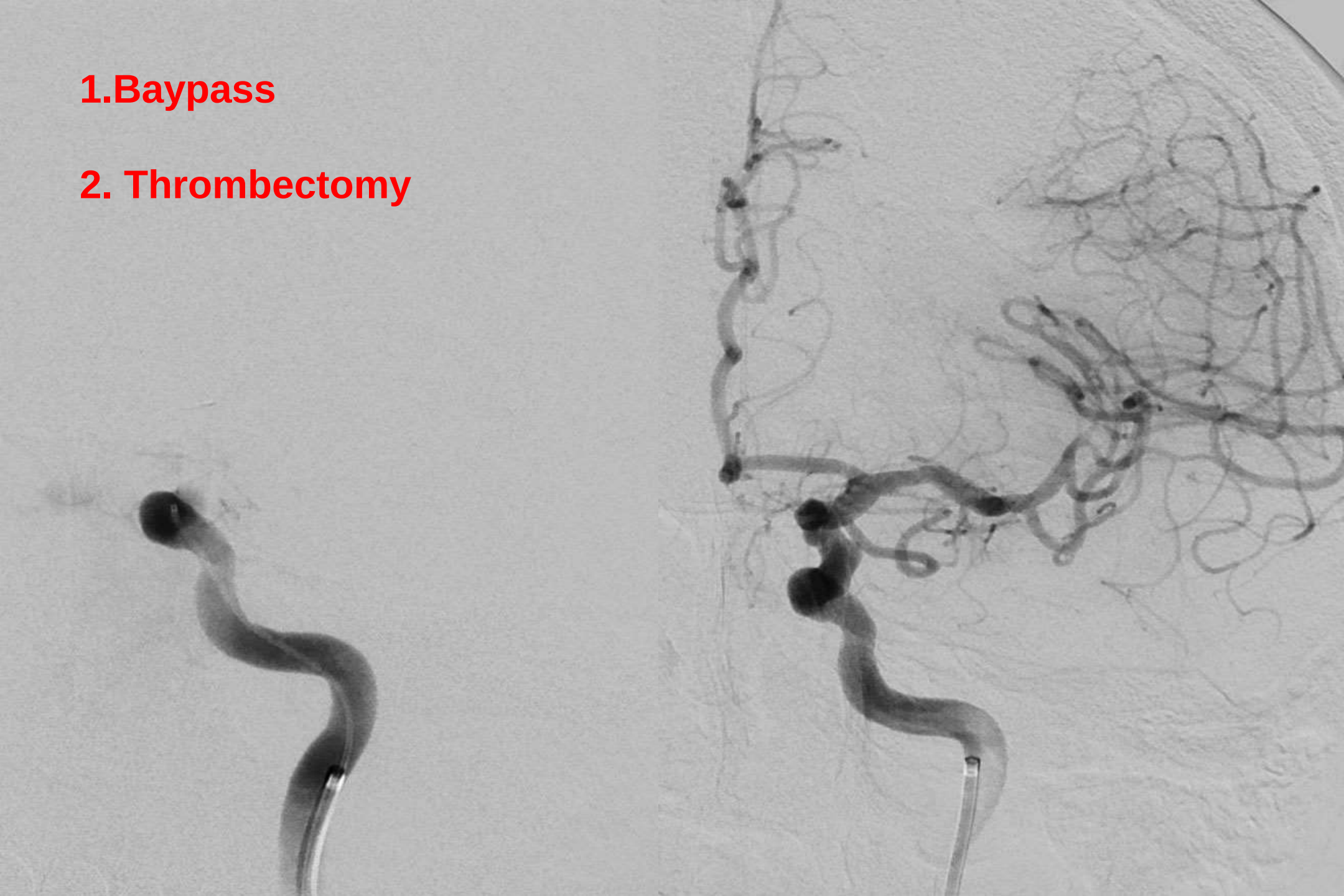






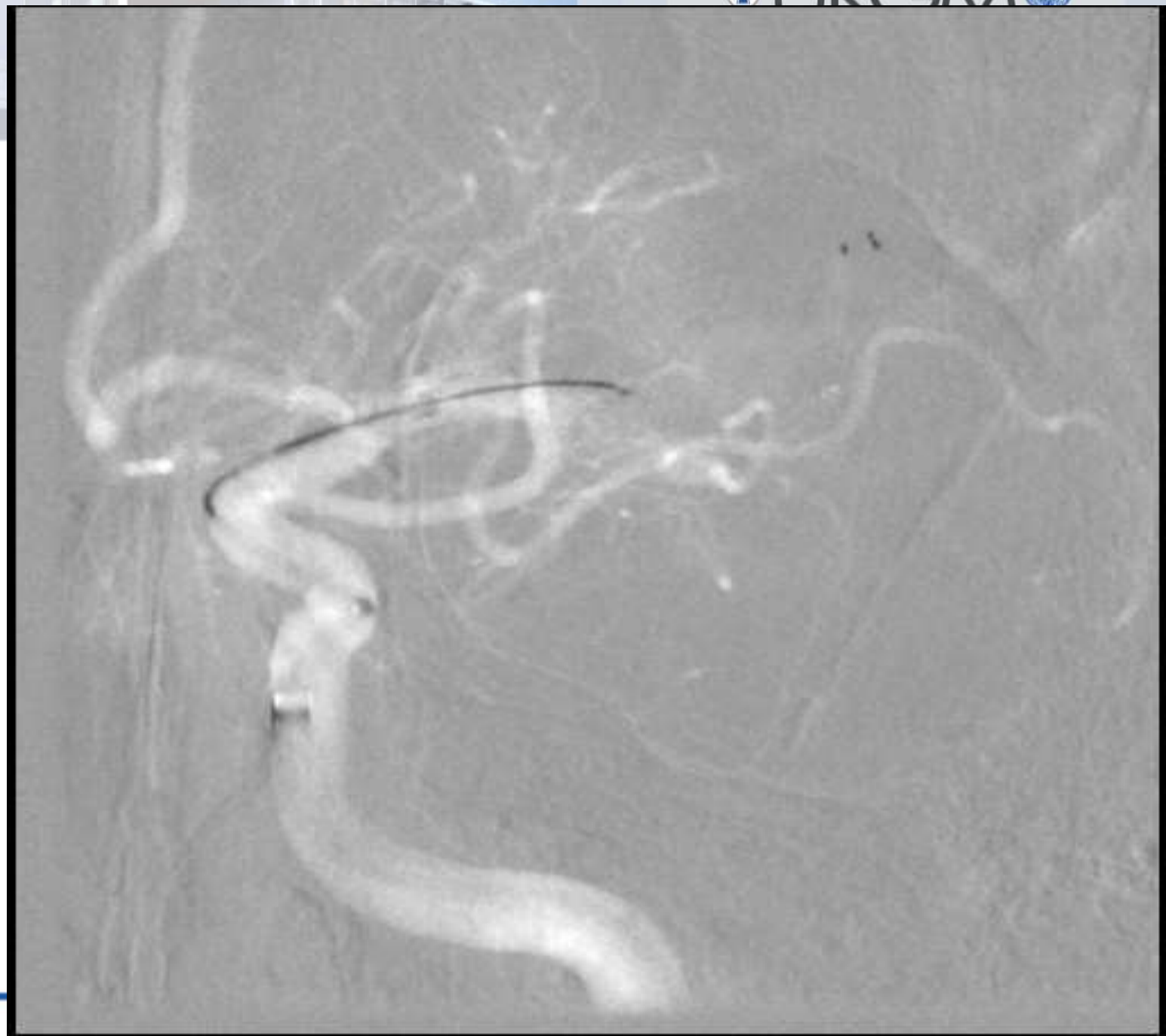
1.Baypass

2. Thrombectomy



Schlaganfall

Stents um den Thrombus zu fassen




0
1
2
3

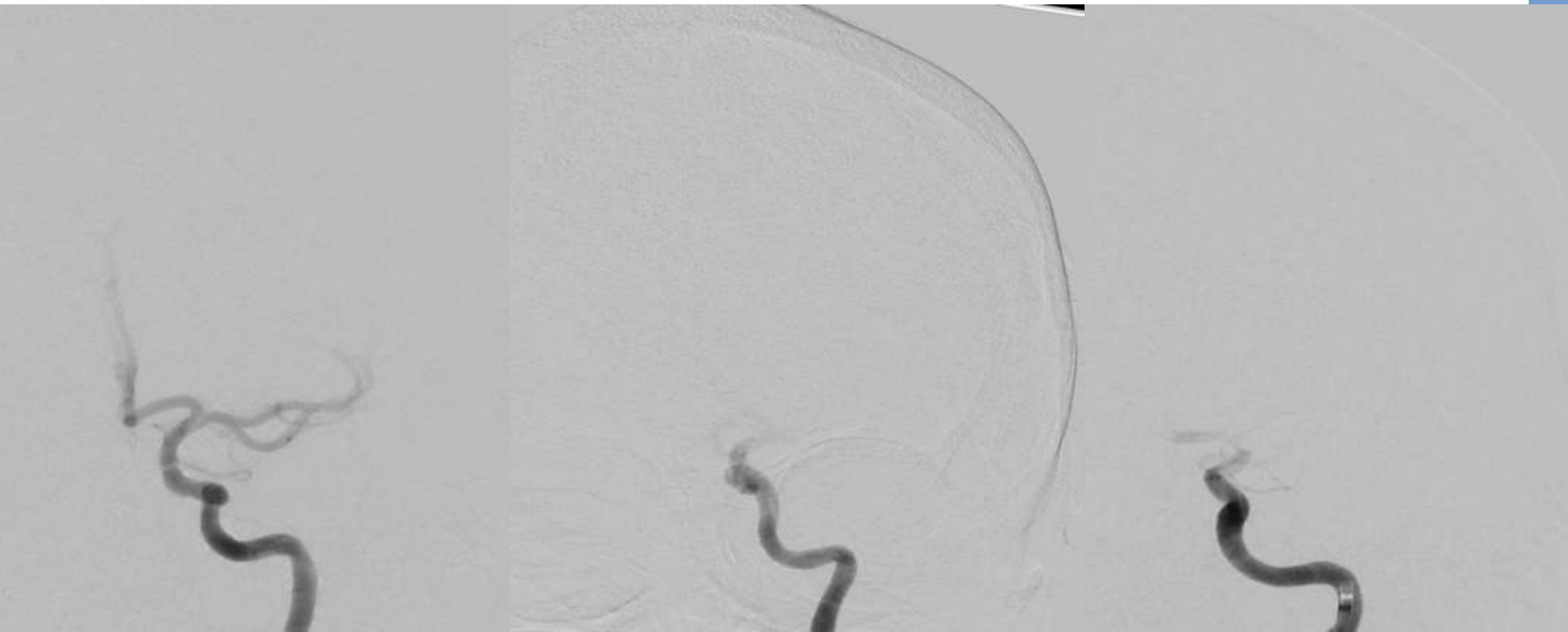
UKGM
UNIVERSITÄTSKLINIKUM
GIESSEN UND MARBURG

Der Weg in die Angio....

- zügige Verlegung von auswärts?
- SCHNELL: Notaufnahme, Bildgebung, dann in die Angio
- Anästhesie Team
- zügige, schnelle Angio, erfahrenes Angio Team
- Intensiv Station/Stroke Unit
- Reha

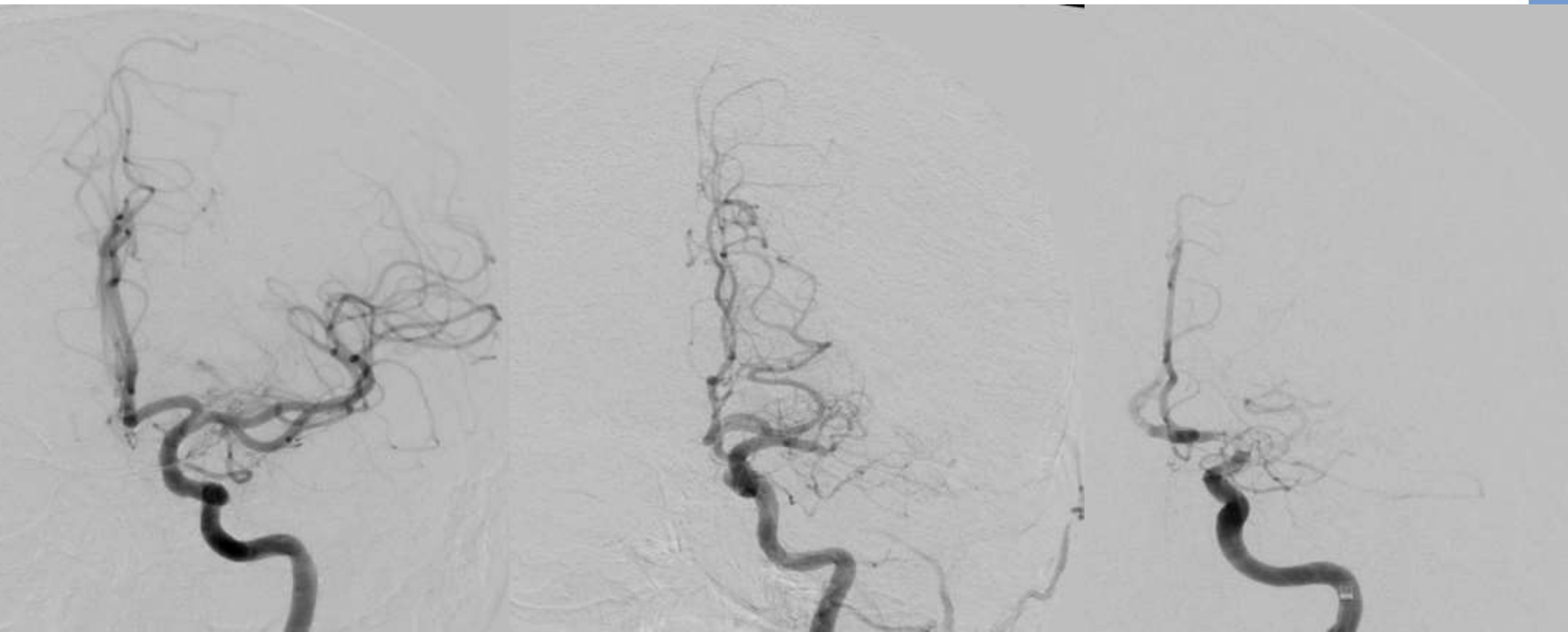
UKGM
UNIVERSITÄTSKLINIKUM
GIESSEN UND MARBURG

Können wir die Prognose abschätzen?



