

Spécialisation hémisphérique du traitement des fréquences spatiales : comparaison directe inter-hémisphérique par IRMf

Carole Peyrin¹, Monica Baciuc¹, Christian Marendaz¹ et Christoph Segebarth²

¹Laboratoire de Psychologie & NeuroCognition, CNRS - UMR 5105, Grenoble, France ²Unité Mixte 594 INSERM, Université Joseph Fourier Grenoble, France
e-mail: carole.peyrin@upmf-grenoble.fr



Spécialisation hémisphérique du traitement des fréquences spatiales (SHFs)

Dans une étude comportementale récente [1], nous avons montré une SHFs caractérisée par une supériorité de l'hémisphère droit (HD) sur l'hémisphère gauche (HG) dans le traitement des basses fréquences spatiales (BFs) et un avantage de l'HG sur l'HD dans le traitement des hautes fréquences spatiales (HF). Nos résultats étaient en accord avec de nombreuses données comportementales (e.g., [2,3]), de neuropsychologie (e.g., [4]) et de neuro-imagerie (e.g., [5,6,7]). Afin d'identifier les substrats anatomiques impliqués dans la SHFs, nous avons mené une étude en IRMf événementielle, dans le cadre de la reconnaissance de scènes naturelles.

Méthodes d'analyses de la SHFs en Neuro-imagerie

Les études d'imagerie fonctionnelle cérébrale qui ont rapporté une SHFs [5,6,7] n'ont jamais comparé directement les deux hémisphères sur chaque échelle/fréquence spatiale. Elles se sont limitées à comparer les activations obtenues lors du traitement d'une échelle spatiale spécifique à celles obtenues lors du traitement d'une échelle spatiale différente et à en déduire une spécialisation hémisphérique en fonction de l'hémisphère activé. Cependant, la spécialisation hémisphérique se caractérise par la supériorité d'un hémisphère sur l'autre pour un traitement particulier. C'est pourquoi, dans notre étude en IRMf-Ev, nous avons comparé directement les deux hémisphères sur chaque échelle spatiale de traitement.

Méthode

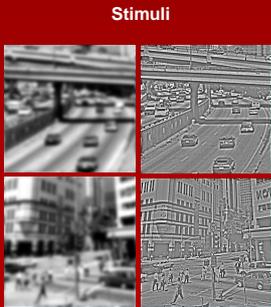
Expérience

Sujets : 16 hommes volontaires sains

Stimuli : 2 scènes naturelles (autoroute ou ville) présentées 100 ms en vision centrale

Tâche : reconnaître le plus rapidement et précisément possible une scène cible (soit l'autoroute, soit la ville) déterminée au début de l'expérience
Réponse de type 'go/no-go' avec la main dominante droite

Type de filtrage des scènes naturelles
 • filtrage passe-bas (BFs)
 • filtrage passe-haut (HF)



Acquisition des données d'IRMf

- Paradigme pseudo-aléatoire de type événementiel
- Imagerie 1.5T esla (Phillips NT)
- Acquisitions des images fonctionnelles en mode echo-planar pondéré en T2* (exploitation du contraste BOLD)

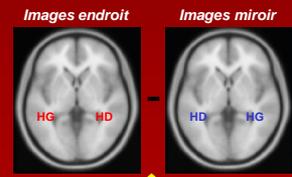
Traitement des données

SPM '99 (correction du décalage temporel entre l'acquisition des coupes, réaligement, normalisation, lissage spatial) => Modèle Linéaire Général
Analyse de groupe à effet aléatoire (seuil d'intensité des pixels fixé à .001 non corrigé).

Comparaison inter-hémisphérique

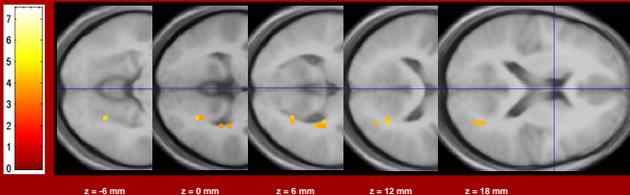
Pour chaque sujet, Une série d'images fonctionnelles normalisées en convention neurologique (activation droite = HD et activation à gauche = HG) => images fonctionnelles **endroit**
Une série d'images fonctionnelles normalisées en convention radiologique (activation droite = HG et activation à gauche = HD) => images fonctionnelles **miroir**
Comparaison interhémisphérique => endroit - miroir

Utilisation d'un template symétrique pour les deux types de normalisation, le template standard comportant des asymétries morphologiques susceptibles de biaiser le retournement des images fonctionnelles. Le template symétrique a été créé en moyennant le template standard et son image miroir.
Contrastes d'intérêt : [BFs endroit - BFs miroir] et [HFs endroit - HFs miroir]

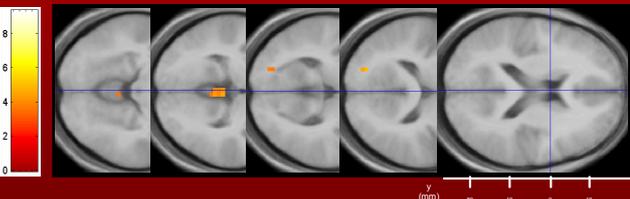


Résultats

[BFs endroit - BFs miroir]



