

УДК 616.314-007.21:572.782-053.6

DOI <https://doi.org/10.11603/2311-9624.2026.2.16432>**Л. А. Сарафинюк¹**ORCID <https://orcid.org/0000-0001-8253-5997>**Р. О. Іванов¹**ORCID <https://orcid.org/0000-0002-2593-6505>**І. О. Степаненко²**ORCID <https://orcid.org/0000-0001-5589-4951>**П. В. Сарафинюк²**ORCID <https://orcid.org/0000-0002-6795-1279>**О. І. Попова¹**ORCID <https://orcid.org/0000-0002-7793-021X>¹Вінницький національний медичний університет імені М. І. Пирогова²Вінницький державний педагогічний університет імені Михайла Коцюбинського**КРАНІОМЕТРИЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ПОКАЗНИКІВ ЖУВАЛЬНОГО ТИСКУ У ДІВЧАТ ТА ЮНАКІВ З ФІЗІОЛОГІЧНИМИ ВАРІАНТАМИ ПРИКУСУ****L. A. Sarafyniuk¹, R. O. Ivanov¹, I. O. Stepanenko², P. V. Sarafyniuk², O. I. Popova¹**¹National Pirogov Memorial Medical University²Vinnitsia Mykhailo Kotsyubynskyi State Pedagogical University**CRANIOMETRIC FEATURES OF MASTICATORY PRESSURE IN YOUNG ADULTS WITH PHYSIOLOGICAL OCCLUSION****ІНФОРМАЦІЯ**Електронна адреса
для листування:
Lsarafyniuk@gmail.comСтаття надійшла до редакції:
28.03.2026

Схвалено до друку: 02.04.2026

Статтю опубліковано:

30.05.2026

Стаття поширюється на умовах
ліцензії відкритого доступу
(CC BY 4.0)**Ключові слова:** жувальний тиск, жувальна ефективність, зуби, щелепи, краніотип, форма черепа, фізіологічний прикус, юнацький вік.**АНОТАЦІЯ**

Краніометричні та функціональні характеристики жувального тиску залишаються недостатньо вивченими у сучасній стоматологічній практиці, незважаючи на зростаюче визнання конституційних факторів.

Мета дослідження – встановити особливості жувального тиску різних зубів у дівчат і юнаків з фізіологічним прикусом, які належали до брахікефального, мезокефального та доліхокефального краніотипів.**Матеріали та методи.** 118 дівчат і 104 юнаки з одним із варіантів фізіологічного прикусу пройшли стандартизоване краніометричне обстеження за протоколами Мартіна-Саллера, що дозволило розділити їх на три групи: брахікефали (34 юнаків і 46 дівчат), мезокефали (37 юнаків і 39 дівчат) і доліхокефали (33 юнаки і 33 дівчини). Кількісна оцінка жувального тиску проводилася з використанням технології тензочутливої плівки Fuji Prescale MS, що фіксувала максимальні сили прикусу на всіх функціональних одиницях зубного ряду білатерально. Статистичний аналіз виконано з використанням програмного пакету "Statistica 5.5" з використанням U-критерію Манна-Уїтні.**Результати.** Особи чоловічої та жіночої статі з різними краніотипами мали достовірні відмінності у величині показників жувальної ефективності. Встановлено, що особи з мезокефальною формою черепа мали найбільшу величину жувального тиску з достовірною різницею між групами порівняння, зокрема, на всіх різцях – у юнаків і дівчат, на правому іклі – у юнаків, на лівому іклі – у дівчат і юнаків, на правих першому та другому премоларях – у юнаків, на правому другому молярі – у юнаків, на лівому першому молярі – у юнаків. Тенденція до збереження більших значень жувального тиску у юнаків мезокефалів

збережена і на всіх кутніх зубах. У більшості випадків суттєвої різниці між величиною жувального тиску між особами з доліхокефальною та мезокефальною формою черепа не виявлено. У дівчат на правій і лівій половинах зубної дуги не виявлено краніометричних відмінностей у величині жувального тиску на кутніх зубах, у юнаків – на правому першому молярі, лівих премолярах і лівому другому молярі. Таким чином, краніометричні особливості жувального тиску більше виражені на передніх зубах.

Висновки. Встановлено, що у дівчат і юнаків мезокефалів був найбільший жувальний тиск на правих і лівих різцях, у дівчат з доліхокефальним краніотипом, а в юнаків з брахікефальним типом жувальний тиск на різцях був найменшим. У юнаків мезокефалів жувальний тиск на правому першому премолярі був достовірно більшим порівняно з брахікефалами і доліхокефалами, на правому другому премолярі порівняно з брахікефалами, на лівому першому молярі, ніж у брахікефалів, на правому другому, ніж у доліхокефалів і мезокефалів. В осіб чоловічої та жіночої статі з брахікефальним краніотипом найменший жувальний тиск був на іклах. Жувальна ефективність на лівих першому та другому премолярі у дівчат і юнаків та на правих премолярах у дівчат не мала достовірних краніометричних відмінностей. Виявлено відсутність достовірних краніометричних відмінностей у жувальній ефективності перших і других молярів у дівчат всіх краніотипів на правій і лівій половинах зубної дуги, а в юнаків лише правому першому та лівому другому молярах.

