

Proprioception oculaire et dyslexie de développement

À propos de 60 observations cliniques

P. Quercia (1), A. Seigneuric (2), S. Chariot (3), P. Vernet (4), T. Pozzo (4), A. Bron (1), C. Creuzot-Garcher (1), F. Robichon (3)

(1) Service d'Ophtalmologie, CHU de Dijon, Dijon.

(2) Psychologie différentielle, Département de Psychologie, Université de Bourgogne, Dijon.

(3) Neurosciences et Neuropsychologie, Département de Psychologie, Université de Bourgogne, Dijon.

(4) INSERM ERIT M0207, Université de Bourgogne, Dijon.

Correspondance : P. Quercia, 15 rue du Clair Matin, 21200 Beaune. E-mail : querpat@aol.com

Reçu le 22 octobre 2004. Accepté le 16 mai 2005.

Ocular proprioception and developmental dyslexia. Sixty clinical observations

P. Quercia, A. Seigneuric, S. Chariot, P. Vernet, T. Pozzo, A. Bron, C. Creuzot-Garcher, F. Robichon

J. Fr. Ophtalmol., 2005; 28, 7: 713-723

Purpose: The objective of this study is to assess proprioception anomalies in postural deficiency syndrome in a group of children suffering from reading impairment.

Material and methods: Sixty male patients with an average age of 11 years and 9 months were included in the study. Initially, they were given a standardized neuropsychological examination, which confirmed the diagnosis of reading impairment. Then after filling out a questionnaire seeking a proprioceptive anomaly, the patients were subjected to a clinical ocular and postural examination consisting of nine precisely described steps.

Results: All of the patients recruited for the study presented clinical signs confirming a proprioception disorder found as a part of postural deficiency syndrome.

Conclusion: This study opens a new direction for research concerning the origin and treatment of at least some reading-impaired children.

Key-words: Reading impairment, proprioception, postural deficiency syndrome, gait, dyslexia.

Proprioception oculaire et dyslexie de développement. À propos de 60 observations cliniques

But de l'étude : L'objectif de ce travail est d'évaluer la présence d'anomalies de la proprioception constituant le syndrome de déficience posturale au sein d'une population d'enfants atteints de dyslexie de développement.

Patients et méthodes : Soixante patients de sexe masculin, âgés en moyenne de 11 ans et 9 mois, ont été inclus dans l'étude. Le diagnostic de dyslexie de développement a été confirmé par un examen neuropsychologique à l'aide d'épreuves standardisées. Après un interrogatoire visant à rechercher les signes fonctionnels évocateurs d'une anomalie proprioceptive, les patients ont fait l'objet d'un examen clinique ophtalmologique et postural en 9 étapes précisément décrites.

Résultats : La totalité des patients recrutés pour l'étude présentait des signes cliniques permettant de confirmer l'existence d'un trouble de la proprioception entrant dans le cadre du syndrome de déficience posturale.

Conclusion : Cette étude ouvre une nouvelle voie de recherche concernant l'origine et le traitement de la dyslexie de développement.

Mots-clés : Dyslexie de développement, proprioception, syndrome de déficience posturale, posture.

INTRODUCTION

La dyslexie de développement toucherait 6 à 10 % des enfants scolarisés en France. Elle est définie par la Fédération Mondiale de Neurologie comme « un trouble de l'apprentissage de la lecture survenant en dépit d'une intelligence normale, en l'absence de troubles sensoriels ou neurologiques, en dépit d'une instruction scolaire adéquate et d'opportunités socioculturelles suffisantes ; en outre, elle dépend d'une perturbation d'aptitudes cognitives fondamentales d'origine constitutionnelle » [1].

La proprioception est l'appréciation de la position, de l'équilibre et de ses modifications par le système musculaire [2]. Elle est souvent appelée « sens musculaire ». Contrairement aux autres sens, ses récepteurs ne sont pas inclus dans un organe bien défini, mais diffus dans tous les muscles de l'organisme.

La première évocation d'une relation possible entre proprioception et troubles de la lecture est due à Martins da Cunha en 1979 dans sa description princeps du syndrome de déficience posturale (SDP) [3, 4]. L'observation par ce spécialiste de réadaptation fonctionnelle de plusieurs milliers de patients atteints de douleurs musculaires chroniques, lui

permet de mettre en évidence ce syndrome caractérisé par des signes fonctionnels cardinaux associés à une « attitude corporelle stéréotypée, scoliotique, avec une hypertonie musculaire para-vertébrale et thoracique asymétrique et un appui plantaire également asymétrique, dominée par une déviation du regard, à droite et à gauche ». Il évoqua d'emblée la responsabilité de la proprioception dans la genèse du SDP en écrivant « tous ces malades présentent une altération de l'équilibre tonique, oculaire et postural et une partie de leur symptomatologie est liée à un déficit qui semblait affecter également le système d'information proprioceptive et le système d'information visuelle ». Il signala que « la scotométrie directionnelle [...] a permis de mieux comprendre des phénomènes comme la diplopie monoculaire, [...] ou même certaines dyslexies ». Un des éléments clés du traitement est représenté par des prismes de petite puissance dioptrique visant à modifier les récepteurs proprioceptifs des muscles oculo-moteurs. Dans sa description originale, Martin da Cunha énumérait les signes cardinaux du SDP (tableau I).

Les années qui suivirent la description du SDP furent marquées par de nombreux travaux sur la collaboration

entre proprioception, oreille interne et capteurs oculaires ou plantaires pour assurer l'équilibre postural [5-9]. Le SDP intéressait alors essentiellement les spécialistes de médecine physique et les troubles psychologiques, essentiellement cognitifs, furent relégués au second plan malgré la publication par Alves da Silva d'un ouvrage en langue portugaise sur les troubles dyslexiques dans le SDP [10].

La proprioception oculaire est au cœur de la définition du SDP et concerne donc particulièrement les ophtalmologistes. C'est pourquoi nous avons souhaité conduire une étude pour rechercher l'incidence de ce syndrome dans la dyslexie de développement.

