

ОРТОДОНТІЯ

УДК 616.314-007+616.24-002-008
DOI <https://doi.org/10.35220/2523-420X/2022.1.4>

М.С. Дрогомирецька,

доктор медичних наук, професор, завідувачка
ортодонтичним відділенням, Національний університет
охорони здоров'я імені П. Л. Шупика, бул. Тараса
Шевченка, 37/122, м. Київ, Україна, індекс 01032

Абу Сулейман Мохаммед Садек,

Національний університет охорони здоров'я імені
П. Л. Шупика, бул. Тараса Шевченка, 37/122, м. Київ,
Україна, індекс 01032

ОЦІНКА ПОЛОЖЕННЯ ПІД'ЯЗИКОВОЇ КІСТКИ У ПАЦІЄНТІВ ІЗ ДИСТАЛЬНИМ ПРИКУСОМ ПРИ НОРМАЛЬНІЙ ТА ПОРУШЕНІЙ ФУНКЦІЇ ДИХАЛЬНИХ ШЛЯХІВ

Вступ. Дистальний прикус (ДП) є однією з найпоширеніших проблем в ортодонтичній практиці, що характеризується ретропозицією нижньої щелепи стосовно верхньої або недостатньо розвинутою нижньою щелепою та / або верхньощелепною протрузією. Це викликає естетичні, функціональні та психологічні проблеми різної інтенсивності. Під'язикова кістка та її зв'язок з порушенням функції зовнішнього дихання у пацієнтів з дистальною оклюзією були інтригуючим предметом протягом багатьох років. **Мета роботи.** Оцінка кореляції між положенням під'язикової кістки та порушенням функції зовнішнього дихання у пацієнтів з дистальною оклюзією. **Методи дослідження.** Нами було обстежено 231 дітей віком від 7 до 13 років у періоді змінного дистального прикусу, на піку зростання нижньої щелепи (CS3 і CS4 – Пубертальні стадії), коли ортодонтичне лікування функціональними апаратами є найбільш ефективним. Обстежені пацієнти були поділені на дві групи дослідження: до I групи увійшли 132 дітей з II класом I підкласом, до II групи – 99 дітей з II класом II підкласом за Енгле. Цефалометричний аналіз оцінки положення під'язикової кістки за методом Біббі, Престоном і Кумаром, аналіз положення щелеп та дихальних шляхів методом Макнамари. **Результати дослідження.** Нами не виявлено кореляції між носоглотковою частиною дихальних шляхів та положенням під'язикової кістки при нормальній функції носового дихання. В той же час зміни положення під'язикової кістки значно впливають на об'єм ротоглотки та гортаноглотки при різних типах дистальної оклюзії. **Висновки.** З метою визначення ефективності ортодонтичного лікування дистального прикусу необхідне проводити дослідження положення під'язикової кістки до

та після проведеного лікування з метою визначення його ефективності.

Ключові слова: дистальний прикус, під'язикової кістки, порушення функції зовнішнього дихання, TRG.

М.С. Drohomiretska,

doctor of Medical Sciences, Professor, Head of the
orthodontic Department, P. L. Shupik National University
of Health Protection, Bul. Taras Shevchenko, 37/122, Kyiv,
Ukraine, postal code 01032

Sulejman Mohammed Sadek,

P. L. Shupik National University of Health Protection, Bul.
Taras Shevchenko, 37/122, Kyiv, Ukraine, postal code 01032

ASSESSMENT OF THE HYOID BONE POSITION IN PATIENTS WITH DISTAL BITE WITH NORMAL AND IMPAIRED AIRWAY FUNCTION

Introduction. Distal bite (DB) is one of the most common problems in orthodontic practice, characterized by retroposition of the lower jaw relative to the upper or underdeveloped lower jaw and / or maxillary protrusion. This causes aesthetic, functional, and psychological problems of varying intensity. The hyoid bone and its association with impaired external respiratory function in patients with distal occlusion have been an intriguing subject for many years. **Purpose of the work.** Assessment of the correlation between hyoid bone position and impaired external respiratory function in patients with distal occlusion. **Research methods.** We examined 231 children aged 7 to 13 years in the period of variable distal bite, at the peak of lower jaw growth (CS3 and CS4 – puberty stages), when orthodontic treatment with functional devices is most effective. The examined patients were divided into two study groups: Group I included 132 children with Class II and subclass, Group II – 99 children with Class II and subclass according to Engle. Cephalometric analysis of hyoid bone position assessment by Bibby, Preston, and Kumar, jaw and airway position analysis by McNamara. **Research results.** We found no correlation between the nasopharyngeal part of the airway and the position of the hyoid bone in normal nasal breathing function. At the same time, changes in the position of the hyoid bone significantly affect the volume of the oropharynx and laryngopharynx in various types of distal occlusion.

