

Bildgebende Diagnostik bei leichtgradigen Hirntraumen im Verlauf

Dr. med. Rainer Scheid, Max-Planck-Institut für Kognitions- und Neurowissenschaften, Leipzig

Jahrestagung ANB 2009

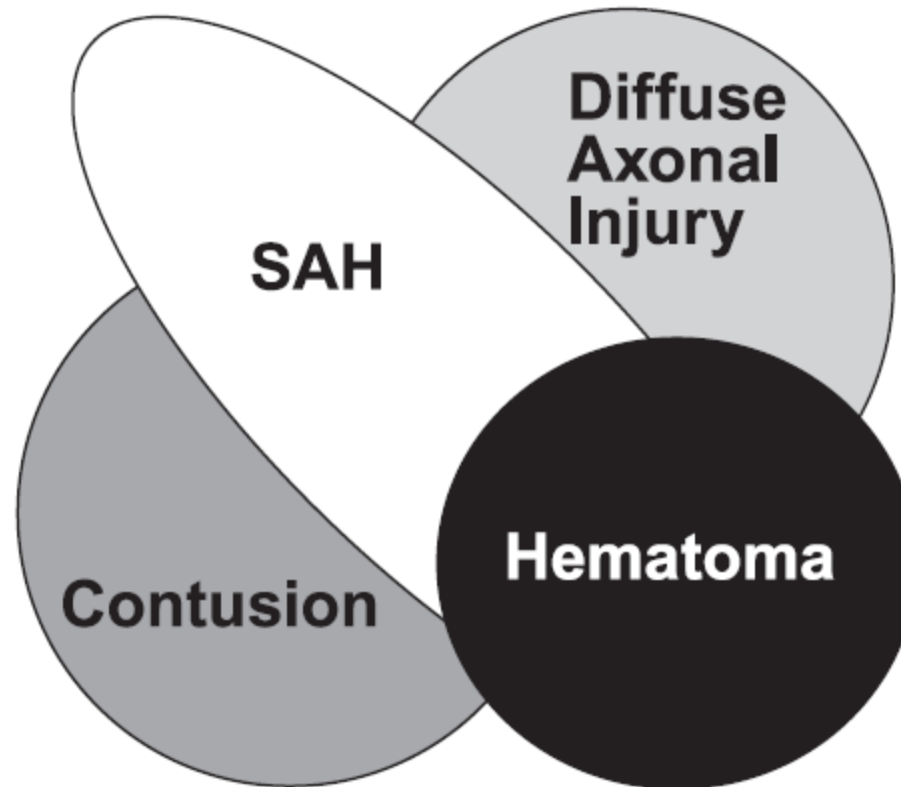
Inhalt

1. Diagnostik in der Akutphase
 - CT und MRT
2. Diagnostik im Postakut- und chronischen Stadium
 - MRT
3. Befunde im Verlauf
4. Zusammenfassende Bewertung

Nicht-Inhalt

1. Diagnostik in der Akutphase
 - CT und MRT
2. Diagnostik im Postakut- und chronischen Stadium
 - MRT
3. Befunde im Verlauf
- 4. Funktionelles Imaging**
- 5. Beziehungen: Struktur – Funktion**
- 6. Medizinrechtliche Aspekte**

SHT und Bildgebung



Inhalt

- 1. Diagnostik in der Akutphase**
 - CT und MRT
2. Diagnostik im Postakut- und chronischen Stadium
 - MRT
3. Befunde im Verlauf
4. Zusammenfassende Bewertung

Diagnostik in der Akutphase/CT

- CT nach wie vor Methode der Wahl
- CT+ bei ~5% der Patienten mit GCS 15
- CT+ bei ~30% der Patienten mit GCS 13
- Neurochirurgische Intervention: ~1%

