



Available online at  
ScienceDirect  
www.sciencedirect.com

Elsevier Masson France  
EM|consulte  
www.em-consulte.com



REVUE

# Spectroscopie du phosphore 31 par résonance magnétique : applications en pathologies cérébrales

## *Phosphorus magnetic resonance spectroscopy: Brain pathologies applications*

C. Menuel<sup>a,\*</sup>, R. Guillevin<sup>a,1</sup>, R. Costalat<sup>b,c</sup>, M. Perrin<sup>d</sup>, M. Sahli-Amor<sup>a</sup>, N. Martin-Duverneuil<sup>a</sup>, J. Chiras<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Service de neuroradiologie, groupe hospitalier Pitié Salpêtrière, 47-83, boulevard de l'hôpital, 75651 Paris, France

<sup>b</sup> UPMC, UMI 209, UMMISCO, université Paris VI, 75005 Paris, France

<sup>c</sup> IRD, UMI 209, UMMISCO, 93143 Bondy cedex, France

<sup>d</sup> General Electric Medical System, Buc, France

Disponible sur Internet le 11 septembre 2009

### KEYWORDS

Multinuclear magnetic resonance spectroscopy;  
Phosphorus 31;  
Cerebral metabolism;  
Glioma;  
Metabolic disease;  
Degenerative disease

**Summary** Until recent years, brain applications of <sup>31</sup>P magnetic resonance spectroscopy were poor. Arising of clinical high field strength magnets (three Tesla) as well as dedicated brain coils (eg: bird cage), using specific and useful sequences providing appropriate spatial localisation and signal to noise ratio brought highlights on multinuclear spectroscopy. Better understanding of brain metabolism emphasizes the role of phosphoenergetic compounds and its potential issues in tumoral, metabolic and degenerative diseases. In the present paper, we report 1 year of experience and preliminary results for 40 patients as well as review of the literature. By successive in vivo determination and quantitation of numerous metabolites it allows, multinuclear spectroscopy may provide additional information to biomathematical models of brain metabolism. © 2009 Published by Elsevier Masson SAS.

### Introduction

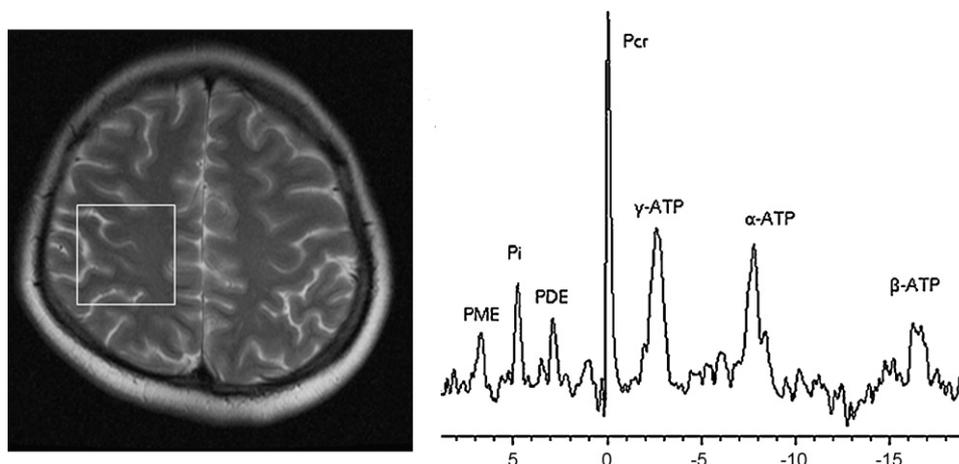
L'intérêt de la spectroscopie RMN in vivo du phosphore (<sup>31</sup>P) réside dans le rôle clé des molécules

phosphorylées dans le métabolisme énergétique cérébral. Plus simple que le spectre proton, le spectre phosphore est néanmoins très important. Trois grands types d'informations peuvent en effet être obtenues à l'aide de cet examen. Le pool phosphoénergétique proprement dit tout d'abord, avec la résonance de la phosphocréatine (PCr) et celle des trois isotopomères de l'ATP ( $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ ). Les phospho mono- et di-esters ensuite, renseignant sur le *turnover* membranaire; le phosphate inorganique (Pi) enfin, dont le déplacement chimique per-

\* Auteur correspondant.

Adresse e-mail : cmenuel@yahoo.fr (C. Menuel).

<sup>1</sup> INSERM U678, laboratoire d'imagerie fonctionnelle, université Pierre et Marie-Curie–Paris VI, France.



**Figure 1** Coupe axiale T2 d'un sujet sain et son spectre phosphore monovoxel de la région rolandique droite (TE < ms, TR = 4000 ms, voxel  $3 \times 3 \times 3 \text{ cm}^3$ , 12 minutes 38 s d'acquisition).

