

УДК [616-053.7+616.716.4]:616.314-089.23
DOI <https://doi.org/10.35220/2078-8916-2024-54-4.28>

І.Л. Скрипник,

кандидат медичних наук, доцент,
Національний медичний університет
імені О.О. Богомольця,
бульвар Тараса Шевченка, 13, м. Київ, Україна,
індекс 01601

С.А. Шнайдер,

доктор медичних наук, професор,
Державна установа «Інститут стоматології
та щелепно-лицевої хірургії
Національної академії медичних наук України»,
вул. Рішельєвська, 11, м. Одеса, Україна, індекс 65026

Ф.Й. Щепанський,

кандидат медичних наук,
ВПНЗ «Львівський медичний університет»,
вул. В.Поліщука, 76, м. Львів, Україна, індекс 79018

М. Страка,

доктор філософії,
ВПНЗ «Львівський медичний університет»,
вул. В. Поліщука, 76, м. Львів, Україна, індекс 79018

А. Єнча,

доктор філософії,
ВПНЗ «Львівський медичний університет»,
вул. В. Поліщука, 76, м. Львів, Україна, індекс 79018

Я. Єнчова,

доктор філософії,
ВПНЗ «Львівський медичний університет»,
вул. В. Поліщука, 76, м. Львів, Україна, індекс 79018

А. Петрашова,

доктор філософії,
ВПНЗ «Львівський медичний університет»,
вул. В. Поліщука, 76, м. Львів, Україна, індекс 79018

**ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ
PENDULUM-АПАРАТА
ДЛЯ ДИСТАЛЬНОГО ПЕРЕМІЩЕННЯ
ПОСТІЙНИХ МОЛЯРІВ ВЕРХНЬОЇ
ЩЕЛЕПИ У ДІТЕЙ**

Аномалії зубощелепної системи у дітей є поширеною проблемою сучасної ортодонтії, що може зумовлю-

вати функціональні та естетичні порушення і негативно впливати на якість життя пацієнтів. Одним із ключових завдань ортодонтичного лікування є дисталізація постійних молярів верхньої щелепи для створення додаткового простору в зубному ряду та нормалізації оклюзії. Застосування Pendulum-апарата розглядають як перспективний метод дистального переміщення молярів, що істотно знижує залежність від кооперації пацієнта. Водночас необхідне подальше вивчення ефективності цієї методики, а також контролю небажаних ефектів, пов'язаних із рухом опорних зубів та фронтальної групи. **Метою дослідження** було оцінити ефективність застосування Pendulum-апарата для дистального переміщення перших постійних молярів верхньої щелепи у дітей, у яких уже прорізувалися другі постійні моляри. **Матеріали та методи.** У дослідженні взяли участь 11 пацієнтів віком від 8 до 16 років із наявними зубощелепними аномаліями. Для дисталізації перших постійних молярів верхньої щелепи використовували Pendulum-апарат (Hilgers). Телерентгенографію в бічній проекції проводили до та після лікування, аналіз куткових і лінійних параметрів здійснювали за допомогою програмного забезпечення Microsoft Office Excel 2016. Статистичну вірогідність визначали за t-критерієм Стьюдента при рівні значущості $p < 0,01$. **Результати дослідження.** Застосування Pendulum-апарата сприяло ефективній дисталізації перших постійних молярів (у середньому на $6,8 \pm 0,61$ мм) та прорізаних других постійних молярів (у середньому на $5,44 \pm 0,25$ мм), що дало змогу забезпечити додатковий простір у зубному ряду й оптимізувати оклюзійні співвідношення. Водночас фіксувалася певна мезіальна міграція премолярів та протрузія різців, а також помірна екструзія зубів. У більшості випадків ці зміни мали тимчасовий характер і частково нівелювалися після завершення дисталізації та подальшого коригувального лікування. **Висновки.** Використання Pendulum-апарата є дієвим методом дистального переміщення постійних молярів верхньої щелепи у дітей, що сприяє створенню додаткового місця в зубному ряду та корекції дистальної оклюзії. Небажані ефекти у вигляді мезіального нахилу опорних зубів та протрузії різців зазвичай мають зворотний характер і можуть контролюватися відповідними клінічними заходами. Оптимізація біомеханіки та збільшення опорної бази дають змогу зменшити небажані зсуви зубів та скоротити тривалість лікування.