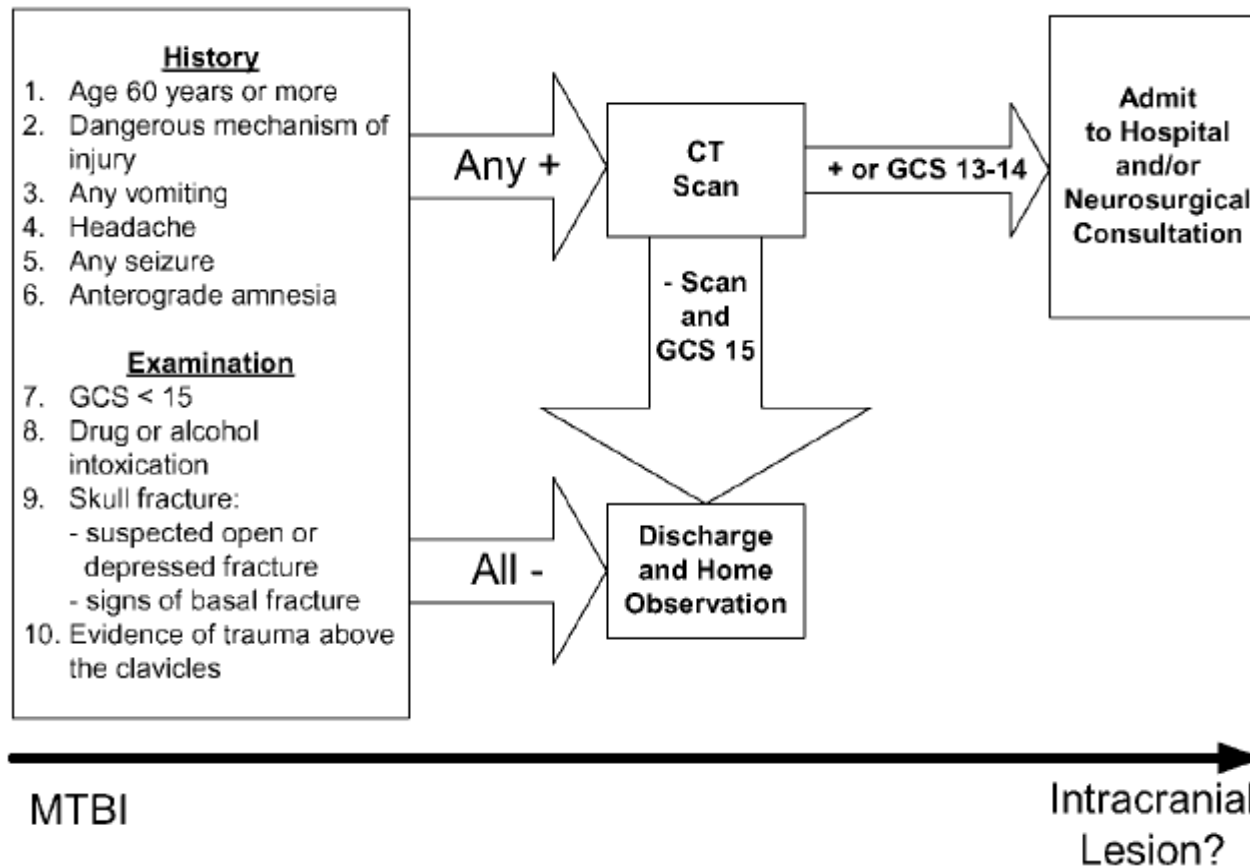
Holm et al., J Rehabil Med 2005

Diagnostik in der Akutphase/CT

Methode	EA Häm.	IA Häm.	Kont.	DAI	Ischämie	Vasosp.
CT nativ	+++	+++	++	0/+	0/+	0
CTA	0/+	0	0	0	+	+++
CTP	+	0	+	0	++	++

Sensitivität: ?: unklar, keine Daten; 0: insensitiv; 0/+: minimal; +: gering; ++: mäßig; +++: hoch

Diagnostik in der Akutphase/CT



WHO, 2004

Diagnostik in der Akutphase/MRT

- Keine spez. prospektiven Vergleichsstudien CT – MRT <24 h pSHT
- Bis 5 Tg pSHT: MRT sensitiver und spezifischer (Cave: Frakturen)
- MRT+ bei 10-57% (75%) der Patienten mit GCS 13-15
- MRT+ bei 30% der Patienten mit CT-
- Befunde: kleine Kontusionen, extraaxiale Hämatome und T2-Hyperintensitäten/parenchymatöse Blutungen (TMBs) → DAI/TAI
- i.A. keine neurochirurgische Relevanz

Bazarian et al., Acad Emerg Med 2006
ACEP/CDC Recommendations, Ann Emerg Med 2008
Lee et al., J Neurotrauma 2008

Inhalt

1. Diagnostik in der Akutphase
 - CT und MRT
2. **Diagnostik im Postakut- und chronischen Stadium**
 - MRT
3. Befunde im Verlauf
4. Zusammenfassende Bewertung

Diagnostik postakut/chronisch

Method	EA Häm.	IA Häm.	Kont.	DAI	Ischämie	Vasosp.
T1 nativ	0/+	0/+	++	0/+	+	0
T2 FLAIR	+++	+	+++	+	+	0
1,5 T T2*	+++	++	+	++	0	0
3 T T2*	+++	++	+	++	0	0
SWI	++	+++	++	+++	0	0
DTI	0	+	+	+++	+++	0
PWI	0	+	+	+	++	++
MRA	+	0	0	0	++	+++
MRS	0	0	0	++	+	0
MTI	0	0	?	?	++	0
fMRI	0	0	0	?	0	0

