

Lingual function in children with anterior open bite: A case-control study

Fonction linguale chez les enfants présentant une béance antérieure : une étude cas témoin

Paola Botero-Mariaca^{a,*}, Valentina Sierra-Alzate^a, Zulma Vanessa Rueda^b, Difariney Gonzalez^c

^aCooperative University of Colombia, Envigado, Colombia

^bPontifical Bolivarian University, Colombia

^cNational School of Public Health, Colombia

Available online: XXX / Disponible en ligne : XXX

Summary

The position of the tongue during phonation and swallowing can modify the position of the teeth and even the growth of the jaws.

Objective: To determine the association between the position of the tongue and phonation among individuals with normal vertical overbite (NVO) and anterior open bite (AOB).

Materials and methods: This was a case-control study of 132 students with AOB and 132 controls with NVO between the ages of 8 and 16 years old. The presence of AOB was determined during a clinical examination using a Boley gauge, phonation (speech) was assessed with an articulation test, which was analysed using a classification table of Spanish consonants spoken in Colombia, and tongue contact during swallowing was determined with the Payne test. Associations were determined between AOB and the position of the tongue upon swallowing and during speech (χ^2 test of independence, Fisher's exact test, and Mann-Whitney U test, $P < 0.005$). Finally, a logistic regression model was performed, with AOB as the dependent variable.

Results: We found associations between AOB and the presence of lingual interposition, distortion, lingual thrust, protrusion of the tongue, contact with palatine rugae, and type of dentition ($P < 0.05$). According to the logistic regression model, the presence of lingual thrust (odds ratio (OR): 0.067; 95% confidence interval (CI): 0.009–0.518) and contact with the palatine rugae (OR: 0.420; 0.216–0.818) behave as protective factors

Résumé

La position de la langue durant la phonation et la déglutition peut modifier la position des dents et même la croissance des mâchoires.

Objectif : Déterminer l'association entre la position de la langue chez des sujets présentant une occlusion verticale normale (OVN) et ceux avec béance antérieure (BA).

Matériels et méthodes : Cette étude comparative cas-témoin comprenait 132 élèves âgés entre 8 et 16 ans présentant une OVN et 132 témoins présentant une BA. La présence d'une BA a été déterminée cliniquement à l'aide d'une jauge de Boley ; la phonation a été évaluée avec un test de l'articulé et analysée à l'aide d'une table de classification des consonnes espagnoles telles qu'elles sont prononcées en Colombie ; le contact lingual durant la déglutition a été déterminé avec le test de Payne. Les associations ont été établies entre la béance antérieure et la position de la langue lors de la déglutition et durant la phonation (test d'indépendance χ^2 , test exact de Fisher et test-U de Mann-Whitney, $p < 0,005$). Enfin, un modèle de régression logistique a été utilisé avec la BA comme la variable dépendante.

Résultats : Des associations positives se sont révélées entre la BA et les comportements linguaux de type : interposition, distorsion, propulsion, protrusion, absence de contact avec les crêtes palatines, ainsi qu'en fonction du type de dentition ($p < 0,05$). D'après le modèle de régression logistique, la propulsion et le contact avec les crêtes palatines ne seraient pas des facteurs de liaison avec la BA (rapport de probabilité,

* Correspondence and reprints / Correspondance et tirés à part :

Paola Botero-Mariaca, Facultad de Odontología, Carrera 47 No. 37 Sur-18, Envigado, Colombia.

e-mail address / Adresse e-mail : paola.botero@ucc.edu.co (Paola Botero-Mariaca)

associated with the presence of AOB, and the presence of distortion was found to be a risk factor (OR: 10.751; 95%CI: 5.658–20.427).

Conclusion: Lingual thrust, interposition, and protrusion are associated with AOB. Lingual thrust and contact of the tongue with the palatine rugae behave as protective factors, and the presence of distortion acts as a risk factor.

© 2018 CEO. Published by Elsevier Masson SAS. All rights reserved

Keywords

- Open bite.
- Phonation.
- Swallowing.

Introduction

Anterior open bite (AOB) is considered to be a difficult-to-treat malocclusion, and the stability of the correction obtained may not be sustainable over time due to the complexity of eliminating the etiological factors involved [1,2]. The position of the tongue at rest and during function can modify the position of the teeth and the growth of the jaws, including the shape and size of the arch [3,4]. The literature reports that a low position of the tongue at rest expands the lower dental arch and causes collapse of the upper arch [3,5]. Phonation [speech] may also be affected in individuals with AOB due to the close relationship between the lips, tongue, and palate during the articulation of the sounds that construct language. Of the individuals with AOB, 77.4% present some alteration in phonation, the most frequent being distortion, with the greatest alteration in the phoneme /d/ in 62.9% and in the phoneme /t/ in 51.5% [6]. Alterations such as omission and substitution are common up to 7 years of age according to normal language development, whereas distortion can be perpetuated to older ages [6].

Although the relationships between tongue and teeth, lips, palate, palatine rugae, and oropharynx are altered in the presence of AOB, functional adaptations may be present during swallowing, chewing, and breathing that make it difficult to establish a direct relationship between an altered function and the presence of AOB [7]. An altered function can generate changes in the anatomical forms of the skeletal and dental structures, which can lead to aesthetic problems that generate greater difficulty in performing the basic functions of the stomatognathic system [1,2].

Knowledge of the relationship between form and function is fundamental for the orthodontist since it permits directing the

odds ratio [OR] = 0,067 ; intervalle de confiance à 95 % [IC] : 0,009–0,518) et (OR = 0,420 ; 0,216–0,818) respectivement. Par contre, la présence d'une distorsion apparaîtrait comme un facteur de risque (OR : 10,751 ; IC 95 % : 5,658–20,427).

Conclusion : La propulsion, l'interposition et la protrusion sont associées à la BA. La propulsion seule et le contact de la langue avec les crêtes palatines se comportent comme des facteurs protecteurs, alors que la présence d'une distorsion linguale agirait comme un facteur de risque.

© 2018 CEO. Édité par Elsevier Masson SAS. Tous droits réservés

Mots clés

- Béance.
- Phonation.
- Déglutition.