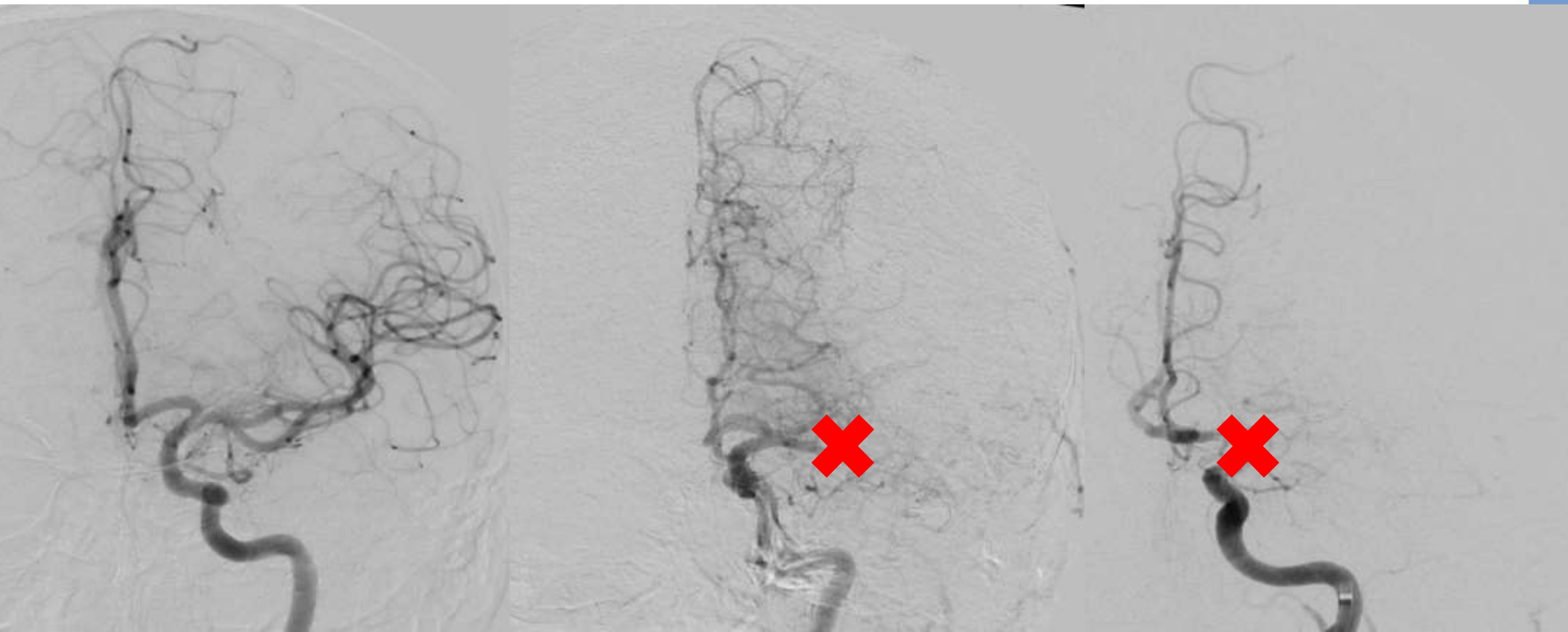
UKGM
UNIVERSITÄTSKLINIKUM
GIESSEN UND MARBURG

Können wir die Prognose abschätzen?



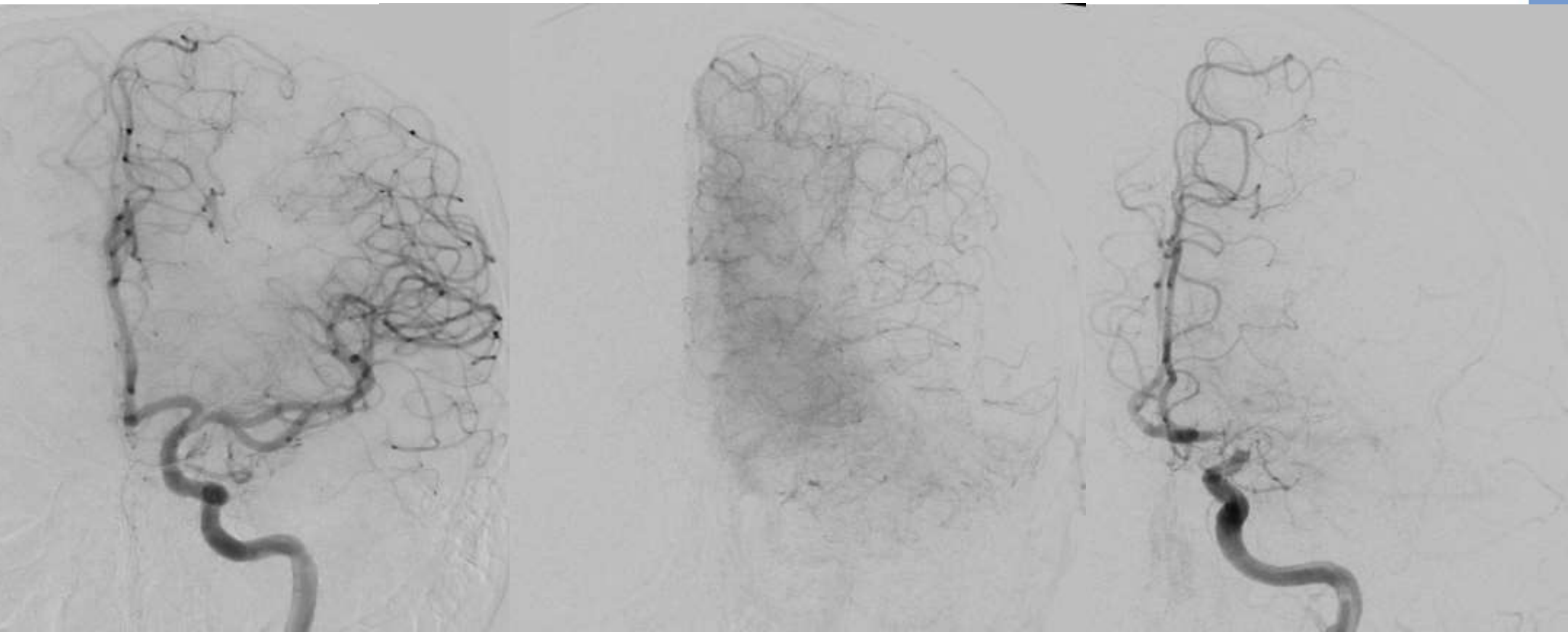
UKGM
UNIVERSITÄTSKLINIKUM
GIESSEN UND MARBURG

Können wir die Prognose abschätzen?



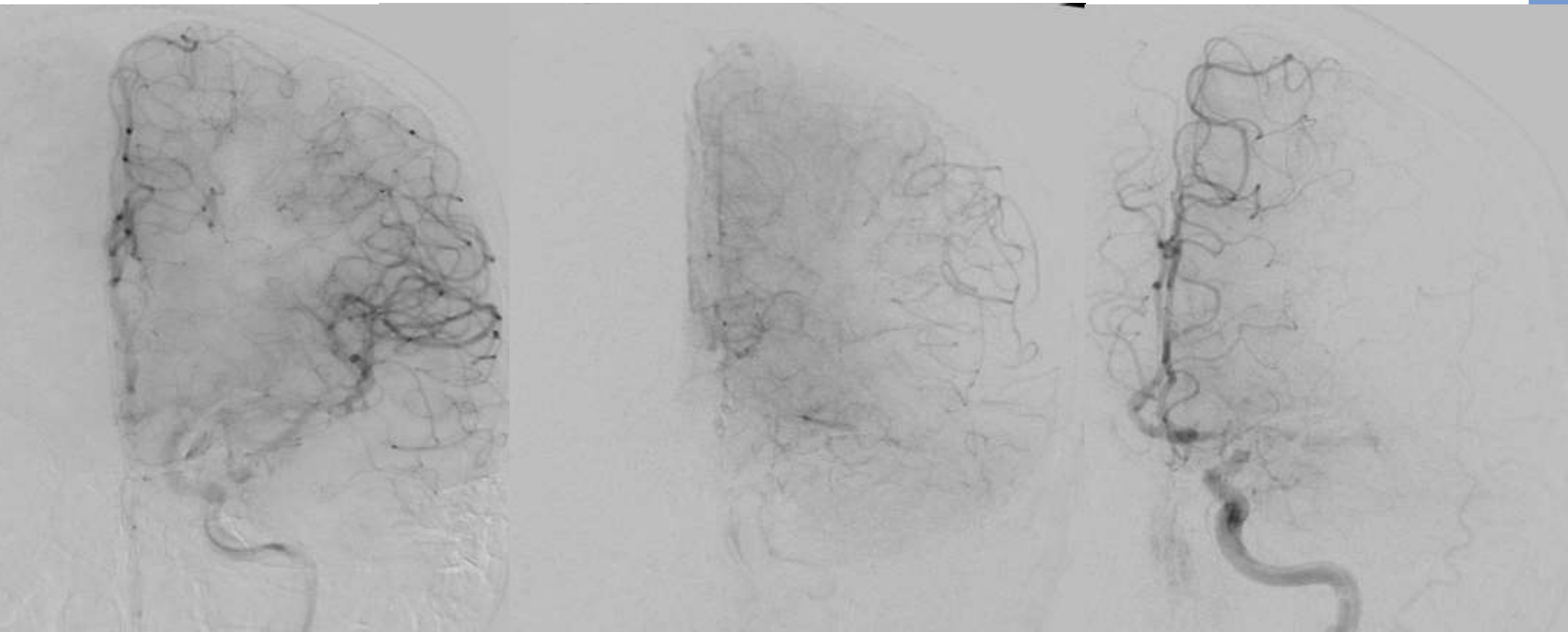
UKGM
UNIVERSITÄTSKLINIKUM
GIESSEN UND MARBURG

Können wir die Prognose abschätzen?



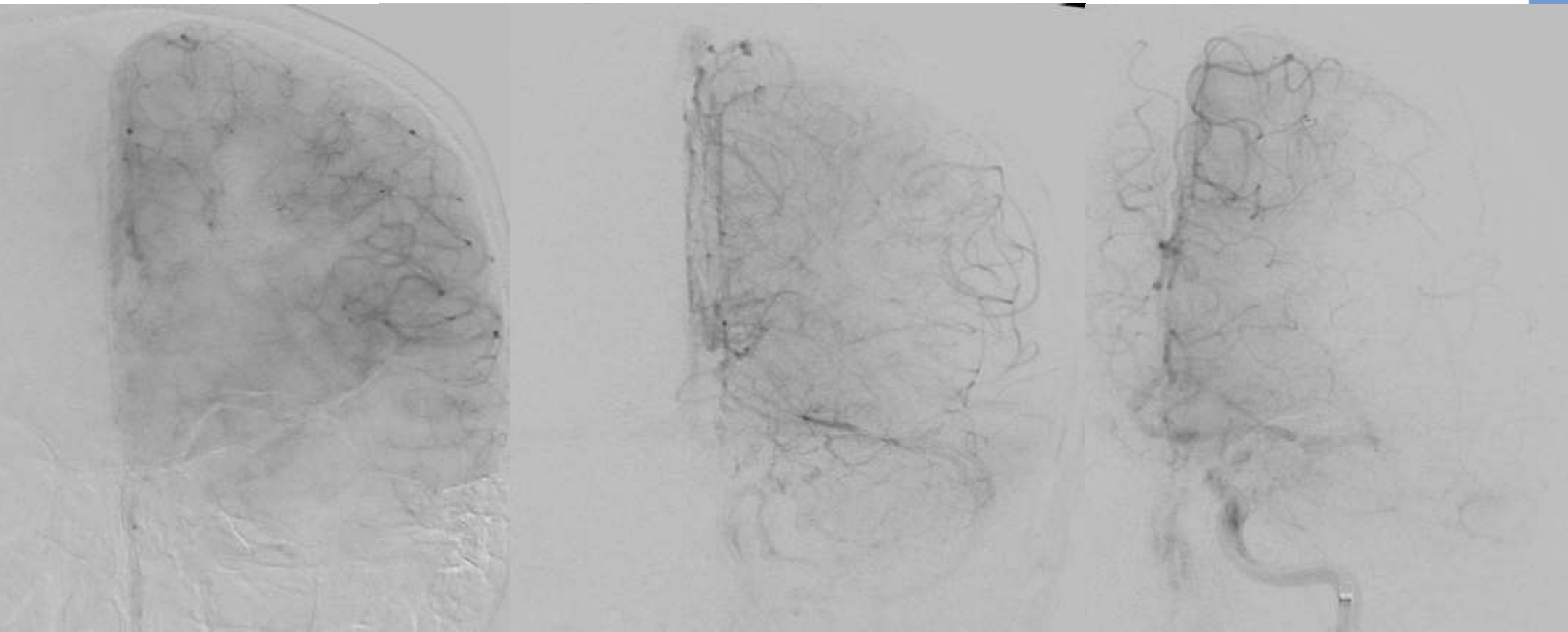
UKGM
UNIVERSITÄTSKLINIKUM
GIESSEN UND MARBURG

Können wir die Prognose abschätzen?