PATIENTS ET MÉTHODES

Cette étude a été réalisée au CHU de Dijon, dans le service d'Ophtalmologie, avec la collaboration de 60 patients âgés en moyenne de $11,8 \pm 1,8$ ans [8,7-15,8 ans] et recrutés à partir de consultations de ville. Seuls les participants de sexe masculin ont été inclus dans l'étude afin, d'une part, de réduire le nombre de variables pouvant influencer sur le degré d'expression des troubles cognitifs et d'autre part, de constituer un échantillon homogène quant à la variable « sexe ». Dans la phase d'inclusion de cette étude, ces patients ont tous eu un examen neuropsychologique à l'aide d'épreuves standardisées visant à confirmer le diagnostic de dyslexie et à préciser la nature des troubles. Chaque enfant a, ensuite, répondu à un questionnaire concernant les signes fonctionnels du SDP, regroupés en trois classes afin d'en simplifier la présentation. Un vocabulaire rendant facilement accessible les questions à l'enfant dyslexique a été utilisé. Avant l'examen clinique postural et proprioceptif, un interrogatoire oral a repris chacun des symptômes afin de s'assurer de la compréhension des questions et de la pertinence des réponses données.

L'examen clinique de chaque enfant a été réalisé à partir de la description du SDP faite par Martins da Cunha et Alves da Silva [3, 4] et en suivant un protocole d'examen en neuf étapes récemment élaboré [11]. Cette étude a été conduite suivant les bonnes pratiques cliniques ; un consentement éclairé a été signé par les responsables légaux des enfants et l'avis positif du Comité Consultatif pour la Protection des Personnes se prêtant à la Recherche Biomédicale de Bourgogne a été obtenu.

Tests psychométriques

Les épreuves neuropsychologiques classiques, destinées au diagnostic de dyslexie de développement, ont été réalisées chez l'ensemble des 60 patients inclus dans l'étude. En premier lieu, le test de l'Alouette [12] a permis de quantifier le retard de lecture en déterminant

Tableau I

Signes cardinaux du syndrome de déficience posturale.

Signes	Manifestations cliniques
Douleurs	Céphalées, douleurs rétro-oculaires, thoraciques ou abdominales, arthralgies, rachialgies
Déséquilibre	Nausées, étourdissements, vertiges, chutes inexplicables
Signes ophtalmologiques	Asthénopie, vision trouble, diplopie, scotomes directionnels
Signes de nature proprioceptive	Dysmétrie, somatognosie proprioceptive, erreurs d'appréciation du schéma corporel
Articulaires	Syndrome de l'articulation temporo-mandibulaire, torticolis, lumbagos, périarthrites, entorses
Neuro-musculaires	Parésies, défaut de contrôle moteur des extrémités
Neuro-vasculaires	Paresthésies des extrémités, phénomène de Raynaud
Cardio-circulatoires	Tachycardie, lipothymie
Respiratoires	Dyspnée, fatigue
ORL	Bourdonnements, surdité
Psychiques	Dyslexie, dysgraphie, agoraphobie, défaut d'orientation, défaut de localisation spatiale et droite-gauche, défaut de concentration, pertes de mémoire, asthénie, anxiété, dépression

pour chaque participant un « âge de lecture » qui tient compte de la vitesse mise pour lire un texte de 265 mots, du nombre d'erreurs et du degré de gravité de celles-ci. Ensuite, une épreuve phonologique de lecture de logatomes (non-mots prononçables) a permis de contrôler les difficultés de manipulation des sons du langage. Enfin, une épreuve visuo-lexicale de lecture de mots réguliers et irréguliers a permis de vérifier les déficits liés à la confusion ou méconnaissance des graphies du langage. Ces deux dernières épreuves ont été respectivement étalonnées auprès de 123 et 57 enfants normo-lecteurs de tranches d'âges comprises entre 8 ans et 15 ans, et issues d'écoles primaires et de collèges régionaux (dont 73 enfants de sexe masculin pour l'épreuve phonologique d'âge moyen $10,6 \pm 1,7$ ans et 39 enfants de sexe masculin pour l'épreuve visuo-lexicale d'âge moyen $10,3 \pm 1,1$ ans).

Interrogatoire

Le SDP comporte des signes fonctionnels très variés [11] (tableau II). Chaque enfant a répondu par « oui » ou par « non » à chaque question.

Examen clinique

L'examen clinique en 9 étapes a permis de caractériser l'asymétrie posturale, les troubles de localisation spatiale, les troubles perceptifs visuels au synoptophore en fonction de la direction du regard et les éventuelles anomalies du capteur podal. Ce sont ces étapes qui vont permettre de séparer une asymétrie corporelle banale, très fréquente chez l'enfant, d'une asymétrie entrant dans le cadre bien défini et stéréotypé d'un SDP.

Étape 1 : recherche d'un trouble de la convergence

L'enfant fixe la pointe d'un stylo qui est progressivement amenée, à hauteur des yeux, d'une distance de 3 mètres jusqu'à 10 centimètres du nez. Plusieurs signes, en général très discrets, peuvent témoigner d'une convergence modifiée :

- À une distance d'un ou deux mètres :
 - l'enfant signale une diplopie fugace ;
 - l'enfant cligne rapidement des yeux car il est difficile pour lui de garder la fixation.

Tableau II

Signes fonctionnels du syndrome de déficience posturale : les items sont formulés en langage compréhensible par des enfants de 8 à 16 ans et leurs parents.

