

Bégaïement et proprioception

Amélie Van Thorre, Gilles Vannuscorps

I. Introduction

Au cours de ces dernières décennies, différentes hypothèses ont été proposées pour expliquer la symptomatologie du bégaïement. La plupart de ces étiologies proviennent de la définition même du bégaïement, à savoir un trouble de la production orale affectant la fluence verbale. A l'heure actuelle, nous savons que parler de manière fluente nécessite de pouvoir traiter et intégrer rapidement et précisément des informations provenant de différentes sources : des informations psycholinguistiques afin d'élaborer le message désiré ainsi que des informations motrices, auditives et proprioceptives en vue de planifier, contrôler et exécuter ledit message. Diverses études ont donc été menées sur ces différentes sources pour mettre en lumière les causes du bégaïement.

Bien que certains résultats soient encourageant pour certaines personnes qui bégaient, aucune hypothèse ne permet d'expliquer à elle seule la symptomatologie du bégaïement et les experts s'accordent sur une origine multiple de ce trouble. Cependant, peu d'attention a été porté à de possibles anomalies du traitement de l'information proprioceptive comme conséquence de la parole bégue. Pourtant, la perte totale ou partielle de ces signaux proprioceptifs, par exemple dans le contexte de la maladie de Parkinson, des dystonies focales ou de neuropathies, affecte le tonus musculaire et les aspects spatio-temporels des mouvements volontaires et conduit à la production de mouvements grossiers. De plus, les quelques études investiguant le lien entre bégaïement et proprioception ont apporté des données comportementales et de neuroimagerie intéressantes, ouvrant de nouvelles pistes de recherche.

II. La proprioception dans le contrôle moteur de la parole

Avant de faire l'état sur ce que l'on sait et ne sait pas des capacités proprioceptives de la personne qui bégaie, il semble important de d'abord bien comprendre la notion de proprioception ainsi que son rôle dans le contrôle moteur de la parole.

La proprioception peut être définie comme l'aptitude à percevoir la position, la localisation, l'orientation et les mouvements de son corps et de ses différentes parties sans avoir à les observer visuellement. Ces informations proviennent de récepteurs spécifiques situés au niveau des muscles, de la peau et des articulations. Les signaux proprioceptifs sont primordiaux pour informer le système moteur sur la position des différents éléments de notre corps, sur les déplacements (force et vitesse) nécessaires afin de réaliser un mouvement précis ainsi que sur des éventuels ajustements à réaliser en cas de non concordance posturale.

Les signaux proprioceptifs sont donc une source d'information non négligeable qui pourraient avoir un rôle dans le contrôle moteur de la parole.

Au jour d'aujourd'hui, la production de la parole n'est plus considérée comme étant un acte purement moteur, mais comme une interaction entre les systèmes sensoriels et moteurs. Plusieurs modèles théoriques (Guenther, 1994, 1995, 2016 ; Houde, & Chang, 2015) postulent donc l'existence de mécanismes de contrôle moteur « online » (sous forme de feedbacks auditif et proprioceptif) dont le rôle serait de trois ordres :

- Evaluer quelles seraient les cibles auditives et proprioceptives prédites d'un acte moteur de parole déterminé et planifié, c'est-à-dire la façon dont le son va « sonner » et la manière dont les articulateurs doivent être positionnés pour produire le son voulu.

- Comparer ces cibles avec les entrées sensorielles réelles (le son produit correspond-t-il bien à celui voulu ? Mes articulateurs sont-ils bien positionnés pour produire le son désiré ?).
- En cas d'erreur, corriger et réguler la commande motrice afin de produire l'acte moteur de parole désiré.

Diverses études comportementales ont permis de mettre en évidence ces interactions sensorimotrices. Plusieurs études ont démontré que l'introduction d'un délai du feedback auditif perturbe les sujets normofluents dans leur production. De même, la présence d'un bruit blanc, qui perturbe l'analyse du feedback auditif, provoque des modifications de production, comme une hyperarticulation et l'augmentation de l'intensité (Hasimoto, & Sakai, 2003 ; Houde, Nagarajan, Sekihara, & Merzenich, 2002).