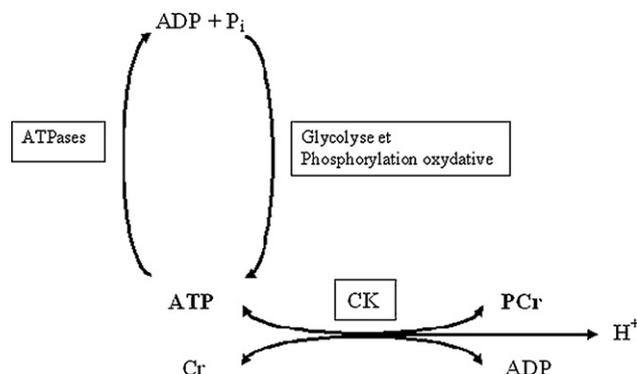
met de déduire le pH intracellulaire (pHi) du volume exploré.

Jusqu'à ces dernières années, la spectroscopie  $^{31}\text{P}$  a connu un développement important dans l'exploration de la physiologie musculaire. Plus récemment, les progrès heuristiques sur le métabolisme cérébral ont fait apparaître l'intérêt manifeste de cet outil inocuitaire qu'est la SRM  $^{31}\text{P}$  dans l'exploration des pathologies cérébrales. Cet intérêt récent procède également de l'introduction à grande échelle d'aimants à haut champ, le plus souvent trois Tesla, dans les différents services de neuro-imagerie. En effet, l'abondance naturelle du phosphore, plus faible que celle du proton, rendait jusqu'à présent plus problématique l'obtention d'un signal satisfaisant avec un temps d'acquisition raisonnable à 1,5 Tesla. Enfin, la dernière difficulté, commune à tous les systèmes d'étude multinoyaux, est liée aux contraintes techniques fortes et coûteuses (chaîne de radiofréquence supplémentaire, antenne dédiée). Par ailleurs, le développement de l'étude en spectroscopie multinoyaux in vivo fait pendant à celui de l'étude ex-vivo de fragments biopsiques ou des fluides corporels (sang, urine, LCR). Cette voie d'analyse fonctionnelle, métabonomique, multinucléaire et multilocalisée, ouvre des possibilités importantes d'étude du métabolisme; elle a même permis de décrire de nouvelles pathologies.

Après avoir décrit les principales indications de cet outil, nous rapporterons les résultats préliminaires de 12 mois d'expérience clinique dans notre centre en les confrontant aux données de la littérature.

## Principes et réalisation pratique

La spectroscopie multinoyaux nécessite une chaîne de radiofréquence supplémentaire adaptée en fréquence à chaque noyau étudié ( $w^{31}\text{P} = 17,2 \text{ MHz/T}$ ,  $w^1\text{H} = 42,6 \text{ MHz/T}$ ) et une antenne de surface ou une *birdcage* double accord  $^1\text{H}/^{31}\text{P}$ , cette dernière étant la seule à même de permettre des résolutions spatiale et spectrale satisfaisantes. Dans notre centre, la SRM multinoyaux est réalisée sur une IRM 3T Signa HDX (General Electric Medical Systems [Milwaukee, WA, États-Unis]) à partir d'une antenne double accord  $^1\text{H}/^{31}\text{P}$  et



**Figure 2** Représentation schématique de la consommation d'ATP catalysée par les ATPases et de la synthèse d'ATP due à la réaction catalysée par la créatine kinase (CK); à l'activité mitochondriale (phosphorylation oxydative) et, dans une moindre mesure, à la glycolyse.

d'un amplificateur pour la chaîne phosphore (*antenne Quad dual  $^1\text{H}/^{31}\text{P}$ , General Electric Medical Systems [Milwaukee, WA, États-Unis]* [Fig. 1]). Cette antenne permet de réaliser toutes les acquisitions conventionnelles et fonctionnelles et d'explorer une même région en spectroscopie phosphore et proton.

Le spectre phosphore s'étend sur 30 ppm (soit 2000 Hz à trois Tesla) avec sept résonances principales (Fig. 2). Il permet d'obtenir trois types d'informations (Tableau 1):

**Tableau 1** Récapitulatif des métabolites du spectre phosphore.

Métabolites	PPM	Rôles
Phosphomonoesters	+6,5	Anabolisme membranaire
Phosphate inorganique	+4,9	Calcul du pH intracellulaire
Phosphodiester	+2,6	Catabolisme membranaire
Phosphocréatine	0	Pool énergétique
$\gamma$ -ATP	-2,7	Pool énergétique
$\alpha$ -ATP	-7,8	
$\beta$ -ATP	-16,3	

Download English Version:

<https://daneshyari.com/en/article/4234225>

Download Persian Version:

<https://daneshyari.com/article/4234225>

[Daneshyari.com](https://daneshyari.com)