Conclusions. In order to determine the effectiveness of orthodontic treatment of distal bite, it is necessary to conduct a study of the position of the hyoid bone before and after the treatment in order to determine its effectiveness.

Key words: distal bite, hyoid bone, violation of the function of external respiration, TRG.

Вступ. Дистальний прикус (ДП) є однією з найпоширеніших проблем в ортодонтичній практиці [1], що характеризується ретропозицією нижньої щелепи стосовно верхньої або недостатньо розвинутою нижньою щелепою та / або верхньощелепною протрузією [2; 3; 4]. Це викликає естетичні, функціональні та психологічні проблеми різної інтенсивності.

Невід'ємною частиною росту та розвитку черепно-лицевого скелету є верхні дихальні шляхи, особливо глотка. [5; 6]. Також у цьому сенсі важливо оцінити положення під'язикової кістки, яка впливає на підтримання об'єму верхніх дихальних шляхів [7; 8]. Звуження верхніх дихальних шляхів все частіше визнається як фізіологічна характеристика у зростаючих пацієнтів при дистальному прикусі з ретропозицією нижньої щелепи [9; 10].

Порушення розвитку верхньої та нижньої щелеп, що відбуваються через деформації розвитку, ортогнатичні операції та ортодонтичне лікування, можуть привести до змін об'єму глотки, що також супроводжується зміною положення під'язикової кістки [11; 12]. Основними областями змін є м'яке піднебіння (носоглотка), бічні стінки глотки (ротоглотка) та основа язика (гортаноглотка), що підкреслює важливість оцінки різних підобластей глотки [11].

Положення під'язикової кістки визначається спільною дією м'язів і зв'язок, які прикріплені до таких структур, як дно рота, язик, надгортанник, глотка, гортань, нижня щелепа і череп. Під'язикова кістка рухається під час дихання, жування, ковтання та фонації, і вона тісно пов'язана з язиком завдяки навколишній мускулатурі [12; 13].

Тісний зв'язок між функцією дихальних шляхів та розташуванням під'язикової кістки обумовлює актуальність проведення даного дослідження,

результати якого доцільно враховувати при ортодонтичній діагностиці та плануванні лікування пацієнтів.

Матеріал і методи. Нами було обстежено 231 дітей віком від 7 до 13 років у періоді змінного дистального прикусу, на піку зростання нижньої щелепи (CS3 і CS4 – Пубертальні стадії), коли ортодонтичне лікування функціональними апаратами є найбільш ефективним. Пубертатний пік визначали шляхом аналізу рентгенограми рук-зап'ястя, методу SVM (дозрівання шийного хребця) та хронологічного віку (рис. 1).

Обстежені пацієнти були поділені на дві групи дослідження: до I групи увійшли 132 дітей з II класом I підкласом, до II групи – 99 дітей з II класом II підкласом за Енглеєм. В залежності від об'єму верхніх дихальних шляхів кожна група була поділена додатково на 2 підгрупи. До 1-ої підгрупи I групи увійшли 68 з патологією ВДШ, а до 2-ої підгрупи – 64 дитини без патології ВДШ. Аналогічно до 1-ої підгрупи II групи увійшло з патологією патологією дихальних шляхів 71 дитина, а до 2-ї підгрупи – 28 дітей без патології ВДШ. Для визначення впливу типу росту профілю пацієнтів на функцію верхніх дихальних шляхів, ми розділили підгрупи на додаткові підгрупи – А (вертикальний тип росту) і Б (горизонтальний тип росту) (табл. 1) 30 соматично здорових дітей без патології прикусу склали контрольну групу (рис. 2).

Обстеження пацієнтів проводили методом бічної цефалографії в Центрі Ортодонції в Києві. Для оцінки ширини глотки (носоглотки, ротоглотки та гортаноглотки) та положення щелеп використовували цефалометричне дослідження дихальних шляхів Макнамари [12] (рис. 3, 1а), та аналіз під'язикового трикутника за методом Біббі, Престоном [14] і Кумаром [15], щоб визначити положення під'язикової кістки (рис. 3, 1б).