Ключові слова: аномалії зубощелепної системи, Pendulum-апарат, дисталізація молярів, ортодонтичне лікування, діти.

I.L. Skrypyuk,

Candidate of Medical Sciences, Associate Professor,
Bogomolets National Medical University,
13 Taras Shevchenko Boulevard, Kyiv, Ukraine,
postal code 01601

S.A. Shnaider,

Doctor of Medical Sciences, Professor,
State Establishment "The Institute of Stomatology
and Maxillo-facial Surgery National Academy
of Medical Sciences of Ukraine",
11 Risheliivska street, Odesa, Ukraine, postal code 65026

F.Y. Shchepanskyi,

Candidate of Medical Sciences,
PhD, Higher Private Educational Institution
"Lviv Medical University",
76 V. Polishchuk street, Lviv, Ukraine, postal code 79018

M. Straka,

PhD, Higher Private Educational Institution
"Lviv Medical University",
76 V. Polishchuk street, Lviv, Ukraine, postal code 79018

A. Jenca,

PhD, Higher Private Educational Institution
"Lviv Medical University",
76 V. Polishchuk street, Lviv, Ukraine, postal code 79018

J. Jencova,

PhD, Higher Private Educational Institution
"Lviv Medical University",
76 V. Polishchuk street, Lviv, Ukraine, postal code 79018

A. Petrasova,

PhD, Higher Private Educational Institution
"Lviv Medical University",
76 V. Polishchuk street, Lviv, Ukraine, postal code 79018

EFFECTIVENESS OF USING THE PENDULUM APPLIANCE FOR DISTAL MOVEMENT OF PERMANENT MAXILLARY MOLARS IN CHILDREN

Dental and jaw (dentofacial) anomalies in children represent a common problem in modern orthodontics, often leading to functional and esthetic disorders that negatively affect patients' quality of life. One of the key objectives of orthodontic treatment is the distal movement of permanent maxillary molars to create additional space in the dental arch and normalize occlusion. The use of the Pendulum appliance is considered a promising method for distal molar movement, as it significantly reduces reliance on patient compliance. At the same time, further research into the efficacy of this technique is necessary, as well as monitoring undesirable effects associated with the movement of supporting teeth and the anterior group. **The purpose of the study** was to assess

the effectiveness of the Pendulum appliance in the distal movement of first permanent maxillary molars in children whose second permanent molars had already erupted. **Materials and methods.** The study involved 11 patients aged 8 to 16 years with existing dentofacial anomalies. To achieve distal movement of the first permanent maxillary molars, the Pendulum appliance (Hilgers) was used. Lateral cephalometric radiographs were obtained before and after treatment; the analysis of angular and linear parameters was carried out using Microsoft Office Excel 2016 software. Statistical significance was determined by Student's *t*-test at a significance level of $p < 0.01$. **Research results.** The use of the Pendulum appliance contributed to the effective distal movement of the first permanent molars (an average of 6.8 ± 0.61 mm) and the erupted second permanent molars (an average of 5.44 ± 0.25 mm), thereby creating additional space in the dental arch and optimizing occlusal relationships. At the same time, certain mesial migration of the premolars and proclination of the incisors was observed, as well as moderate tooth extrusion. In most cases, these changes were temporary and partially resolved after the completion of distalization and subsequent corrective treatment. **Conclusions.** The use of the Pendulum appliance is an effective method for distal movement of the permanent maxillary molars in children, contributing to the creation of additional space in the dental arch and the correction of distal occlusion. Unwanted effects, such as mesial tipping of the supporting teeth and incisor proclination, are generally reversible and can be managed with appropriate clinical measures. Optimizing biomechanics and increasing the anchorage base can help minimize undesirable tooth movements and shorten treatment duration.