[HFs endroit - HFs miroir]

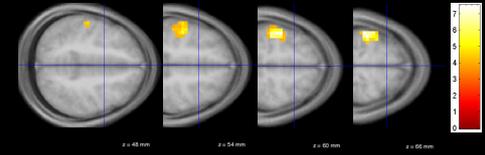


Régions motrices

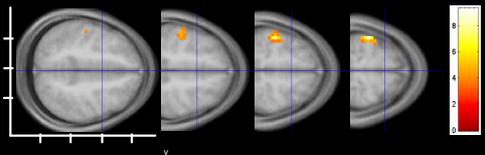
Activation du cortex moteur primaire gauche (BA 4) et de diverses structures impliquées dans l'activité motrice (gyrus cingulaire antérieur, striatum, noyau caudé et cervelet) quel que soit le type de filtrage des scènes.

Activation en lien avec la réponse motrice des sujets. Cette activation constitue un contrôle de notre approche méthodologique.

[BFs endroit - BFs miroir]



[HFs endroit - HFs miroir]



Spécialisation hémisphérique du traitement des fréquences spatiales

La région occipito-temporale est significativement plus activée dans l'HD que dans l'HG (au niveau de la jonction occipito-temporale moyenne - BA18/19/39) dans la reconnaissance de scènes filtrées passe-bas (BFs). Inversement, la région occipito-temporale est significativement plus activée dans l'HG que dans l'HD (au niveau du gyrus occipital moyen - BA 18/19) dans la reconnaissance de scènes filtrées passe-haut (HF).

H	Région	BA	k	Coordinates	T-statistic	Z
[BFs endroit - BFs miroir]						
Régions "motrices"						
G	Aire motrice primaire	4	70	-40 -17 66	7.51	
				-38 -20 62	2.98	
				-28 07 24	2.94	
				-31 -31 40	5.08	
				-51 -17 51	4.00	
D	Gyrus cingulaire antérieur	24	13	4 5 27	6.61	
D	Striatum		4	-29 8 0	6.05	
D	Noyau caudé		6	32 -35 7	4.54	
				38 -42 8	4.15	
Régions occipito-temporales						
D	Jonction occipito-temporale moyenne (gyrus occipital moyen)	18/19/39	11	32 -85 14	4.60	
				32 -86 7	4.50	
				32 -77 15	3.08	
[HFs endroit - HFs miroir]						
Régions "motrices"						
G	Aire motrice primaire	4	39	-40 -16 62	5.34	
				-40 -17 60	4.72	
D/G	Gyrus cingulaire antérieur	24	18	-51 -57 27	4.09	
D	Cervelet		8	4 -39 2	4.75	
Régions occipito-temporales						
G	Gyrus occipital moyen	18/19	4	-20 -81 15	4.97	

Conclusion

Notre étude IRMf-Ev a mis en évidence une SHFs classique à l'aide d'une méthode originale dans ce domaine de recherche de comparaison directe entre les hémisphères. Les résultats ont montré que le gyrus occipital moyen était impliqué asymétriquement dans le traitement des fréquences spatiales. Notre méthode de comparaison inter-hémisphérique par retournement des images fonctionnelles apparaît comme un outil indispensable à la mise en évidence d'asymétries cérébrales fonctionnelles et semble être plus justifiée que la méthode classique de comparaison entre les conditions d'intérêt.

Bibliographie :
 [1] Peyrin, C., Chauvin, A., Marendaz, C., & Cholton, S. (In press). Hemispheric specialization for spatial frequency processing in the analysis of natural scenes. *Brain and Cognition*.
 [2] Sergent, J. (1982). The cerebral balance of power: confrontation or cooperation? *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 8(2), 263-272.
 [3] Kitterle, F. L., Christman, S., & Helge, J. B. (1990). Hemispheric differences are found in the identification, but not the detection, of low versus high spatial frequencies. *Perception & Psychophysics*, 48(4), 297-306.
 [4] Robertson, L. C., & Lamb, M. R. (1991). Neurophysiological contributions to theories of spatial frequency organization. *Cognitive Psychology*, 23(2), 299-326.
 [5] Fink, G. R., Halpern, P. W., Marshall, J. C., Finn, C. D., Frackowiak, R. S., & Dolan, R. J. (1996). Where in the brain does visual attention select the forest and the trees? *Nature*, 382(6592), 625-628.
 [6] Marendaz, A., Moses, P., Frank, L., Buxton, R., Wong, E., & Siles, J. (1997). Hemispheric asymmetries in global and local processing: evidence from fMRI. *Neuroreport*, 8(7), 1685-1688.
 [7] Han, S., Weaver, J. A., Murray, S. O., Kong, X., Yund, E. W., & Woods, D. L. (2002). Hemispheric asymmetry in global/local processing: Effects of stimulus position and spatial frequency. *NeuroImage*, 17, 1290-1299.