Sensitivität: ?: unklar, keine Daten; 0: insensitiv; 0/+: minimal; +: gering; ++: mäßig; +++: hoch

mod. n. Saatman et al., J Neurotrauma 2008

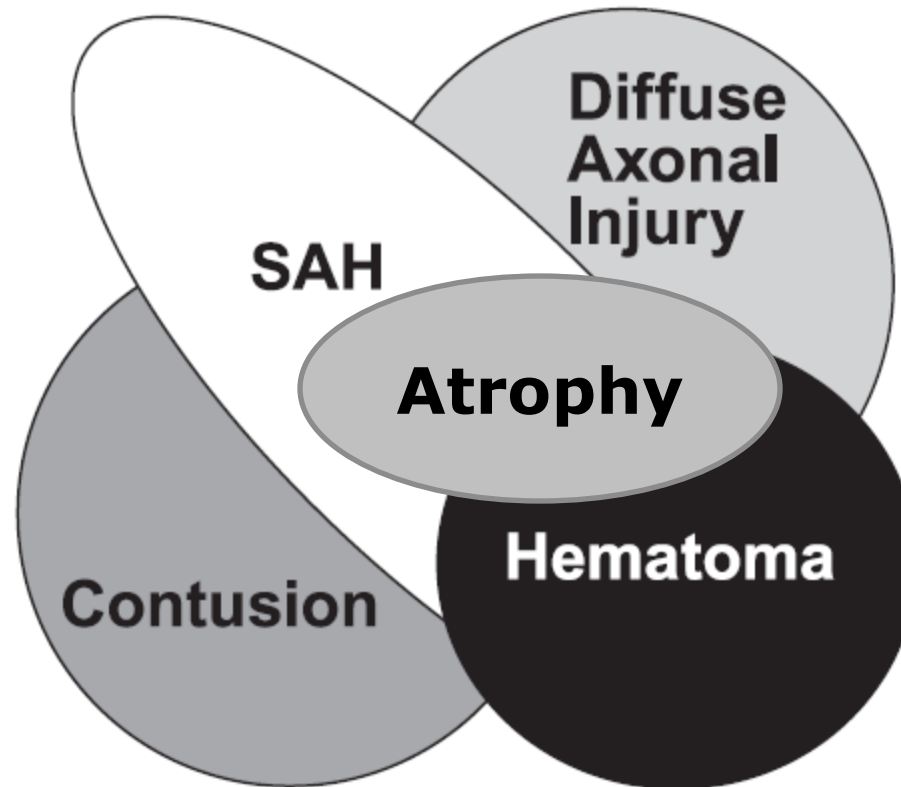
MRT – Dynamik nach Pathologie

1. Ödemkomponente: $DWI > FLAIR/T2$
 - Minuten – Tage pSHT
2. Blutungskomponente: $SWI > T2^* > FLAIR/T2 > T1$
 - Minuten – Jahre pSHT
3. Gliosereaktion: $FLAIR > T2 > T1$
 - Wochen – Jahre pSHT
4. Axonale Schädigung: DTI (MTI, MRS)
 - Minuten – Jahre pSHT (?)
5. Ischämische Komponente: $DWI > FLAIR/T2 > T1$
 - Minuten – Jahre pSHT

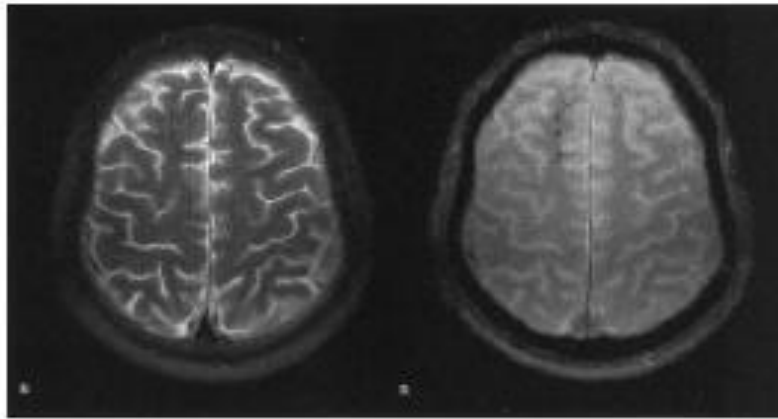
Inhalt

1. Diagnostik in der Akutphase
 - CT und MRT
2. Diagnostik im Postakut- und chronischen Stadium
 - MRT
- 3. Befunde im Verlauf**
4. Zusammenfassende Bewertung