Introduction

La béance antérieure (BA) est considérée comme une malocclusion difficile à traiter, et à stabiliser dans le temps, en raison de la complexité à éliminer les facteurs étiologiques impliqués [1,2]. La position de la langue au repos et durant la fonction peut modifier la position des dents et la croissance des mâchoires, ainsi que la forme et la taille des arcades [3,4]. La littérature rapporte qu'une position basse de la langue au repos élargit l'arcade dentaire mandibulaire et entraîne un rétrécissement de l'arcade maxillaire [3,5]. La phonation peut également être affectée chez les individus présentant une malocclusion de type béance antérieure en raison des relations étroites qui existent entre les lèvres, la langue et le palais durant l'articulation des sons qui construisent le langage. Au total, 77,4 % des personnes en Colombie présentant une béance antérieure ont des troubles de la phonation, la plus fréquente étant la distorsion, avec l'altération la plus forte pour le phonème /d/ dans 62,9 % des cas et du phonème /t/ dans 51,5 % des cas [6]. Les altérations telles que l'omission et la substitution sont courantes jusqu'à l'âge de 7 ans, selon le développement normal du langage, alors que la distorsion peut se perpétuer à des âges plus avancés [6].

Bien qu'en cas d'infraclusion antérieure, les relations de la langue avec les dents, les lèvres, le palais, les crêtes palatines et l'oropharynx soient altérées, des adaptations fonctionnelles peuvent s'établir durant la déglutition, la mastication et la ventilation, d'où la difficulté à établir une relation directe entre dysfonction et béance antérieure [7]. Une trouble dysfonctionnel peut produire des changements anatomiques des structures squelettiques et alvéolodentaires avec comme conséquence des problèmes esthétiques qui génèrent des difficultés encore plus importantes lors des fonctions essentielles du système stomatognathique [1,2].

La connaissance des relations entre la forme et la fonction est essentielle pour l'orthodontiste étant donné qu'elle permet de

74 diagnosis precisely, successfully, and efficiently. A suitable
75 functional rehabilitation in search of the modification of the
76 oral and perioral muscular functions permits the normal devel-
77 opment of the jaws and preserves the obtained orthodontic
78 results [8]. The research hypothesis is that there is an associ-
79 ation between the position of the tongue and phonation among
80 individuals with normal vertical overbite (NVO) and AOB.

81 Materials and methods

82 A case-control study was conducted in a school population in
83 6 public schools [9], with prospective recruitment between
84 August 2012 and June 2013. The study was approved by the
85 Bioethics Committee of the Cooperative University of
86 Colombia (Universidad Cooperativa de Colombia) (act 0800-
87 0020) and was explained to the parents, who signed the
88 informed consent.

89 Children between 8 and 16 years of age with presence or
90 absence of AOB who had their 4 upper incisors erupted with-
91 out the presence of posterior crossbite were included in the
92 study. Exclusion criteria were children with a mental or sys-
93 temic syndrome that would alter normal skeletal development,
94 children undergoing interceptive or corrective orthodontic
95 treatment, children with previous orthodontics, children in
96 speech therapy, and children with the presence of habits other
97 than those of the tongue (parafunctions).

98 A sample size of 132 cases and 132 controls was determined,
99 taking into account the population of the municipality (22,955
100 inhabitants), a 2% prevalence of AOB, a 95% confidence
101 interval (CI), and a sampling error of 7% [9]. Cases were
102 defined as children with AOB and controls as children with
103 NVO.

104 Prior to the data collection and the evaluation of the children,
105 a standardization of the collection instruments was performed
106 by conducting a pilot test to calculate the intra- and inter-
107 observer errors of the clinical analysis and of the Payne tech-
108 nique. Five children who met the inclusion and exclusion
109 criteria of the orthodontic service of the Cooperative
110 University of Colombia (Universidad Cooperativa de
111 Colombia) were selected (the Kappa indexes were 0.95 for
112 inter-observer error and 0.99 for intra-observer error).

113 The presence of AOB was determined when the anterior teeth
114 did not reach the occlusion line and did not contact the
115 antagonists by at least 1 mm, measured from the incisal edge
116 of the upper to the incisal edge of the lower teeth [1]. Children
117 with NVO were those in whom the incisal edges were in
118 contact with the palatine surface of the maxillary incisors,
119 with a third of the crown of the lower incisors covered. The
120 magnitude of AOB was classified as mild (up to 1 mm),

formuler un diagnostic précis pour une optimisation thérapeu-
tique. Une réhabilitation fonctionnelle adaptée recherchant la
modification des fonctions orales et péri-buccales permet le
développement normal des mâchoires et préserve les
résultats orthodontiques obtenus [8]. L'hypothèse de
recherche est qu'il existe une association entre la position
de la langue et la phonation chez les personnes présentant
une occlusion verticale normale (OVN) et celles qui présentent
une béance antérieure (BA).

Matériels et méthodes

Une étude cas témoin a été menée sur une population
d'écoliers dans 6 écoles publiques [9], avec un recrutement
prospectif effectué entre les mois d'août 2012 et juin 2013.
L'étude a été approuvée par le Comité d'éthique de l'université
coopérative de Colombie (Universidad Cooperativa de
Colombia) (act 0800-0020), les notes d'informations et les
consentements éclairés ont été dûment signés par les enfants
et les parents.

Les enfants âgés de 8 et 16 ans avec ou sans BA, dont les
4 incisives avaient fait leur éruption et sans occlusion croisée
postérieure, ont été inclus dans l'étude. Les critères de non-
inclusion étaient les suivants : troubles mentaux ou
systémiques pouvant altérer le développement squelettique
normal, traitement orthodontique interceptif ou correcteur en
cours, antécédents de traitement orthodontique, traitement
orthophonique en cours, et habitudes para-fonctionnelles
autres que linguales.

Un échantillon de 132 cas et de 132 témoins a été établi, en
prenant en compte la population de la municipalité
(22,955 habitants) avec une prévalence de 2 % de BA, un
intervalle de confiance de 95 % (IC), et une erreur
d'échantillonnage de 7 % [9]. Les cas ont été répartis en deux
groupes : un groupe d'enfants avec une béance antérieure
(BA) et un groupe témoin d'enfants avec une occlusion verti-
cale normale (OVN).

