



L'attention et le développement précoce du cerveau

GREG D. REYNOLDS, Ph.D.

JOHN E. RICHARDS, Ph.D.

Department of Psychology, University of Tennessee, ÉTATS-UNIS
Department of Psychology, University of South Carolina, ÉTATS-UNIS

(Publication sur Internet le 5 mars 2009)

Thème

Cerveau

Introduction

L'attention sert plusieurs fonctions liées au traitement de l'information. Elle sélectionne certains événements ou objets dans l'environnement sur lesquels elle se centre et reste centrée pendant qu'elle traite l'information fournie par l'objet. De plus, pendant que l'attention est centrée sur un objet, elle n'est pas détournée vers des sources de distraction. Ces aspects de l'attention démontrent un changement développemental majeur tout au long de l'enfance.

Sujet

Chez les nourrissons, il est suggéré que l'attention change avec l'âge simultanément avec les changements des fonctions cérébrales. Plusieurs scientifiques qui s'intéressent au développement cognitif précoce ont proposé des modèles neurodéveloppementaux du développement de l'attention basés sur des découvertes concernant le comportement des nourrissons humains, intégrés à des découvertes relatives aux changements des fonctions cérébrales. Ces découvertes proviennent d'études sur les animaux non humains et sur les humains adultes, ou de la recherche neuropsychologique sur les populations cliniques.^{1,2,3,4,5,6,7} Plusieurs de ces modèles sont influencés par les recherches de Schiller⁸ sur les systèmes de mouvement oculaire chez les primates non humains. Chez les nourrissons, de la naissance à l'âge de deux mois, il est supposé que les mouvements oculaires sont principalement commandés par le « système réflexif » largement influencé par les *aires primitives du cerveau* situées au dessous du *cortex cérébral* (c.-à-d. *sous-corticales*). Ainsi, les mouvements oculaires et l'attention visuelle sont généralement réflexifs au début de la petite enfance. Entre l'âge de trois et six mois, le réseau d'orientation volontaire acquiert une maturité fonctionnelle. Ce réseau comprend des zones situées dans les *cortex pariétal* et *temporal* et des champs oculaires frontaux. Ce réseau est associé à la capacité à orienter volontairement l'attention visuelle d'un stimulus à un autre.^{9,10} Dès l'âge de six mois, le réseau de l'attention antérieure (ou le système de l'attention exécutive) devient fonctionnel au moment où les zones du *cortex préfrontal* et du *cortex cingulaire antérieur* commencent à jouer un rôle significatif dans

le maintien de l'attention visuelle tout en inhibant le déplacement de l'intérêt porté vers les objets-distracteurs.

Problèmes

L'attention visuelle et le développement du cerveau des nourrissons sont souvent étudiés en utilisant des tâches comportementales pour lesquelles les zones du cerveau impliquées ont été fermement démontrées. Johnson¹¹ a soutenu que ces tâches pouvaient être utilisées pour étudier indirectement le développement du cerveau chez les nourrissons et les enfants. Cependant, Richards et ses collègues^{12,13} soutiennent que cette approche présente plusieurs faiblesses et que la meilleure solution consiste à appliquer des mesures directes de l'activité cérébrale. La plupart des principales approches de la mesure directe de l'activité corticale (p. ex., la tomographie par émission de positrons, l'imagerie par résonance magnétique fonctionnelle) ne peuvent être utilisées avec les nourrissons humains participants à l'étude pour des raisons éthiques ou pratiques. Nous décrivons une nouvelle technique de mesure directe de l'activité du cerveau du nourrisson humain.