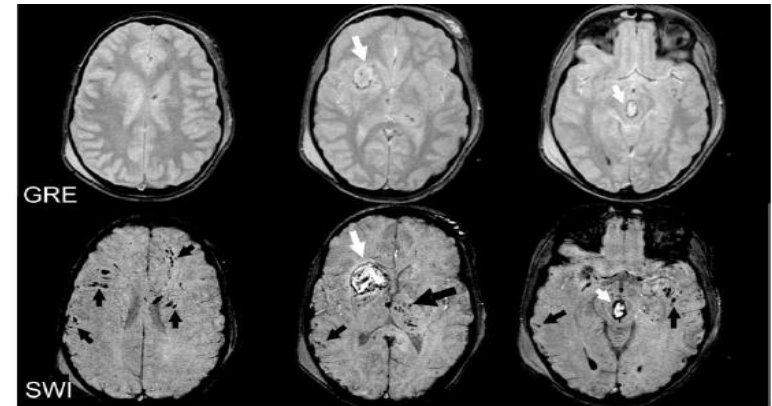
Befunde im Verlauf



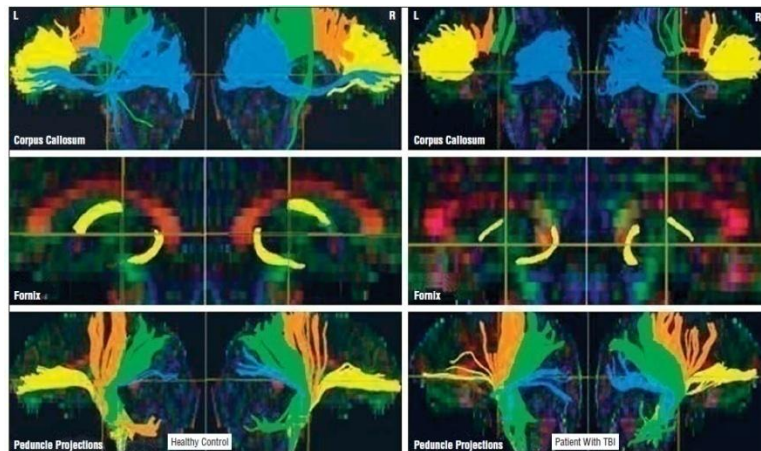
Diagnostik postakut/chronisch



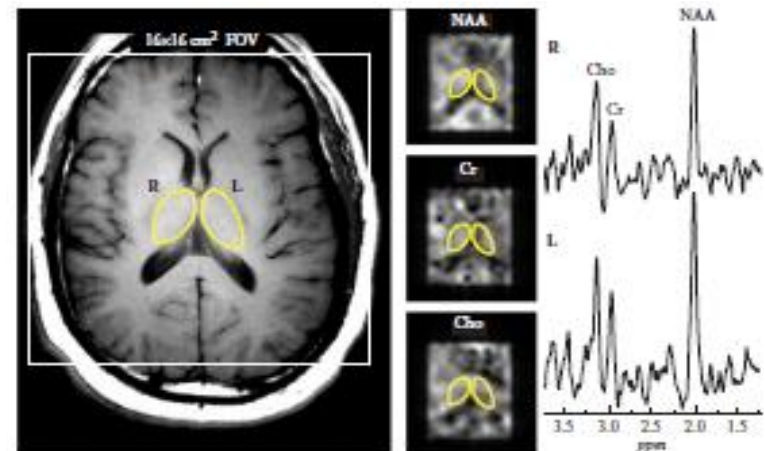
T2*-GRE



SWI



DTI



MRS

Befunde im Verlauf/Studien

van der Naalt 1999

- 67 Pat., 43 GCS 13-14
- CT akut, MRT 1-3 Mon und 6-12 Mon pSHT
- CT+ in 62%, fMRT+ in 44%, sMRT+ in 25%
- CT-/MRT+ bei 5 Pat.
- „fokale Atrophie“: fMRT in 33%, sMRT in 50% und in 75% mit CT+
- MRT+ und frontotemporale Atrophie \approx Outcome (DOS)

van der Naalt et al., Ann Neurol 1999

Befunde im Verlauf/Atrophie

MacKenzie 2002

- 14 Pat., GCS 9-15
- MRT ~3 Mon pSHT und ~6 Mon pSHT (7 Pat.)
- Nur bei Verlaufsuntersuchung -4,16% BVC (signifikant; VIEWNIX)
- BVC \approx LOC