Signes	Dysfonctionnements
Signes musculaires	Fatigue qui semble anormale, non justifiée par un exercice physique ou intellectuel Difficultés ou imprécision dans la réalisation de certains mouvements simples Douleurs au niveau de certains muscles Douleurs inexplicables dans le ventre Douleurs apparaissant en même temps dans la tempe, l'œil du même côté et dans la nuque Impression d'avoir mal aux os Maux de tête - sans cause connue - surtout le soir Maux de tête - sans cause connue - surtout le matin Douleurs dans le bas ou le haut du dos Douleurs dans le cou Torticolis à répétition Sensation de fourmillements dans les mains ou les pieds Mains toujours froides et moites Difficulté anormale à rester sans rien faire Fatigue anormale le matin au réveil Urine encore au lit la nuit Vision double ou triple Vision variable d'un moment à l'autre Difficulté à fixer de près (un texte ou une personne par exemple) Douleurs au niveau du pli de l'aîne Douleurs au niveau de la partie supérieure et antérieure de l'avant bras gauche
Signes pseudo-vertigineux	Absence de précision dans des mouvements simples Chutes inexplicables Sensation nette d'inconfort dès qu'il y a de la foule Avoir envie de vomir en voiture (ce que l'on appelle le « mal des transports ») Impression de marcher de travers, sans stabilité Sensation de voir les choses tourner autour de soi ou d'avoir des vertiges
Signes cognitifs	Difficulté à se concentrer longtemps Impression de lire sans comprendre rapidement Impression d'entendre sans comprendre Impression de voir les choses déformées (lignes tordues par exemple)

De 15 à 30 cm :

- un des deux yeux semble rester immobile alors même que l'enfant ne signale pas de diplopie ;
- l'un des deux yeux converge moins rapidement que l'autre avec ou sans diplopie ;
- l'un des deux yeux cesse de converger puis diverge nettement ;
- les deux yeux convergent d'une façon symétrique avec un retard, comme si le regard fixait derrière la pointe du stylo ;
- l'enfant recule sa tête comme s'il localisait la pointe du stylo trop proche de ses yeux et qu'il craignait d'être blessé ;
- la convergence est symétrique, mais l'enfant contracte fortement les orbiculaires et fronce les sourcils comme si la convergence lui demandait un effort démesuré ;
- l'enfant se plaint d'une douleur rétro-oculaire.

Étape 2 : examen de l'appui plantaire et des asymétries posturales

Les enfants sont examinés torse nu. L'hypertonie des extenseurs et des rotateurs des membres inférieurs peut être responsable d'un déroulement anormal de l'appui plantaire ou d'une attaque du pas sur la pointe des pieds lors de la marche. À l'arrêt, la nécessité d'élargir le polygone de sustentation provoque une ouverture large (15° à 30°) ou très large (> 30°) de l'appui plantaire normalement ouvert entre 5° et 15°. Par ailleurs, l'asymétrie du tonus musculaire corporel est une constante de l'examen du SDP. À l'examen, on recherche en l'occurrence :

- une épaule plus haute que l'autre entraînant une asymétrie de hauteur des mains et une pronation de la main la plus haute ;
- un torticolis à petit angle avec version du regard dans le sens inverse pour fixer droit devant ;
- une projection de la tête en avant avec accentuation de la lordose lombaire accompagnant une cyphose dorsale ;
- parfois une bascule et une rotation du bassin ;
- une modification du parallélisme des jambes (varus ou valgus) allant, en général, de pair avec un appui plantaire perturbé au podoscope.

Puis, il est demandé au patient, pieds nus et en arrêt sur un plan dur après quelques pas de marche, de déterminer son pied d'appui (appelé « appui pilier »).

Étape 3 : perception de la localisation des pieds

L'enfant est invité à simuler avec ses mains la position dans laquelle il perçoit ses pieds sans les regarder. La différence entre sa perception et l'orientation réelle de ses pieds lui permet de constater son trouble du schéma corporel et d'estimer l'importance du désordre proprioceptif.

Étape 4 : mise en évidence d'un trouble de la localisation spatiale (« test du crayon »)

Bras tendu, le patient doit faire coïncider très vite une marque faite entre le pouce et l'index avec un crayon

tenu par l'observateur devant ses yeux. On met ainsi en évidence une incohérence entre la localisation spatiale visuelle et l'évaluation proprioceptive du mouvement à réaliser.

Étape 5 : évaluation d'une asymétrie de rotation de la tête dans le plan horizontal

La mesure entre l'articulation acromio-claviculaire et la pointe du menton permet de mettre en évidence l'asymétrie de rotation secondaire à l'asymétrie de tonus des muscles rotateurs du cou en comparant les deux côtés.

Étape 6 : évaluation d'une asymétrie d'extension de la tête dans le plan sagittal

Lors de l'extension de la tête, la distance entre l'oreille et la partie supérieure du trapèze est diminuée d'un côté par rapport à l'autre.

Étape 7 : recherche des pseudo-scotomes directionnels au synoptophore

L'examen est réalisé avec des mires de grande taille (mires G3-G4 de Clément Clarke). Le patient est invité à regarder dans les deux oculaires les images des deux mires et à signaler si tout ou partie de l'image disparaît d'une manière permanente ou intermittente. Certaines parties de l'image disparaissent dans la zone centrale ou para-centrale des mires et on parle de « pseudo-scotome perceptif ». Parfois, ce sont les bords de l'image qui disparaissent, le patient ayant l'impression que son œil n'est plus en face de l'oculaire de l'appareil. La modification du réglage de l'écart pupillaire montre qu'il y a alors exophorie ou ésoptorie par rapport à la position primaire. On parle alors de « pseudo-scotome phorique ». Le test est fait avec le regard droit devant, puis en version droite et gauche à 20°, 30° et 40°. L'angle auquel apparaissent ces scotomes est consigné.

Étape 8 : typage du SDP

Il dépend de l'asymétrie de rotation et d'extension du cou, de l'appui plantaire et des angles auxquels apparaissent les pseudo-scotomes directionnels.

Lorsque la rotation et l'extension sont perturbées du même côté, l'appui plantaire est ouvert vers l'avant et quasi-symétrique par rapport au plan sagittal, le pied pilier est du côté où la rotation et l'extension sont perturbées et les pseudo-scotomes apparaissent au même angle de version à droite et à gauche : il s'agit d'un SDP mixte pur.

Lorsque la rotation et l'extension sont perturbées du côté opposé :

- l'appui plantaire est modérément asymétrique avec le pied pilier plus proche du plan sagittal, les pseudo-scotomes apparaissent en version à l'angle X d'un côté et à l'angle X + 10° de l'autre : il s'agit d'un SDP prédominant du côté de (X + 10°) qui est aussi le côté du pied pilier ;

– l'appui plantaire est très asymétrique avec le pied pilier plus proche du plan sagittal, les pseudo-scotomes apparaissent en version à l'angle X d'un côté et seulement à l'angle X + 20° de l'autre côté : il s'agit d'un SDP pur du côté de (X + 20°) qui est aussi le côté du pied pilier.