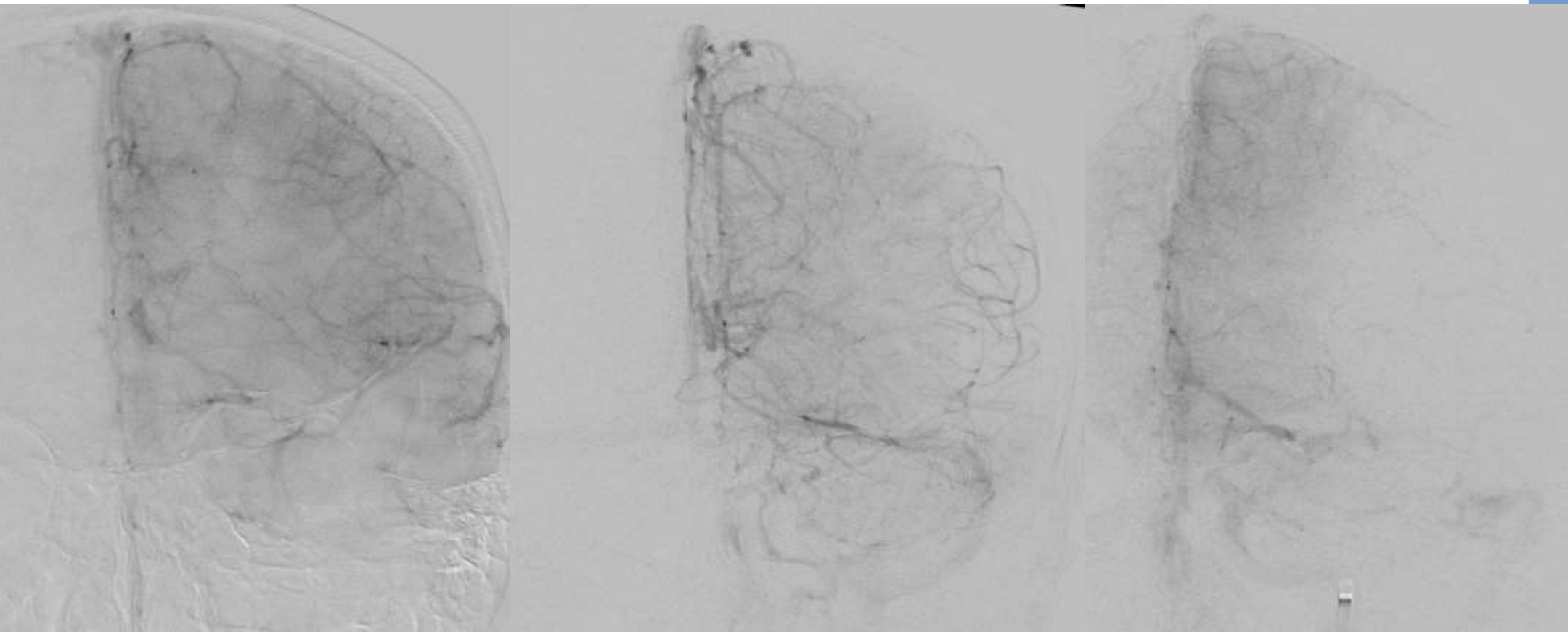
Schlaganfall

Können wir die Prognose abschätzen?



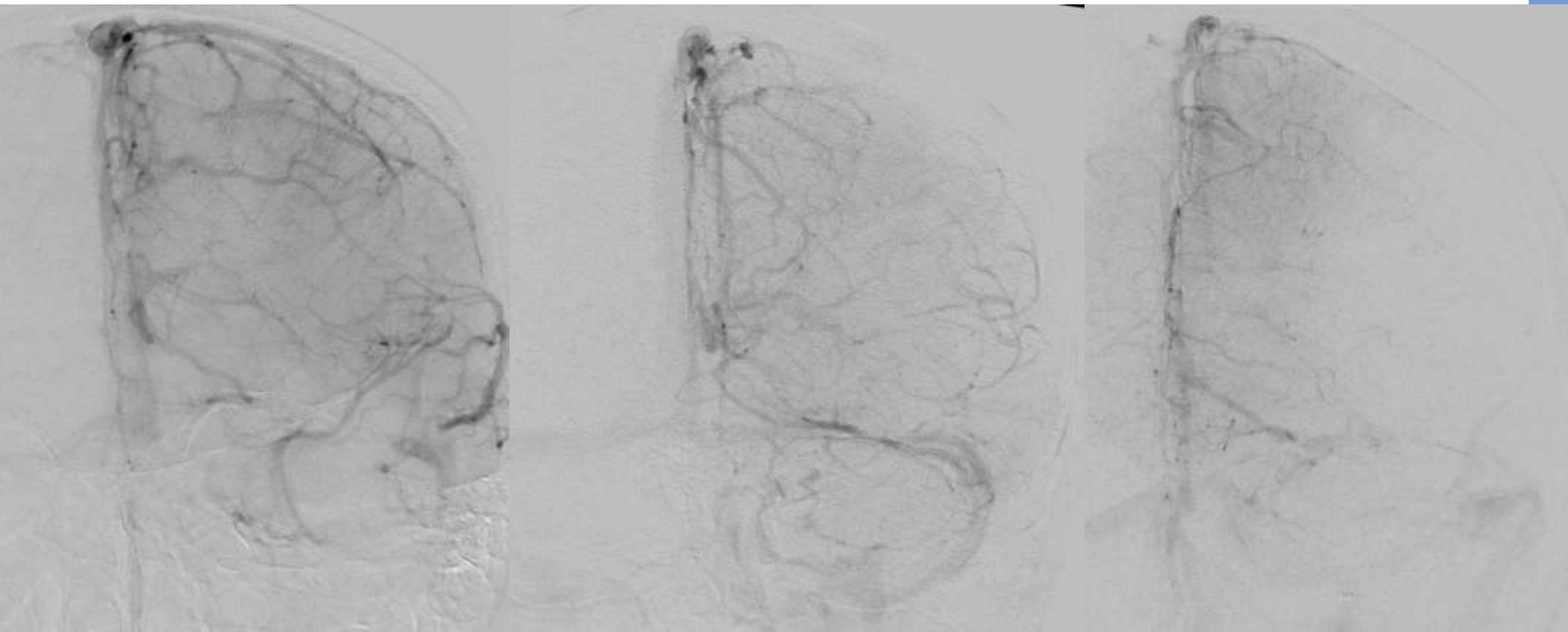
Schlaganfall

Können wir die Prognose abschätzen?



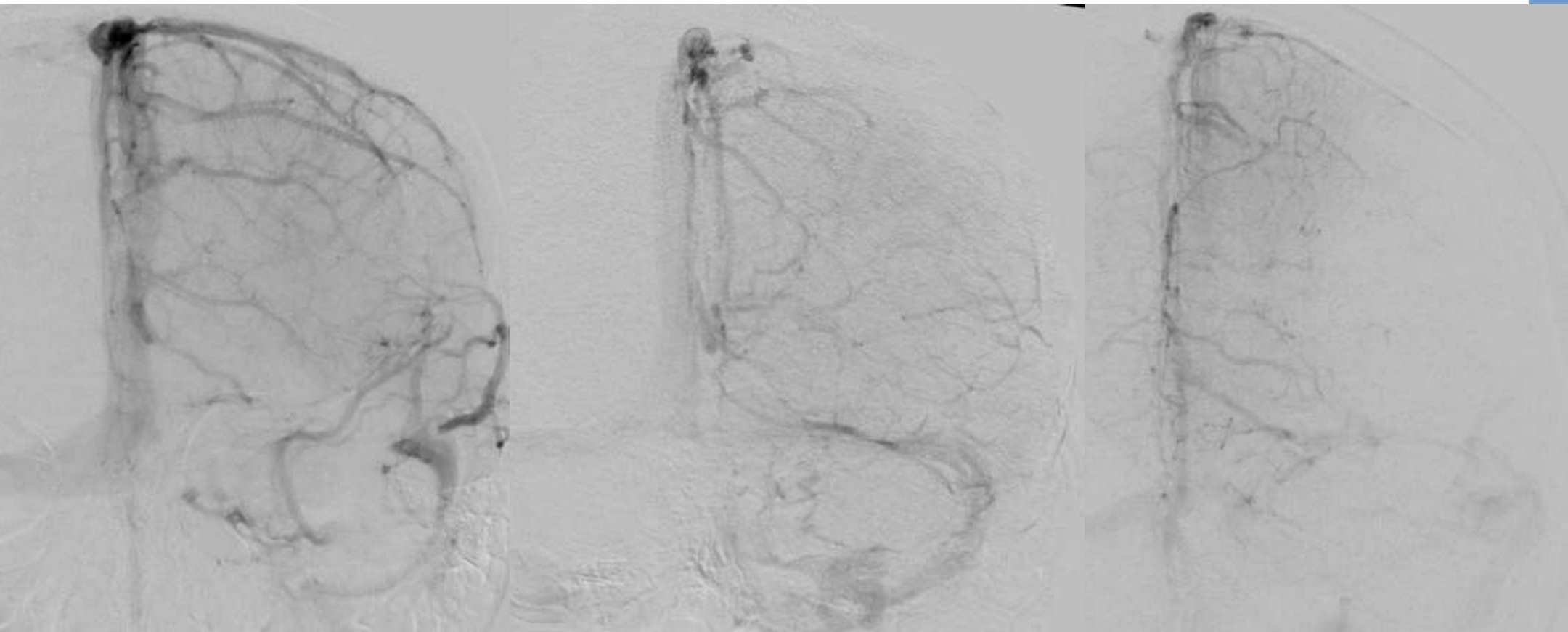
UKGM
UNIVERSITÄTSKLINIKUM
GIESSEN UND MARBURG

Können wir die Prognose abschätzen?