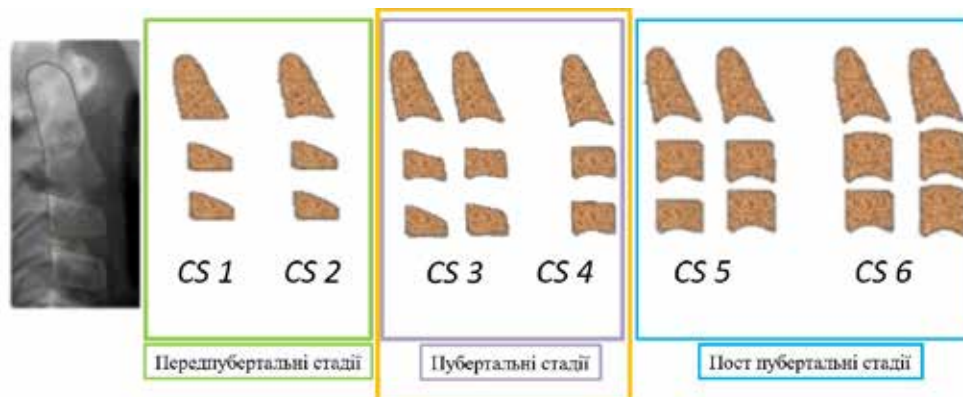


Рис. 1. Стадії дозрівання шийного хребця (CVM)

Отримані бічні цефалограми аналізували за допомогою програмного забезпечення Dolphin Imaging 11.95 та програма ImageJ 1.52.

Усі змінні вимірювали тричі, а їх середнє значення визначали методом статистичного аналізу IBM SPSS Statistics v26 2019.

Для визначення позиції під'язикової кістки вимірювали відстань від неї (Н) до площини (Cv3ia. –RGN) (в нормі – 5 мм). Чим більша ця відстань, тим нижче розташована під'язикова кістка і, відповідно, тим вищий ризик розвитку

звуження глотки. Також вимірювали кут між площиною (Cv3ia. –RGN) і лінією, що проходить від точки Cv3ia. до під'язикової кістки (Cv3ia. – RGN-H). Чим більший цей кут, тим нижче і зміщене дозад розташування під'язикової кістки і, відповідно, вищий ризик розвитку звуження глотки.

Результати дослідження. Результати цефрометричного дослідження наведені в табл. 1, 2.

Вимірювання співвідношення щелеп в сагітальній та вертикальній площинах засвідчили, що у всіх дітей із патологією функції ВДШ

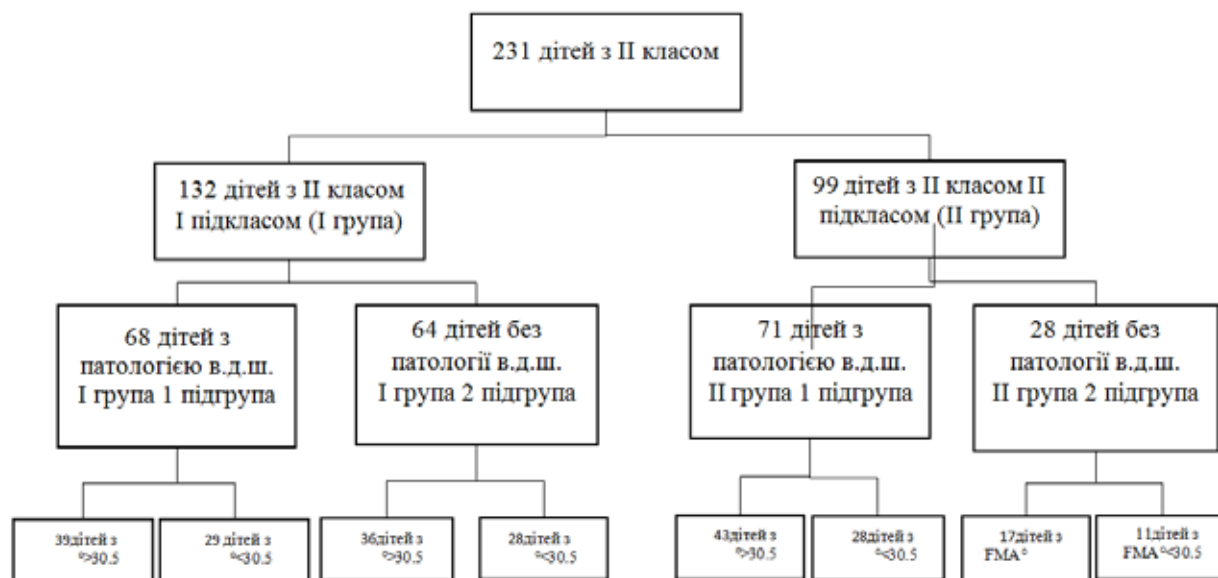


Рис. 2. Розподіл пацієнтів дослідних груп.

