



Hôpitaux de Lyon



Colloque France Traumatisme Crânien

*Quelles preuves lésionnelles après
traumatisme crâniocérébral léger*



Dr D PLANTIER

david.plantier@chu-yon.fr

Recherche bibliographique

<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/>

- MTBI : Mild Traumatic Brain Injury
- Concussion
- Post concussion syndrom
- DAI : Diffuse Axonal Injury (LAD)
- Physiopathology
- Neuroimaging, CT and MRI, DTI, SWI, Resting state fMRI
- Par auteurs (Bigler ED, Gennarelli TA....)
- articles de revue ou livres récents
- ≈ 35 articles consultés

Recherche bibliographique

<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/>

**Effets microstructuraux
après TCCL**

Perspectives « historiques »

Historique : la commotion cérébrale

- « un syndrome réversible sans pathologie détectable » (Denny Brown et al, 1941)
- « La perte de connaissance et l'amnésie traumatique associée qui surviennent après TC en absence de dommage physique au cerveau » (Ward, 1966)
- « la commotion dépend de lésion diffuse des cellules et des fibres nerveuses subies au moment de l'accident. L'effet de ces blessures sera ou ne sera pas réversible » (Hooper, 1969)

Rappels historiques : lésions axonales diffuses

- **Holbourn** (Lancet, **1943**) : une vulnérabilité particulière du cerveau, des propriétés mécaniques singulières :
 - faible coefficient d'allongement
 - fort coefficient de compressibilité

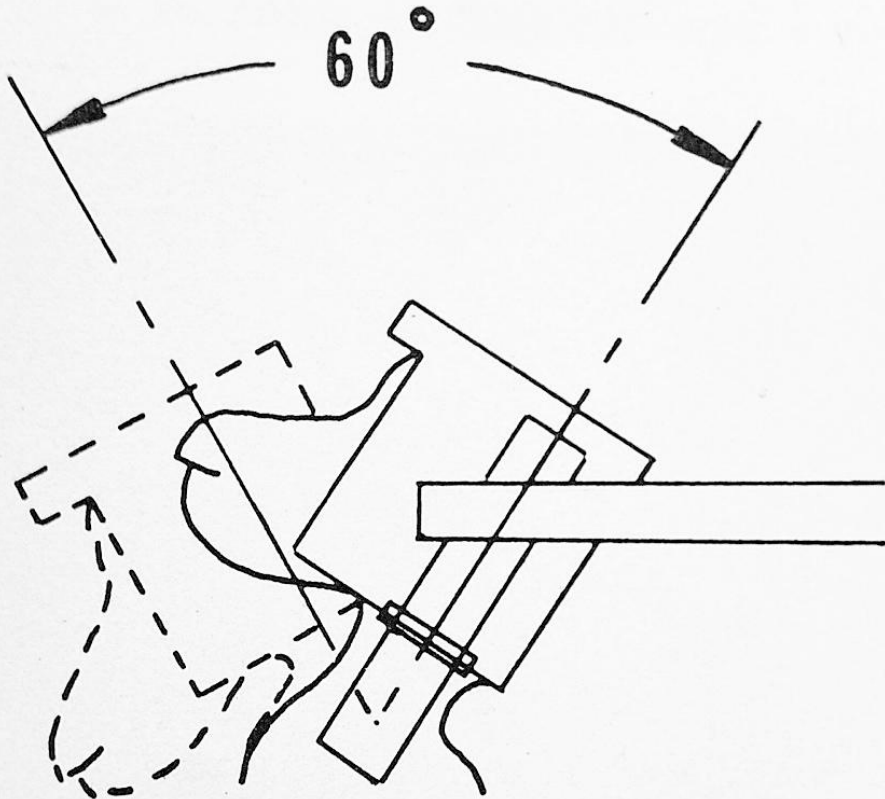
Théorie du cerveau « mobile »

- **Strich** SJ, JNNP, **1956**, « Diffuse degeneration of the cerebral White matter in severe dementia following head injury » 1^{ère} description des LAD,

Microscopic lesions in the brain following head injury Oppenheimer DR. JNNP, 1968.

- 59 TCC toutes sévérité, nécropsie imprégnation argentique,
- « Les déchirures axonales sont susceptibles d'être à l'origine de la perte transitoire de conscience »
- La présence d'un profil de **dégât axonal** peut être identifié pour toutes les sévérités de TCC (y compris TCCL)

Jane JA, et al., Axonal degeneration induced by experimental noninvasive minor head injury. Journal ou neurosurgery **1985**.