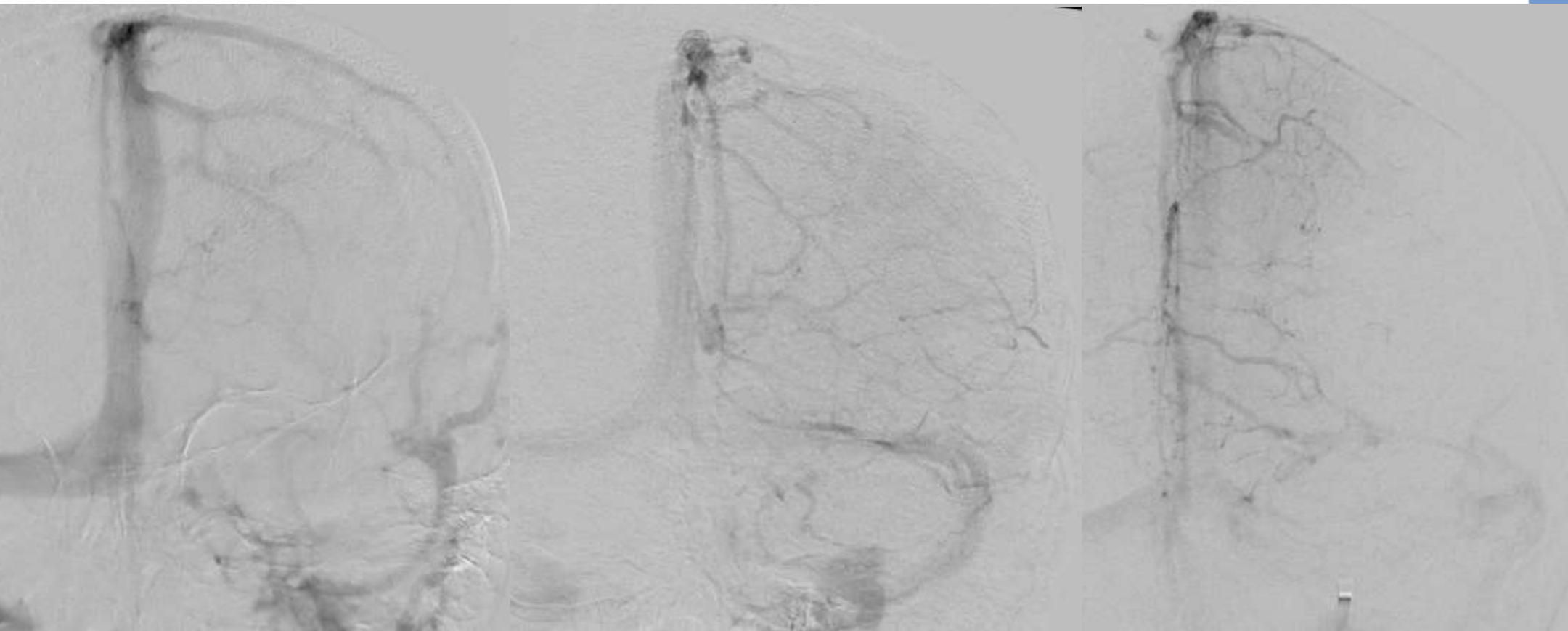
Schlaganfall

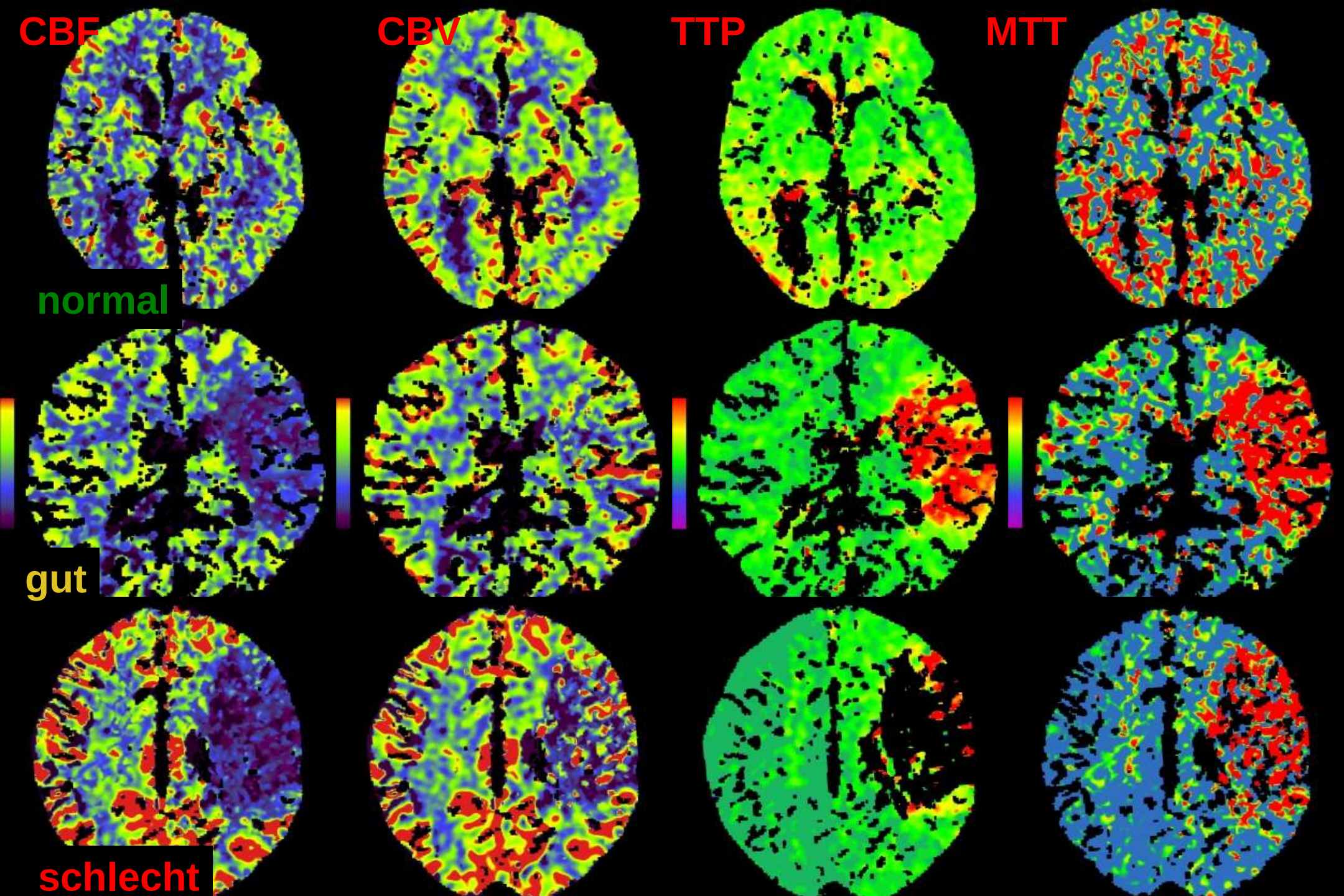
Können wir die Prognose abschätzen?

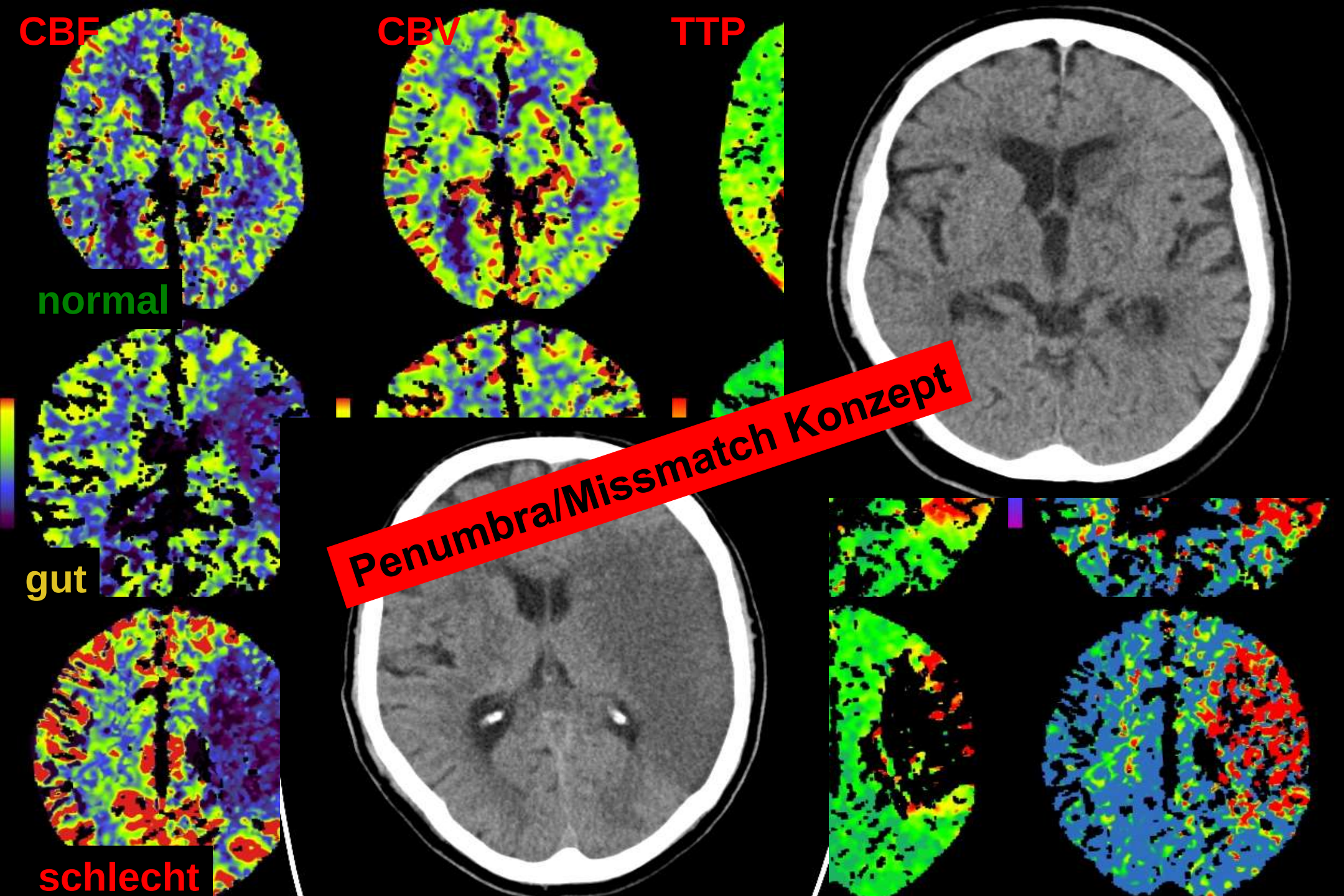


Schlaganfall

Können wir die Prognose abschätzen?




CBF
CBV
TTP
MTT
normal
gut
schlecht


CBF
CBV
TTP
normal
gut
schlecht
Penumbra/Missmatch Konzept

Magnetresonanztomographie (MRT)

UKGM
UNIVERSITÄTSKLINIKUM
GIESSEN UND MARBURG

MRT:

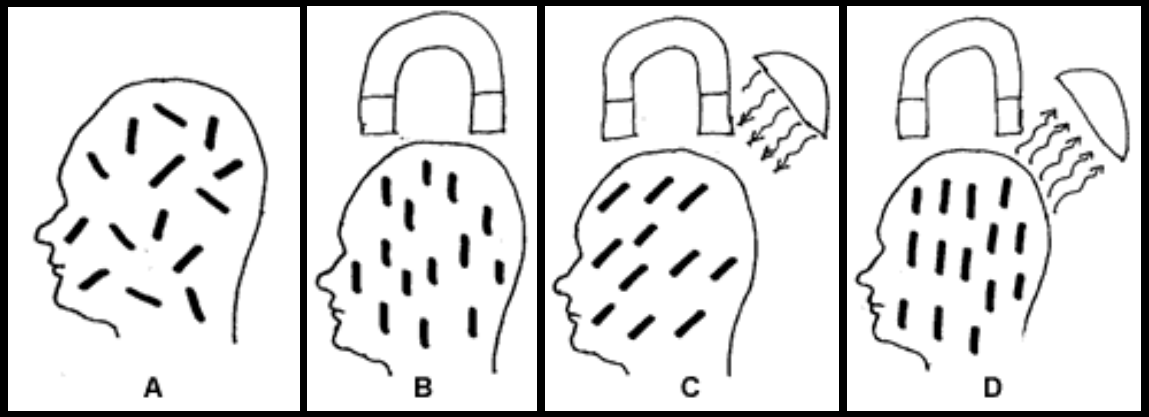
- **Schnittbildverfahren**
- **Bild wird mit einem Magnetfeld erzeugt**
- **Signal hängt vom Gewebe, Feldstärke, Sequenz ab**

Cave: keine Strahlenexposition!

Die MRT (Magnetresonanztomographie) wurde ab 1973 von Paul C. LAUTERBUR und von Sir Peter MANSFIELD entwickelt. Sie erhielten dafür 2003 gemeinsam den Nobelpreis

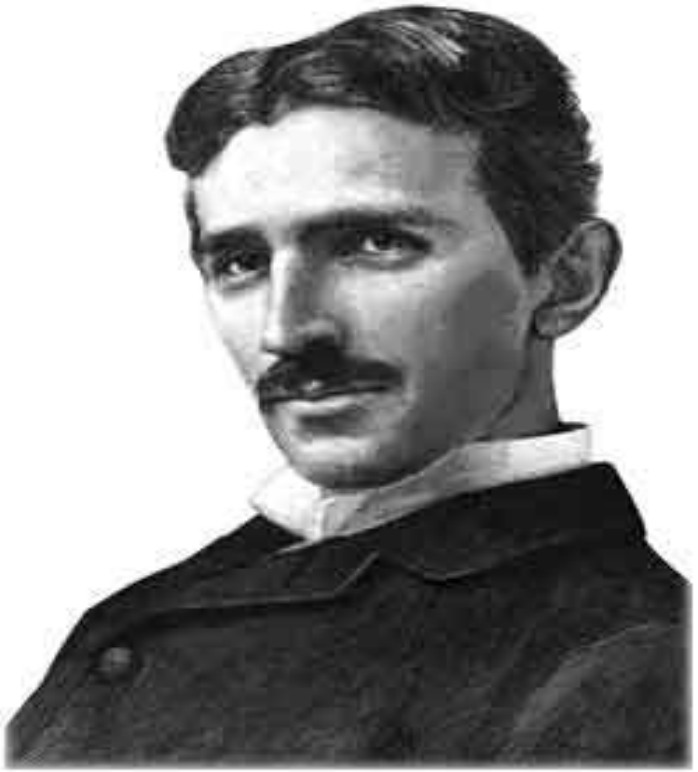
Das Verfahren beruht darauf, dass die Atomkerne im untersuchten Gewebe gezielt elektromagnetisch durch einen HF-Impuls angeregt werden und dann bis zur Rückkehr in ihren Grundzustand ein Signal abgeben. Verwendet werden Wasserstoff-Atome.

Dieses Signal kann über die in einer Spule (Empfängerstromkreis) induzierte Spannung gemessen werden und dient als Grundlage zur Bildberechnung.



Magnetresonanztomographie (MRT)

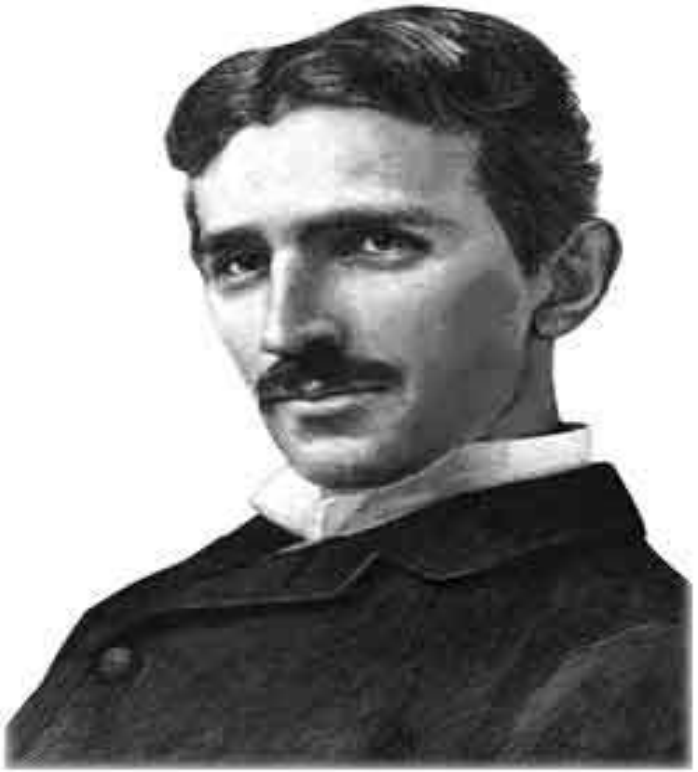
Was ist Tesla?