Avant le recueil des données et l'évaluation des enfants, nous
avons effectué une standardisation des instruments de col-
lecte de données en menant un test pilote pour calculer les
erreurs intra- et inter-examineurs de l'analyse clinique et de
la technique de Payne. Cinq des enfants qui remplissaient les
critères d'inclusion et de non-inclusion du département
d'orthodontie de cooperative de Colombie (Universidad
Cooperativa de Colombia) ont été sélectionnés (les indices
Kappa étaient de 0,95 pour l'erreur inter-examineurs et de
0,99 pour l'erreur intra-examineurs).

La présence d'une BA a été établie lorsque les dents
antérieures n'atteignaient pas le plan occlusal et que la
béance antérieure était d'au moins 1 mm, mesurée du bord
incisif des dents maxillaires au bord incisif des dents mandi-
bulaires [1]. Les enfants présentant une OVN avaient le bord
libre de leurs incisives en contact avec la face palatine des
incisives maxillaires, avec un recouvrement d'un tiers de la
couronne des incisives inférieures. L'importance de la BA était

moderate (1 to 5 mm), and severe (> 5 mm) according to the degree of separation between the incisors [10].

The presence or absence of AOB was determined by clinical examination using a Boley gauge. Speech was assessed through the articulation test and analysed by the classification table of Spanish consonants spoken in Colombia to avoid misinterpretation or incorrect analysis of the data [6]. An evaluation of articular points was performed as follows:

- place of articulation: bilabial: /m/p/b/;
- labiodental: /f/v/;
- interdental: /none/;
- dental: /t/d/;
- alveolar: /s/n/l/r/rr/;
- palatal: /y/ll/ch/n~/;
- velar: /k/g/j/x/.
- Mode of articulation:
- occlusives/p/b/t/d/k/;
- fricatives: /f/v//s/y/ll/g/j/;
- affricates: /ch/x/;
- nasals: /m/n/n~/;
- lateral: /l/;
- vibrants: /r/rr/.

The phonetic examination was classified as normal, with distortion because of lingual interposition, and with distortion because of lingual thrust, substitution or omission [6,11]. The contact of the tongue during swallowing was evaluated using the Payne test [12], and the variables derived from this test were the tongue touches the gingival margin upon swallowing, the tongue touches at least half of the palatine surface of the upper and lower teeth, the tongue protrudes completely between the teeth, the tongue touches the palatine rugae, and the tongue touches the lower teeth.

Univariate, bivariate, and multivariate statistical analyses were performed on the variables identified during the evaluations of phonation (speech) and swallowing. The quantitative variables were tested for normality (Shapiro-Wilk test). The medians and interquartile ranges were reported for those that did not comply with the assumption of normality. Relative frequencies were calculated for the qualitative variables, and associations between them were identified using the Chi² test of independence or Fisher's exact test. To determine the relationship between quantitative and qualitative variables, the Mann-Whitney *U* test was used to compare the position of the tongue upon swallowing with the magnitude of the AOB, because the data did not follow a normal distribution.

The type of dentition was determined according to age as either mixed dentition (patients between 8 and 12 years of age) or permanent dentition (patients between 13 and 16 years of age) to establish if there were differences in phonetics and the position of the tongue.

classée selon la distance entre les incisives comme légère jusqu'à 1 mm, modérée de 1 à 5 mm, et sévère supérieure à 5 mm [10].

La présence ou l'absence de béance antérieure était déterminée par un examen clinique à l'aide d'une jauge de Boley. L'élocution a été évaluée avec le test de l'articulation de la parole et mesurée à l'aide de la table de classification espagnole des consonnes parlées en Colombie pour éviter toute erreur d'interprétation ou d'analyse incorrecte des données [6]. Une évaluation des points de l'articulation a été réalisée comme suit :

- zone d'articulation : bilabiale : /m/p/b/ ;
- labiodentaire : /f/v/ ;
- interdente : /aucune/ ;
- dentaire : /t/d/ ;
- alvéolaire : /s/n/l/r/rr/ ;
- palatale : /y/ll/ch/n~/ ;
- vélaire : /k/g/j/x/.
- Mode d'articulation :
- occlusif/p/b/t/d/k/ ;
- fricatif : /f/v//s/y/ll/g/j/ ;
- affriqué : /ch/x/ ;
- nasal : /m/n/n~/ ;
- latéral : /l/ ;
- vibrant : /r/rr/.

L'examen phonétique était classé ainsi : normal ; avec distortion en raison d'une interposition linguale ; avec distortion en raison d'une poussée linguale, avec substitution ou avec omission [6,11]. Le contact de la langue durant la déglutition a été évalué à l'aide du test de Payne [12], et les variables obtenues par ce test étaient les suivantes : la langue touche la gencive marginale lors de la déglutition, la langue touche au moins la moitié de la face palatine des dents supérieures et inférieures, la langue se propulse complètement entre les dents, la langue touche les crêtes palatines, et la langue touche les dents inférieures.

Des analyses statistiques unidirectionnelle, bidirectionnelle et multidirectionnelle de variance ont été effectuées sur les variables identifiées durant les évaluations de la phonation et de la déglutition. Les variables quantitatives ont été testées pour la normalité (test de Shapiro-Wilk). Les médianes et les intervalles interquartiles ont été rapportés pour celles qui ne correspondaient pas à l'hypothèse de normalité. Les fréquences relatives ont été calculées pour les variables qualitatives, et les associations entre elles ont été identifiées à l'aide du test d'indépendance Chi² ou le test exact de Fisher. Pour établir la relation entre les variables quantitatives et qualitatives, en raison d'une répartition non paramétrique des variables, nous avons utilisé le test-*U* de Mann-Whitney pour comparer la position de la langue durant la déglutition avec l'amplitude de la béance antérieure.

Le type de dentition a été déterminé selon l'âge et qualifié de dentition mixte pour les patients entre 8 et 12 ans, ou denture permanente pour les patients entre 13 et 16 ans. Une comparaison phonétique et de la position de la langue a été réalisée selon le stade de dentition.

To determine if the presence of AOB was associated with alterations in phonetics and swallowing, a logistic regression model was applied, in which the presence of AOB was taken as the dependent variable. Candidate variables included those that met the statistical and clinical criteria, such as age, sex, type of dentition, lingual interposition, lingual thrust, lingual protrusion, distortion, substitution, contact of the tongue with the gingival margin, contact of the tongue with the palatine surface, contact of the tongue with the palatine rugae, contact of the tongue with the lower incisors, and the magnitude of AOB. A significance level of 0.05 was assumed for all statistical tests.