Таблиця 1

Результати ТРГ дослідження пацієнтів дослідної I групи

ТРГ показники	Контрольна група (n=30)		231 дітей з II класом									
			I група (n= 132)									
	FMA> ^o 30.5 (n=16)		FMA< ^o 30.5 (n=14)		I група 1 підгрупа (n=68)				I група 2 підгрупа (n=64)			
					FMA> ^o 30.5 (n=36)		FMA< ^o 30.5 (n=32)		FMA> ^o 30.5 (n=35)		FMA< ^o 30.5 (n=29)	
Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	
FMA, °	32.36	2.09	32.14	1.98	33.01	2.57	28.98	1.73	31.15	3.01	29.47	2.75
SNA, °	82.78	1.35	82.28	1.45	84.54	3.72	84.98	4.47	83.04	3.68	83.19	4.48
SNB, °	79.87	1.29	79.63	1.64	75.67	4.65* ^o	76.55	3.51* ^o	79.12	3.41* ^o	79.72	2.51* ^o
ANB, °	2.58	0.81	2.06	0.74	6.355	1.96* ^o	6.72	2.19* ^o	5.86	1.76* ^o	5.41	2.34* ^o
PL to ML, °	23.79	1.19	23.56	1.27	27.79	4.23* ^o	27.43	4.22* ^o	25.22	4.76* ^o	25.21	4.63 ^o
PNS-UPW, мм	24.67	2.67	24.89	3.19	23.46	2.45* ^o	23.78	1.99* ^o	24.23	3.11* ^o	24.62	2.19* ^o
H-RGP-cv3ia, °	25.85	4.02	25.97	4.14	29.74	5.33* ^o	29.23	4.21* ^o	26.04	3.72* ^o	26.35	3.63* ^o
RGP-cv3ia-H (H-H1), мм	5.24	2.36	5.13	2.45	8.15	3.09* ^o	8.43	3.16* ^o	6.31	1.74* ^o	6.45	1.34* ^o
P-MPW, мм	13.05	1.19	13.17	2.06	8.98	1.88* ^o	8.64	2.12* ^o	11.98	2.19* ^o	12.31	1.73* ^o
Ep-LPW, мм	18.27	2.09	18.48	1.95	11.74	2.47* ^o	12.42	1.35* ^o	15.97	3.01* ^o	17.24	2.63* ^o

Примітка: * – p≤0,05 – достовірність відмінностей показників порівняно із контрольною групою;

^o – p≤0,05 – достовірність відмінностей між результатами пацієнтів I-1 і II-1 підгруп;

^o – p≤0,05 – достовірність відмінностей між результатами пацієнтів I-2 і II-2 підгруп;

^o – p≤0,05 – достовірність відмінностей між результатами пацієнтів I-1 і I-2 підгруп;

^o – p≤0,05 – достовірність відмінностей між результатами пацієнтів II-1 і II-2 підгруп.

(I-1, II-1 підгрупи) спостерігалася виражена ретропозиція нижньої щелепи (н/щ) порівняно з дітьми без патології ВДШ (I-2, II-2 підгрупи) та контрольною групою (SNB, $^{*1}\circ P < 0.001$). Отже, звуження ВДШ може бути наслідком ретропозиції н/щ.

Показники кута н/щ (PL-ML) були збільшені у всіх підгрупах, але у дітей з патологією ВДШ (I-1, I-2) більше виражені стосовно дітей без пато-

логії ВДШ (PL-ML, $^{*1}\circ P < 0.05$). Через ретропозицію н/щ та протрузію верхньої в перших підгрупах обох груп це призвело до ротації н/щ проти годинникової стрілки та, в результаті, до значного звуження ВДШ порівняно з контрольною групою.

У всіх дітей із патологією ВДШ (I-1, II-1 підгрупи) відмічали збільшення кута під'язикової кістки (H-RGP-cv3ia) порівняно з усіма дітьми без патології функції ВДШ та контрольною гру-