Magnetresonanztomographie (MRT)

Tesla: Einheit für die Feldstärke

Erdmagnefeld:	**0,000031 T**
Hufeisenmagnet:	**0,001 T**
MRT:	**0,5 bis 3 T (üblich 1,5T)**
Forschung:	**bis 20 T**



Magnetresonanztomographie (MRT)

UKGM
UNIVERSITÄTSKLINIKUM
GIESSEN UND MARBURG

Was müssen Sie beachten?

Magnetresonanztomographie (MRT)

UKGM
UNIVERSITÄTSKLINIKUM
GIESSEN UND MARBURG

Was müssen Sie beachten?

Implantate (Platten, Schrauben etc.)

Hörgeräte

Herzschrittmacher

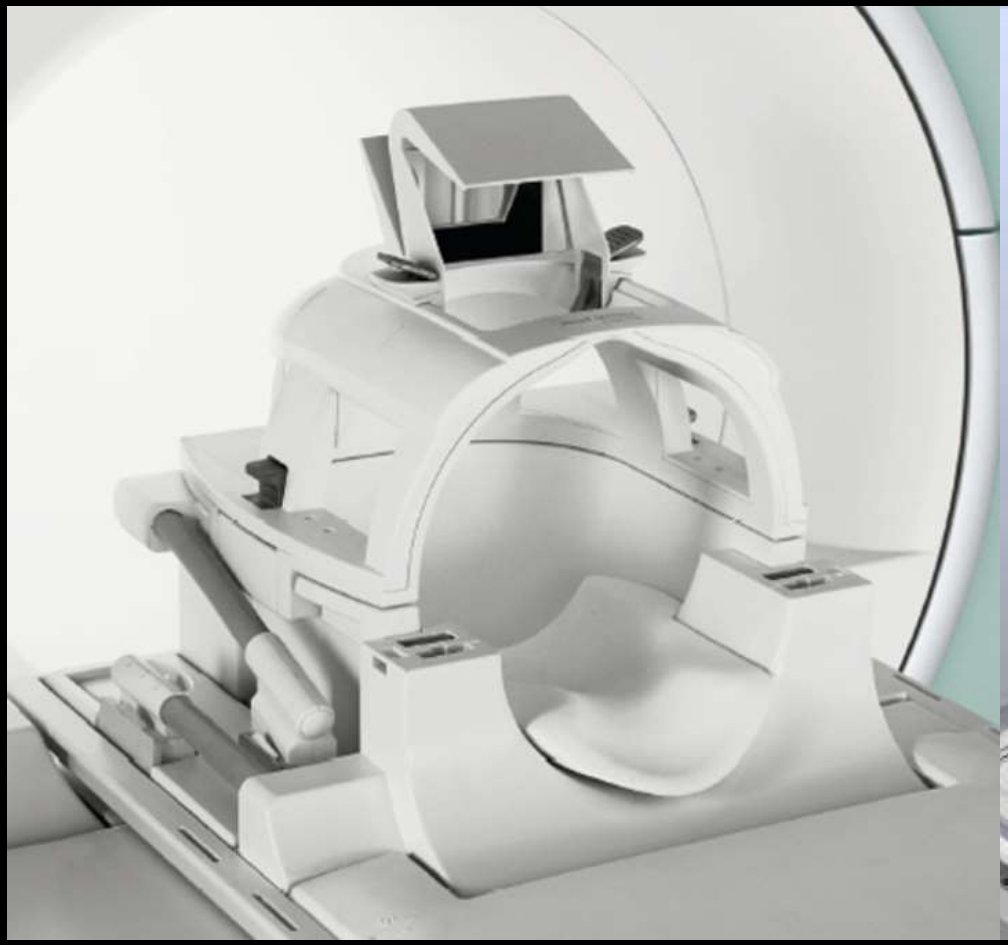
Event Recorder

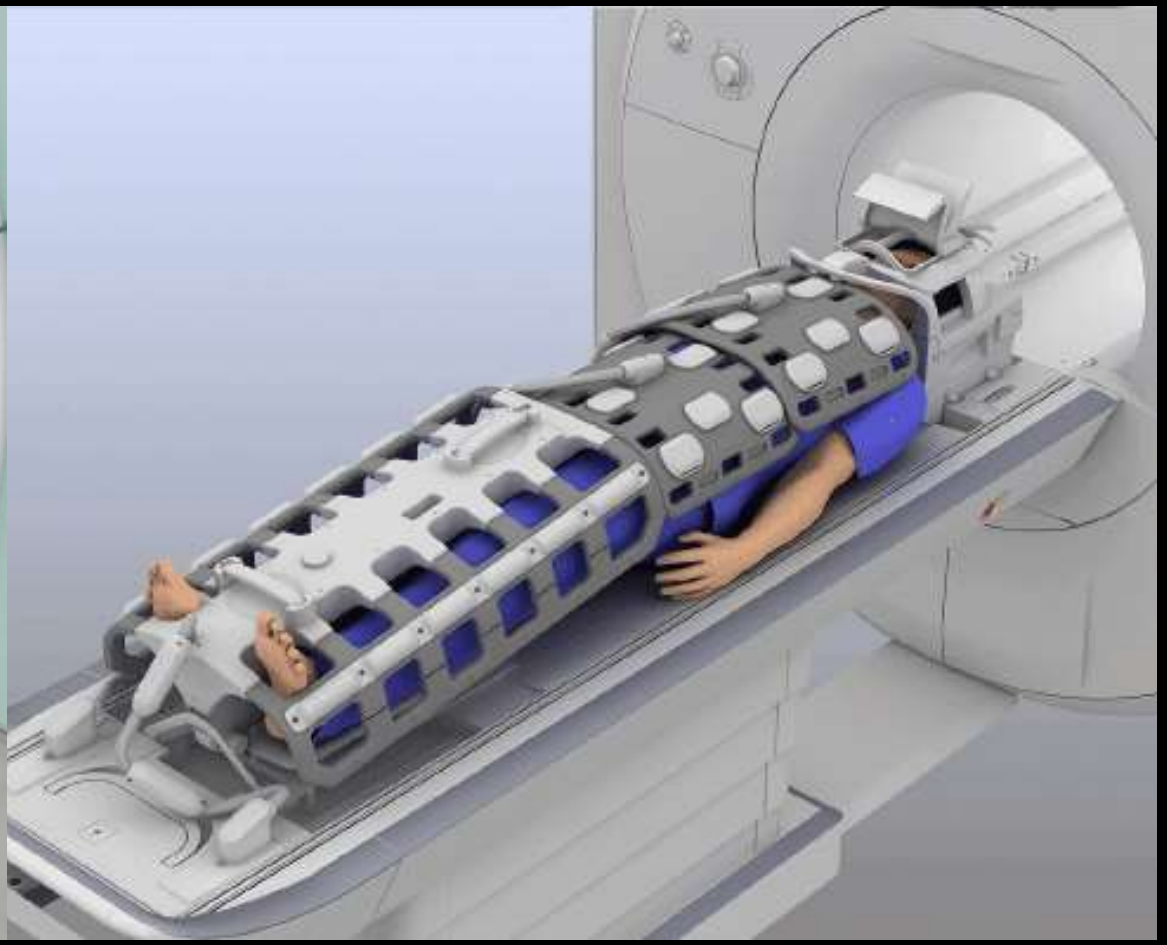
Shunt Systeme

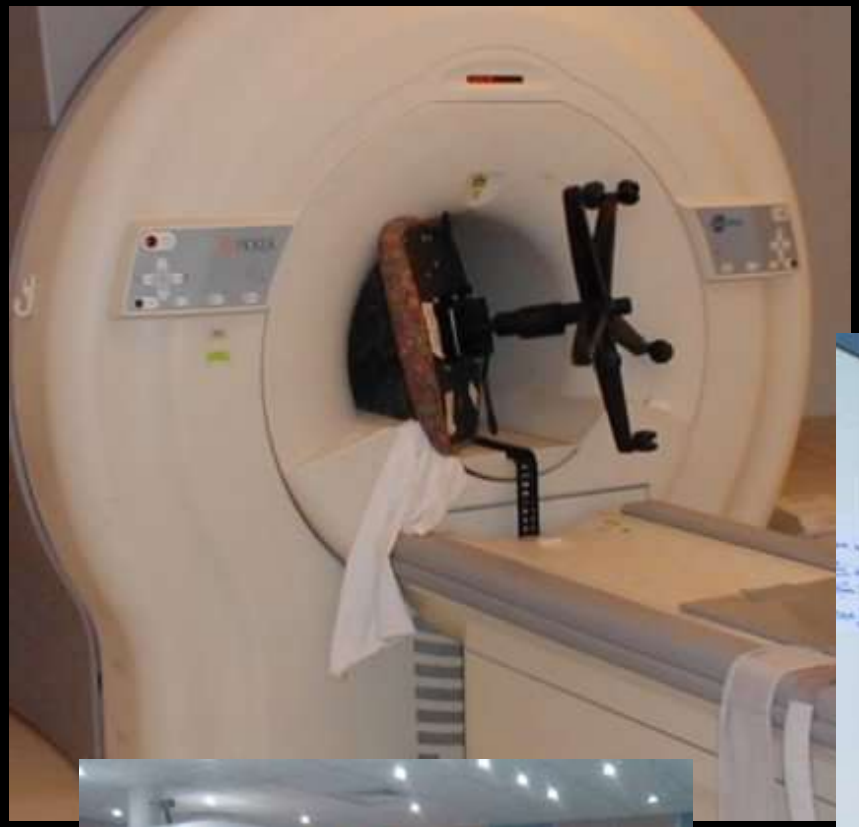
Kontrastmittel

Tätowierungen

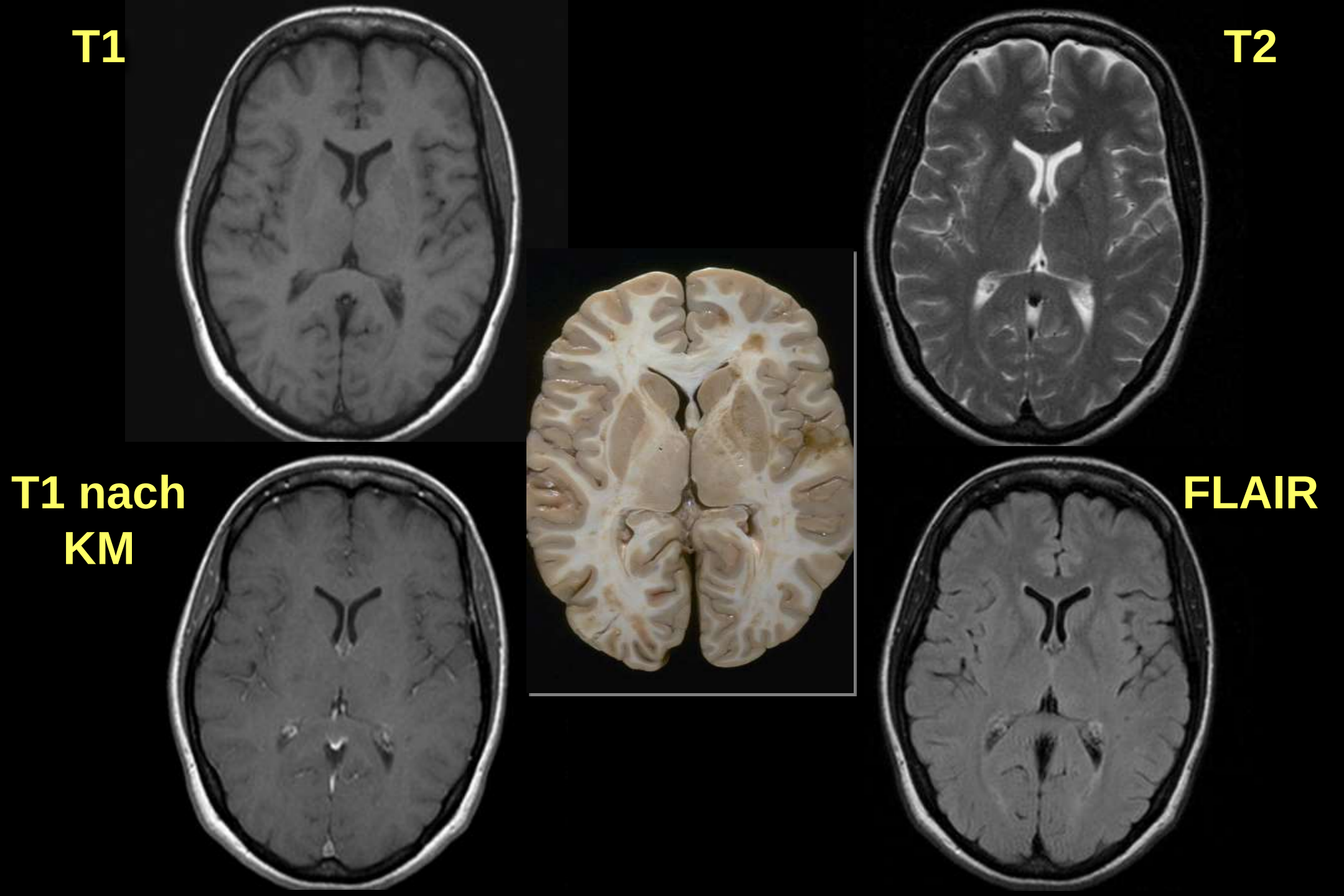
Es ist eng! Patient kooperativ????