Au terme de l'examen, la constatation d'asymétries posturales stéréotypées, l'appui plantaire et la présence de pseudo-scotomes directionnels affirment l'existence d'un SDP. L'importance des troubles du schéma corporel et de la localisation spatiale ainsi que le niveau de contractures musculaires permettent d'apprécier l'importance du trouble de la proprioception et des capteurs associés.

Étape 9 : examens complémentaires

Un contrôle de l'empreinte plantaire au podoscope rétro-illuminant permet de chercher un pied creux ou un pied plat, fréquemment remarqués chez les sujets dyslexiques de développement. Par ailleurs, la recherche des variations du centre de pression, assimilé au centre de gravité, sur plate-forme de posture est une approche mathématique de la proprioception et des capteurs qui influent sur elle.

Une analyse descriptive du groupe des patients dyslexiques a permis d'obtenir pour les variables quantitatives les moyennes et écarts types des performances et des temps de réaction.

Un test non paramétrique (U de Mann et Whitney) a été utilisé pour comparer les résultats du groupe des enfants dyslexiques aux données normatives obtenues chez les enfants de sexe masculin du groupe contrôle.

RÉSULTATS

Tests psychométriques

Le diagnostic de dyslexie de développement est suspecté lorsque le retard de lecture est supérieur à 18 mois entre l'âge chronologique et l'âge de lecture de l'enfant. L'administration du test de l'Alouette a permis de confirmer le retard pour les 60 enfants inclus dans l'étude : il était en moyenne de $3,42 \pm 1,25$ ans, 1,5-6,4 (moyenne \pm écart type, écart). L'épreuve de lecture de logatomes a montré un déficit du traitement phonologique du langage chez les enfants dyslexiques par rapport aux enfants du groupe contrôle, qui portait à la fois sur les performances en terme de taux d'erreur (dyslexiques : $25,92 \pm 11,92$; normes : $8,36 \pm 2,74$; U = 42, p < 0,0001) et sur les temps de réaction (dyslexiques : $139,54 \pm 58,65$ s ; normes : $79,19 \pm 17,98$ s ; U = 189,5, p < 0,0001). Enfin, l'épreuve de lecture de mots réguliers et irréguliers a également mis en évidence un taux d'erreurs plus important chez les enfants dyslexiques en comparaison aux données normatives (dyslexiques : $22,51 \pm 13,57$; normes : $7,29 \pm 5,1$;

U = 414,5, p < 0,0001), ainsi que des temps de réaction plus longs (dyslexiques : $118,53 \pm 67,48$ s ; normes : $63,38 \pm 18,66$ s ; U = 642,5, p < 0,0001).

Interrogatoire

L'analyse des réponses des patients dyslexiques et de leur entourage fait apparaître l'utilité d'un interrogatoire dirigé. Le *tableau III* résume les principaux résultats en termes de réponses positives à un ou plusieurs des signes fonctionnels caractérisant le SDP.

Signes musculaires

Les signes musculaires sont essentiellement représentés par des douleurs au niveau de l'axe vertébral. Les douleurs sont erratiques, parfois assimilées à des douleurs osseuses (25 %). Elles sont ressenties comme étant d'origine musculaire dans 50 % des cas, essentiellement au niveau du dos (35 %) et du cou par des torticolis à répétition (20 %). Elles s'associent parfois à des points cutanés hyperalgiques à la pression, notamment au niveau du pli de l'aîne (22 %). Les douleurs de même type, mais situées au niveau de l'avant-bras sont rares (3 % seulement). Les céphalées matinales et vespérales touchent respectivement 20 % et 40 % des patients. Des douleurs peuvent apparaître également à la palpation de la nuque, de la tempe et de la zone d'émergence du nerf sus-orbitaire, du même côté. Elles constituent la triade d'Hartmann [13] qui est présente chez 13 % des enfants dyslexiques examinés.

L'hypertonie musculaire rend difficile certains mouvements simples dès lors qu'ils doivent durer un certain temps (22 %). Le sujet dyslexique se sent souvent incapable de rester sans rien faire (80 %) et il est souvent abusivement qualifié d'« hyperactif » par son entourage familial et scolaire.

L'enfant ressent souvent (63 %) une fatigue anormale, non justifiée par un exercice physique ou intellec-

717

Tableau III

Nombre moyen de réponses positives données par les 60 patients à l'interrogatoire indiquant l'existence probable d'un SDP.

Groupe de signes fonctionnels	Nombre de réponses positives		
	Moyen	Minimum	Maximum
Signes musculaires (n = 21)	6,1	2	12
Signes pseudo-vertigineux (n = 6)	1,8	0	6
Signes cognitifs (n = 4)	2,7	1	4
Ensemble total de signes (n = 31)	11,6	4	28

tuel. Le sommeil est agité et non réparateur, laissant une fatigue matinale anormale (50 %) qui va accentuer les troubles de concentration à l'école.

Les muscles lisses sont également le siège de troubles de la régulation du tonus. Ils expliquent probablement l'énurésie nocturne (23 %) et les douleurs abdominales pseudo-chirurgicales (35 %). Au niveau des extrémités, l'atteinte de la musculature des petits vaisseaux provoque des sensations de fourmillement dans les mains ou les pieds (57 %) alors que les mains sont souvent moites et froides (43 %).

Au niveau oculaire, les troubles de la convergence sont constants (100 %), parfois difficiles à mettre en évidence si on ne répète pas le test d'approche de la pointe du stylo. Une vision double spontanée existe dans 13 % des cas et les difficultés pour fixer de près atteignent 40 % des enfants. Les troubles accommodatifs peuvent donner une impression de vision variable d'un moment à l'autre (23 %).

