

¹A. Bellmann Thiran, ²L. Cammoun, ¹G. Wicky, ²R. Campos, ³R. Meuli, ¹Ph. Vuadens et ²J-Ph. Thiran

1 Unité de Neuropsychologie, Service de réadaptation neurologique, Clinique romande de réadaptation (CRR) SUVACARE, Sion.

2 Institut de traitement des signaux, EPFL, Lausanne

3 Service de Radiodiagnostic et Radiologie Interventionnelle, CHUV, Lausanne

1. Introduction

L'imagerie 'IRM' du tenseur de diffusion donne une information sur la distribution de probabilité de diffusion des molécules d'eau en chaque 'voxel' d'un volume. De cette distribution 3D, on peut déduire l'anisotropie fractionnelle (AF) grandeur scalaire qui indique en chaque 'voxel' si la diffusion est anisotrope ou pas. Dans un cerveau c'est la structure neuronale (tractus neuronaux) qui donne son orientation privilégiée à la diffusion. Ainsi, la DTI est particulièrement sensible à des altérations de la matière blanche. Quelques études ont démontré l'utilité de cette technique pour détecter des anomalies dans des régions d'intérêt (corps calleux, capsule interne) auprès de groupes de patients TCC (Arfanakis et al. 02, Ptak et al. 03, Huisman et al., 04, Inglese et al. 05, Tisserand et al. 06, Nakayama et al. 06).

La présente étude s'inscrit dans un projet d'exploration des possibilités d'utilisation de la méthode d'imagerie par tenseurs de diffusion dans l'évaluation clinique des patients TCC.

2. Cas clinique

BW est un homme de 36 ans, droitier, pâtissier. TCC en mars 2006 sur AVP. GCS à 15, APT de 5 minutes (mais souvenirs lacunaires sur 24h). Au CT-scan: fracture fronto-pariétale Dr et zygomatique Dr avec hématome extra-dural fronto-pariétal Dr résorbé en 1 semaine. IRM cérébrale (oct. 2006): normale.

Echec de reprise professionnelle.

4. Imagerie DTI & analyse statistique

Groupe CTRL: 13 hommes sans déficit neurologique ni psychiatrique, moyenne d'âges 37 (+/- 9.7).

Acquisition DTI: 3T, 6 directions.

Méthode: Analyse SPM2. Calcul du tenseur puis extraction de la FA pour chaque sujet. Normalisation sur le template MNI. Test statistique comparant le patient au groupe CTRL. Seuil de significativité: $p=0.001$. Affichage des clusters de 5 voxels minimum.

3. Examen neuropsychologique à la CRR (été 2007)

Comportement: collaborant, ralenti, manque d'incitation, nosognosique mais affects et mimique peu en accords avec ses propos; sourit devant son épouse qui exprime sa souffrance. Egocentré, difficultés d'appréhension globale (comprend mal les objectifs de notre intervention).

Selon l'épouse: changements de personnalité très prononcés post-TCC (Iowa, tot. 159 pts), notamment émoussement affectif, apathie, manque de persévérance, irritabilité.

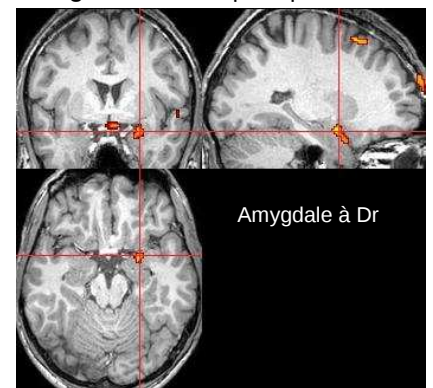
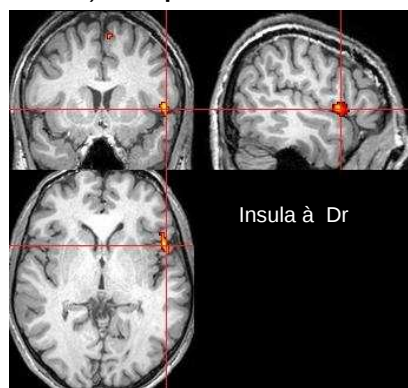
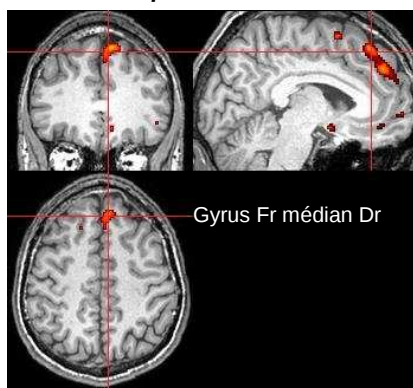
Déficits neuropsychologiques

symptomatologie dysexécutive: incitation (FV), organisation (6 éléments), abstraction (Kramer), attention divisée, aspects exécutifs de la mémoire (RLS-15: rappel moyen et % de rappels constants déficitaires, mais rappel différé limite). Sur le plan comportemental: apathie, indifférence affective.