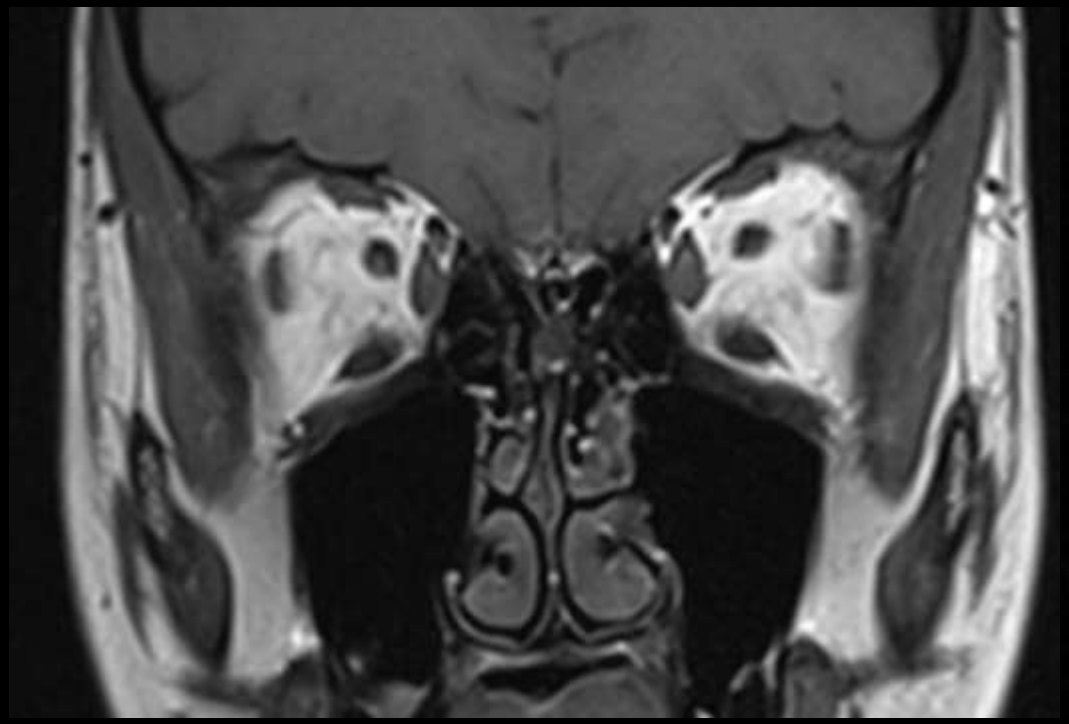
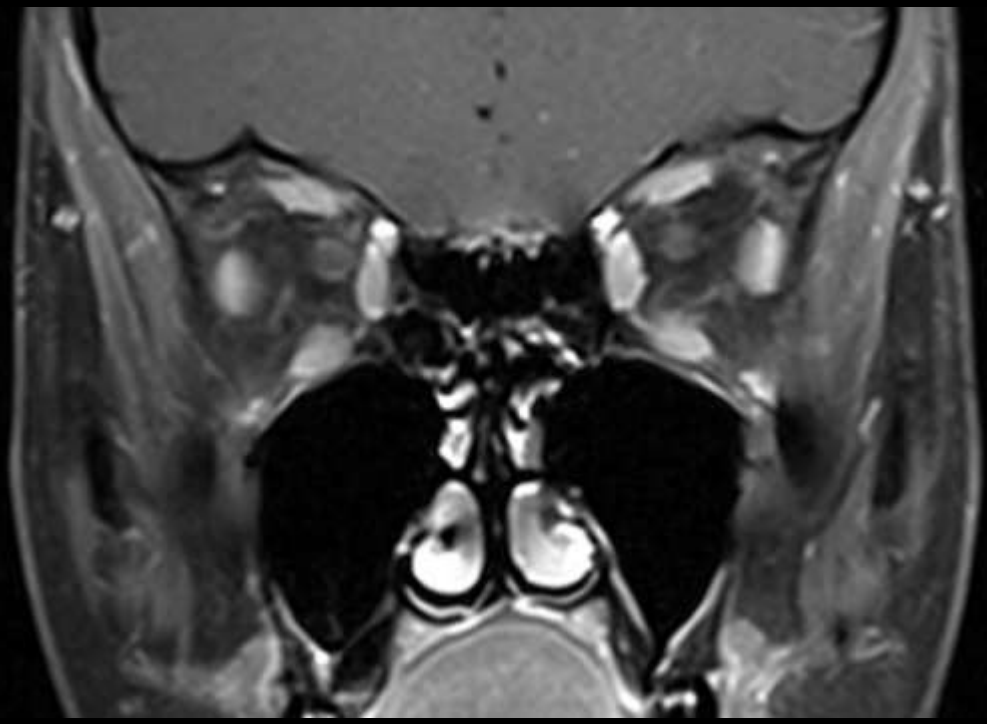
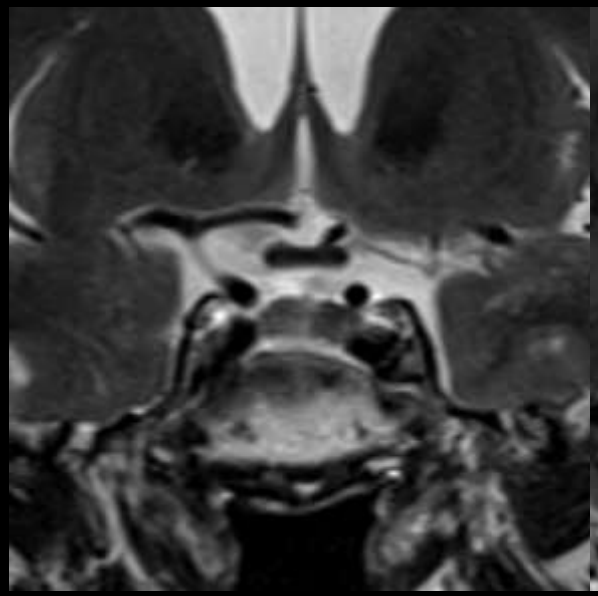
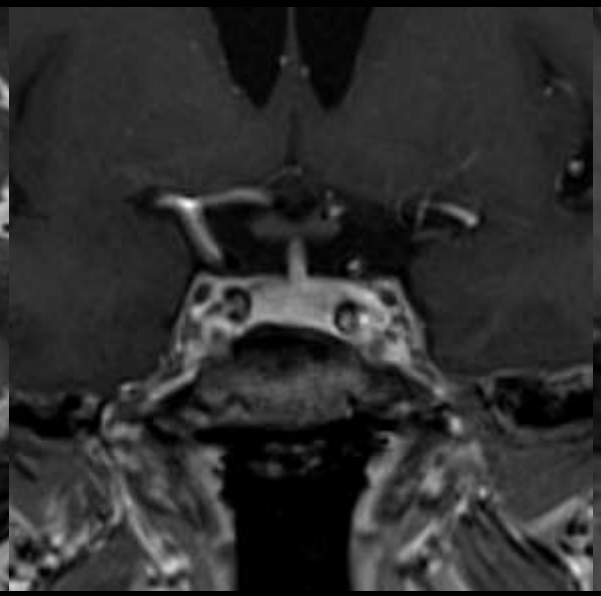
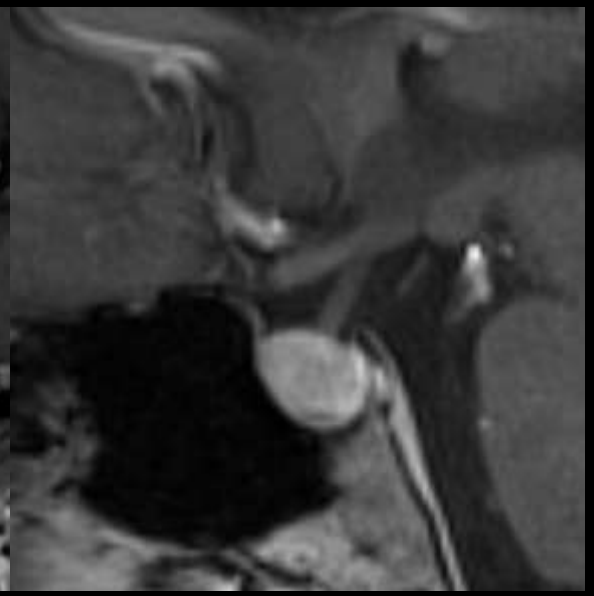


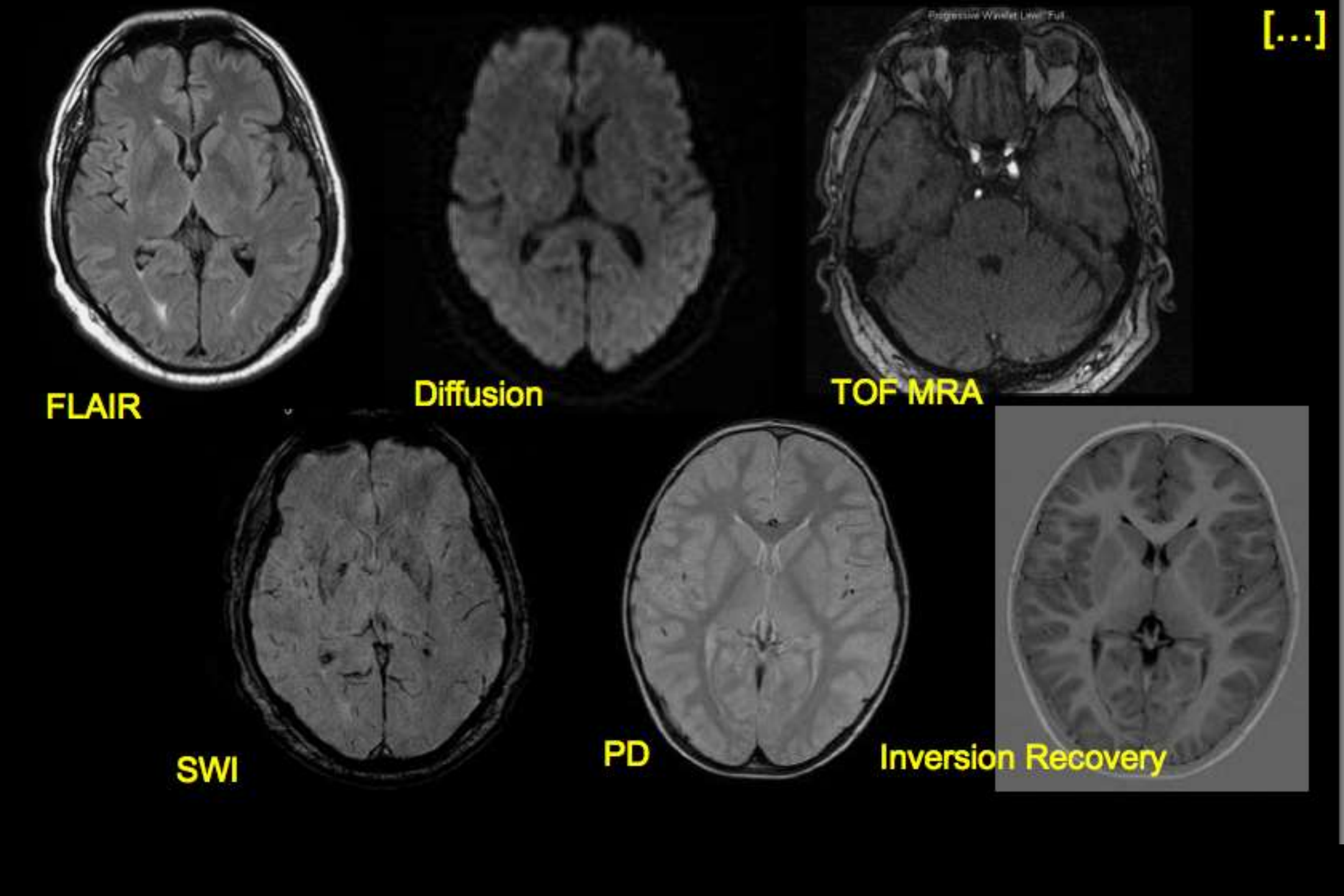




Permanentes Magnetfeld !!!