Results

The sample consisted of 132 students in the group of cases with AOB and 132 controls with NVO, of which 56.1% were female (26.3% with AOB and 29.8% with NVO). A total of 43.9% were male, (24.4% presented AOB and 19.5% NVO), with an average age of 11.62 years (SD 2.5). There was no association between the presence of AOB and sex and age distribution ($P = 0.216$ and 0.117 , respectively, χ^2 test of independence). The characteristics of the sample are described in [Table I](#).

The quantitative variables did not present a normal distribution ($P < 0.05$). The quantity of AOB presented a median of 0 and a range of 5; 37 individuals presented AOBs of 1 and 2 mm (14.1%), 29 individuals showed AOBs of 3 mm (11.1%),

Table I

Association between anterior open bite (AOB) and normal vertical overbite (NVO) with alterations in phonetics and the position of the tongue upon swallowing.

	AOB, <i>n</i> (%) / BA, <i>n</i> (%)	NVO, <i>n</i> (%) / OVN, <i>n</i> (%)	Total, <i>n</i> (%)	<i>P</i> -value* / Valeur <i>p</i> *
Lingual interposition / <i>Interposition linguale</i>	88 (40.5)	25 (16.7)	151 (57.2)	0.000
Lingual thrust / <i>Propulsion linguale</i>	36 (27.3)	1 (0.7)	37 (28)	0.001
Distortion	105 (39.8)	24 (9.1)	129 (48.9)	0.001
Substitution	1 (0.4)	0 (0)	1 (0.4)	1.004**
Gingival margin / <i>Gencive marginale</i>	36 (13.6)	38 (14.4)	74 (28)	0.784
Protrusion of the tongue / <i>Protrusion de la langue</i>	22 (8.3)	4 (1.5)	26 (9.8)	0.001
Palatine surface / <i>Surface palatine</i>	23 (8.7)	34 (12.9)	57 (21.5)	1.000
Palatine rugae / <i>Crêtes palatines</i>	64 (24.2)	100 (37.9)	164 (62.1)	0.001
Lower teeth / <i>Dents mandibulaires</i>	2 (1.5)	8 (6.6)	10 (7.5)	0.053
Type of dentition / <i>Type de dentition</i>				
Mixed / <i>Mixte</i>	99 (37.5)	67 (25.3)	264 (100)	0.001
Permanent / <i>Permanente</i>	37 (14)	61 (23.1)		

*The *P*-values of Table I correspond to the χ^2 test of independence between AOB and the variables presented in the table.

** *P*-value according to Fisher's exact test. * Les valeurs *p* du Tableau I correspondent au test d'indépendance χ^2 entre l'AOB et les variables présentées dans le tableau. ** Valeur *p* selon le test exact de Fisher.

Pour déterminer si la BA était associée à des troubles de phonation et de déglutition, nous avons appliqué un modèle de régression logistique dans lequel la BA a été considérée comme la variable dépendante. Les variables susceptibles d'être incluses répondaient aux critères statistiques et cliniques, tels que l'âge, le sexe, le type de dentition, l'interposition linguale, la poussée linguale, la protrusion linguale, la distortion, la substitution, le contact de la langue avec la gencive marginale, la surface palatine, les crêtes palatines, les incisives inférieures, et l'amplitude de la béance antérieure. Un seuil de signification de 0,05 a été retenu pour tous les tests statistiques.

Résultats

L'échantillon comprenait 264 sujets d'âge moyen $11,62 \pm 2,5$ ans : 132 dans le groupe BA et 132 témoins avec OVN, 56,1 % de filles (26,3 % BA, 29,8 % OVN), 43,9 % de garçons (24,4 % BA et 19,5 % OVN). Il n'existait pas d'association entre BA, sexe et âge ($p = 0,216$ et $0,117$, respectivement, test χ^2 d'indépendance). Les caractéristiques de l'échantillon sont décrites dans le [Tableau I](#).

Les variables quantitatives ne présentaient pas une distribution normale ($p < 0,05$). La médiane des BA était de 0 avec une étendue de 5 ; 37 patients (14,1 %) présentaient une BA de 1 et 2 mm, 29 patients (11,1 %) une BA de 3 mm,

Tableau I

Association entre la béance antérieure (BA) et l'occlusion verticale normale (OVN) avec les altérations phonétiques et la position de la langue durant la déglutition.

21 (8%) presented AOBs of 4 mm, and 6 (2.3%) individuals with AOBs of 5 mm were reported.

Within the speech alterations, distortion occurred most frequently within the AOB group (39.8%), mainly during the pronunciation of the words /t/ (45.7%), /s/ (14.7%), and /d/ (10.9%). There were associations between AOB and the presence of lingual interposition, lingual thrust, distortion, protrusion of the tongue, contact with the palatine rugae, and type of dentition (Table I). No association was found between AOB and contact of the tongue with the gingival margin, with the lower teeth, and with the palatine surface of the incisors, as reflected by *P*-values greater than 0.05 in the Chi² test of independence. When evaluating the relationship between the magnitude of the AOB and tongue contact points during swallowing, significant relationships were found for tongue contact with the palatine rugae, tongue contact with the lower teeth, and the tongue in protrusion (Table II).

We found associations between the presence or absence of AOB and lingual interposition, distortion, and the presence of tongue contact with the gingival margin, the palatine rugae, and the lower teeth (Table III).

The logistic regression model was significant (omnibus test 0.000), with a Nagelkerke coefficient of 50.9%, a *P*-value for Hosmer-Lemeshow of 0.631, and a global classification percentage of 81%. The significant variables for the model were distortion, lingual thrust, and tongue contact with the palatine rugae (*P* < 0.05). The variables that behaved as protective factors associated with AOB were the presence of lingual thrust and the contact of the tongue with the palatine rugae; the presence of distortion during speech was a risk factor (Table IV).

The probability of having AOB in those children with speech distortion was 10.8 times greater than those who did not have distortion. Lingual thrust decreased the probability of having AOB by 99%, and contact of the tongue with the palatine rugae decreased it by 58%.

During the regression analysis, different types of interactions were evaluated, including both significant and non-significant

21 patients (8 %) une BA de 4 mm, et 6 patients (2,3 %) une BA de 5 mm.