Key words: dentofacial anomalies, Pendulum appliance, molar distalization, orthodontic treatment, children.

Аномалії зубощелепної системи у дітей залишаються однією з найактуальніших проблем сучасної ортодонції, оскільки можуть спричиняти виражені функціональні й естетичні порушення та суттєво впливати на якість життя пацієнтів [1]. Одним із поширених типів порушень є дистальне положення постійних молярів верхньої щелепи, яке призводить до дефіциту простору для прорізування других премолярів та інших зубів. Традиційні ортодонтичні методи не завжди дають змогу ефективно переміщувати постійні моляри у дистальному напрямку, що особливо проблематично у дітей під час активного розвитку зубощелепної системи [2]. Відтак, у клінічній практиці розглядають застосування різних апаратів для створення необхідного простору та нормалізації прикусу, однак ефективність більшості з них прямо залежить від кооперації з пацієнтом. Недостатня співпраця спричиняє подовження термінів лікування чи навіть його зрив [3, 4].

Пошук способів дисталізації постійних молярів без надмірної залежності від дисциплінованості дитини залишається нагальним завданням у сучас-

ній ортодонтії [5, 6]. Найактуальнішою виглядає стратегія, що поєднує контрольоване механічне переміщення зубів та мінімальні вимоги до активної участі пацієнта. Саме тому розробляються та вдосконалюються нові види апаратів, які дозволяють реалізовувати дистальне переміщення постійних молярів, водночас зводячи до мінімуму ризик небажаного зміщення опорних зубів чи виникнення інших ускладнень [7, 8].

Отже, постає потреба в дослідженні і впровадженні таких ортодонтичних технік, що дали б змогу ефективно переміщувати постійні моляри верхньої щелепи у дистальному напрямку, не покладаючись на значну кооперацію пацієнта. Результати подібних досліджень сприяють підвищенню рівня клінічної практики ортодонтичного лікування та дозволяють оптимізувати протоколи втручання, мінімізуючи ймовірність ускладнень і скорочуючи строки лікування у дітей з аномаліями зубощелепної системи.

Метою дослідження було оцінити ефективність застосування апарату Pendulum для дистального переміщення перших постійних молярів верхньої щелепи у дітей, у яких прорізулися другі постійні моляри.

Матеріал та методи дослідження. Дослідження проводилося за участю 11 пацієнтів, які звернулися до кафедри ортодонтії НМУ імені О.О. Богомольця, віком від 8 до 16 років, із наявними зубощелепними аномаліями та прорізнаними другими постійними молярами. Для дистального переміщення постійних молярів верхньої щелепи використовували Pendulum-апарат.

Дисталізацію здійснювали із застосуванням апарату Pendulum, запропонованого Hilgers [11]. Він є незнімним, внутрішньоротовим, механічно діючим апаратом, що фіксується на премолярах і перших постійних молярах та складається зі стандартних ортодонтичних кілець, акрилової кнопки Нансі, двох Pendulum-пружин, які вставляються у піднебінні трубки на перших постійних молярах.

За потреби дистального переміщення постійних молярів лише з одного боку апарат модифікували. Модифікація полягала у тому, що з того боку, де була потрібна дисталізація, залишали одну Pendulum-пружину, а з протилежного боку до кільця на першому постійному молярі верхньої щелепи припаювали ортодонтичний дріт діаметром 1,0–1,2 мм, який закінчувався в акриловій кнопці.

Активацію апарату проводили один раз на тиждень, нагинаючи Pendulum-пружини на 60°.

Це давало змогу створити зусилля приблизно 230 г на кожен бік.

Після дистального зміщення постійних молярів верхньої щелепи у значної частини пацієнтів виникала потреба у подальшому ортодонтичному лікуванні (наприклад, для встановлення іклів за I класом Енгля чи корекції інших компонентів прикусу). У деяких випадках після нормалізації положення перших постійних молярів створювали необхідне місце для прорізування премолярів. Залежно від клінічної ситуації застосовували додаткові ортодонтичні методи (мультибондінг системи, функціонально-діючі апарати) або завершували лікування використанням стабілізуючого апарата, такого як упор Нансі.