T1
T2
T1 nach KM
FLAIR


[...]
FLAIR
Diffusion
TOF MRA
SWI
PD
Inversion Recovery

Magnetresonanztomographie (MRT)

UKGM
UNIVERSITÄTSKLINIKUM
GIESSEN UND MARBURG

Kontraste:

T1: Flüssigkeit dunkel, Fett hell, Blut hell/dunkel

T2: Flüssigkeit hell, Fett hell, Blut hell/dunkel

Flair: freie Flüssigkeit dunkel, Ödem hell

DWI: zellreiches Material ist hell, akute Ischämie ist hell

SWI: Blut ist dunkel, Kalk ist dunkel

Magnetresonanztomographie (MRT)

UKGM
UNIVERSITÄTSKLINIKUM
GIESSEN UND MARBURG

Kontraste:

T1: Flüssigkeit dunkel, Fett hell, Blut hell/dunkel

T2: Flüssigkeit hell, Fett hell, Blut hell/dunkel

Flair: freie Flüssigkeit dunkel, Ödem hell

DWI: zellreiches Material ist hell, akute Ischämie ist hell

SWI: Blut ist dunkel, Kalk ist dunkel

„hell“	**„mittel“**	**„dunkel“**	**relativ zu Hirngewebe**
hyperintens	**isointens**	**hypointens**	

Magnetresonanztomographie (MRT)

UKGM
UNIVERSITÄTSKLINIKUM
GIESSEN UND MARBURG

MR Techniken:

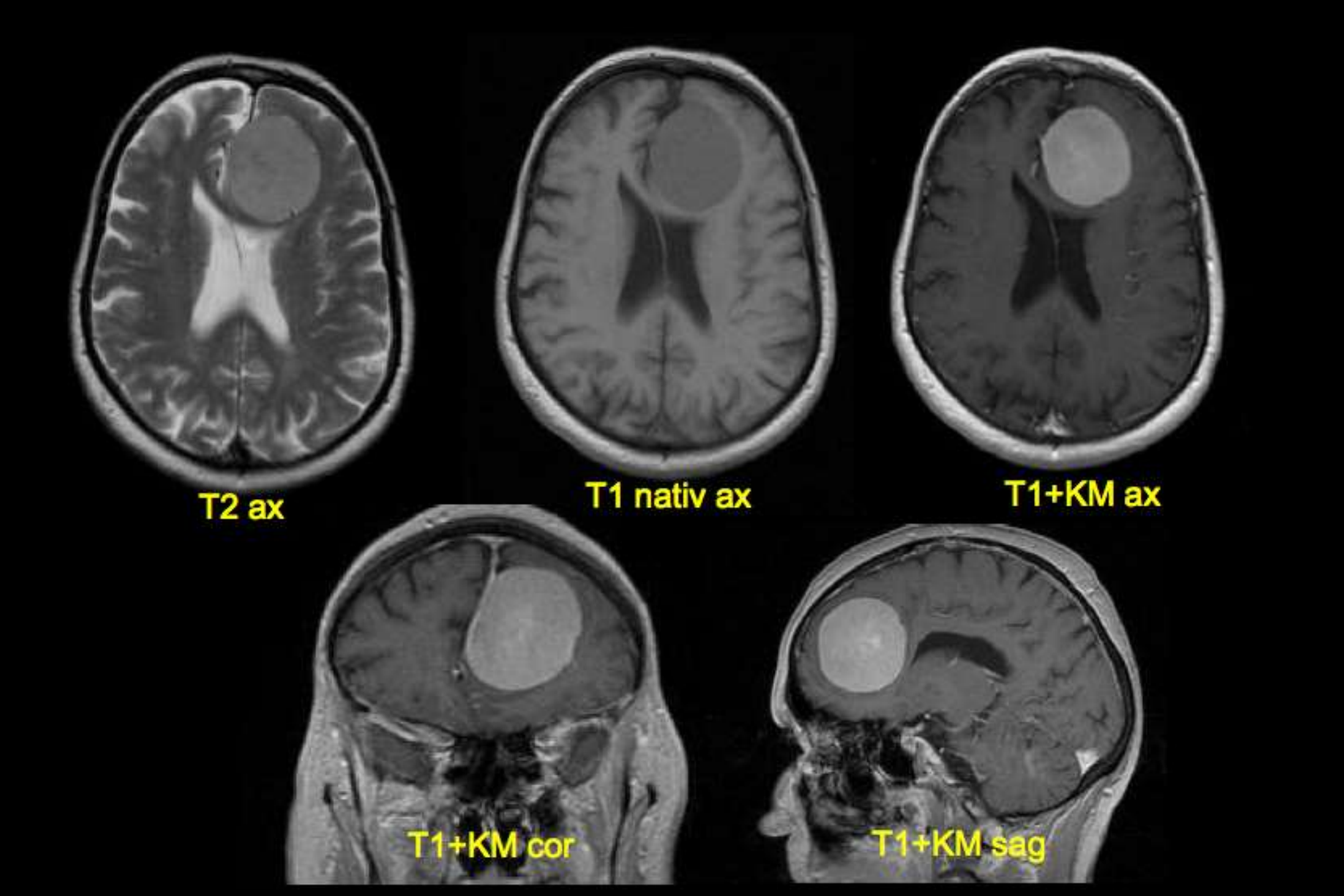
einfache Parenchymbilder (T1/T2, Flair, SWI

Gefäßdarstellung (KM Angio, time of flight Angio (ToF)

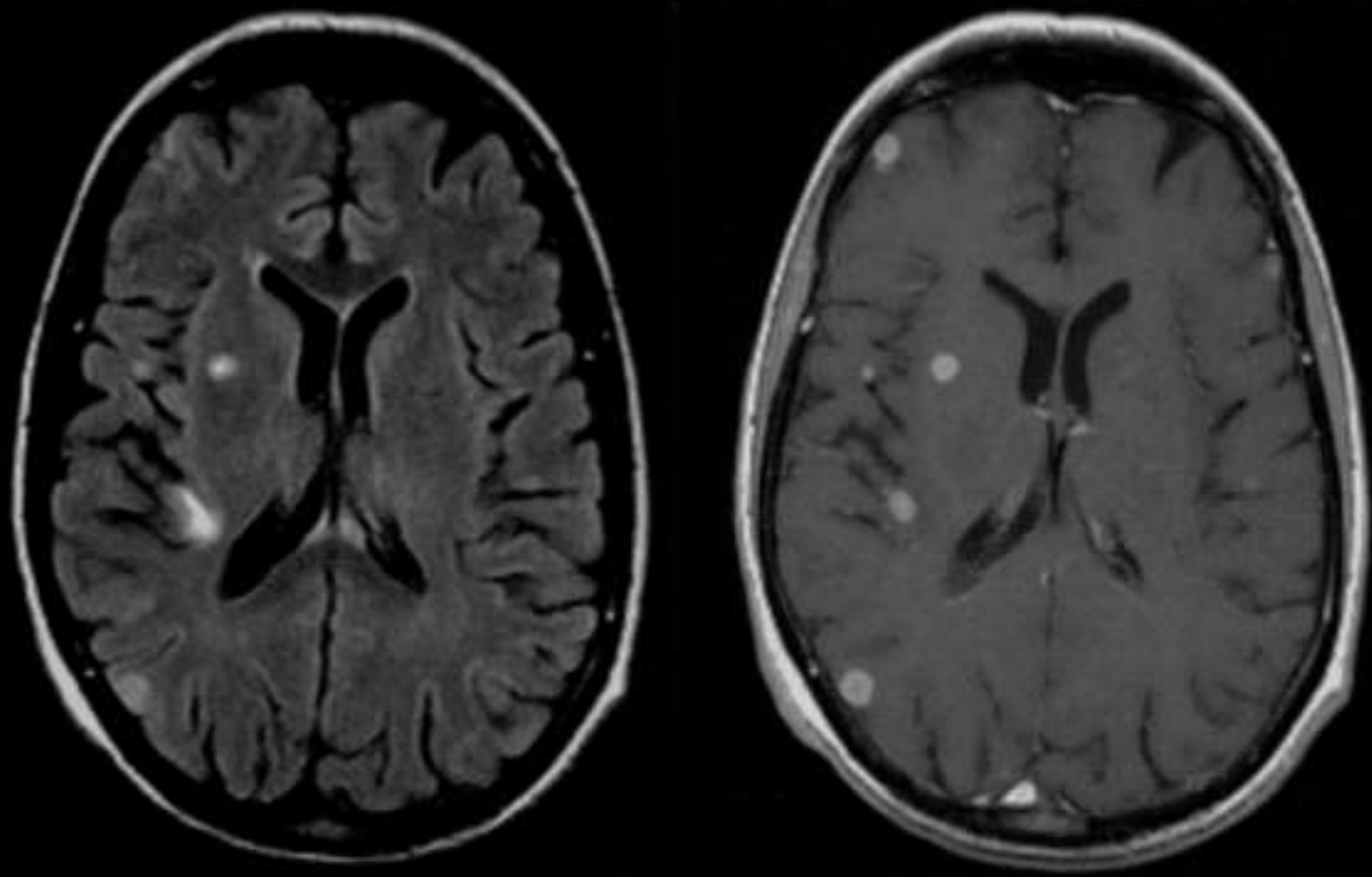
Diffusionsbildgebung (Schlaganfall, DTI)