Dans le cadre des troubles de l'élocution, la distorsion se produisait chez 39,8 % des sujets du groupe BA, principalement lors de la prononciation des mots /t/ (45,7 %), /s/ (14,7 %), et /d/ (10,9 %). Il existait des associations entre BA et interposition, poussée, distorsion, protrusion de la langue, contact de la langue avec les crêtes palatines, et type de dentition (Tableau I). Aucune association entre BA et contact de la langue avec la gencive marginale, avec les dents inférieures, ou avec la face palatine des incisives n'a été montrée comme en attestent les valeurs *p* qui sont supérieures à 0,05 dans le test Chi² pour variables indépendantes. Dans le cadre de la déglutition dysfonctionnelle, il existait des relations significatives entre amplitude de la BA et contact de la langue avec les crêtes palatines ainsi qu'avec les dents mandibulaires. Il existait également une relation significative entre amplitude de la BA et protrusion linguale (Tableau II).

Nous avons trouvé des associations entre présence ou absence de BA et interposition, distorsion linguale, contact lingual avec la gencive marginale, les crêtes palatines et les dents mandibulaires (Tableau III).

Le modèle de régression logistique était significatif (test à usage multiple 0,000), avec un coefficient de Nagelkerke à 50,9 %, une valeur *p* pour le Hosmer-Lemeshow de 0,631, et un pourcentage de classification global de 81 %. Les variables significatives pour le modèle étaient : la déformation, la propulsion linguale et le contact de la langue avec les crêtes palatines (*p* < 0,05). Les variables qui se comportaient en facteurs protecteurs associés à la béance antérieure (AOB) étaient : la propulsion linguale et le contact de la langue avec les plis palatines ; la distorsion durant l'élocution était un facteur de risque (Tableau IV).

La probabilité d'avoir une BA chez les enfants ayant un trouble de l'élocution était 10,8 fois supérieure à celle des enfants sans trouble d'élocution. La propulsion linguale diminuait la probabilité d'avoir une BA de 99 % et le contact de la langue avec les crêtes palatines la diminuait de 58 %.

Durant l'analyse de régression, différents types d'interaction ont été évalués, incluant à la fois des variables significatives et

Table II

Relationship between the amount of anterior open bite (AOB) and the position of the tongue during swallowing.

Tableau II

Relations entre la quantité de BA et la position de la langue durant la déglutition.

Magnitude of AOB / Amplitude de la BA	<i>P</i> -value* / Valeur <i>p</i> *
Contact of the tongue with the palatine rugae / Contact de la langue avec les crêtes palatines	0.001
Contact of the tongue with the lower teeth / Contact de la langue avec les dents mandibulaires	0.025
Tongue in protrusion / Langue en protrusion	0.001
Contact of the tongue with the gingival margin / Contact de la langue avec la gencive marginale	0.923
Contact of the tongue with the palatine surface / Contact de la langue avec la surface palatine	0.114

* Mann-Whitey *U* test. * Test-*U* de Mann-Whitey. BA : béance antérieure ; OVN : occlusion verticale normale.

Lingual function in children with anterior open bite: A case-control study
 Fonction linguale chez les enfants présentant
 une béance antérieure : une étude cas témoin

Table III

Associations of alterations in the position of the tongue and phonation according to the type of dentition.

	Mixed dentition 8–12 years, n (%) / <i>Dentition mixte 8–12 ans, n (%)</i>	Permanent dentition 13–16 years, n (%) / <i>Denture permanente 13–16 ans, n (%)</i>	<i>P</i> -value / <i>Valeur de p</i>
AOB / <i>BA</i>	97 (73.4)	35 (26.5)	0.001
NVO / <i>OVN</i>	65 (49.2)	58 (43.9)	
Lingual interposition / <i>Interposition linguale</i>	59 (22.3)	49 (18.5)	0.016
Distortion	68 (25.7)	57 (18.9)	0.005
Lingual thrust / <i>Propulsion linguale</i>	22 (8.3)	18 (6.8)	0.283
Substitution	3 (1.1)	2 (0.8)	0.448
Gingival margin / <i>Gencive marginale</i>	40 (15.1)	35 (13.2)	0.039
Protrusion of the tongue / <i>Protrusion de la langue</i>	16 (6.1)	10 (3.9)	0.991
Palatine surface / <i>Surface palatine</i>	36 (13.6)	23 (8.7)	0.899
Palatine rugae / <i>Crêtes palatins</i>	79 (30)	25 (9.5)	< 0.001
Lower teeth / <i>Dents mandibulaires</i>	4 (1.5)	12 (4.5)	< 0.001

Tableau III

Associations des troubles positionnels de la langue et la phonation selon le type de dentition. BA : béance antérieure ; OVN : occlusion verticale normale.

variables. There were interactions between the following variables: lingual thrust with distortion and lingual thrust with lingual interposition. The children who presented only lingual thrust were not necessarily associated with AOB, whereas AOB was associated with those presenting lingual thrust with distortion during speech. In the latter case, lingual thrust became a risk factor when was accompanied by distortion. The influence of the interaction between lingual thrust and lingual interposition was different since the odds ratio [OR] of the thrust increased to 0.097; therefore, it continued to be a protective factor with a slightly greater effect on the AOB (Table IV).

non significatives. Nous avons trouvé des interactions d'une part entre propulsion et distorsion linguales, et d'autre part entre propulsion et interposition linguales. Les enfants qui présentaient uniquement une propulsion linguale n'avaient pas forcément une BA, alors que la BA était présente quand propulsion et distorsion linguale durant l'élocution étaient associées. Dans ce dernier cas, la propulsion linguale devenait un facteur de risque lorsqu'elle était accompagnée d'une distorsion linguale. L'influence de l'interaction entre la propulsion et l'interposition linguale était différente étant donné que l'*odds ratio* [OR] de la propulsion a augmenté jusqu'à 0,097 ; par conséquent, elle a continué d'être un facteur protecteur avec un effet légèrement plus important sur la béance antérieure (Tableau IV).

Table IV

Results of logistic regression. OR: odd ratio; CI: confidence interval.