- Singes macaques
- La tête fixée /casque
- actionneur pneumatique accélération décélération sur 60° / 5 à 25 ms
- Brève PC
- Imprégnation argentique 7 à 30 jours après
- Dégénérescence axonale colliculus inférieur, protubérance, bulbe

Blumbergs PC et al., Topography of axonal injury as defined by amyloid precursor protein and the sector scoring method in mild and severe closed head injury. *J neurotrauma* 1995.

- cartographie anatomopathologique des lésions en immuno-marquage,
- comparaison histologique d'un groupe de 6 patients décédés après TCC sévère à 6 autres TCCL
- corrélations étroites entre les deux groupes pour le *corps calleux et le fornix*

Medana IM et al., Axonal damage, a key predictor of outcome in human CNS disease, Brain 2003.

- le dommage axonal est un prédicteur clé du devenir donnée universelle après TC sévère, modéré, léger (Gentleman 1995, Smith 2000, Medana M 2003...)
- immuno-marquage par anticorps anti β APP (Amyloid Precursor Protein), détection des axones dont le système de transport rapide est atteint...
- Dynamique temporelle des lésions

Johnson VE et al., Axonal Pathology in Traumatic Brain Injury, Exp Neurol 2013

- LAD : 70 ans après, une des caractéristiques pathologiques la plus commune après TCC toutes sévérités
- Les axones de la substance blanche sont spécialement vulnérables
- LAD : substrat de la perte de connaissance immédiate, substrat clé du TCCL (commotion)
- La durée de la PDC ou du coma directement liée à l'étendue des LAD
- L'accélération rotatoire du cerveau est le mécanisme principal des forces mécaniques responsables de LAD

Johnson VE et al., Axonal Pathology in Traumatic Brain Injury, Exp Neurol 2013

une cascade chimique secondaire:

- Rupture du cytosquelette axonal,
- Interruption du transport axonal
- Excitotoxicité du calcium,
- Dysfonctions mitochondriales
- Oedème cellulaire,
- Atteinte gliale et cérébrovasculaire
- Ischémie,
- Mort cellulaire par apoptose,
- Dégénérescence Wallerienne

- Un dommage cérébral suffisant pour induire un changement **physiologique** n'est pas forcément suffisant pour induire un changement **morphologique**
- Une vulnérabilité particulière de **certaines régions** (corona radiata, capsule interne, pédoncules cérébraux, corps calleux)
- Les champs de contraintes mécaniques diffèrent d'un neurone à l'autre, unicité de chaque blessure
- Organisation en **réseau** : d'un hémisphère à l'autre, passerelles, concentrateurs, relais... une petite lésion affectant un point clé perturberait le réseau entier...

Recherche bibliographique
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/>

Éléments de preuve et neuroimagerie

Neuroimagerie, introduction

- **Neuroimagerie de routine** : T1, T2, Flair T2, T2* ... imagerie de première ligne, souvent considérée comme normale, des limites de détection
- **Neuroimagerie « avancée »** : DTI, SWI, IRMf..., de nouvelles techniques années après années... Certaines d'entre elles sont vieilles de plusieurs décennies, mais leurs capacités ne sont pas encore pleinement découvertes... nécessitent des opérations et une évaluation spécialisées (**Toth, 2015**).

Yuh EL et al, MRI improves 3-month outcome prediction in mild traumatic brain injury. Ann Neurol 2013

- 135 TCCL (3 centres niv 1), scanner cérébral le jour même, IRM 12 +/-3,9 j
- 1 GSC 13 – 26 GSC 14 – 108 (80%) ont un GSC 15
- 44% d'anomalies en neuroimagerie
- 27% des TCCL dont le scanner initial est normal ont des lésions en IRM
- La présence d'une hémorragie pétéchiiale est considérée est un marqueur de LAD (y compris dans le TCL)

« Track TBI Study » étude multicentrique

- Définition d'Éléments de données communes (CDE) : dégât axonal 1 à 3 foyers / LAD : 4 foyers, différencier anomalies aiguës / chroniques.
- « TBI-CDE » : recommandations consensuelles pour la définition et la collection des données, issues des meilleures pratiques en recherche sur les TCCL (National Institute of Health, Defence Center of Excellence, Veterans Administration...
- **Enfin une définition /méthode commune !!!!**

Recherche bibliographique

<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/>

Éléments de preuve et neuroimagerie

DTI

(Diffusion Tensor Imaging)

Niogi SN, Extent of microstructural white matter injury in **postconcussive syndrome** correlates with impaired cognitive reaction time: a **3T DTI study** of MTBI. **AJNR 2008**.