Trivedi 2007

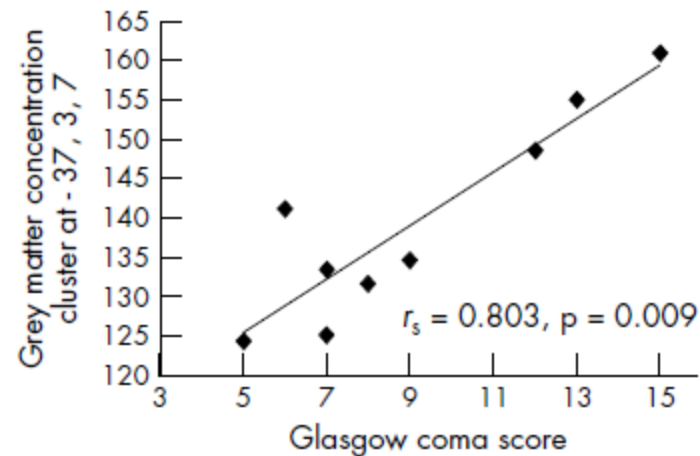
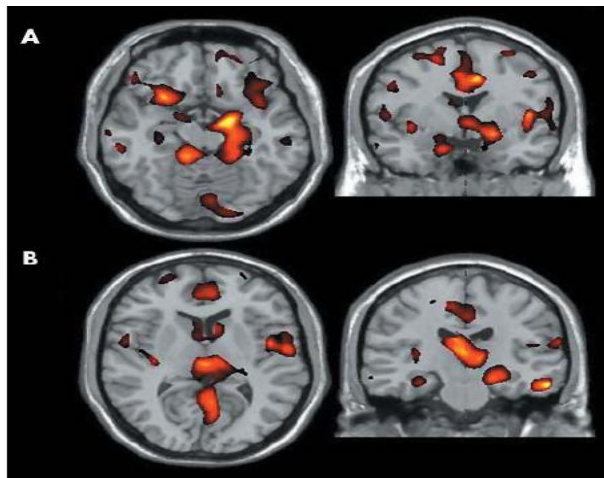
- 37 Pat., 11 GCS 13-15
- MRT 79 Tg (39-109) und 409 Tg (352-530) pSHT
- -1,43% BVC (signifikant; SIENA)
- BVC \approx LOC

MacKenzie et al., AJNR 2002
Trivedi et al., J Neurotrauma 2007

Befunde im Verlauf/Atrophie

Gale 2005

- 9 Pat., 3 GCS 13-15
- MRT ~1 J pSHT und VBM
- Diffuse/multilokuläre Reduktion GM im Vergleich zur Kontr.
- DGMC \approx GCS und Aufmerksamkeitsmassen (CPT II)



Gale et al., JNNP 2005

Befunde im Verlauf/Atrophie

Jorge 2007

- 37 Pat., 13 GCS 13-15
- MRT ~3 Mon pSHT und Hippokampus-Volumetrie
- Hippokampusvolumen \approx SHT-Grad
- Hippokampusvolumen \approx Auftreten einer affektiven Störung
- Keine Korrelation zur NPS-Performanz und ADL
- Hippokampusvolumen \approx RTW nach 1 J

Jorge et al., Biol Psychiatry 2007

Befunde im Verlauf/Atrophie

Toronto Traumatic Brain Injury Study

- 69 Pat., 13 GCS 13-15
- MRT ~1 J pSHT und semiautomatische Analyse lokaler Atrophie (SABRE, PLS) und WM/GM/CSF
- Signifikanter Unterschied auch zwischen mTBI-Gruppe und Kontrolle
- Atrophie i.P. ubiquitär mit rostrokaudalem Gradienten

Levine et al., Neurology 2008

Befunde im Verlauf/DTI

Rutgers 2007

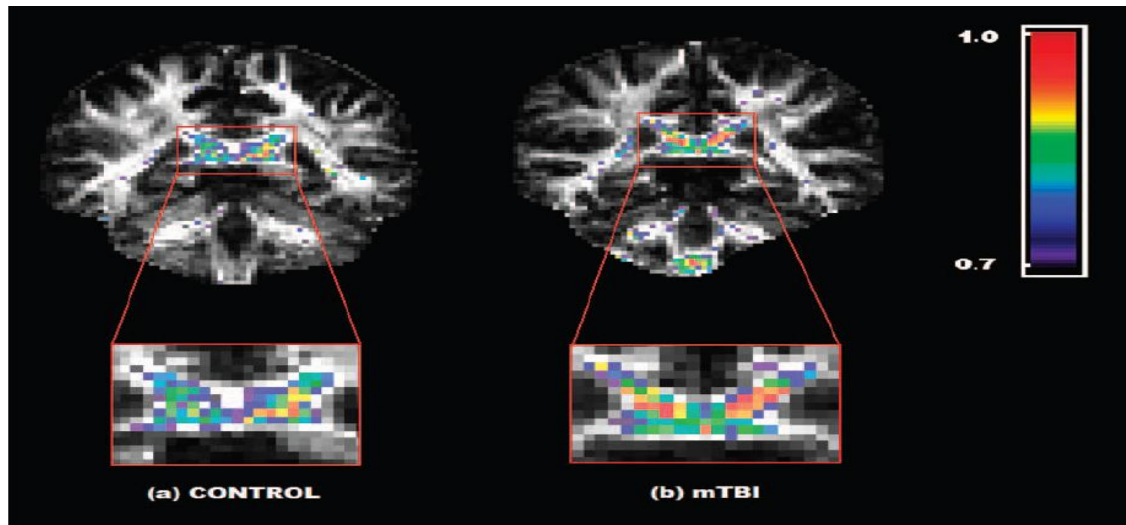
- 21 Pat., GCS 13-15
- MRT 0,1-109 (5,5) Mon pSHT
- FA ↓ in multiplen WM-Regionen (9) im Vergleich zur Kontr.
- DWM, Balken, Cingulum
- Keine Relation zum Zeitintervall pSHT