Variable	Constant / <i>Constante</i>	Coefficient	OR	CI / <i>IC</i>	<i>P</i> -value / <i>Valeur de p</i>
Distortion	-1.341	2.375	10.751	5.658–20.427	0.001
Lingual thrust / <i>Propulsion linguale</i>		-2.710	0.067	0.009–0.518	0.010
Contact of the tongue with the palatine rugae / <i>Contact de la langue avec les crêtes palatines</i>		0.868	0.420	0.216–0.818	0.011

Tableau IV

Résultats de l'analyse de régression logistique. OD : *odds ratio* ; IC : intervalle de confiance.

Discussion

The association between lingual function and the presence of AOB is difficult to demonstrate because of the difficulty of performing a study that can control all variables that influence the growth and development of individuals since malocclusions are the result of the interaction of genetics with environmental factors. Specifically, the aetiology of AOB is complex, multifactorial, and mostly unknown [1,2,13]. Non-nutritive habits have been identified as associated etiological factors, among which the habits of lingual thrust and atypical swallowing have been related [1,2,13–18]. In the present study, the position of the tongue was significantly altered with lingual thrust, accompanied by distortion during speech in most patients with AOB (Table 1). Additionally, in most of the patients, the position of the tongue was located against the gingival margin and the palatine rugae. Although the position of the tongue at rest may have more influence than the position of the tongue in function because the duration of the force applied during function is less than the duration of the force at rest, the magnitudes of the forces at the 2 different times are very different. At rest, forces between 0 and 0.005 N are reported, while in function, they increase from 0.008 to 0.025 N. Therefore, attributing changes in dental positions to the lingual function depends on several factors, such as the position of the tongue at rest, the forces exerted at rest and in function, and the point of contact of the tongue during swallowing [1,5,12,13].

According to Rijpstra, only 1 child out of 10 reported with lingual thrust presents AOB [1]. In the present study, 36.4% of the children with AOB had lingual thrust (3.6 out of 10 children).

AOB is associated with dysfunctional habits [1,2,10]. However, the literature is contradictory in this respect, and it is said that 5% of the aetiology is unknown. AOB can develop as a result of inherited skeletal patterns, and the degree to which it is expressed appears to be influenced by unfavourable environmental factors [1]. According to Heimer in 2010, children with non-nutritional sucking habits are 4.7 times more likely to develop AOB [18], while according to Silvestrini et al. in 2016, these habits increase the probability of AOB by only 4-fold [19]. The individuals evaluated in the present study did not present dysfunctional habits at the time of testing but could have presented them in previous stages, which could have influenced the current presence of AOB. However, studies show that eliminating habits during mixed dentition corrects 70.1% of AOB, so the existence of AOB in the individuals evaluated in the present study is not necessarily related to previous habits [7]. The low frequency of substitutions during speech and the high prevalence of distortions are due to normal processes within language development and due to the fact that reading and writing processes begin from the age of 7.

Discussion

L'association entre la fonction linguale et la présence d'une BA est difficile à démontrer en raison de la difficulté à réaliser une étude capable de contrôler toutes les variables qui influencent chez l'homme la croissance et le développement des malocclusions, compte tenu des interactions de la génétique et des facteurs environnementaux. En particulier, l'étiologie de la BA est complexe, multifactorielle et encore inconnue [1,2,13]. Des habitudes non nutritives ont été identifiées comme étant des facteurs étiologiques associés, parmi lesquels les habitudes de propulsion linguale et de déglutition atypique ont été incriminées [1,2,13–18]. Dans notre étude, la position de la langue était significativement altérée avec une propulsion linguale, accompagnée d'une distorsion durant l'élocution chez la plupart des patients avec BA (Tableau 1). De plus, chez la plupart des patients, la position de la langue se situait contre la gencive marginale et les crêtes palatines. Bien que la position de la langue au repos paraisse plus marquante quant à sa durée d'application que la position de la langue en fonction, les amplitudes des forces développées dans ces deux activités sont très différentes. Au repos, les forces se situent entre 0 et 0,005 N, alors que durant la fonction, elles augmentent de 0,008 à 0,025 N. Par conséquent, l'attribution des malpositions dentaires à la fonction linguale dépend de plusieurs facteurs, tels que la position de la langue au repos, les forces exercées au repos et en fonction, et le point de contact de la langue durant la déglutition [1,5,12,13].

D'après Rijpstra, seulement 1 enfant sur 10 identifié avec une propulsion linguale présentait une BA [1]. Dans notre étude, 36,4 % des enfants avec une BA présentaient une propulsion linguale (3,6 sur 10 enfants).

La BA est associée à des habitudes dysfonctionnelles [1,2,10]. Cependant, la littérature est contradictoire sur ce point, et il est dit que 5 % de l'étiologie en est inconnue. Le développement d'une BA peut résulter de schémas squelettiques héréditaires et son degré d'expression semble être influencé par des facteurs environnementaux défavorables [1]. D'après Heimer en 2010, les enfants avec des habitudes de succion non nutritionnelles sont 4,7 fois plus susceptibles de développer une BA [18], alors que d'après Silvestrini et al. en 2016, ces habitudes augmentent la probabilité d'avoir une BA de seulement 4 fois [19]. Les individus évalués dans notre étude ne présentaient pas d'habitudes parafunctionnelles au moment de la réalisation du test, mais ont pu en présenter à des stades antérieurs, ce qui justifierait la permanence d'une BA. Cependant, des études montrent que la suppression des habitudes durant la dentition mixte permet de corriger 70,1 % des BA ; par conséquent, l'existence d'une BA chez les sujets évalués dans la présente étude n'est pas nécessairement liée à de précédentes mauvaises habitudes [7]. La faible fréquence des substitutions et la haute prévalence des distorsions lors de l'élocution sont dues à des processus normaux propres au développement du langage, et dues également au fait que l'apprentissage de la lecture et de l'écriture commencent à partir de l'âge de 7 ans.

Several studies have shown that cultural and economic factors can influence the presence of habits [5,7,14,15,19] and the degree of dental development [5]. The prevalence of AOB changes with age. Some authors have reported a decrease (16.9% to 11.4%) [19] and others an increase with the passage from deciduous to mixed dentition (43.5% to 54.2%, respectively) [5,16]. Although the present study did not include patients in deciduous dentition, similar behaviours were identified in the prevalence of AOB as reported by Urzal et al. in 2013 and Vieira et al. in 2014, with a decrease in the same with the passage from mixed dentition to permanent dentition, which may be because in permanent dentition, the incisors have already completed their eruption process [17,20], and the prevalence of habits is lower [20].