Signes pseudo-vertigineux

Les signes sont dominés par le manque de précision dans les mouvements simples (52 %). On note 32 % d'agoraphobiques et un mal des transports dans 42 % des cas. De plus, 23 % des patients de l'étude déclarent avoir l'impression de marcher sans stabilité. Au repos, les sensations vertigineuses spontanées sont présentes dans 13 % des cas et il existe un nombre élevé de chutes qui paraissent inexplicables (22 %). Une perception visuelle anormale avec sensation de voir les objets déformés (symptôme très rare en consultation courante dans cette tranche d'âge) est signalée par 8 % des patients dyslexiques.

Signes cognitifs

Le taux de patients dyslexiques déclarant avoir des difficultés à se concentrer (97 %) ou une impression de lire sans comprendre (88 %) est très élevé, de même que ceux (75 %) déclarant avoir l'impression d'entendre sans comprendre.

Examen clinique

L'examen clinique des 60 patients dyslexiques a permis de montrer que 100 % des patients présentaient des signes physiques permettant d'établir le diagnostic de syndrome de déficience posturale (*tableau IV*). La très grande majorité des cas observés (97 %) était atteinte d'un SDP de type mixte pur et, parmi ces SDP de type mixte pur, 36 (60 %) avaient une rotation et une extension de la tête perturbées du côté gauche et 21 (35 %) du côté droit. Un patient présentait un SDP de type prédominant droit et deux patients un SDP de type prédominant gauche. Il n'y avait pas dans l'échantillon de SDP de type pur droit ou gauche.

Alors même qu'il était demandé au patient de se tenir vertical sur ses deux pieds, 26 patients se sentaient appuyés sur un seul pied (pied pilier) et 5 étaient incapables

de dire s'ils appuyaient sur un pied ou sur les deux. La grande majorité des enfants faisait une erreur de schéma corporel quand on demandait de simuler la position des pieds sans contrôle de la vue (49 font une erreur d'appréciation de plus de 20°, *tableau V*).

Pseudo-scotomes directionnels

Les pseudo-scotomes directionnels n'ont pas pu être recherchés chez un patient car il présentait un strabisme avec amblyopie et donnait des réponses variables pendant l'examen. Les 59 autres patients présentaient tous des pseudo-scotomes directionnels (*tableau VI*).

DISCUSSION

Depuis presque un siècle, les spécialistes de la dyslexie ont cherché à comprendre les liens entre les difficultés de lecture et d'orthographe manifestes, le développement neurologique, etc. Toutes ces recherches ont abouti à la mise en évidence de singularités chez les patients dyslexiques : les altérations microscopiques ou macroscopiques dans les aires du langage [14] et l'implication de certains gènes sur divers chromosomes en sont quelques exemples [15]. Le puzzle est complexe et chaque pièce découverte trouve encore difficilement sa place dans un modèle général qui intégrerait ces différents éléments. Cependant, l'un des grands systèmes du corps humain, le système proprioceptif, reste encore peu exploré dans la dyslexie de développement. À la suite des observations princeps de Martins da Cunha et d'Alves da Silva [2, 3], nous nous sommes intéressés aux implications de ce système dans la dyslexie. L'un des moyens d'évaluer les dysfonctionnements proprioceptifs est de dépister l'occurrence d'un syndrome de déficience posturale chez les patients dyslexiques. Le résultat majeur de cette étude montre que les patients dyslexiques recrutés présentent tous un syndrome de déficience posturale.

La proprioception repose sur l'existence, à l'intérieur des muscles, de fibres musculaires spécialisées, sensibles à l'étirement — appelés fuseaux neuromusculaires — qui sont de véritables détecteurs sensoriels. Ils sont associés à d'autres mécanorécepteurs situés à l'origine des tendons : les organes tendineux de Golgi. Les fuseaux neuromusculaires sont placés en parallèle par rapport aux fibres musculaires classiques et renseignent sur la longueur du muscle. Les organes de Golgi sont placés en série par rapport à ces fibres et renseignent sur l'état de tension du muscle. Plus globalement, on peut dire qu'il existe dans l'organisme des récepteurs proprioceptifs au niveau de tous les tissus conjonctifs, et notamment au niveau des tissus articulaires. Les récepteurs proprioceptifs somatiques permettent des réponses musculaires très rapides lors de l'étirement

Tableau IV

Signes physiques retrouvés chez 60 patients dyslexiques (recherche de la présence d'un syndrome de déficience posturale).

<i>Signes physiques</i> (n = 60)		<i>SDP mixte pur</i> <i>R+E à D¹</i> (n = 23)	<i>SDP mixte pur</i> <i>R+E à G²</i> (n = 34)	<i>SDP prédomin D</i> (n = 1)	<i>SDP prédomin G</i> (n = 2)
Convergence	Normale OD + OG	–	–	–	–
	Diminuée OD	13	9	–	1
	Diminuée OG	3	5	–	–
	Diminuée OD + OG	7	20	1	1
Ouverture podale	Ouverture < 30°	17	16	–	1
	Ouverture > 30°	6	18	1	1
	Pieds parallèles	–	–	–	–
Position des épaules	Élévation épaule D	10	11	1	1
	Élévation épaule G	13	23	–	1
	Absence d'élévation	–	–	–	–
Torticolis à petit angle	Torticolis tête à D	3	33	–	1
	Torticolis tête à G	20	1	1	1
	Absence de torticolis	–	–	–	–
Version du regard	Regard à D	20	1	1	1
	Regard à G	3	33	–	1
	Absence de version	–	–	–	–
Rotation de l'épaule > 15°	Épaule D en avant	1	3	–	–
	Épaule G en avant	2	1	–	–
	Absence de rotation	20	30	1	2
Rotation du bassin > 15°	Bassin D en avant	3	3	–	2
	Bassin G en avant	2	3	–	–
	Absence de rotation	18	28	1	–
Parallélisme des membres inférieurs	Jambes en varus	1	3	–	–
	Jambes en valgus	5	13	1	–
	Jambes parallèles	17	18	–	2
Aspect des pieds au podoscope rétro-illuminant	Aspect normal	9	19	–	2
	Plats bilatéraux	2	4	1	–
	Plus plat à D	–	–	–	–
	Plus plat à G	–	–	–	–
	Creux bilatéraux	4	3	–	–
	Plus creux à D	3	1	–	–
	Plus creux à G	5	7	–	–

¹ R+E à D : Rotation et extension de la tête diminuées à droite ; ² R+E à G : Rotation et extension de la tête diminuées à gauche.