Contexte de la recherche

L'attention du nourrisson est mesurée en laboratoire en fonction du temps passé à regarder, du rythme cardiaque et d'électroencéphalogrammes (EEG).^{14,15,16} Brièvement, le rythme cardiaque du nourrisson montre un ralentissement soutenu pendant les périodes d'attention. Cette diminution du rythme cardiaque est déclenchée par l'activité dans le tronc cérébral. L'EEG mesure l'activité électrique produite dans le cerveau à l'aide d'électrodes posées sur le cuir chevelu. Une approche courante dans la recherche portant sur la perception et la cognition consiste à identifier des *potentiels évoqués* (PE) dans l'EEG. Les PE sont des changements dans l'EEG qui sont liés à un événement ou à une tâche particulière. Des composantes particulières des PE sont identifiées; elles montrent des changements dans l'activité électrique basée sur des conditions expérimentales. Les données de l'EEG et des PE peuvent ensuite être analysées à l'aide de techniques de modelage statistique multivarié, appelées analyses de dipôle de courant équivalent (DCE) pour déterminer les zones du cerveau qui sont les causes probables des PE mesurés sur le cuir chevelu.^{15,16,17} Ceci fournit une mesure plus directe de l'activité cérébrale du nourrisson impliquée dans l'attention.

Questions clés pour la recherche

Les questions clés pour la recherche dans ce domaine sont : Quelles sont les zones du cerveau impliquées dans l'attention des nourrissons? Ces zones changent-elles au cours du développement des nourrissons? Et est-ce que les mesures *électrophysiologiques* de l'attention correspondent aux mesures comportementales de l'attention? En fin de compte, toutes ces questions sont liées à la nécessité d'en apprendre davantage sur les relations entre le cerveau et le comportement chez les nourrissons.

Récents résultats de recherche

Dans le cadre de la recherche sur les PE chez les nourrissons, une onde négative sur les régions centrales (appelée Nc) s'est avérée plus active après la présentation de stimuli fondamentaux et très probablement liée à l'attention.^{14,18,19} Richards¹⁴ a découvert que l'amplitude de la composante Nc était supérieure quand le rythme cardiaque indiquait

l'attention. Dans une étude de suivi, Reynolds et Richards¹⁵ ont découvert que les zones du cerveau impliquées dans la composante Nc étaient situées dans le cortex préfrontal et dans le cingulum antérieur. Souvenons-nous que ces zones sont associées au système de l'attention exécutive. Il a été découvert que la composante Nc augmentait en amplitude au fur à mesure que le nourrisson vieillissait, ce qui indique une augmentation de l'activité liée à l'attention dans le cortex préfrontal pendant la petite enfance.^{14,20} De façon parallèle, le contrôle délibéré de l'attention augmente également pendant cette fourchette d'âge.²¹ Récemment, nous¹⁶ avons conçu une procédure qui mesure simultanément les réactions comportementales et les PE des nourrissons. Les résultats ont montré que les nourrissons qui préfèrent regarder un nouveau stimulus, plutôt que celui qu'ils connaissent bien, manifestent une activité Nc plus importante lorsqu'on leur présente un nouveau stimulus plutôt qu'un stimulus connu. Ceux qui ne démontrent pas de préférence pour la nouveauté ne manifestent pas non plus de différences de Nc basées sur la nouveauté plutôt que sur la familiarité. Dans l'ensemble, ces résultats indiquent qu'il y a une cohérence dans les corrélations entre le comportement, le rythme cardiaque et les PE des nourrissons.

Lacunes de la recherche

Bien que l'application de l'analyse DCE aux données des PE du nourrisson représente une étape majeure de la mesure de l'activité du cerveau liée à l'attention, il y a encore beaucoup de place au progrès. Les paramètres utilisés dans les analyses DCE sont basés sur l'anatomie adulte (p. ex. l'épaisseur du crâne et du cuir chevelu). Le crâne du nourrisson est plus mince que celui des adultes, et les fontanelles, ainsi que les sutures crâniennes, ne sont pas totalement fusionnées. Richards²² est en train d'élaborer une procédure pour les analyses DCE en utilisant des paramètres basés sur le crâne et la matière cérébrale individuels du nourrisson. Cependant, d'autres progrès doivent être faits en ce qui a trait à la conception de nouvelles procédures pour mesurer simultanément les corrélats comportementaux et électrophysiologiques de l'attention du nourrisson. En fin de compte, ce qui est nécessaire est une mesure directe et non invasive de l'activité cérébrale chez le nourrisson, qui peut être appliquée dans la pratique. À moins de combler ces lacunes, nos connaissances sur l'activité cérébrale du nourrisson ainsi que les relations entre le cerveau et le comportement continueront d'être contraintes par les limites méthodologiques.