Bien que moins étudié, quelques travaux permettent de rendre compte de l'apport des informations proprioceptives dans la production de la parole (Abbs, & Gracco, 1981, 1983, 1984, 1985 ; Folkins, & Abbs, 1975 ; Nasir, & Ostry, 2006 ; Tremblay, Shiller, & Ostry, 2003). Ces auteurs ont pu démontrer des mécanismes de compensation articuloire à la suite de perturbations mécaniques au niveau de la sphère orofaciale. Ainsi, les informations proprioceptives semblent également primordiales, au même titre que les informations auditives, pour produire des actes moteurs de parole chez les individus tout venant. Qu'en est-il de la production orale de la personne qui bégaie en cas de perturbation de l'information auditive au proprioceptive ?

De par les nombreuses observations indiquant une amélioration de la fluence du discours chez certaines personnes qui bégaient suite à l'induction d'un retour auditif retardé (delayed auditory feedback) ainsi que les travaux sur les interactions sensorimotrices décrits ci-dessus, plusieurs groupes de chercheurs ont émis l'hypothèse que le bégaiement pourrait être dû à un trouble de l'intégration et de l'utilisation des informations sensorimotrices. Cependant, l'attention des chercheurs semblent s'être centrée principalement sur le rôle du feedback auditif au détriment du feedback proprioceptif (De Nil, & Abbs, 1991). Or, quelques études investiguant le lien entre proprioception et bégaiement ont apporté des résultats intéressants qui mériteraient d'être approfondis. Nous allons aborder ces études dans le point suivant.

III. Traitement proprioceptif déficitaire dans le bégaiement

Au cours des quarante dernières années, 10 études se sont intéressées aux habiletés proprioceptives des personnes qui bégaient.

Cependant, évaluer les capacités proprioceptives au niveau de la sphère orofaciale s'avère plus complexe que pour d'autres parties du corps. Cette difficulté est liée notamment au manque de connaissance sur le type de récepteur permettant la transmission des informations proprioceptives au niveau orofacial ainsi qu'à la création d'un matériel suffisamment sensible. En effet, certaines zones du visage et intrabuccales étant richement innervées et comprenant une grande densité de récepteurs proprioceptifs et cutanés, il est nécessaire de posséder un matériel adapté.

De ce fait, les études qui ont évalué les habiletés proprioceptives orofaciales des personnes qui bégaient peuvent être réparties en trois catégories en fonction de la méthode d'évaluation utilisée, à savoir : la reconnaissance de forme, la perturbation du feedback proprioceptif et l'acuité proprioceptive.

1. Les études portant sur la reconnaissance de forme

Premièrement, Jensen, Sheelan, Williams et LaPointe (1975) ont demandé à 30 adultes présentant un bégaiement léger à modéré et à 30 adultes contrôles d'identifier, parmi 10 formes géométriques, celle qu'ils avaient en bouche. Pour cela, les participants devaient pointer sur une feuille la forme correspondant à celle qu'ils avaient en bouche ; le nombre d'identification correcte était calculé pour

chaque individu. Les auteurs concluent qu'il n'y a pas de différence entre les participants bègues et les participants contrôles pour cette tâche.

Martin, Lawrence, Haroldson et Gunderson (1981) ont également testé les capacités de 20 personnes qui bégaient et 20 personnes contrôles à identifier des formes placées dans la cavité buccale. Cependant, les auteurs ont utilisé une méthode quelque peu différente de celle de Jensen et collaborateurs (1975). Ils ont proposé 10 formes géométriques (différentes de celles de l'étude précédente) qu'ils ont à chaque fois présentées par paires (en tout, 55 paires étaient proposées aux participants). Les sujets de l'étude devaient indiquer si les deux formes géométriques étaient identiques ou non. A la suite de leur étude, Martin et al. (1981) ont analysé le nombre d'erreurs commis par les différents sujets et n'ont pas pu mettre en évidence de différence entre les deux groupes.

Enfin Stewart, Evans, et Fitch (1985) ont répliqué l'étude de Martin et collaborateurs (1981), mais sur 16 enfants avec bégaiement modéré à sévère et 16 enfants contrôles. Les auteurs n'ont pas pu mettre en évidence de différence entre les deux groupes. Cependant, les résultats des sujets pris individuellement, indiquent que 25% des enfants qui bégaient commettent plus d'erreurs que les enfants du groupe contrôle.