Для визначення особливостей морфологічної будови лицевого черепа використовували телерентгенограми голови, виконані в бічній проєкції. Латеральні телерентгенограми голови отримували за допомогою апарату “ORTHOPHOS” фірми “SIRONA SIDEXIS” із фокусною відстанню 150 см, напругою 65–75 кВ, експозицією 1,6–2,0 с, силою струму 14 мА. Голову пацієнта фіксували за допомогою цефалостата, а рентгівський промінь спрямовували на центр зовнішнього слухового проходу. Для визначення структурних особливостей лицевого черепа у пацієнтів із дистальним прикусом було вивчено 8 куткових та 8 лінійних параметрів [9].

Отримані результати обробляли методами варіаційної статистики за допомогою програмного забезпечення Microsoft Office Excel 2016. Статистичну обробку результатів експериментального дослідження здійснювали методами варіаційного аналізу з використанням t-критерію Стьюдента, при цьому різницю вважали статистично вірогідною за умови $p < 0,01$ [10].

Результати та їх обговорення. У сучасній ортодонтичній практиці все частіше вдаються до застосування різноманітних апаратів, призначених для дисталізації постійних молярів верхньої щелепи. З-поміж цих засобів особливу увагу привертає Pendulum-апарат, адже він дає змогу переміщувати моляри в дистальному напрямку більш контрольовано і передбачувано, водночас знижуючи залежність від кооперації з пацієнтом. Зазвичай цей метод розглядають як один із перших етапів лікування, метою якого є створення простору для подальшого відновлення оптимальних між-оклюзійних співвідношень, корекції скупченості зубів і встановлення іклів за I класом Енгля. Якщо другі постійні моляри вже прорізулися, вони теж можуть дисталізуватися, що додатково розширює

лікувальні можливості та дає змогу забезпечити кращий розподіл зусиль. Разом із тим, існують певні нюанси, пов'язані з небажаними ефектами, такими як мезіальний нахил опорних зубів, протрузія різців, а також екструзія премолярів і молярів, які потребують детального вивчення й контролю під час лікування. Для оцінки змін у положенні зубів та оцінки морфометричних характеристик лицевого черепа використовують телерентгенографію голови в бічній проекції. Аналіз кутових і лінійних показників до та після лікування дає змогу виявити ступінь дистальної і мезіальної міграції, величину нахилу зубів, характер переміщення опорних одиниць та інші важливі аспекти біомеханіки. Нижче подано узагальнені дані щодо змін кутових і лінійних параметрів за результатами застосування Pendulum-апарата в осіб із прорізаними другими постійними молярами верхньої щелепи, а також наведено аналіз отриманих результатів та висновки щодо ефективності і безпечності цієї методики (табл. 1).

Таблиця 1
Зміни кутових і лінійних параметрів до та після дистального переміщення молярів верхньої щелепи за допомогою Pendulum-апарата

Параметри	До лікування, М±m	Після лікування, М±m
Кутові:		
∠1SpP	72,0±0,32	69,44±0,42
∠1NS	80,86±0,58	78,22±0,47
∠4SpP	90,14±0,21	88,60±0,32
∠4NS	97,75±0,59	95,65±0,26
∠5SpP	101,74±0,85	99,87±0,39
∠5NS	106,71±0,32	104,99±0,45
∠6SpP	108,0±0,53	111,37±0,24
∠6NS	114,43±0,88	117,86±0,33
Лінійні:		
1SpP	26,57±0,65	25,09±0,62
4SpP	23,5±0,38	24,09±0,72
5SpP	22,09±0,47	22,86±0,44
6SpP	20,53±0,36	20,99±0,15
1-C	18,22±0,35	18,62±0,23
4-C	59,66±0,18	61,72±0,21
5-C	44,58±0,18	46,04±0,18
6-C	38,7±0,21	36,3±0,32