Rutgers et al., AJNR 2007

Befunde im Verlauf/DTI

Bazarian 2007

- 6 Pat., GCS 13-15, CT-
- MRT ≤ 72 h pSHT
- FA \uparrow und ADC \downarrow generalisiert und in multiplen WM-Regionen (ROI) im Vergleich zur Kontr.
- Caps. interna, post. Balken
- FA \approx PCS, VM-RT, Impulskontrolle (IMPACT)



Bazarian et al., J Neurotrauma 2007

Befunde im Verlauf/DTI

Niogi 2008

- 34 Pat., GCS 13-15
- MRT >1 Mon pSHT
- FA ↓ in Fasc. Uncinatus, ant. Cor. Radiata, Genu CC, Fasc. long. inf. im Vergleich zur Kontr.
- FA ≈ RT (AST)

Niogi 2008

- 43 Pat., GCS 13-15
- MRT 1-53 Mon pSHT
- FA ↓ in Fasc. uncinatus und ant. Cor. radiata im Vergleich zur Kontr.
- FA in Fasc. uncinatus ≈ Gedächtnismassen (LDFR/CVLT)
- FA in linker ant. Cor. Radiata ≈ attentional control (ANT)

Niogi et al., AJNR 2008
Niogi et al., Brain 2008

Befunde im Verlauf/DTI

Wilde 2008

- 10 Pat., GCS 15, CT-
- MRT 1-6 Tg pSHT
- FA \uparrow und ADC \downarrow im Balken im Vergleich zur Kontr.
- FA und ADC \approx Symptomatik (RPQSQ, BSI)

Wilde et al., Neurology 2008

Befunde im Verlauf/MRS

Kirov 2007

- 20 Pat., GCS 13-**15**, MRT-
- MRS 0-7 J (2) pSHT, 3 T, Thalamus bds.
- Statistisch nicht signifikante Veränderungen der Konzentration der Metaboliten NAA, Cr, Cho im Vergleich zu Kontr.

Kirov et al., Brain Injury 2007

Befunde im Verlauf/MRS

Cohen 2007

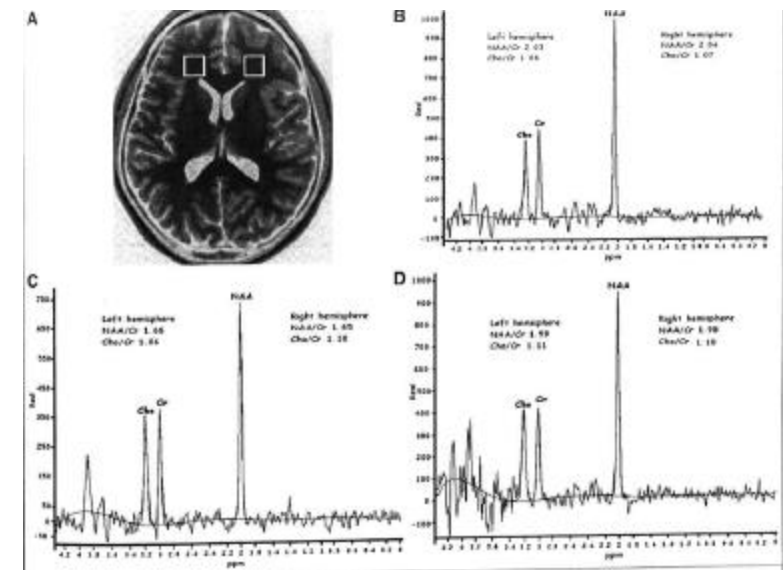
- 20 Pat., GCS 13-15
- MRS und Morphometrie 1 Tg-31,5 J pSHT
- **WBNA** ↓ (12%) im Vergleich zu Kontr. (signifikant)
- GMV, WMV nicht signifikant verändert zur Kontrolle
- GMV ↓ in Abhängigkeit vom Zeitintervall pSHT