Les résultats de ces trois travaux semblent indiquer que les performances des personnes qui bégaient ne diffèrent pas de celle de sujets contrôles. Néanmoins, les résultats de l'étude de Stewart et al. (1985) indiquent que certains enfants bègues sont tout de même être en difficultés pour réaliser cette tâche. Notons également que le matériel ainsi que les données analysées dans ces trois études ne sont pas toujours identiques, ce qui a pu influencer les résultats. De même, nous ne pouvons pas affirmer avec certitude qu'une tâche de reconnaissance de forme impliquant des formes géométriques teste bien la proprioception et non la perception tactile. En effet, différencier un carré d'un triangle ou d'un rond est assez aisé et demande peu de mouvement de la langue.

2. Les études portant sur la perturbation du feedback proprioceptif

Dans leur étude publiée en 2006, Loucks et De Nil ont appliqué une méthode de vibration artificielle de tendon. Cette méthode est utilisée pour analyser le traitement de l'information proprioceptive en perturbant les fuseaux neuromusculaires via la vibration du tendon. Cette vibration va exciter les fuseaux et mener à des mouvements imprécis (dû à une impression d'extension du muscle auquel le tendon est rattaché). Loucks et De Nil (2006a) ont ainsi appliqué une vibration unilatérale sur le masséter gauche durant l'ouverture de la mâchoire chez 9 sujets avec bégaiement léger à modéré et 12 sujets contrôles. Les auteurs ont mis en évidence que l'imprécision des mouvements suite à la vibration était moins importante chez les personnes qui bégaient que chez les sujets contrôles. Ces résultats semblent donc indiquer que, lorsque les sujets bègues disposent d'information proprioceptives altérées, leurs mouvements au niveau de la mâchoire sont moins affectés (on observe moins de mouvements imprécis) que les mouvements des sujets contrôles.

Loucks et De Nil (2012) ont répliqué leur étude chez 10 adultes avec bégaiement léger à sévère et 10 adultes contrôles. Cependant, ils n'ont pas pu mettre en évidence, cette fois, de différence entre les deux groupes.

La première étude de Loucks et De Nil (2006a) semble donc suggérer que les personnes qui bégaient attribuent moins d'importance aux informations proprioceptives. Cependant, cela ne permet pas de savoir s'ils sont capables de traiter correctement les informations provenant de cette modalité lorsqu'elles sont non altérées. En effet, les sujets bègues auraient pu utiliser plus efficacement les informations proprioceptives non altérées en provenance des fuseaux neuromusculaires du masséter droit, où aucune vibration n'était administrée. De plus les auteurs n'ont pas été en mesure de répliquer leur résultat, ce qui suggère qu'uniquement une partie des personnes qui bégaient présente cette absence

d'imprécision de mouvement au niveau de la mâchoire. Enfin qu'en est-il de la perturbation du feedback proprioceptif au niveau d'autres articulateurs (par exemple les lèvres, la langue) ?

3. Les études portant sur l'acuité proprioceptive

Six études ont testé l'acuité proprioceptive des personnes qui bégaièrent, c'est-à-dire leur capacité à réaliser des mouvements précis de la sphère orofaciale, et particulièrement de la mâchoire.

Dans la première étude, De Nil et Abbs (1991) ont demandé à 6 adultes avec bégaiement modéré et 6 adultes contrôles de réaliser le plus petit mouvement possible vers le haut ou le bas avec leur mâchoire, leur lèvre inférieure, leur langue ou leur index. Les participants devaient réaliser la tâche dans deux conditions : avec ou sans feedback visuel. Les résultats montrent que les mouvements réalisés par les sujets bégaiants sont statistiquement plus importants dans la condition non visuelle (quand ils ont à leur disposition uniquement les informations proprioceptives pour réaliser la tâche) que les mouvements des sujets contrôles. Cette différence s'observe seulement pour les mouvements impliquant la mâchoire, la lèvre inférieure et la langue. Les auteurs concluent donc que les participants qui bégaièrent présenteraient un déficit du traitement des informations proprioceptives orofaciales.

Archibald et De Nil (1999) ont utilisé le même paradigme pour tenter de démontrer si les personnes avec un bégaiement plus sévère sont également celles qui réalisent des mouvements de la mâchoire plus importants. Malheureusement, ils n'ont pas été en mesure de démontrer de différence entre leurs deux groupes de participants bégaiants (participants avec bégaiement très léger ou modéré).