Conclusions

L'histoire de la recherche comportementale sur le développement de l'attention pendant la petite enfance est abondante. De plus, plusieurs scientifiques qui travaillent dans ce domaine ont proposé des modèles de développement du cerveau du nourrisson, intégrant les résultats comportementaux des recherches sur les nourrissons à celles qui portent sur le développement du cerveau chez les animaux et les adultes.^{1,2,3,4,5,6,7} Bien que plusieurs des modèles proposés par ces scientifiques puissent décrire adéquatement la progression du développement du cerveau du nourrisson en rapport avec l'attention, pour le moment, les limites méthodologiques ne permettent pas de les tester. Cependant, il y a eu des progrès majeurs et nous savons maintenant qu'il y a une cohérence dans les corrélations entre les mesures du comportement, du rythme cardiaque et de l'activité électrophysiologique utilisées pour mesurer l'attention chez le nourrisson.^{14,16} Nous

avons franchi une première étape en identifiant les zones du cerveau liées au développement cognitif en démontrant que les zones du cortex préfrontal et le cingulum antérieur sont impliqués dans l'attention du nourrisson.¹⁵ Plusieurs questions restent sans réponse et les limites demeurent inexplorées. Nous sommes confiants que le progrès constant en recherche sur l'attention et le développement du cerveau du nourrisson se poursuivra.

Implications

Une des implications majeures de la recherche sur l'attention chez le nourrisson est liée au trouble d'hyperactivité avec déficit de l'attention (THADA). Il est actuellement estimé que ce trouble affecte entre 5 et 10 % des enfants d'âge scolaire.²³ Les symptômes du THADA incluent un faible contrôle de l'attention, de l'inattention, de l'hyperactivité, un faible contrôle des impulsions, et des problèmes de gestion du comportement. Les données probantes indiquent que l'aspect de l'inattention du THADA pourrait être lié à des déficits du réseau d'orientation volontaire, alors que l'aspect hyperactif du THADA serait lié au piètre fonctionnement du système de l'attention exécutive.²⁴ Ce système d'attention exécutive implique le cortex préfrontal et le cingulum antérieur, des zones identifiées comme étant des sources de l'activité corticale liée à l'attention dans notre recherche sur l'attention du nourrisson.¹⁵ Le THADA n'est généralement pas apparent chez les enfants affectés avant les années scolaires. Ces enfants peuvent être référés à des professionnels de la santé parce qu'ils ont des problèmes à contrôler leur comportement en classe. Il serait idéal de disposer d'une méthode de dépistage plus précoce pour les enfants à risque de développer le THADA. La promesse qu'offre la recherche de base sur l'attention et le développement du cerveau chez le nourrisson est l'identification potentielle de modèles atypiques de développement du nourrisson qui pourraient prédire l'apparition subséquente du THADA.