Cohen et al., AJNR 2007

Befunde im Verlauf/MRS

Vagnozzi 2008

- 13 Pat. mit sportassoziierter Concussion
- MRS 3, 15, 30 Tg pSHT
- NAA ↓ bis 15. Tg, ab 30. Tg kein Unterschied zur Kontrolle (signifikant)
- Pat. bereits ab 3. Tg asymptomatisch
- „Second hit“ verzögert NAA-Normalisierung um 15 Tg

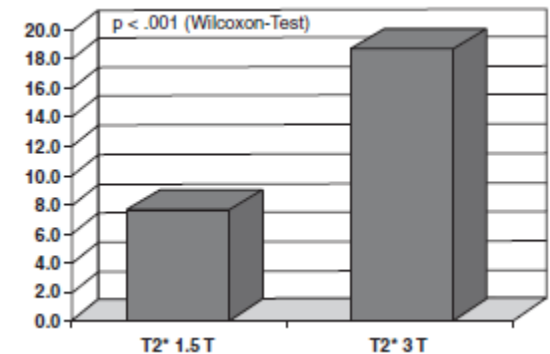


Vagnozzi et al., Neurosurgery 2008

Befunde im Verlauf/T2*

Scheid 2007

- 14 Pat., GCS 3-6
- MRT bei 1,5 und 3 T 44-73 Mon pSHT
- 3 T > 1,5 T bezogen auf TMBs
- TMBs \approx Zeitintervall pSHT
- 2 x 3 T (9 Pat.) MRT nach Δ 66 Mon ohne signifikante Differenz



Scheid et al., J Neurotrauma 2007

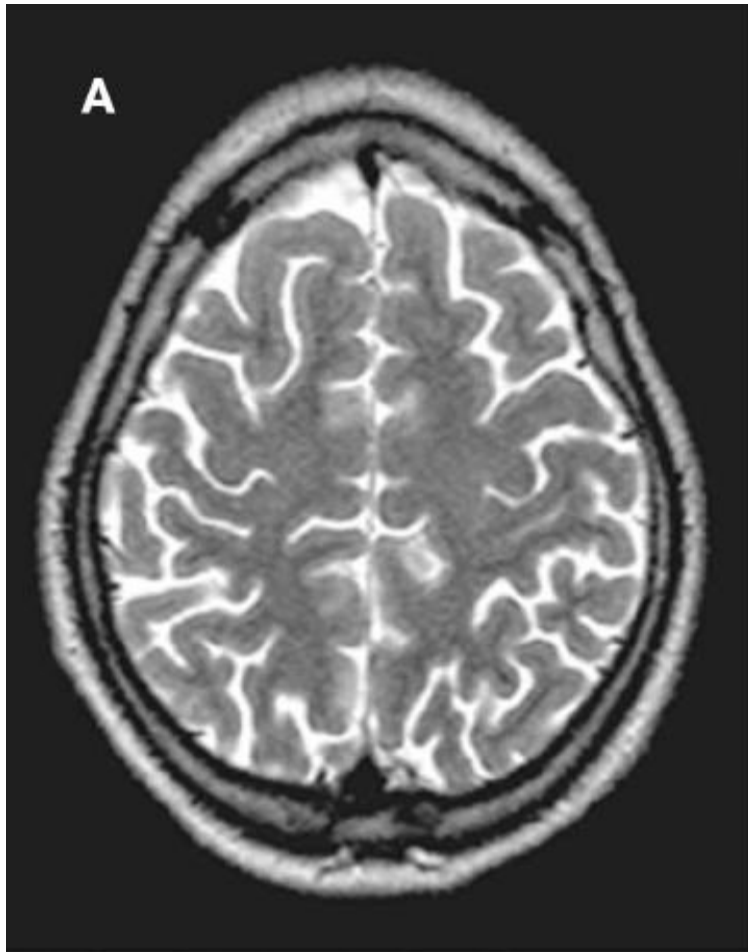
Befunde im Verlauf/Exp.

Henninger 2007

- Tierexperimentelle Studie nach exp. mSHT (n = 6)
- MRT (T2, DWI, PWI, fMRI) und Verhaltensexp. 0, 1, 7, 21 Tg pSHT
- DWI und T2 normal
- ADC ↑ bis 7. Tg pSHT (signifikant)
- Störung der regionalen Hämodynamik (RCO₂, BOLD) bis 7. Tg pSHT
- Motorische Störung bis 1 Tg pSHT

Henninger et al., Crit Care Med 2007

Befunde im Verlauf/VRS



Inglese et al., AJNR 2005
Inglese et al., Brain Injury 2006

Inhalt

1. Diagnostik in der Akutphase
 - CT und MRT
2. Diagnostik im Postakut- und chronischen Stadium
 - MRT
3. Befunde im Verlauf
4. **Zusammenfassende Bewertung**