- **Première étude DTI imageur 3T**
- 34 TCCL avec SPC vs 26 témoins
- Réduction de la FA corona radiata (41%)
faisceau unciné (29%) genou du corps calleux (21%), faisceau longitudinal inférieur (21%), cingulum (18%)
- (Anisotrope : les propriétés du milieu dépendent de la direction, de l'orientation).

Hulkower MB, et al, A decade of DTI in TBI : 10 years and 100 articles later. Am J Neuro rad, review; 2013.

- o « Le consensus est que le DTI différencie les patients après traumatisme crânien des sujets contrôles...
- o Une mesure « robuste » de l'importance des dégâts axonaux traumatiques...
- o Un outil pronostic dans le soin après TCC
- o Mais la nécessité de poursuivre les études (hétérogénéité des travaux)

Recherche bibliographique

<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/>

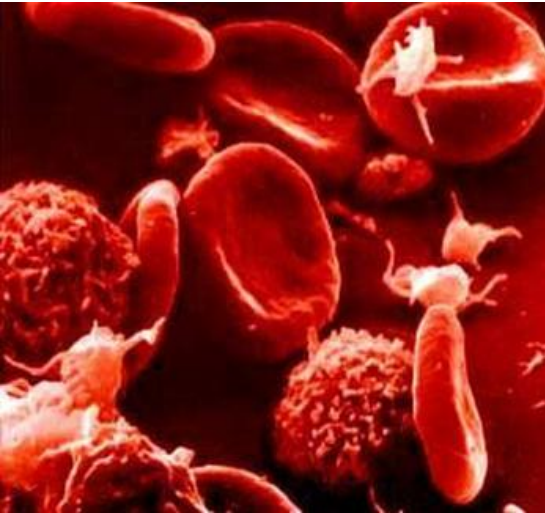
Éléments de preuve et neuroimagerie

SWI

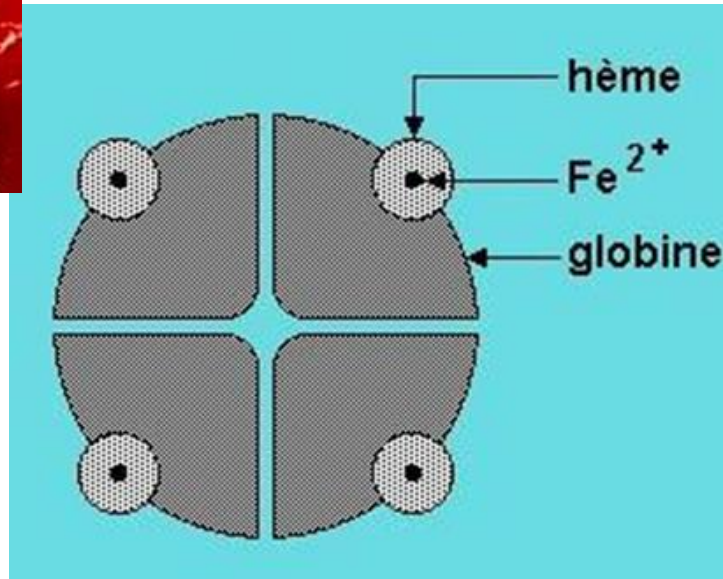
(Susceptibility Weighted
Imaging)

Produits de dégradation de l'hémoglobine

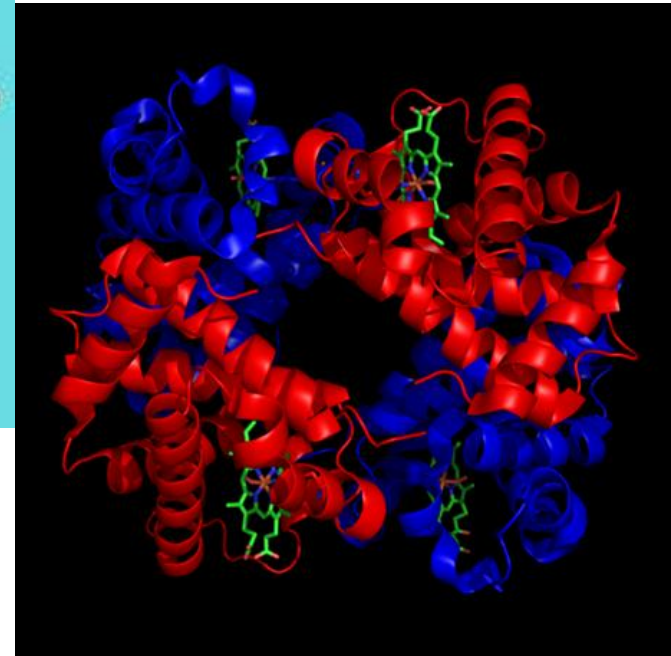
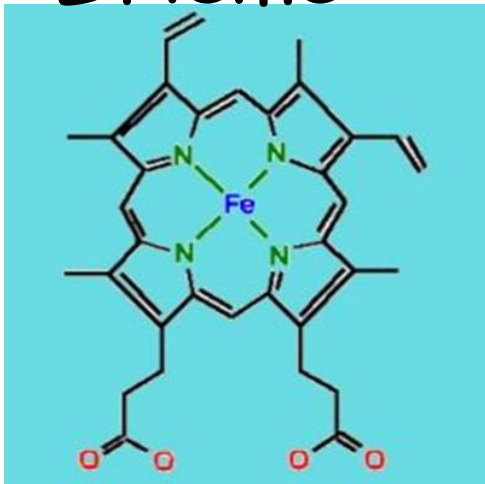
L'hémosidérine, un « tatouage » ferrique