Отримані дані свідчать про те, що після застосування Pendulum-апарата відбуваються статистично значущі зміни як у кутових, так і в лінійних параметрах, які дають змогу зрозуміти характер руху окремих груп зубів. Насамперед звертає на себе увагу зменшення ∠1SpP (з 72,0±0,32 до 69,44±0,42) та ∠1NS (з 80,86±0,58 до 78,22±0,47),

що підтверджує небажане мезіальне зрушення опорних зубів та розходження різців, інакше кажучи, їх протрузію. Такий рух може негативно вплинути на естетичні параметри усмішки та на функціональні показники, позаяк змінюється кут нахилу фронтальних зубів і співвідношення між ними. Водночас помірне зменшення показників ∠4SpP (з 90,14±0,21 до 88,60±0,32) та ∠4NS (з 97,75±0,59 до 95,65±0,26) підтверджує наявність мезіального нахилу других премолярів, які слугують опорою. Такий нахил є природним наслідком докладання сили, спрямованої на дисталізацію молярів, оскільки частина створюваного апаратом моменту передається на премоляри. Якщо цей нахил надмірний, у подальшому може знадобитися додатковий етап лікування, спрямований на повернення цих зубів у правильне положення.

Досить показовим є збільшення ∠7SpP (з 116,71±0,23 до 122,00±0,52) та ∠7NS (з 124,57±0,23 до 129,95±0,31), що вказує на виразний дистальний нахил прорізаних других постійних молярів (17, 27) і свідчить про їх активну участь у дисталізації. Такий переміщувальний ефект дає змогу досягти додаткового простору в зубному ряду, однак потребує контролю за положенням сьомих зубів, аби зберегти оптимальне співвідношення з антагоністами. Аналіз лінійних параметрів поглиблює розуміння цих змін: зменшення 7-C (з 21,71±0,61 до 16,84±0,59) прямо підтверджує факт дистального зсуву других молярів і вказує на ефективність Pendulum-апарата в таких клінічних ситуаціях.

Обсяг дистального переміщення перших постійних молярів (16, 26) коливався в межах 4,1–10,5 мм, становлячи в середньому 6,8±0,61 мм, тоді як другі постійні моляри могли зміщуватися на 5,44±0,25 мм. Така величина дисталізації засвідчує чималий потенціал Pendulum-апарата, особливо у випадках, коли пацієнти потребують створення додаткового місця для корекції дистальної оклюзії або скупченості в бокових відділах. Тривалість лікування варіювала від 1,64 до 6,46 місяця, тобто в середньому 4,06±0,47 місяця, що свідчить про відносно високу швидкість досягнення бажаних результатів. Важливим показником вважають співвідношення між дистальною міграцією молярів і мезіальним зміщенням опорних зубів: згідно з отриманими даними, на кожен 1 мм дисталізації молярів припадало 0,35 мм переміщення премолярів. Це означає, що незважаючи на досить активний рух молярів назад, певна частка силового впливу

передається на опору і може викликати її зсув, що необхідно враховувати під час планування лікування та профілактики небажаних ефектів.

Дистальний нахил перших постійних молярів, зафіксований на рівні $3,37^\circ$ ($\angle 6SpP$) та $3,43^\circ$ ($\angle 6NS$), свідчить про відносно помірне «перекидання» шостих зубів у дистальному напрямку, тоді як другі постійні моляри, згідно з розрахунками, набували ще більшого дистального нахилу (близько $5,29^\circ$ – $5,38^\circ$). Цей факт підтверджує, що у присутності сьомих зубів відбувається не лише дисталізація шостих, а й залучення останніх у переміщувальний процес, що підвищує загальну ефективність методу, водночас посилюючи потребу в ретельному контролі оклюзійних контактів у дистальному відділі зубного ряду. Крім того, про опорну складову свідчить середнє мезіальне зрушення премолярів (2,4 мм) та підвищена протрузія різців: $2,56^\circ$ за показником $\angle 1SpP$ і $2,64^\circ$ за показником $\angle 1NS$. Незважаючи на те, що такі зміни вважаються небажаними, клінічні спостереження вказують на їх здебільшого зворотний характер: після зняття апарата і під дією трансептальних волокон (та належних ретенційних заходів) частина мезіального нахилу й протрузії нівелюється впродовж кількох тижнів.