Zusammenfassende Bewertung

- Wenig verlässliche Daten in Literatur
- Studien sehr heterogen, wenige spez. mSHT
- Ergebnisse teils inkonsistent

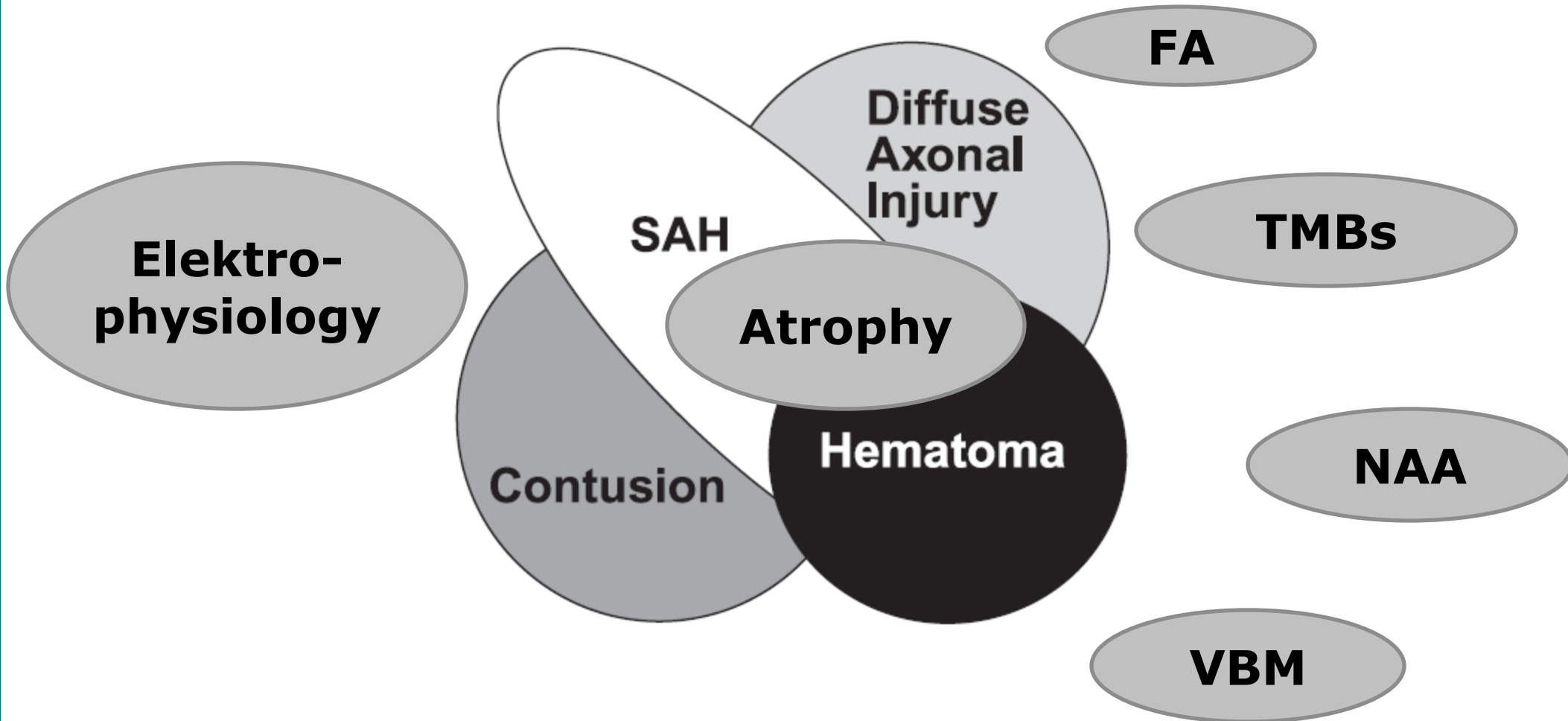
- Problematik des Gruppenvergleichs

- Zentrale Frage: Gibt es optimale Zeitfenster für unterschiedliche Pathologien?

- Rationale Empfehlung:
MRT ≤ 2 W pSHT für frühe Schäden/Schädigungen
MRT ≥ 3 Mon pSHT für Spätfolgen

Blatter et al., AJNR 1997
Voller et al. Brain Injury 2001
Metting et al. Lancet Neurol 2007

Objektivierung einer strukturellen HS



Synopsis vor GA-Hintergrund

1. CT- nicht sehr aussagekräftig
 - abhängig vom U-Mechanismus, GCS, LOC etc.: MRT
2. MRT: 3D, T2/FLAIR, T2*/SWI, DTI
 - 1,5 T ausreichend (?)
 - Frage Atrophie ≥ 3 Mon
 - Frage Atrophie nur quantitativ
3. Befundung durch Radiologen mit neurotraumatologischer Expertise