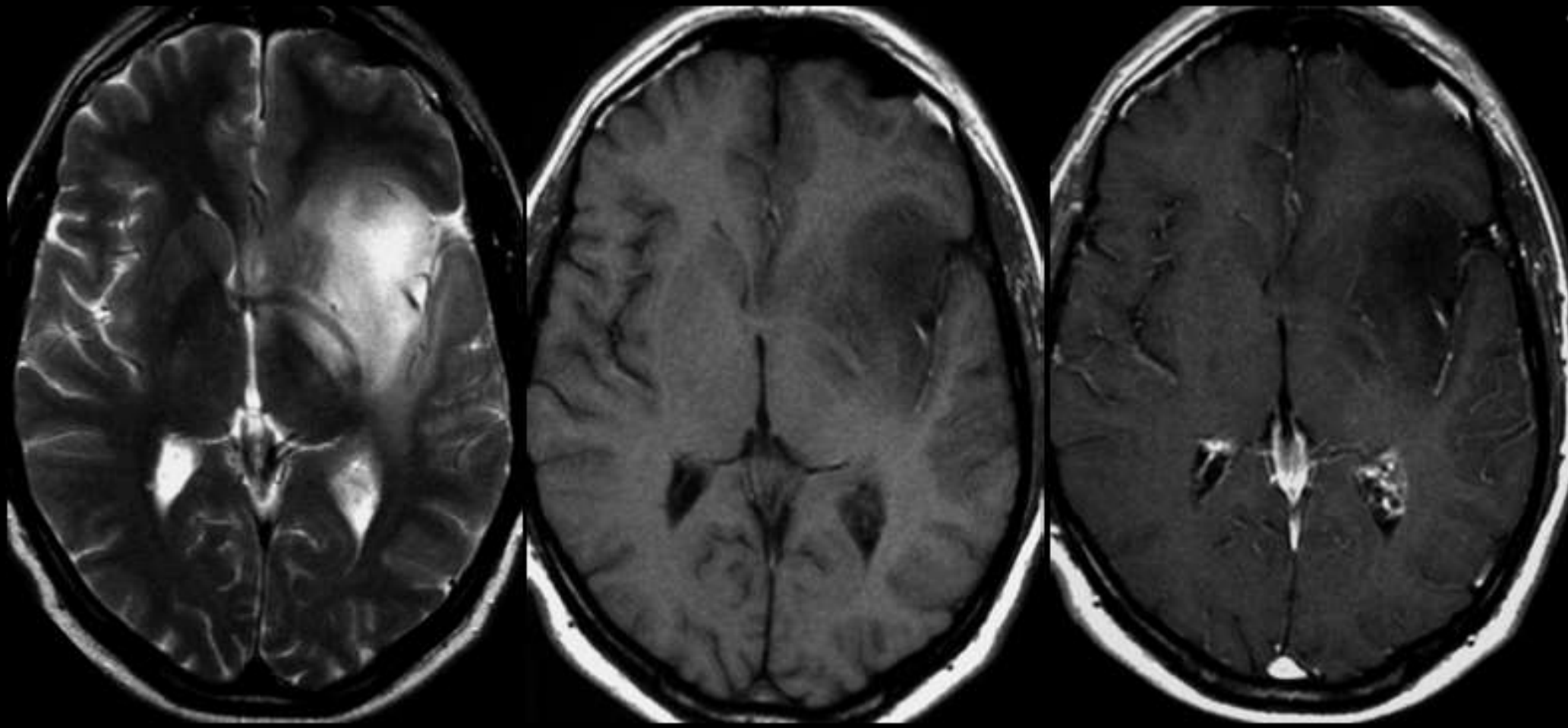
Perfusionsbildgebung

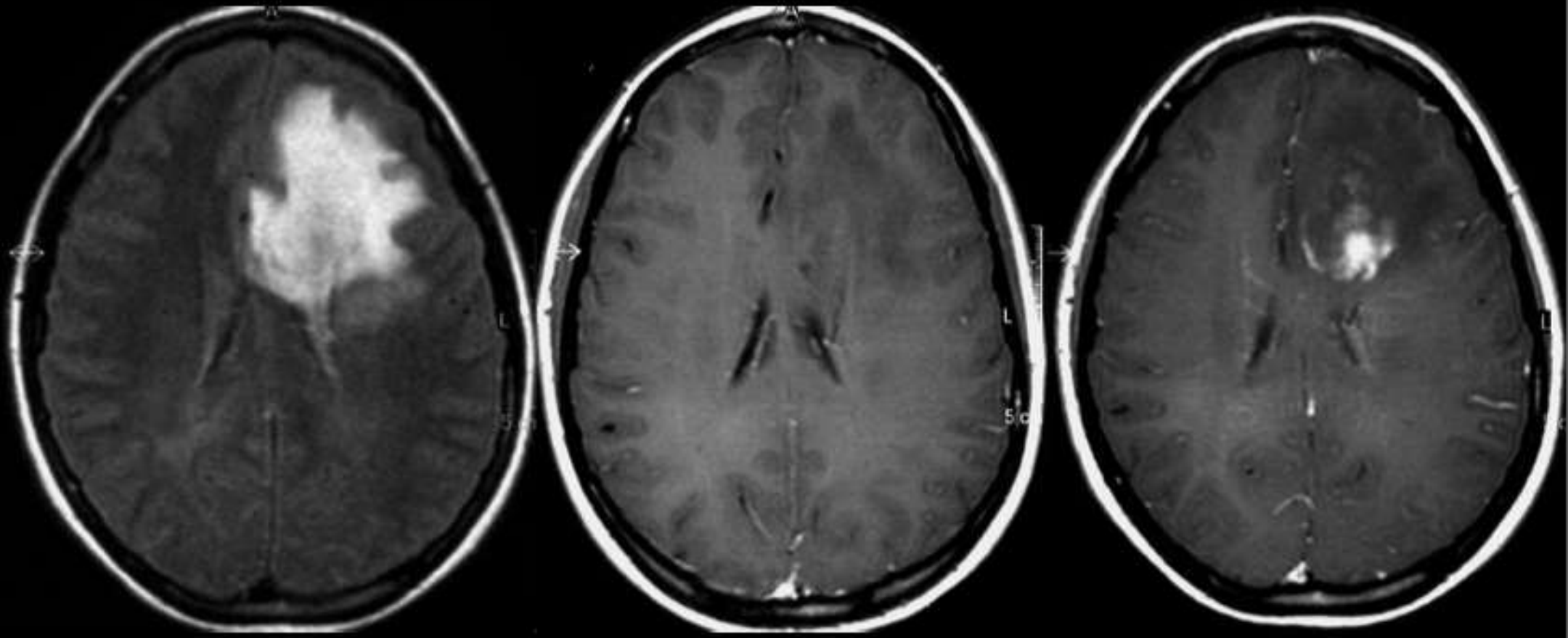
MR Spektroskopie

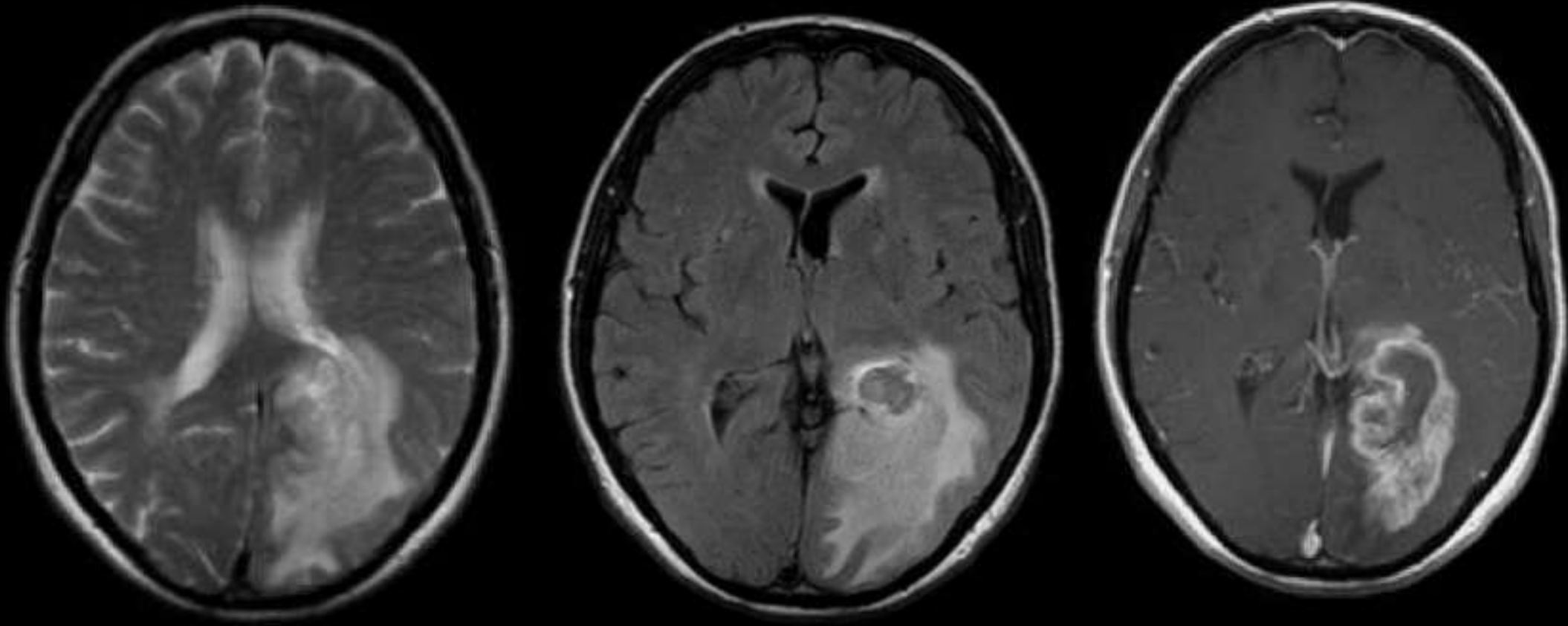

T2 ax
T1 nativ ax
T1+KM ax
T1+KM cor
T1+KM sag

- 25% aller Hirntumoren
- v.a. Lungen-, Brust-, Nierenzell-Karzinom, Melanom









Magnetresonanztomographie (MRT)

UKGM
UNIVERSITÄTSKLINIKUM
GIESSEN UND MARBURG

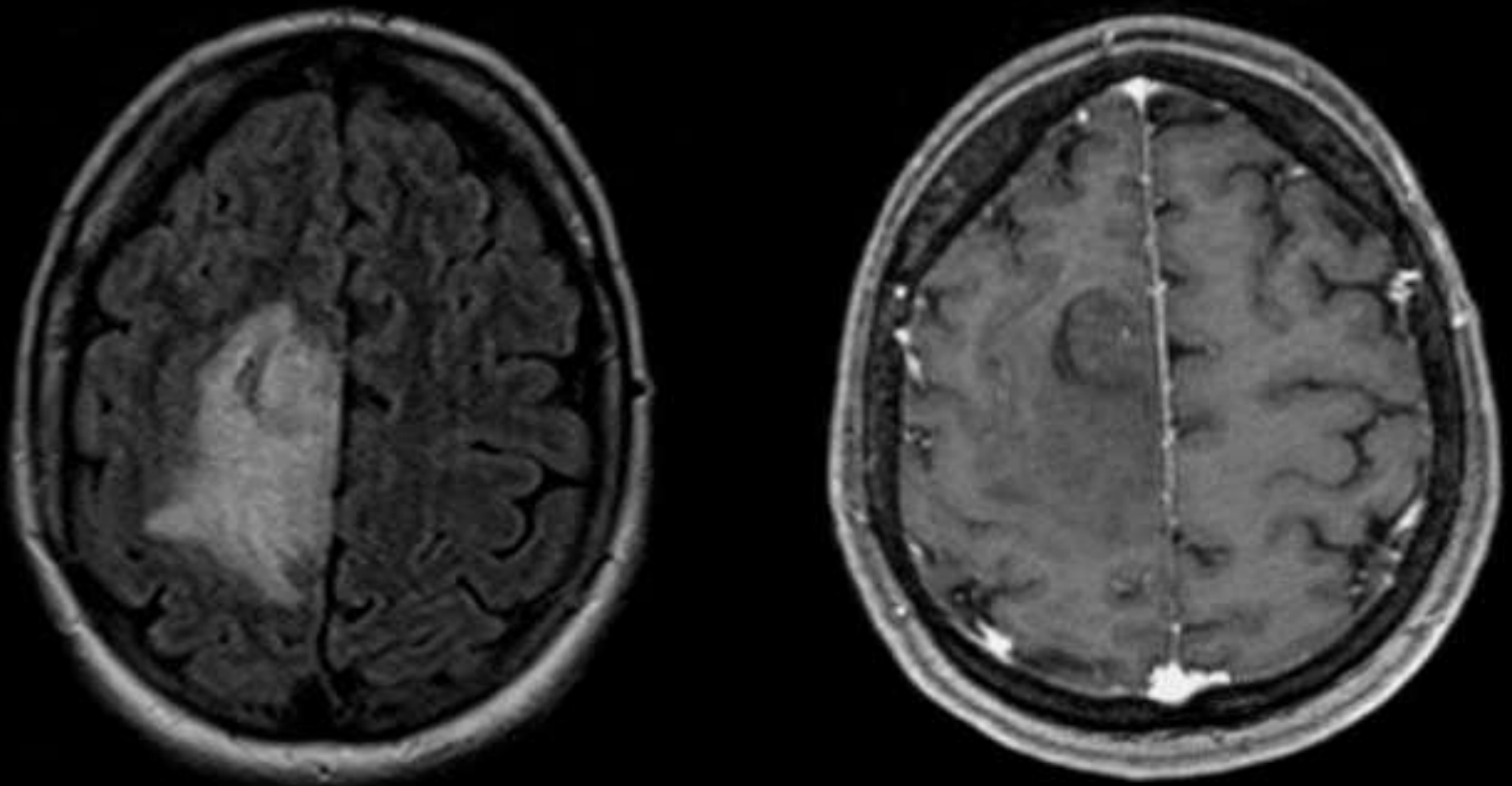
Funktionelle MRT (fMRT)

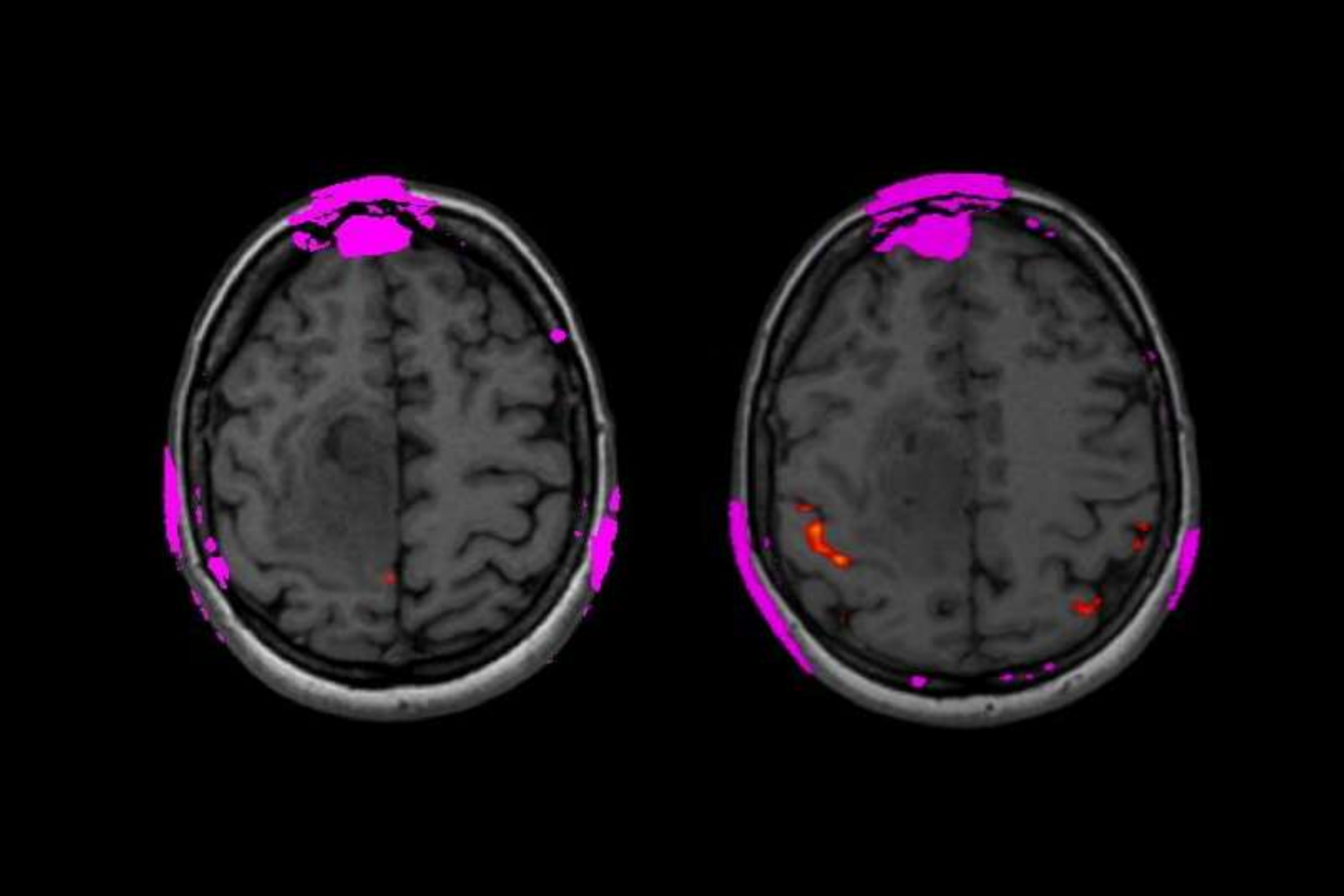
oxygeniertes und desoyxgeniertes Blut haben unterschiedliche magnetische Eigenschaften

dort, wo Hirn aktiv ist, wird mehr 02 verbraucht, dem Blut entnommen

diese Differenz kann man messen

BOLD Imaging: Blood Oxygenation Level Dependend Imaging





Vielen Dank für die Aufmerksamkeit!

tobias.struffert@uk-gm.de

Funktionelle MRT