Екструзія премолярів і молярів у цьому дослідженні мала відносно помірний характер (зокрема, 0,59 мм для перших премолярів, 0,77 мм для других, 0,46 мм для перших молярів і близько 1,4 мм для других), що не мало суттєвого негативного впливу на міжоклюзійні співвідношення. Завдяки тому, що більшість коригувальних заходів проводилися на пізніших етапах, ці зміни поверталися до норми, а при правильній організації лікувального процесу екструзія не спричиняла вертикальної дисгармонії. Однак слід розуміти, що за певних клінічних обставин (наприклад, вертикальна тенденція до формування відкритого прикусу) цей аспект може стати серйознішою проблемою, і тоді потрібне додаткове використання механізмів контролю вертикального розміру.

Висновки:

1. Використання Pendulum-апарата в осіб із прорізаними другими постійними молярами верхньої щелепи забезпечує високу ефективність дисталізації шостих і сьомих зубів, створюючи додатковий простір у зубному ряду та сприяючи корекції дистальної оклюзії.

2. Застосування такого методу супроводжується небажаними ефектами, серед яких найчастіше фіксується мезіальний нахил премолярів, збільшення кута нахилу різців і певна екструзія

зубів, однак у більшості випадків ці зміни мають тимчасовий характер.

3. Зниження $\angle 1SpP$ та $\angle 1NS$ підтверджує протрузію різців, що має братися до уваги під час планування лікування та контролю естетичних параметрів фронтальної ділянки.

4. Більший дистальний нахил характерний саме для других постійних молярів, які активно залучаються до процесу і впливають на міжоклюзійні співвідношення у бокових відділах зубного ряду.

5. Для зменшення небажаного зміщення премолярів і зниження ступеня протрузії різців доцільно збільшувати площу опори (наприклад, модифікувати кнопку Нансі) або залучати додаткові зуби як опорні одиниці.

Література:

1. de Lira Ade L., Prado S., Araújo M.T., Sant'Anna E.F., Ruellas A.C. Distal movement of upper permanent molars using midpalatal mini-implant. *Dental Press J Orthod*. 2013. Vol. 18. №2. P. 18.e1-5. DOI: 10.1590/s2176-94512013000200006
2. Gianelly A.A. Distal movement of the maxillary molars. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 1998. Vol. 114. №1. P. 66-72. DOI: 10.1016/s0889-5406(98)70240-9.
3. Alshammari A., Almotairy N., Kumar A., Grigoriadis A. Effect of malocclusion on jaw motor function and chewing in children: a systematic review. *Clin Oral Investig*. 2022. Vol. 26. №3. P. 2335-351. DOI: 10.1007/s00784-021-04356-y.
4. De Ridder L., Aleksieva A., Willems G., Declerck D., Cadenas de Llano-Pérula M. Prevalence of Orthodontic Malocclusions in Healthy Children and Adolescents: A Systematic Review. *Int J Environ Res Public Health*. 2022. Vol. 19. №12. P. 7446. DOI: 10.3390/ijerph19127446.
5. Londono J., Ghasemi S., Moghaddasi N., Baninajarian H., Fahimipour A., Hashemi S., Fathi A., Dashti M. Prevalence of malocclusion in Turkish children and adolescents: A systematic review and meta-analysis. *Clin Exp Dent Res*. 2023 Aug. Vol. 9. №4. P. 689-700. DOI: 10.1002/cre2.771.
6. Caruso S., Nota A., Ehsani S., Maddalone E., Ojima K., Tecco S. Impact of molar teeth distalization with clear aligners on occlusal vertical dimension: a retrospective study. *BMC Oral Health*. 2019 Aug 13. Vol. 19. № 1. P. 182. DOI: 10.1186/s12903-019-0880-8.
7. Köle H. Surgical operations on the alveolar ridge to correct occlusal abnormalities. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*. 1959. Vol. 12. №5. P. 515-29. DOI: 10.1016/0030-4220(59)90153-7.
8. Frost H.M. The regional acceleratory phenomenon: a review. *Henry Ford Hosp Med J*. 1983. Vol. 31. №1. P. 3-9.
9. Фліс П.С. Ортодонтия. Вінниця: Нова книга, 2007. 312 с.