RÉFÉRENCES

1. Bronson GW. The growth of visual capacity: Evidence from infant scanning patterns. In: Rovee-Collier C, Lipsitt LP. *Advances in infancy research*. Vol 11. Norwood, N.J. : ABLIX Pub. Corp.; 1997:109-141.
2. Colombo J. On the neural mechanisms underlying developmental and individual differences in visual fixation in infancy: Two hypotheses. *Developmental Review* 1995; 15(2):97-135.
3. Hood, B M. Shifts of visual attention in the human infant: A neuroscientific approach. In: Rovee-Collier C, Lipsitt LP. *Advances in infancy research*. Vol 9. Norwood, N.J. : ABLIX Pub. Corp.;1995: 163-216.
4. Johnson MH. Cortical maturation and the development of visual attention in early infancy. *Journal of Cognitive Neuroscience* 1990;2(2):81-95.
5. Maurer D, Lewis TL. Overt orienting toward peripheral stimuli: Normal development and underlying mechanisms. In: Richards JE, ed. *Cognitive neuroscience of attention: A developmental perspective*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Press; 1998, 51-102.
6. Posner MI. Orienting of attention. *Quarterly Journal of Experimental Psychology* 1980; 32(1):3-25.
7. Richards JE. Development of attentional systems. In: De Haan M, Johnson MH, eds. *The cognitive neuroscience of development*. New York, NY: Psychology Press; 2002.
8. Schiller PH. A model for the generation of visually guided saccadic eye movements. In: Rose D, Dobson VG, eds. *Models of the Visual Cortex*. Chichester, NY: Wiley, 1985: 3-50.
9. Posner MI, Petersen SE. The attention system of the human brain. *Annual Review of Neuroscience* 1990;13 25-42.
10. Posner MI. Attention in cognitive neuroscience: An overview. In: Gazzaniga MS, ed. *Cognitive Neurosciences*. Cambridge, MA: MIT Press; 1995: 615-624.
11. Richards JE. The development of visual attention and the brain. In: de Haan M, Johnson MH, eds. *The cognitive neuroscience of development*. New York, NY : Psychology Press, 2002.
12. Richards JE. Attention in the brain and early infancy. In: Johnson SP, ed. *Neoconstructivist views on infant development*. In press.
13. Richards JE, Hunter SK. Testing neural models of the development of infant visual attention. *Developmental Psychobiology* 2002;40(3):226-236.
14. Richards, JE. Attention affects the recognition of briefly presented visual stimuli in infants: An ERP study. *Developmental Science* 2003;6(3):312-328.
15. Reynolds GD, Richards JE. Familiarization, attention, and recognition memory in infancy: An ERP and cortical source localization study. *Developmental Psychology* 2005;41(3):598-615.
16. Reynolds GD, Courage ML, Richards JE. Infant visual preferences and event-related potentials. Submitted for publication.
17. Reynolds GD, Richards JE. Cortical source localization of infant cognition. Submitted for publication.

18. Courchesne E, Ganz L, Norcia AM. Event-related brain potentials to human faces in infants. *Child Development* 1981;52(3):804–811.
19. de Haan M, Nelson CA. Recognition of the mother's face by six-month-old infants: A neurobehavioral study. *Child Development* 1997;68(2):187–210.
20. Webb SJ, Long JD, Nelson CA. A longitudinal investigation of visual event-related potentials in the first year of life. *Developmental Science* 2005;8(6):605-616.
21. Courage ML, Reynolds GD, Richards JE. Infants' attention to patterned stimuli: Developmental change from 3 to 12 months of age. *Child Development* 2006;77(3):680-695.
22. Richards JE. Realistic source models of ERP data. Unpublished manuscript, 2006.
23. Courage ML, Richards JE. Attention. In: Haith MM, Benson JB, eds. *Encyclopedia of infant and early childhood development*. Oxford, UK: Elsevier, 2008:106-117.
24. Aman CJ, Roberts RJ, Pennington BF. A neuropsychological examination of the underlying deficit in attention deficit hyperactivity disorder: frontal lobe versus right parietal lobe theories. *Developmental Psychology* 1998;34(5):956-969.

Pour citer ce document :

Reynolds GD, Richards JE. L'attention et le développement précoce du cerveau. In: Tremblay RE, Barr RG, Peters RDeV, Boivin M, eds. *Encyclopédie sur le développement des jeunes enfants* [sur Internet]. Montréal, Québec : Centre d'excellence pour le développement des jeunes enfants; 2009:1-6. Disponible sur le site : <http://www.enfant-encyclopedie.com/documents/Reynolds-RichardsFRxp.pdf>. Page consultée le [insérer la date].

Copyright © 2009

Cet article est financé par le Centre d'excellence pour le développement des jeunes enfants (CEDJE), par le Réseau stratégique de connaissances sur le développement des jeunes enfants (RSC-DJE) et par le Centre du savoir sur l'apprentissage des jeunes enfants du Conseil canadien sur l'apprentissage.



CENTRES D'EXCELLENCE POUR LE BIEN-ÊTRE DES ENFANTS

Le développement des jeunes enfants

CCL CCA

CANADIAN COUNCIL ON LEARNING
CONSEIL CANADIEN SUR L'APPRENTISSAGE

EARLY CHILDHOOD LEARNING KNOWLEDGE CENTRE