The risk factor associated with the presence of AOB reported in the present study was the presence of distortion during speech (OR = 10.751; 5.658–20.427). When considered as a habit, its association has been previously reported [21], taking into account that the change in the position of the tongue during the distortion causes the lingual thrust to perpetuate the AOB [6], which indicates the importance of performing speech evaluation in children with AOB to apply timely and specific treatments. Although phonemes involved with distortion (/t/d/ with dental joint position, /s/ with alveolar joint position) do not force the tongue to protrude between the teeth, they do alter the position of the tongue, causing a lingual thrust that can perpetuate the AOB or cause its recurrence.

In the case of tongue contact with the palatine rugae (OR = 0.420; 0.216–0.818), the tongue acts as a protective factor for presenting AOB since this position of the tongue when swallowing is related to a normal language function, with a higher percentage in individuals with NVO (37.9%) [6]. Other studies have reported other risk factors in individuals between 3 and 7 years, such as maternal nutrition (OR = 0.87; 95% CI: 0.18–4.26, $P = 0.861$) and bottle feeding (OR = 0.61; 95% CI: 0.12–3.18, $P = 0.559$) [21]. However, these factors were not considered in the present study. In other studies, performed during the deciduous dentition stage, individuals with a habit of sucking for more than 36 months presented a more open bite (RP: 1.41; 95% CI: 1.30 to 1.53) [15].

The presence of lingual thrust in the children of the present study acted as a protective factor against the development of an AOB, which indicates that 49.6% of children with lingual thrust will present NVO, supporting the theories of dentoalveolar compensations that compensate the presence of AOB in individuals with oral habits [5].

However, the age differences compared with the other studies do not permit comparing the results. Having older individuals can cause the detected factors to be acquired as compensations for growth patterns, but it can also help because the processes of growth and development and their adaptation

Plusieurs études ont montré que les facteurs culturels et économiques peuvent influencer la présence d'habitudes [5,7,14,15,19] et le degré de développement dentaire [5]. La prévalence des BA change avec l'âge : selon certains auteurs elle diminuerait lors du passage de la denture lactéale à la denture permanente de 16,9 à 11,4 % [19], pour d'autres elle augmenterait de 43,5 à 54,2 % [5,16]. Dans notre étude, nous avons ciblé une population avec deux âges de dentition mixte et permanente et dans cette tranche d'âge Urzal et al. en 2013 et Vieira et al. en 2014, ont noté une diminution de la prévalence des BA lors du passage de la dentition mixte à la denture permanente ; l'hypothèse étant qu'en denture permanente, les incisives ont terminé leur processus d'éruption [17,20] et la prévalence des habitudes est plus faible [20].

Le facteur de risque associé à la présence de BA rapporté dans notre étude était la distorsion durant l'élocution (OR = 10,751 ; 5,658–20,427). Lorsqu'elle est considérée comme une habitude, son association a déjà fait l'objet d'étude [21], en prenant en compte que le changement de position de la langue durant la distorsion phonétique entraîne une propulsion linguale qui perpétue la béance antérieure [6], d'où l'importance d'évaluer la phonation chez les enfants présentant une BA pour les réduire de façon spécifique et appropriée. Bien que les phonèmes impliqués dans la distorsion (/t/d/s/ avec une position jointive du complexe labio-alvéolo-dentaire) ne forcent pas la langue à sortir entre les dents, ils altèrent tout de même la position de la langue, en favorisant une propulsion linguale qui peut perpétuer la béance antérieure (AOB) ou entraîner sa récurrence. Dans le cas où la langue est en contact avec les crêtes palatines (OR = 0,420 ; 0,216–0,818), elle agit comme un facteur protecteur vis-à-vis de l'apparition d'une béance antérieure étant donné que cette position lors de la déglutition aussi bien que lors du langage est physiologique d'où un grand pourcentage de sujets avec une OVN (37,9 %) [6]. D'autres facteurs de risque ont fait l'objet d'étude chez des sujets entre 3 et 7 ans, tels que l'allaitement maternel (OR = 0,87 ; IC 95 % : 0,18–4,26, $p = 0,861$) et l'allaitement au biberon (OR = 0,61 ; IC 95 % : 0,12–3,18, $p = 0,559$) [21]. Cependant, ces facteurs n'ont pas été pris en compte dans notre étude. Dans d'autres études, menées durant le stade de denture temporaire, les enfants de plus de 36 mois ayant une habitude de succion présentaient une béance plus importante (RP : 1,41 ; IC 95 % : 1,30 à 1,53) [15].

La présence d'une propulsion linguale chez les enfants inclus dans cette étude a été un facteur protecteur vis-à-vis d'une BA, ce qui laisse penser que 49,6 % des enfants avec une propulsion linguale sont susceptibles d'avoir une occlusion verticale normale, ce qui vient étayer les théories des compensations dentoalvéolaires des béances antérieures chez les patients qui ont des habitudes orales [5].

Toutefois, les différences d'âge par rapport aux autres études ne permettent pas de comparer les résultats. Le fait d'avoir inclus des sujets plus âgés peut faire considérer les facteurs identifiés comme des facteurs acquis responsables de compensations et de déviation de croissance, mais ils peuvent

do not have as much influence as they do at younger ages. For example, the presence of non-nutritive habits depends on age, sex, ethnicity, socioeconomic status, and nutrition, among other factors [12].

None of the variables studied acted as confounding factors in the present study; however, 2 interactions were found that influenced the presence of AOB in the individuals in which they occurred. Children who were reported with the presence of lingual thrust and lingual interposition at the same time presented a lower tendency to present AOB due to a decreased odds ratio.

Conclusion

The association of factors such as lingual thrust, interposition, and protrusion with the presence of AOB reflects how function influences the development of a malocclusion; however, they cannot be referred to as etiological factors. Some behave as protective factors and others as risk factors. For example, the presence of lingual distortion during speech as a risk factor associated with the presence of AOB shows the importance of assessing the position of the tongue during all of its functions, with the purpose of establishing an appropriate diagnosis that permits designing a treatment to achieve replicable results. It is recommended to complement the present study with others that take into account the other factors that can produce AOB, extending it to other ages and including studies of cohorts with follow-up evaluations of the children.