10. Рогач І.М., Керецман А.О., Сіткар А.Д. Правильно вибраний метод статистичного аналізу – шлях до якісної інтерпретації даних медичних досліджень. *Науковий вісник Ужгородського університету*. 2017. Вип. 2. С. 124-28.

11. Nissen S.H. The Pendulum Appliance for Class II Non-Compliance Therapy. *J Clin Orthod*. 2017. №51. P. 564–567.

References:

1. de Lira, A.deL., Prado, S., Araújo, M. T., Sant'Anna, E. F., & Ruellas, A. C. (2013). Distal movement of upper permanent molars using midpalatal mini-implant. *Dental press journal of orthodontics*, 18(2), 18.e1-18.e185. DOI: 10.1590/s2176-94512013000200006.

2. Gianelly, A.A. (1998). Distal movement of the maxillary molars. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics : official publication of the American Association of Orthodontists, its constituent societies, and the American Board of Orthodontics*, 114(1), 66-72. c

3. Alshammari, A., Almotairy, N., Kumar, A., & Grigoriadis, A. (2022). Effect of malocclusion on jaw motor function and chewing in children: a systematic review. *Clinical oral investigations*, 26(3), 2335-2351. DOI: 10.1007/s00784-021-04356-y.

4. DeRidder, L., Aleksieva, A., Willems, G., Declerck, D., & Cadenas de Llano-Pérula, M. (2022). Prevalence of Orthodontic Malocclusions in Healthy Children and Adolescents: A Systematic Review. *International journal of environmental research and public health*, 19(12), 7446. . DOI: 10.3390/ijerph19127446.

5. Londono, J., Ghasemi, S., Moghaddasi, N., Baninajarian, H., Fahimipour, A., Hashemi, S., Fathi, A., & Dashti, M. (2023). Prevalence of malocclusion in Turkish children and adolescents: A systematic review and meta-analysis. *Clinical and experimental dental research*, 9(4), 689-700. DOI: 10.1002/cre2.771.

6. Caruso, S., Nota, A., Ehsani, S., Maddalone, E., Ojima, K., & Tecco, S. (2019). Impact of molar teeth distalization with clear aligners on occlusal vertical dimension: a retrospective study. *BMC oral health*, 19(1), 182. DOI: 10.1186/s12903-019-0880-8

7. Köle, H. (1959). Surgical operations on the alveolar ridge to correct occlusal abnormalities. *Oral surgery, oral medicine, and oral pathology*, 12(5), 515-529. DOI: 10.1016/0030-4220(59)90153-7.

8. Frost, H.M. (1983). The regional acceleratory phenomenon: a review. *Henry Ford Hospital medical journal*, 31(1), 3-9.

9. Flis, P.S. (2007). Ortodontiya [Orthodontics]. Vinnytsia: Nova knyha, 312 p. [in Ukrainian].

10. Rohach, I.M., Keretsman, A.O., & Sitkar, A.D. (2017). Pravylny vybranyy metod statystychnoho analizu – shlyakh do yakisnoyi interpretatsiyi danykh medychnykh doslidzhen [Correct choice of statistical analysis method is the key way to high-quality interpretation of data of medical research]. *Naukovyy visnyk Uzhhorodskoho universytetu – Scientific Bulletin of Uzhgorod University*, 2(56), 124-128 [in Ukrainian].

11. Nissen SH. (2017). The Pendulum Appliance for Class II Non-Compliance Therapy. *J Clin Orthod*. 51, 564–567.