Selon les auteurs, le manque de consistance entre les résultats des deux études viendrait de caractéristiques propres aux participants, notamment des différences au niveau de l'anatomie de la sphère orofaciale et devraient être prises en compte dans les prochaines études.

A nouveau, Loucks et De Nil (2006b) ont demandé à 17 personnes avec bégaiement léger à sévère et 17 sujets contrôles de réaliser des mouvements précis de la mâchoire en incluant encore une fois deux conditions pour réaliser la tâche (avec ou sans feedback visuel). Toutefois, les auteurs ont également proposé deux vitesses d'exécution pour l'épreuve : soit le plus rapidement possible, soit sans limite de temps. Les résultats montrent que les sujets bégaiants réalisent des mouvements moins précis et plus variables lorsqu'ils doivent réaliser le mouvement en se basant uniquement sur les informations proprioceptives et qu'il leur est demandé d'exécuter la tâche le plus rapidement possible.

Loucks, De Nil et Sasisekaran (2007) ont quant à eux testé l'acuité proprioceptive de 11 adultes avec bégaiement très léger à modéré et 11 adultes contrôles dans un contexte de parole. Ils ont demandé à leurs participants de réaliser un mouvement précis de la mâchoire au moment où ils commençaient à prononcer la voyelle /a/. Lors de cette expérience, les sujets ne disposaient pas de feedback visuel, ni de feedback auditif puisqu'aucun résultat n'est pris en compte après le début de la phonation. Selon les chercheurs, les informations proprioceptives en provenance de la mâchoire seraient utiles pour indiquer le début de la phonation en l'absence de feedbacks auditif ou visuel. Les participants devaient réaliser la tâche selon deux conditions (ouverture lente ou rapide) et deux cibles d'ouverture (petite ou grande). Les données récoltées n'ont pas permis de mettre en évidence des différences entre les deux groupes de participants.

Dans leur étude sur la perturbation du feedback proprioceptif de 2012 (voir point III.2), Loucks et De Nil ont également testé l'acuité proprioceptive de leurs sujets et ont utilisé un paradigme semblable à leur étude publiée en 2006b. Ainsi ils ont demandé à leurs participants de réaliser un mouvement précis de la mâchoire soit le plus rapidement possible soit sans limite de temps et dans deux conditions : avec ou sans feedback visuel. Les résultats sont ici semblables à l'étude de 2006b, à savoir que les personnes qui bégaièrent font des mouvements de la mâchoire moins précis et plus variable lorsqu'ils doivent uniquement se baser sur les informations proprioceptives. Selon eux ces résultats sont attribuables à un traitement et une intégration atypique des informations proprioceptives de la part des sujets bégaiants.

puisque les différences observées ne peuvent être expliquées par une difficulté à réaliser le mouvement en terme de vitesse, temps de réaction ou durée.

Enfin, Daliri, Prokopenko et Max (2013) se sont interrogés sur l'origine des troubles proprioceptifs des sujets bègues. Selon eux, les difficultés des personnes qui bégaient pourraient provenir de deux sources:

- Des difficultés à traiter et intégrer les informations proprioceptives réelles qui proviennent de la position des articulateurs lors de la production du mouvement.
- Des difficultés à évaluer les cibles proprioceptives prédites lors de la génération de la commande motrice permettant de réaliser un acte moteur précis.

Afin d'évaluer ces deux possibilités, les auteurs ont proposé différentes tâches. Pour tester leur première hypothèse, des épreuves de mouvements passifs ont été présentées aux participants (11 sujets bègues et 11 sujets contrôles). Ainsi, leur mâchoire était déplacée grâce à un robot et ils devaient, lors d'une première tâche, indiquer s'ils avaient perçu un mouvement et déterminer à quel endroit se situait leur mâchoire lors d'une deuxième tâche. Enfin, pour tester leur seconde hypothèse, les chercheurs ont demandé aux participants d'effectuer des mouvements actifs de leur mâchoire, à savoir faire le plus petit mouvement vers le haut ou vers le bas et rouvrir leur mâchoire à une position déterminée préalablement. Les résultats n'ont pas permis de mettre en évidence des différences entre les deux groupes de sujets, mais les données prises pour chaque individu montrent que certaines personnes qui bégaient réalisent moins bien les tâches actives. Ainsi lorsqu'ils doivent générer eux-mêmes la commande motrice permettant de réaliser les mouvements, certains sujets bègues sont en difficulté.