=> Profil neuropsychologique cohérent d'atteinte cérébrale, contrastant avec un TCC léger et une IRM cérébrale normale

5. Résultats

IRM anatomique : strictement normale (T1, T2, flair). **DTI: plusieurs sites d'anomalie très significatifs**, les principaux étant:



6. Conclusion

- L'imagerie par tenseurs de diffusion révèle des différences significatives de FA entre BW le groupe contrôle, traduisant des anomalies cytoarchitectoniques, alors que l'IRM anatomique ne montre aucune lésion cérébrale.
- Il y a une correspondance frappante entre la localisation de ces anomalies (uniquement hémisphériques droites, les clusters les plus importants étant dans le gyrus Fr médian, l'insula et l'amygdale) et le tableau neuropsychologique, dominé par un manque d'incitation et un émoussement des affects.
- A notre connaissance, il s'agit de la 1^{ère} étude comparant un patient unique à un groupe CTRL dans le domaine du traumatisme crânio-cérébral, ce qui ouvre des perspectives d'utilisation diagnostique de cette méthode d'imagerie, si d'autres données viennent confirmer notre étude préliminaire.

L. Cammoun¹, A. Bellmann Thiran², R. Campos¹, Ph. Vuadens², R. Meuli³ et J.-Ph. Thiran¹

¹ Laboratoire de traitement des signaux, EPFL, Lausanne

² Unité de Neuropsychologie, Service de réadaptation neurologique, Clinique romande de réadaptation SUVACARE, Sion.

³ Service de Radiodiagnostic et Radiologie Interventionnelle, CHUV, Lausanne

1. Introduction

L'imagerie IRM du tenseur de diffusion donne une information sur la distribution de probabilité de diffusion des molécules d'eau en chaque 'voxel' d'un volume. De cette distribution 3D, on peut déduire l'anisotropie fractionnelle (AF), grandeur scalaire qui indique en chaque 'voxel' le degré d'anisotropie de la diffusion. Dans un cerveau c'est la structure neuronale (tractus neuronaux) qui donne son orientation privilégiée, et donc son anisotropie, à la diffusion. Ainsi, la DTI est particulièrement sensible à des altérations de la matière blanche. Quelques études ont démontré l'utilité de cette technique pour détecter des anomalies dans des régions d'intérêt (corps calleux, capsule interne) auprès de groupes de patients TCC (Arfanakis et al. 02, Ptak et al. 03, Huisman et al., 04, Inglese et al. 05, Tisserand et al. 06, Nakayama et al. 06).

La présente étude s'inscrit dans un projet d'exploration des possibilités d'utilisation de la méthode d'imagerie par tenseurs de diffusion dans l'évaluation clinique des patients TCC.

2. Cas cliniques

MC, ♂ 17 ans, dr, étudiant, 2 mois post-TCC léger. *Plaintes en voie de régression*: tr attentionnels. *Examen neuropsych* dans les normes. Reprise des études.

BW, ♂ 36 ans, dr, 1 an 4 mois post-TCC. *Comp.*: émoussement affectif, égocentrisme, apathie, irritabilité. *Exa. neuropsych*: tr. exécutifs: incitation, organisation, attention divisée. Tr. reconn. des express. émotionn. Échec reprise prof.

AC, ♂ 42 ans, dr, physicien, 5 ½ ans post-TCC léger. *Plaintes*: vertiges, sévère photo-sonophobie, diffic. à traiter plusieurs info. simultanément, diff. d'organisation, rigidité, bégaiement. *Exa neuropsych*: troubles exécutifs (organis., créativité, mémoire de travail, logorrh) et attentionnels. Échec reprise prof.