Financing

This research was financed entirely by the Cooperative University of Colombia (Universidad Cooperativa de Colombia) with the VT1 announcement. The University did not influence the design, analysis, preparation, or publication of the article.

Disclosure of interest

The authors declare that they have no competing interest.

être aussi minimisés dans leur mode pathogénique dans les processus de croissance, et d'adaptation du fait d'une influence moindre qu'à un très jeune âge. En effet, la présence d'habitudes non nutritives dépend de l'âge, du sexe, de l'ethnicité, du statut socio-économique, et de la nutrition, entre autres facteurs [12].

Aucune des variables étudiées ici n'a été un facteur de confusion, cependant, 2 interactions influenceraient la BA. Les enfants ayant présenté une propulsion et une interposition linguales simultanées, avaient une tendance plus faible à présenter une BA avec un *odd ratio* diminué.

Conclusion

L'association de facteurs tels que la propulsion, l'interposition et la protrusion linguales en présence d'une béance antérieure reflète la façon dont la fonction influence le développement d'une malocclusion ; cependant, ils ne peuvent pas être considérés comme des facteurs étiologiques. Certains se comportent comme des facteurs protecteurs et d'autres comme des facteurs de risque. Par exemple, la présence d'une distorsion linguale durant l'élocution est un facteur de risque associé à la BA ; cela montre l'importance d'évaluer la position de la langue durant toutes ses fonctions, dans le but d'établir un diagnostic approprié permettant la mise en place d'un traitement adapté pour obtenir des résultats reproductibles. Il est recommandé de compléter la présente étude avec d'autres qui prennent en compte les autres facteurs pouvant entraîner une BA, en l'élargissant à d'autres tranches d'âge, et en incluant des études de cohortes avec des évaluations du suivi des enfants.

Financement

Cette recherche a été entièrement financée par l'université coopérative de Colombie (Universidad Cooperativa de Colombia) avec l'aval VT1. L'Université n'a influencé ni le concept, ni l'analyse, ni la préparation ou la publication de l'article.

Déclaration de liens d'intérêts

Les auteurs déclarent ne pas avoir de liens d'intérêts.

References/Références

1. Rijpstra C, Lisson J. Etiology of anterior open bite: a review. *J Orofac Orthop* 2016;77(4):281–6.
2. Feres MF, Abreu LG, Insabralde NM, Almeida MR, Flores-Mir C. Effectiveness of the open bite treatment in growing children and adolescents. A systematic review. *Eur J Orthod* 2016;38:237–50.
3. Hsu BS. The nature of arch width difference and palatal depth of the anterior open bite. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1998;113:344–50.
4. Slaj M, Jezina MA, Mestrovic SRJM. Longitudinal dental arch changes in the mixed dentition. *Angle Orthod* 2003;73:509–14.
5. Urzal V, Braga A, Ferreira A. Oral Habits as risk factors for anterior open bite in the deciduous and mixed dentitions cross sectional study. *Eur J Pediatr Dent* 2013;14:299–302.
6. Ocampo-Parra A, Escobar-Toro B, Sierra-Alzate V, Rueda ZV, Lema MC. Prevalence of dyslalias in 8- to 16-year-old students with anterior open bite in the municipality of Envigado, Colombia. *BMC Oral Health* 2015;15:77.
7. Borges D, Silva V, Bovi G, Fróis D, Gomez V, Borges A. Factors associated with the prevalence of anterior open bite among pre-school children: a population-based study in Brazil. *Dental Press J Orthod* 2014;19:103–9.
8. Smithpeter J, Covell Jr. D. Relapse of anterior open bites treated with orthodontic appliances with and without orofacial myofunctional therapy. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2010;137:605–14.
9. Gonzalez P, Martínez M, Sierra V, Rueda Z, Botero-Mariaca P. Tongue position assessment during oral phase deglutition in children with anterior open bite or normal vertical overbite. [In Press].
10. Iwasa d P EA. Prevalencia y severidad de la mordida abierta anterior en nin~os de 12 an~os de edad de la Región de Piracicaba, Estado de São Paulo Brasil. *Rev Ibero Odontop Odonto Bebê* 2003;6:516–24.
11. Johnson NC, Sandy JR. Tooth position and speech—is there a relationship? *Angle Orthod* 1999;69:306–10.
12. Rivera-Torres P. The diagnostic importance of the Payne technique. *J Gen Orthod* 1992;3:13–7.
13. Freitas A, Moreira R, Vargas de Castro T, Rodriguez A, Barbosa E. Relationship between perception of tongue position and measures of tongue force on the teeth. *Codas* 2016;28:546–50.
14. Wanjau J, Sethusa M. Etiology and Pathogenesis of anterior open bite: a review. *East Afr Med J* 2010;87:452–5.
15. Germa A, Clement C, Weissenbach M, et al. Early risk factors for posterior cross bite and anterior open bite in the primary dentition. *Angle Orthod* 2016;86:832–8.
16. Vieira R, Lima G, Targino F, Castro C, Granuilla-García A, Martins S. Prevalence and Associated factors for the development of anterior open bite and posterior cross bite in the primary teeth. *Braz Dent J* 2014;25:336–42.
17. Ramon-Jorge J, Motta T, Marques L, Paira S, Ramos-Jorge M. Association between AOB and impact on quality of life of pre-school children. *Braz Oral Res* 2015;29:1–7.
18. Heimer M, Tornisiello C, Ronsenblatt A. Anterior open bite. A case-control study. *Int J Peadiatr Dent* 2010;20:59–64.
19. Silvestrini-Baivati A, Salamone S, Silvestrini-Biavati F, Agostino P, Ugolini A. Anterior open bite and sucking habits in Italian pre-school children. *Eur J Pediatr Dent* 2016;17:43–6.
20. Urzal V, Braga AC, Ferreira AP. The prevalence of anterior open bite in Portuguese children during deciduous and mixed dentition—correlations for a preventive strategy. *Int Orthod* 2013;11:93–103.
21. Chen X, Xia B, Ge L. Effects of breast-feeding duration, bottle-feeding duration and non-nutritive sucking habits on the occlusal characteristics of primary dentition. *BMC Pediatr* 2015;21:46.