De ces six études nous pouvons retenir que certaines personnes qui bégaient semblent bien avoir des difficultés à réaliser des mouvements précis de la mâchoire lorsqu'elles doivent se fier uniquement aux informations proprioceptives. Cependant, il n'est pas clair à quel niveau se situe leurs difficultés. De plus nous avons peu d'informations concernant les autres articulateurs impliqués dans la production de la parole, sur le type de récepteurs proprioceptifs impliqués dans les différentes tâches, sur les compétences proprioceptives des participants dans des tâches impliquant la parole...

Au terme de cette section, nous pouvons conclure à un manque de consistance dans les données récoltées dans les différentes études présentées ci-dessus. En effet, certains travaux montrent des différences significatives entre les deux groupes de sujets, certains participants qui bégaient sembleraient présenter des difficultés de traitement et d'intégration des informations proprioceptives, alors que d'autres non. Cette inconsistance peut s'expliquer notamment par des différences méthodologiques : les travaux n'ont pas toujours testé les mêmes éléments ni utilisé un matériel similaire, ni testé les mêmes types de patients (sévérité du bégaiement assez hétérogène d'une étude à l'autre). Notons que nous possédons rarement des informations sur les profils des sujets bègues (difficulté au niveau d'autres articulateurs que la mâchoire ? Capacités auditives, cognitives, linguistiques? Perception tactile ? Qu'en est-il de leurs capacités motrices et sensorielles générales ?). Il est donc possible que les difficultés rapportées par les travaux présentés ci-dessus ne soient pas spécifiques à toute la population bègue. Il serait intéressant de proposer des études de cas unique et de mettre en relation les données récoltées sur leurs capacités proprioceptives avec le profil général de chaque patient.

IV. Inhibition des aires somatosensorielles

La méta-analyse de Belyk, Kraft et Brown (2015) a montré que les épisodes de bégaiements des personnes bègues étaient accompagnés d'une diminution de l'activation des aires somatosensorielles, et plus précisément au niveau du gyrus supramarginal, en comparaison à leur parole fluente. Brown (2015) observe également une diminution d'activation au niveau du gyrus supramarginal chez des adultes qui bégaient par rapport à des sujets normofluents lors d'une tâche de dénomination orale. De plus, Sahin, Krespi, Yilmaz, et Coban (2005) rapportent le cas de deux patients présentant un bégaiement acquis à la suite d'un accident vasculaire cérébral. Afin de déterminer les zones cérébrales

lésées chez ces sujets, les auteurs ont réalisé une imagerie par résonance magnétique et ont observé, chez les deux sujets, des lésions au niveau du gyrus supramarginal.

Selon le modèle DIVA (Guenther, 2016), le gyrus supramarginal joue un rôle important dans le traitement et l'intégration des informations proprioceptives au sein du réseau neuronal du contrôle moteur de la parole. En effet, le gyrus supramarginal permet :

- De déterminer la position des articulateurs pour produire le son de parole voulu.
- Evaluer la position actuelle des articulateurs.
- Calculer la différence entre ces deux positions et produire un signal d'erreur en cas de non concordance.

Les travaux présentés ci-dessus ne permettent pas de déterminer quelle est l'origine de cette diminution d'activité. Toutefois, ces études semblent suggérer que les personnes qui bégaiement ont accès à des informations proprioceptives réduites lorsqu'ils produisent un acte moteur de parole.

V. Conclusion

Les bégaiements développemental et acquis sont associés à des anomalies neuroanatomiques du système proprioceptif ainsi qu'à des difficultés d'intégration et de traitement des informations proprioceptives. Ces difficultés sont hétérogènes au sein de la population bègue et restent encore peu étudiées. Comprendre le lien entre les anomalies du système proprioceptif observés et les troubles de la fluence, via une analyse complète des profils cognitifs et moteurs de sujets bègues, permettrait d'améliorer l'efficacité des prises en charge.