Tableau V

Signes objectivant un trouble du schéma corporel chez 60 patients dyslexiques.

<i>Signes</i> (n = 60)		<i>SDP mixte pur</i> <i>R+E à D¹</i> (n = 23)	<i>SDP mixte pur</i> <i>R+E à G²</i> (n = 34)	<i>SDP prédomin</i> <i>D</i> (n = 1)	<i>SDP prédomin</i> <i>G</i> (n = 2)
Appui podal subjectif	Pied pilier D	4	4	1	–
	Pied pilier G	3	8	–	1
	Appui ressenti symétrique	13	20	–	1
	Ne sait pas	3	2	–	–
Perception subjective de l'angle fait par les pieds	Angle entre position réelle des pieds et position perçue < 20°	5	5	–	1
	Angle entre position réelle des pieds et position perçue > 20°	18	29	1	1

¹ R+E à D : Rotation et extension de la tête diminuées à droite ; ² R+E à G : Rotation et extension de la tête diminuées à gauche.

Tableau VI

Différents types de pseudo-scotomes directionnels (PSD) observés au synoptophore chez 60 patients dyslexiques.

<i>Types de PSD³</i> (n = 60)	<i>SDP mixte pur</i> <i>R+E à D¹</i> (n = 23)	<i>SDP mixte pur</i> <i>R+E à G²</i> (n = 34)	<i>SDP prédomin</i> <i>D</i> (n = 1)	<i>SDP prédomin</i> <i>G</i> (n = 2)
Perceptifs 20° D et 20° G	15	21	0	0
Perceptifs 30° D et 30° G	0	0	0	0
Perceptifs 40° D et 40° G	0	0	0	0
Phoriques 20° D et 20° G	2	3	0	0
Phoriques 30° D et 30° G	2	3	0	0
Phoriques 40° D et 40° G	2	6	0	0
Différents 20° D et 20° G	1 (a)	0	1 (b)	1 (c)
Différents 30° D et 30° G	1 (d)	0	0	1 (e)
Différents 40° D et 40° G	0	1 (f)	0	0

¹ R+E à D : Rotation et extension de la tête diminuées à droite ; ² R+E à G : Rotation et extension de la tête ; diminuées à gauche ; ³ PSD : Pseudo-scotome directionnel. (a) PSD perceptif en version D et phorique en version G ; (b) PSD perceptif en version G et absence de PSD en version D (sera perceptif à 30° en version D et en version G) ; (c) PSD perceptif en version D et absence de PSD en version G (sera perceptif à 30° en version D et en version G) ; (d) PSD phorique en version D et perceptif en version G ; (e) PSD perceptif en version D et absence de PSD en version G (sera perceptif à 40° en version D et phorique en version G) ; (f) PSD perceptif en version G et phorique en version D.

musculaire (réflexe myotatique) et sont à l'origine de réactions plus lentes et plus élaborées qui sont soumises à un contrôle des centres nerveux supérieurs grâce aux voies spinales ascendantes et descendantes. Parmi ces voies descendantes, se trouve la voie tecto-spinale qui prend son origine au niveau du tectum et du colliculus supérieur. On estime qu'à ce niveau existe aussi, après capture par le système optique accessoire, une véritable représentation du monde extérieur qui permet au col-

liculus de contrôler les mouvements oculaires et corporels jusqu'à permettre à la fovéa de fixer le sujet intéressant.

Cliniquement, il n'existe pas de moyen direct pour mesurer la proprioception. Parce que la proprioception joue un rôle crucial dans le système postural, c'est en examinant les anomalies posturales d'un patient qu'on obtiendra des informations pour estimer un dysfonctionnement proprioceptif.

L'existence de récepteurs proprioceptifs dans les muscles oculomoteurs a été longtemps niée. Leur existence est maintenant prouvée [16] et on peut les séparer en deux types :

- récepteurs fusoriaux : ce sont des fibres musculaires spécialisées, connectées à des fibres nerveuses dont l'activité est déclenchée par la mise en tension musculaire ;
- récepteurs situés à la jonction musculo-tendineuse, appelés « palissades de Dogiel ».

Les fibres nerveuses issues de ces récepteurs accompagnent d'abord les nerfs oculomoteurs. À la sortie de l'orbite, elles quittent ces nerfs pour rejoindre le ganglion de Gasser et suivent ainsi le nerf trijumeau jusqu'au noyau mésencéphalique et spinal de ce nerf crânien. Du noyau trigéminal partent des axones de second ordre qui subissent une décussation et se projettent au niveau de la partie médiane du noyau ventral postérieur du thalamus. Puis l'information est transmise au niveau du cortex somatosensoriel [17]. Le noyau trigéminal, élément dont l'origine phylogénétique est très ancienne, possède de nombreuses relations anatomiques avec des structures qui jouent un rôle clé dans le maintien de la posture et le contrôle des mouvements (noyaux vestibulaires et oculomoteurs, noyau du XI, substance réticulée mésencéphalique et faisceau longitudinal médian). Le rôle essentiel est souvent attribué aux noyaux vestibulaires. Les relations qui unissent le noyau trigéminal au colliculus supérieur sont probablement tout aussi essentielles. Le colliculus supérieur est en effet le lieu où se rencontrent les données sensibles de la proprioception des muscles oculomoteurs, les données sensorielles de la voie visuelle accessoire et du cortex visuel, mais aussi des informations somato-sensorielles et auditives. C'est la « centrale » qui contrôle la direction des saccades oculaires en fonction de la représentation de l'espace environnant [18].