VR, ♂ 51 ans, dr, menuisier, 8 mois post-TCC léger. *1er exa neuropsych*, à 3 mois: signes d'atteinte G (mémoire verbale épisodique + de travail, ralentiss. lecture continue) et tr. exécutifs (inhibition, programm., flexibilité, attention divisée). Par la suite, normalisation des tests, mais diff. de mémoire de travail observées cliniquement. Échec de reprise prof.

3. Imagerie DTI & analyse statistique

Groupe CTRL: 17 hommes sans déficit neurologique ni psychiatrique, moyenne d'âges 36 (+/- 10).

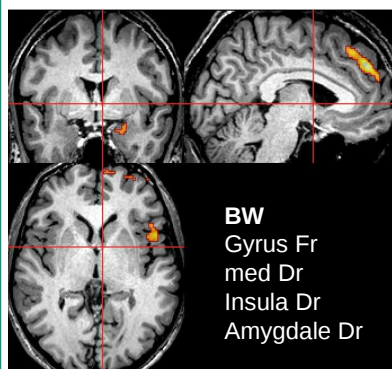
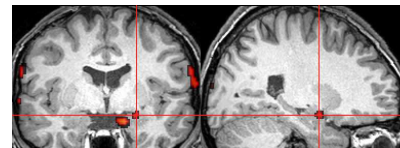
Acquisition DTI: Philips 3T, 6 directions.

Méthode: Calcul du tenseur puis extraction de la FA pour chaque sujet, lissage de 10mm. Normalisation sur le template MNI. Analyse SPM2: test statistique comparant le patient au groupe CTRL. Seuil de significativité: $p=0.001$. Affichage des clusters de 5 voxels minimum.

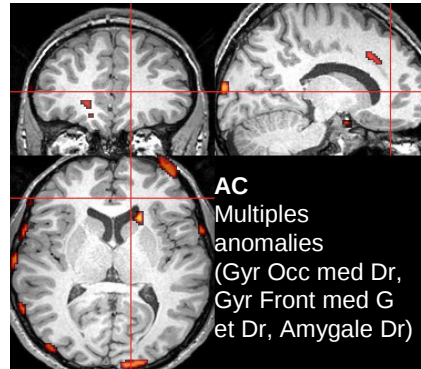
5. Résultats

Chez tous les patients: IRMs anatomiques strictement normales (T1, T2, flair). DTI: plusieurs sites d'anomalie très significatifs, les principaux:

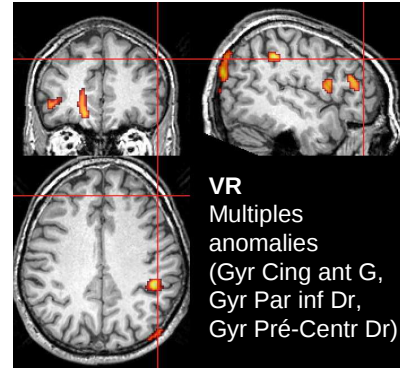
MC
Légère et unique
anomalie de
l'amygdale Dr



BW
Gyrus Fr
med Dr
Insula Dr
Amygdale Dr



AC
Multiples
anomalies
(Gyr Occ med Dr,
Gyr Front med G
et Dr, Amygdale Dr)



VR
Multiples
anomalies
(Gyr Cing ant G,
Gyr Par inf Dr,
Gyr Pré-Centr Dr)

6. Conclusions

- L'imagerie par tenseurs de diffusion révèle des différences significatives de FA entre chaque patient et le groupe contrôle, traduisant des anomalies cytoarchitectoniques, alors que l'IRM anatomique ne montre aucune lésion cérébrale.
- Il y a une correspondance entre le nombre d'anomalies détectées à la DTI et la gravité du tableau neuropsychologique (par ex très peu d'anomalies chez le seul patient avec un examen neuropsychologique normal - MC).
- Il y a une certaine corrélation entre la localisation de ces anomalies et le tableau neuropsychologique, par ex:
 - Troubles de la reconnaissance des émotions et anomalie de l'amygdale droit chez BW,
 - Plaintes visuelles et anomalie occipitale chez AC,
 - Déficit d'attention et mémoire de travail verbale et atteinte cingulaire antérieure gauche étendue chez VR.
- A notre connaissance, il s'agit de la 1^{ère} étude comparant des patients uniques à un groupe CTRL dans le domaine du traumatisme crânio-cérébral, ce qui ouvre des perspectives d'utilisation diagnostique de cette méthode d'imagerie, si d'autres données viennent confirmer notre étude préliminaire.