1 Hb = 4 Hèmes = 4 atomes de Fer métal



L'Hème



Improved sensitivity of **3T SWI** in detecting traumatic bleeds and its use in predicting outcome in patients with MTBI **2015**

- Comparaison T2* vs SWI, détection des microbleeds chez **63 TCCL**
- Détection chez 47 patients en SWI contre 35 (p<0,001) détection de 276 μ B en SWI contre 147 en T2* (p<0,001) : SWI est **plus sensible**
- Les patients ayant eu un troubles de conscience ont plus de μ B en SWI (84,6% vs 58,3%)
- Des corrélations significatives entre l'existence d'un syndrome post commotionnel et des μ B
- **Le nombre de μ B est prédictif de la survenue d'un SPP**

Recherche bibliographique
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/>

Éléments de preuve et neuroimagerie fonctionnelle

IRMf et IRMf de repos (Resting State)

- IRMf beaucoup d'études après TCCL (193)
- Resting State fMRI : 28 articles
- A ce jour, n'est pas considéré comme une technique diagnostique de commotion
- Outil de recherche de la connectivité cérébrale, de réseaux neuronaux.

Mayer AR et al, A functional magnetic resonance imaging study of cognitive control and neurosensory deficits in mild traumatic brain injury. Hum Brain Mapp 2015.

Spectroscopie en Résonance Magnétique

- Peu d'études sur les TCCL (19)
- A ce jour, n'est pas considéré comme une technique diagnostique de commotion
- Outil de recherche

**Toth A. MRI Application in the area of Mild and Acute TBI : implications for diagnostic markers?
In: Kobeissy FH, editor. Brain Neurotrauma: Molecular, Neuropsychological, and Rehabilitation Aspects. Boca Raton (FL): CRC Press; 2015. Chapter 24.**

Tomographie en Emission de Positron (TEP scan)

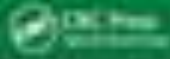
- Très peu d'études sur les TCCL (12)
- A ce jour, n'est pas considéré comme une technique diagnostique de commotion

Byrnes KR, FDG-PET imaging in mild traumatic brain injury: a critical review. Front Neuroenergetics 2014

Conclusions

- Les éléments de preuves directs et certains sont anotomopathologiques...
- La neuroimagerie apporte une belle contribution mais au prix de protocoles d'imagerie poussés et spécialisés, hors routine - Intérêt DTI, SWI
- Imageur 3Teslas +++
- Standardiser ce que l'on recherche (Common Data Elements, CDE)
- Combiner neuroimagerie et marqueur biologique ?

Conseils de lecture



BRAIN NEUROTRAUMA

MOLECULAR, NEUROPSYCHOLOGICAL, and REHABILITATION ASPECTS



Edited by Firas H. Kobeissy, PhD



Taylor & Francis Group

Progress in Neurological Surgery

Editor: L.D. Lunsford

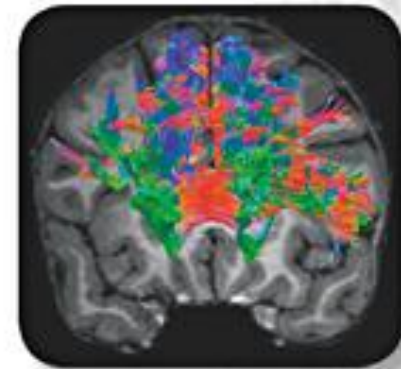
Vol. 28

Concussion

Editors

A. Niranjan

L.D. Lunsford



KARGER