Proprioception oculaire et proprioception générale sont au cœur du système qui régit la posture. L'être humain ne possède pas d'organe dédié à cette fonction, mais un système très élaboré faisant intervenir plusieurs organes. Ce système est appelé « système postural d'aplomb » en référence à sa fonction qui est de tenir l'homme « d'aplomb » [19-21]. Il existe car l'homme doit lutter en permanence contre la pesanteur et être aussi capable de rester stable par rapport à un environnement qui peut être mobile ou dans lequel il peut bouger. Ce système permet à l'homme de maintenir la projection de son centre de gravité dans le polygone de sustentation.

La proprioception est aussi un élément essentiel du contrôle de la localisation spatiale. La mise en jeu artificielle des récepteurs proprioceptifs par application de vibrations sur le corps musculaire des muscles oculomoteurs provoque une illusion de déplacement d'une cible fixée dans le noir [22]. Ce phénomène se produit aussi avec des vibrations appliquées sur les muscles du cou, du dos ou du coup de pied. On peut ainsi montrer qu'il existe de véritables « chaînes proprioceptives » allant de l'œil au pied, capables de modifier la localisation spatiale d'un objet regardé.

Le cerveau reçoit en permanence des milliers d'information de la part des récepteurs sensoriels, notamment à partir de ceux de la proprioception. Au niveau cortical, aucun sens ne fonctionne indépendamment et il existe une intégration sensorielle multimodale qui peut être additive mais aussi compétitive. Par ce biais, il est possible que la proprioception puisse modifier la perception d'autres sens.

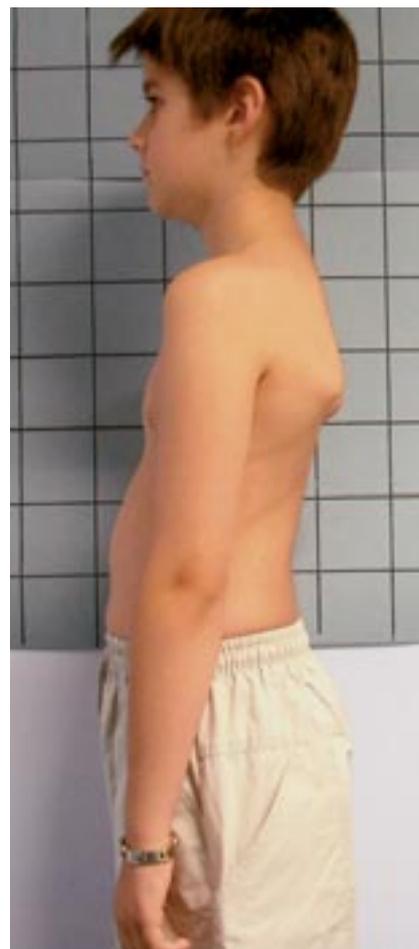
Il semble que le SDP survienne lorsque les centres de régulation ne parviennent pas à réaliser une synthèse congruente des informations reçues par les différents capteurs du système postural. Tout se passe comme s'il y avait un conflit d'informations au niveau de l'intégration cérébrale avec déséquilibre de l'harmonie sensorielle physiologique.

Le caractère diffus du système proprioceptif (et des capteurs qui l'influencent) et la variabilité du niveau de résistance individuelle expliquent l'extrême polymorphisme clinique du SDP. On peut cependant regrouper les signes cardinaux en trois catégories qui déterminent trois formes cliniques selon la prédominance de telle ou telle catégorie de signes : la forme musculaire, la forme pseudo-vertigineuse et la forme cognitive. La dyslexie de développement s'inscrirait dans la forme cognitive. Il est essentiel de noter qu'il n'existe pas de forme pure. Ainsi un patient présentant une forme cognitive présentera toujours des signes musculaires et presque toujours des signes pseudo-vertigineux. Cet élément est le fondement du diagnostic clinique.

L'interrogatoire concernant les signes cliniques de SDP accompagnant la dyslexie est constamment positif avec une moyenne de 11,6 signes présents (minimum : 4 et maximum : 28). Il est exceptionnel qu'un patient ne présente pas au moins un signe dans chaque catégorie (musculaire, pseudo-vertigineuse ou cognitive). Les signes musculaires sont les plus fréquemment rencontrés. Il existe un polymorphisme important des signes cliniques rencontrés et le patient n'a jamais évoqué une quelconque relation entre sa dyslexie et ces signes. Il n'en parle donc pas aux professionnels qui s'occupent traditionnellement de la dyslexie et ceci explique probablement le peu d'importance qu'on leur a accordé jusqu'à présent.

Le diagnostic de SDP est purement clinique. Le trouble proprioceptif et les perturbations des capteurs qui agissent sur la proprioception sont responsables d'une asymétrie du tonus musculaire. Ce déséquilibre tonique, constant chez l'enfant et chez l'adulte, engendre un certain nombre d'attitudes posturales stéréotypées touchant essentiellement la partie supérieure du corps et dont l'examen représente la clé qui permet de mesurer le trouble proprioceptif du dyslexique.

Si 100 % des patients dyslexiques examinés présentent bien physiquement un SDP, il est frappant de constater la très forte dominance des SDP de type mixte pur. L'aspect physique du SDP de type mixte pur est souvent stéréotypé : le patient dont le centre de gravité est déplacé en arrière a tendance à « s'enrouler » sur lui-même avec les pieds en V largement ouverts vers



722

1 | 2a|2b
2c|

Figure 1 : SDP mixte pur, vue de profil : hyperlordose lombaire, cyphose et ouverture des omoplates vers l'arrière.

Figure 2 : SDP mixte pur. **a)** Vue de face, ascension de l'épaule gauche avec pronation du bras gauche, discret torticollis à droite avec version du regard à gauche ; **b)** vue de profil, hyperlordose lombaire, ouverture des omoplates vers l'arrière ; **c)** vue de dos, ascension de l'épaule et différence de hauteur des omoplates avec début de scoliose.

l'avant, une lordose lombaire accentuée, une cyphose dorsale, une ouverture des omoplates dirigée vers l'arrière et une projection de la tête vers l'avant d'intensité variable. De face, une épaule est plus haute que l'autre avec le bras en pronation et la tête est en léger torticolis. De dos, la différence de hauteur des épaules entraîne une asymétrie des omoplates (*figures 1 et 2*).