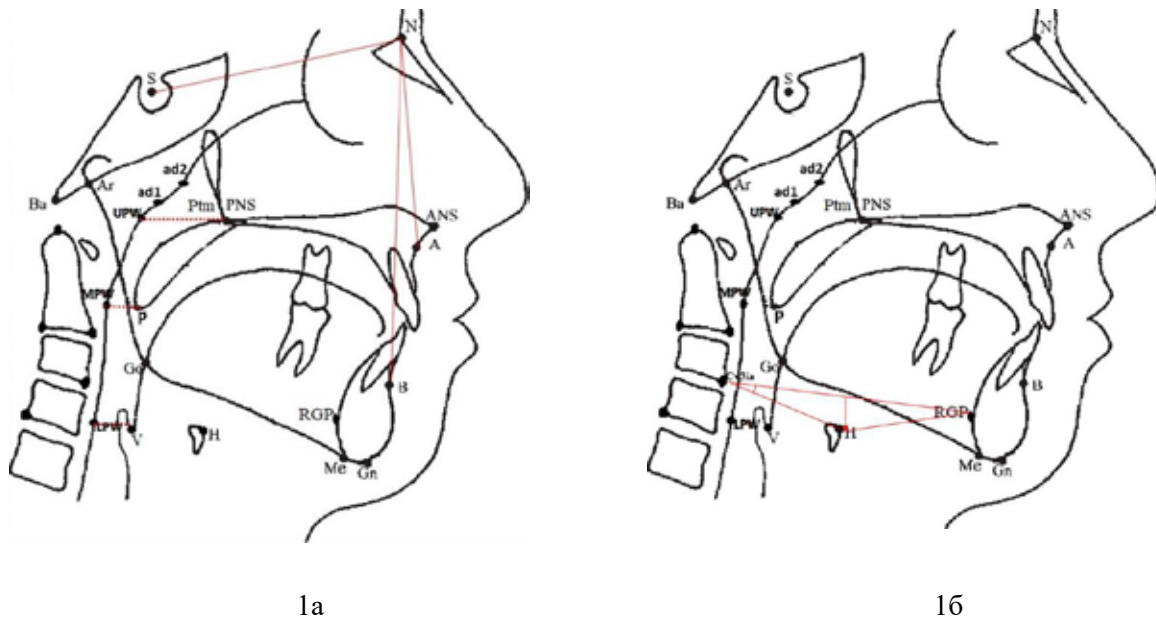


Рис. 3.1 Лінійні (3.1а) та кутові (3.1б) параметри вимірювання ТРГ для оцінки положення щелеп та глотки (носоглотки, ротоглотки та гортаноглотки)

Таблиця 2

Результати ТРГ дослідження пацієнтів дослідної II групи

ТРГ показники	Контрольна підгрупа (n=30)		231 дітей з II класом										
			II група: (n= 99)										
			II група 1 підгрупа (n=71)					II група 2 підгрупа B (n=28)					
	FMA $^{\circ}$ >30.5 (n=16)		FMA $^{\circ}$ <30.5 (n=14)		FMA $^{\circ}$ >30.5 (n=38)		FMA $^{\circ}$ <30.5 (n=33)			FMA $^{\circ}$ >30.5 (n=17)		FMA $^{\circ}$ <30.5 (n=11)	
Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD
FMA, $^{\circ}$	32.36	2.09	32.14	1.98	32.81	1.97	29.05	2.17	34.27	3.11	29.17	2.76	
SNA, $^{\circ}$	82.78	1.35	82.28	1.45	81.84	2.64	82.14	3.15	80.39	2.15	80.75	3.42	
SNB, $^{\circ}$	79.87	1.29	79.63	1.64	74.43	3.24 *1	74.81	2.19 *1	77.83	2.64 *1	77.43	3.52 1*	
ANB, $^{\circ}$	2.58	0.81	2.06	0.74	5.833	1.61 *	5.56	2.11 *	4.54	2.21 *	4.86	2.33 *	
PL to ML, $^{\circ}$	23.79	1.19	23.56	1.27	28.12	3.79 *1	28.31	2.54 *1	23.21	2.45 *1	23.93	2.29 *1	
PNS-UPW, мм	24.67	2.67	24.89	3.19	23.56	3.04 *	23.86	1.95 *	24.35	2.19 *	24.14	2.83 *	
H-RGP-cv3ia, $^{\circ}$	25.85	4.02	25.97	4.14	27.91	5.83 *1	27.34	5.46 *1	25.57	3.63 *1	25.43	4.21 *1	
RGP-cv3ia-H (H-H1), мм	5.24	2.36	5.13	2.45	6.73	3.18 *1	6.46	3.65 *1	5.59	3.14 *1	5.46	2.32 *1	
P-MPW, мм	13.05	1.19	13.17	2.06	8.62	1.54 *1	8.87	2.32 *1	12.11	1.23 *1	12.01	1.59 *1	
Ep-LPW, мм	18.27	2.09	18.48	1.95	11.75	1.92 *1	12.59	3.23 *1	15.09	2.69 *1	16.01	1.74 *1	

Примітка: * – $p \leq 0,05$ – достовірність відмінностей показників порівняно із контрольною групою;

1 – $p \leq 0,05$ – достовірність відмінностей між результатами пацієнтів I-1 і II-1 підгруп;

1 – $p \leq 0,05$ – достовірність відмінностей між результатами пацієнтів I-2 і II-2 підгруп;

$^{\circ}$ – $p \leq 0,05$ – достовірність відмінностей між результатами пацієнтів I-1 і I-2 підгруп;

$^{\wedge}$ – $p \leq 0,05$ – достовірність відмінностей між результатами пацієнтів II-1 і II-2 підгруп.