Les pseudo-scotomes directionnels sont plus souvent de type perceptifs (63 % des cas) avec une fréquence très voisine dans les deux types de mixte pur (61 % et 65 %). Les pseudo-scotomes perceptifs apparaissent toujours dès que la version du regard atteint 20° d'angle. Quand ils apparaissent au-delà, ils sont associés à des pseudo-scotomes phoriques dans le regard opposé (2 cas seulement).

Les pseudo-scotomes directionnels perceptifs sont particulièrement intéressants du point de vue nosologique : très faciles à objectiver cliniquement, ils mettent en évidence le fait qu'une variation de la proprioception oculaire puisse modifier l'intégration d'informations sensorielles provenant de la rétine. Cette constatation ouvre des voies de recherche intéressantes sur les relations possibles entre proprioception et anomalies visuo-spatiales ou phonologiques qui sont abondamment décrites dans la littérature traitant de la dyslexie de développement et dont l'origine reste jusqu'à présent très obscure [23].

Le rôle crucial de la proprioception oculaire au sein de la proprioception générale va nécessairement impliquer les ophtalmologistes dans la dyslexie qui ne semblait pas, jusqu'à présent, les concerner au-delà du simple contrôle de l'absence de troubles réfractifs. Dans l'avenir, il va leur appartenir d'évoquer le diagnostic devant certains signes oculaires, d'aider au diagnostic de SDP, de participer activement au traitement par les prismes et de collaborer avec les autres professions dans la prise en charge de cette pathologie.

Cependant, cette étude demande confirmation car la fréquence du SDP dans une population contrôle non dyslexique n'a pas été évaluée. En effet, les questions telles qu'elles sont énoncées dans le *tableau II* sont probablement peu spécifiques ; par exemple, il est permis de penser qu'un certain nombre d'enfants répondra par l'affirmative à certaines d'entre elles (douleurs, difficultés à se concentrer par exemple). Néanmoins, l'approche clinique rigoureuse telle qu'elle a été pratiquée ici autorise une approche plus objective et une telle étude utilisant un groupe contrôle est actuellement en cours.

CONCLUSION

L'examen de 60 enfants, dont la dyslexie a été contrôlée par des tests psychométriques standardisés, montre que 100 % de ces enfants présentent des troubles propriocep-

tifs s'intégrant dans le cadre clinique du syndrome de déficience posturale décrit par Martins da Cunha. Cette constatation doit inciter à pousser les recherches dans ce domaine particulier afin de comprendre la relation entre proprioception et dyslexie de développement. À notre connaissance, cette étude est la première qui montre les relations entre syndrome de déficience posturale et dyslexie chez 60 enfants.

RÉFÉRENCES

1. Critchley M. The dyslexic child. Heinmann Medical, London, 1970.
2. Sherrington CS. The Integrative Action of the Nervous System. Charles Scribner's Sons, New York, 1906.
3. Martins da Cunha H. Syndrome de déficience posturale. Actualités en rééducation fonctionnelle et réadaptation, 4^e série. Simon L. Éditions Masson, Paris, 1979.
4. Martins da Cunha H, Alves da Silva O. Syndrome de déficience Posturale. J Fr Ophtalmol, 1986;9:747-55.
5. Gagey PM. L'oculomotricité comme endocapteur du système postural. Agressologie, 1987;28:899-903.
6. Marucchi C. Coordimétrie de version, complément du bilan postural. Agressologie, 1987;28:949-52.
7. Gagey PM. La loi des canaux. Agressologie, 1988;29:691-2.
8. Berthoz A. Le sens du mouvement. Odile Jacob Sciences, Paris, 1997.
9. Weber KD, Fletcher WA, Melvill Jones G, Block EW. Podokinetic after-rotation in patients with compensated unilateral vestibular ablation. Exp Brain Res, 2002;147:554-7.
10. Serrano G, Alves da Silva O. Uma nova abordagem terapeutica. Pedro Nuno Rodrigues, Lisboa, 1996.
11. Quercia P, Robichon F, Alves da Silva O. Dyslexie de développement et proprioception. Approche clinique et thérapeutique. Ed Graine de Lecteur, Beaune, 2004.
12. Lefavrais P. Test d'analyse de la lecture et de la dyslexie (Test de l'Alouette). Masson Ed, Paris, 1965, 2^e édition révisée 2000.
13. Hartmann F, Cucchi G. Muscle ptérygoïdien latéral et SADAM : diagnostic précoce et traitement. Rev Odontostomatol, 1987;16:209-18.
14. Robichon F, Levrier O, Farnarier P, Habib M. Developmental dyslexia: atypical cortical asymmetries and functional significance. Eur J Neurol, 2000;7:35-46.
15. Grigorenko EL. The first candidate gene for dyslexia: Turning the page of a new chapter of research. Proc Natl Acad Sci USA, 2003;100:11190-2.
16. Buisseret P. Développement du système visuel et proprioception d'origine extra-oculaire et cervicale. Agressologie, 1987;28:913-9.
17. Bear MF, Connors BW, Paradiso MA. Neurosciences. Édition révisée. Pradel Ed, Paris 2002.
18. McIlwain JT. Distributed spatial coding in the superior colliculus: a review. Vis Neurosci, 1991;6:3-13.
19. Gagey PM, Bizzo G, Bonnier L, Gentaz R, Guillaume P, Marucchi C, Villeneuve P. Huit leçons de Posturologie. Edité par l'Association Française de Posturologie, Paris 1990, 4^e Ed., 1995, Leçon n° 4.
20. Gagey PM. L'examen clinique postural. Agressologie, 1980;21:125-41.
21. Gagey PM, Gentaz R, Bodot C. Le bilan postural. Agressologie, 1987;28:925-9.
22. Roll JP, Roll R. La proprioception extra-oculaire comme élément de référence posturale et de lecture spatiale des données rétinienne. Agressologie, 1987;28:905-11.
23. La Buda MC, De Fries JC. Cognitive abilities in children with reading disabilities. J Learn Disab, 1988;21:562-6.