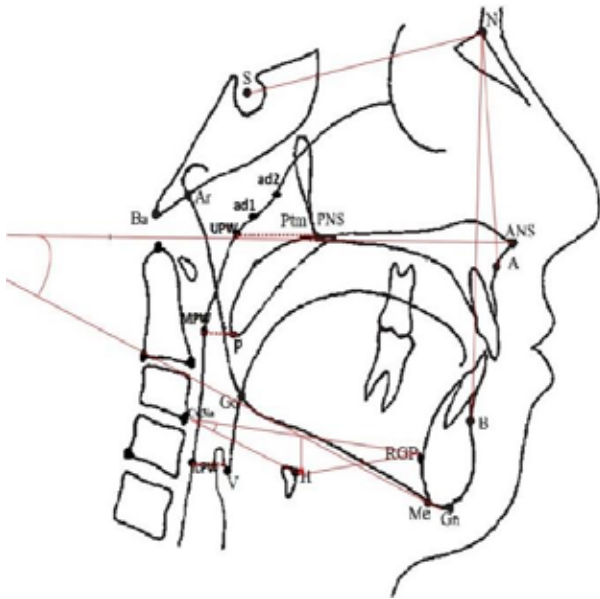


Рис. 4. Схематичне зображення точок, відстаней та кутів, що використовуються в діагностиці положення під'язикової кістки, оцінки положення щелеп та глотки у пацієнтів з дистальним прикусом

пою (H-RGP-cv3ia, $*^{11^{\circ}}P < 0,05$), під'язикова кістка опускалася стосовно RGP-cv3ia площини, відстань H-N1 збільшилася порівняно з контролем (H-N1, $*^{11^{\circ}}P < 0,05$). Отже, під'язикова кістка при патології функції зовнішнього дихання рухалася в задньому нижньому напрямку, язик зміщувався назад, що і стало однією із можливих причин звуження ВДШ.

Результати дослідження носоглотки у всіх групах спостереження (PNS-Upw, $*^{11^{\circ}}P < 0,14$), виявили низьку кореляцію між носоглотковою функцією дихання і положенням під'язикової кістки при нормальній функції носового дихання, що підтверджується даними літератури [23].

Навпаки, результати вимірювань ротоглотки показали значну різницю в параметрах P-MPW (мм) між групами дослідження та контрольною групою.

Значення P-MPW (мм) (P-MPW, $*^{11^{\circ}}P < 0,05$) у дітей з патологією ВДШ (I-1 та II-1 підгрупи) були значно зменшеними порівняно з усіма підгрупами у дітей без вказаної патології (I-2, II-2 підгрупи). Ці дані свідчать про значне звуження ротоглотки у групах з патологією ВДШ (I-1 та II-1).

Аналогічно, результати ТРГ вимірювань гортаноглотки показали значну різницю в параметрах Ер-LPW (мм) між групами дослідження та контрольною групою. В усіх підгрупах при патології функції дихання показники Ер-LPW (мм)

були значно знижені порівняно з підгрупами дітей без патології ВДШ (Ер-LPW, $*^{11^{\circ}}p < 0,05$). Ці дані свідчать про значне звуження дихальних шляхів у гортаноглотці у групах з патологією ВДШ (I-1 та II-1).

Проведене нами дослідження не виявило кореляції між типами профілю росту щелеп та об'ємом верхніх дихальних шляхів у всіх дослідних групах порівняно із пацієнтами контрольної групи ($*^{11^{\circ}}P > 0,05$), що підтверджується даними літератури [16-22], тому тип росту профілю пацієнтів не є фактором, що сприяє звуженню верхніх дихальних шляхів.

Обговорення дослідження. Під'язикова кістка та її мускулатура відіграють ключову роль у регуляції глоткових дихальних шляхів.

Результати дослідження показали відсутність кореляції між лінійними розмірами носоглотки (PNS-Upw, $*^{11^{\circ}}P < 0,14$) та положенням під'язикової кістки, в той же час спостерігали чітку кореляцію між параметрами ротоглотки (P-MPW, $*^{11^{\circ}}P < 0,05$) та гортаноглотки (Ер-LPW, $*^{11^{\circ}}P < 0,05$). Нами не виявлено впливу типу профілю росту щелеп на зміни об'єму верхніх дихальних шляхів у всіх дослідних групах, що відповідає даним літературних джерел [16-22]. Отже, ми вважаємо необхідність врахування положення під'язикової кістки під час ортодонтичної діагностики та оцінки результатів ортодонтичного лікування для досягнення стабільності результатів лікування.

Висновки. З метою визначення ефективності ортодонтичного лікування пацієнтів із дистальним прикусом вважаємо необхідним дослідження положення під'язикової кістки до та після проведеного лікування з метою визначення його ефективності та попередження можливих рецидивів захворювання.

References:

1. Proffit, W.R., & Moray, L.J. (1998). Prevalence of malocclusion and orthodontic treatment need in the United States. *Int J Adult Orthodon Orthognath Surg*, 13: 97e106.
2. Henry, R.G. (1957). A classification of Class II, division 1 malocclusion. *Angle Orthod.* 27:83e92.
3. Moyers, R.E., Riolo, M.L., Guire, K.E., Wainright, R.L., & Bookstein, F.L. (1980). Differential diagnosis of Class II malocclusions: part 1, facial types associated with Class II malocclusions. *Am J Orthod.* 78:477e94.
4. Lin, J.X. (1995). Contemporary Orthodontics, Beijing, *Chinese Medical Science & Technology Press*. 22.
5. McNamara, J.A. (1981). Influence of respiratory pattern on craniofacial growth. *Angle Orthod.* 51:269–300.

6. Lenza, M.G., Lenza, M.M., Dalstra, M., Melsen, B., & Cattaneo, P.M. (2010). An analysis of different approaches to the assessment of upper airway morphology: a CBCT study. *Orthod Craniofac Res.* 13:96–105.
7. Yassaei, S., & Soroush, M. (2008). Changes in hyoid position following treatment of Class II division 1 malocclusions with a functional appliance. *J Clin Pediatr Dent.* 33:81–84.
8. Arslan, S.G., Dildes, N., & Kama, J.D. (2014). Cephalometric investigation of first cervical vertebrae morphology and hyoid position in young adults with different sagittal skeletal patterns. *Sci World J.* 159:784.
9. Abdelkarim, A. (2012). A cone beam CT evaluation of oropharyngeal airway space and its relationship to mandibular position and dentocraniofacial morphology. *J World Fed, Orthod.* 1:55e9.
10. El, H., & Palomo, J.M. (2011). Airway volume for different dentofacial skeletal patterns. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 139:511e21.
11. Gon, cales E.S, Rocha, J.F., Gon, cales A.G., Yaedu, R.Y., & Sant'Ana, 'E. (2014). Computerized cephalometric study of the pharyngeal airway space in patients submitted to orthognathic surgery. *J Maxillofac Oral Surg.* 13:253–258.
12. Jose, N.P., Shetty, S., Mogra, S., Shetty, V.S., Rangarajan, S., & Mary, L. (2014). Evaluation of hyoid bone position and its correlation with pharyngeal airway space in different types of skeletal malocclusion. *Contemp Clin Dent.* 5:187–189.
13. Riley, R., Guilleminault, C., Herran, J., Powell, N. (1983) Cephalometric analyses and flow-volume loops in obstructive sleep apnea patients. *Sleep.* 6:303–311.
14. Bibby, R.E., & Preston, C.B. (1981). The hyoid triangle. *Am J Orthod.* 80:92-97.
15. Kumar, K.J. (1983). A study of hyoid bone position and its relation to the oral and pharyngeal spaces in normal and malocclusion subjects. Master's Thesis. University of Kerala.
16. Tepedino, M., Illuzzi, G., Laurenziello, M., Perillo, L., Taurino, A.M., Cassano, M., & et al. (2020). Craniofacial morphology in patients with obstructive sleep apnea: cephalometric evaluation. *Braz J Otorhinolaryngol.*
17. Lakshmi, K.B., Yelchuru, S.H., Chandrika, V., Lakshmikar, O.G., Sagar, V.L., & Reddy G.V. (2018). Comparison between growth patterns and pharyngeal widths in different skeletal malocclusions in South Indian Population. *J Int Soc Prevent Communit Dent.* 8:224-8.
18. Dalmau, E., Zamora, N., Tarazona, B., Gandia, J.L., & Paredes, V., A (2015). Comparative Study of the Pharyngeal Airway Space, Measured with Cone Beam Computed Tomography, Between Patients with Different Craniofacial Morphologies. *Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery*
19. Nadja e Silva,N., Lacerda, R.H.W., Silva, A.W.C., & Ramos, T.B. (2015). Assessment of upper airways measurements in patients with mandibular skeletal Class II malocclusion. *Dental Press J Orthod.* Sept-Oct;20(5):86-93.
20. Qingzhu, Wang., Peizeng, Jia., & Nina, K. (2012). Anderson, Lin Wang, Jiuxiang Lin. Changes of pharyngeal airway size and hyoid bone position following orthodontic treatment of Class I bimaxillary protrusion. *Angle Orthodontist,* 82(1):115-21 doi: 10.2319/011011-13.1. Epub 2011 Jul 27.
21. Arnim Godt, Bernd Koos, Hanno Hagen, & Gernot Goz. (2011). Changes in upper airway width associated with Class II treatments (headgear vs activator) and different growth patterns. *Angle Orthodontist.* 81(3):440-6., doi: 10.2319/090710-525.1.
22. Castro, A.M.A., & Vasconcelo,s M.H.F. (2008). Avaliação da influência do tipo facial nos tamanhos dos espaços aéreos nasofaríngeo e bucofaríngeo. *Rev Dental Press Ortod Ortop Facial.* 13(6):43-50.
23. Freitas, M.R., Alcazar, N.M.P.V., Janson,G., Freitas, K.M.S, & Henriquesas, J.F.C. (2006). Upper and lower pharyngeal airways in subjects with Class I and Class II malocclusions and different growth patterns. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.*130: 742-745.
24. Stepovich, M.L.(1965). A cephalometric positional study of the hyoid bone. *Am J Orthod.* 51:882-900.
25. Brodie, A.G. (1952). Consideration of musculature in diagnosis, treatment and retention. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 38:823.
26. Yassaei, S., & Soroush, M. (2008). Changes in hyoid position following treatment of Class II division 1 malocclusions with a functional appliance. *J Clin Pediatr Dent.* 33:81–84.
27. Malkoc, S., Usumez, S., Nur, M., & Donaghy, C.E. (2005). Reproducibility of airway dimensions and tongue and hyoid positions on lateral cephalograms. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 128:513–16.
28. Riley, R.W., Powell, N.B., & Guilleminault, C. (1990). Maxillary, mandibular and hyoid advancement for treatment of obstructive sleep apnea: a review of 40 patients. *J Oral Maxillofac Surg.* 48:20.
29. Kochel, J., & Meyer-Marcotty, P. (2013). Short-term pharyngeal airway changes after mandibular advancement surgery in adult Class II-patients- a three-dimensional retrospective study. *J Orofac Orthop.* 74:137.
30. Pirila-Parkkinen, K., Lopponen, H., Nieminen, P., Tolonen, U., Paakko, E., & Pirttiniemi, P. (2011). Validity of upper airway assessment in children: a clinical, cephalometric, and MRI study. *Angle Orthod.* 81:433–9.
31. Vizzotto, M.B., Liedke, G.S., Delamare, E.L., Silveira, H.D., Dutra, V., & Silveira, H.E. (2012). A comparative study of lateral cephalograms and cone-beam computed tomographic images in upper airway assessment. *Eur J Orthod.* 34:390–3.
32. Eggenesperger, N., Smolka, K., Johnner, A., Rahal, A., Thuer, U., Lizuka, T. (2005). Long-term changes of hyoid bone and pharyngeal airway size following advancement of the mandible. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 99:404.

33. Guven, O., & Saracoglu, U. (2005). Changes in pharyngeal airway space and hyoid bone positions after body osteotomies and sagittal split ramus osteotomies. *J Craniofac Surg.* 16:23.
34. Jiang, Y.Y. (2016). Correlation between hyoid bone position and airway dimensions in Chinese adolescents by cone beam computed tomography analysis. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 45:914–921.
35. Aydemir, H., Memikoglu, U., & Karasu, H. (2012). Pharyngeal airway space, hyoid bone position and head posture after orthognathic surgery in Class III patients. *Angle Orthod.* 82:993–1000.
36. Muto T, Yamazaki A, & Takeda S (2008) A cephalometric evaluation of the pharyngeal airway space in patients with mandibular retrognathia and prognathia, and normal subjects. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 37: 228–231.
37. Lowe, A.A., Santamaria, J.D., Fleetham, J.A., & Price, C. (1986) Facial morphology and obstructive sleep apnea. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 90: 484–491.