INFORMATION

Email address
for correspondence:
Lsarafinyuk@gmail.com

Received: 28.03.2026
Accepted: 02.04.2026
Published: 30.05.2026

Key words: masticatory pressure, masticatory efficiency, teeth, jaws, craniotype, skull shape, physiological occlusion, young adults.

ABSTRACT

Craniometric and functional characteristics of masticatory pressure remain insufficiently studied in contemporary dental practice, despite growing recognition of constitutional factors.

Aim. To establish the features of masticatory pressure on different teeth in young adult females and males with physiological occlusion belonging to brachycephalic, mesocephalic, and dolichocephalic craniotypes.

Materials and Methods. 118 females and 104 males with one of the physiological occlusion variants underwent standardized craniometric examination according to the Martin-Saller protocol, which allowed their division into three groups: brachycephalics (34 males and 46 females), mesocephalics (37 males and 39 females), and dolichocephalics (33 males and 33 females). Quantitative assessment of masticatory pressure was performed using Fuji Prescale MS tensosensitive film technology, which recorded maximum bite forces on all functional dental units bilaterally. Statistical analysis was performed using the Statistica 5.5 software package with the Mann-Whitney U-test.

Results. Males and females with different craniotypes demonstrated statistically significant differences in masticatory efficiency values. Individuals with mesocephalic skull shape had the highest masticatory pressure with significant differences between comparison groups, specifically on all incisors in both males and females; on the right canine in males; on the left canine in both males and females; on the right first and second premolars in males; on the right second molar in males; on the left first molar in males. The tendency toward higher masticatory pressure in mesocephalic males was maintained on all molar teeth. In most cases, no significant differences were found between dolichocephalic and mesocephalic individuals. In females, no craniometric differences in masticatory pressure were found on molar teeth across either dental arch half; in males, this applied to the right first molar, left premolars, and left second molar. Thus, craniometric features of masticatory pressure are more pronounced on anterior teeth.

Conclusions. Mesocephalic females and males demonstrated the highest masticatory pressure on both right and left incisors. The lowest incisor

to dolichocephalics and brachycephalics. Brachycephalic males and females showed the lowest masticatory pressure on canines. No significant craniometric differences were found in masticatory efficiency on left first and second premolars in both sexes, and on right premolars in females. No significant craniometric differences in first and second molar efficiency were identified in females of all craniotypes on either side of the dental arch; in males, this was observed only for the right first and left second molars. pressure was recorded in dolichocephalic females and brachycephalic males. In mesocephalic males, masticatory pressure on the right first premolar was significantly higher than in brachycephalics and dolichocephalics; on the right second premolar compared to brachycephalics; on the left first molar compared to brachycephalics; and on the right second molar compared

Вступ. Визначення особливостей жувального тиску в момент оклюзії, що відображає жувальну ефективність, має незаперечне практичне значення у стоматології. Це доведено багатьма науковими дослідженнями [1–3]. Акцентується увага при цьому на необхідності врахування етнічних особливостей величини даного показника [4], а також його вікових змін [5, 6] в осіб різної статі [7]. Ще одним із аспектів, які необхідно враховувати при визначенні референтних значень величини жувального тиску, є оцінка соматотипологічних характеристик людини. Як зазначають науковці, зокрема Л. В. Смаглюк і Д. В. Шешуков [8] існує конституціональна обумовленість жувальної ефективності, тому що ними у дослідженні був виявлений взаємозв'язок між антропометричними параметрами загального фізичного розвитку, конституціонально-типологічними характеристиками окремо взятої людини та певними стоматологічними захворюваннями. Але більшість науковців поділяють думку про те, що на стан зубо-щелепної системи домінуючий вплив має саме така локальна конституціональна характеристика – як краніотип [9, 10]. Форма черепа має жорстку генетичну детермінацію, що проявляється ще в ембріональному періоді онтогенезу [11, 12].

Сучасний краніометричний аналіз посідає головне місце в стоматологічній діагностиці та плануванні ортодонтичного лікування. Він має прикладне значення для ортогнатичної хірургії, судової медицини, краніофасіальної реконструкції [13]. Науковці Вінницького національного медичного університету ім. М. І. Пирогова широко застосовують цефалометрію для моделювання телерентгенографічних показників залежно від типів обличчя [14–16]. Тому визначення величини жувального тиску на різних зубах лівої та правої половини щелепи у зв'язку із краніометричними характеристиками є актуальним і практично значущим.

Мета дослідження – встановити особливості жувального тиску різних зубів у дівчат і юнаків

з фізіологічним прикусом, які належали до брахікефального, мезокефального та доліхокефального краніотипів.

Матеріали та методи дослідження. Клінічне обстеження було здійснене на базі кафедри ортопедичної стоматології Вінницького національного медичного університету ім. М. І. Пирогова. Первинний огляд ротової порожнини пройшли 264 особи юнацького віку (юнаки 17–21 рік, дівчата 16–20 років). Після виключення осіб з аномаліями та патологічними станами щелепно-лицевої ділянки, у фінальну вибірку увійшли 222 особи (118 дівчат та 104 юнаки) з одним із варіантів фізіологічної оклюзії.

Краніометричне обстеження проводилося за загальноприйнятою методикою Мартіна-Саллера [17] із використанням стандартного антропометричного інструментарію. Застосовувався товстотний циркуль для вимірювання поздовжнього (glabella – opisthocranium) та поперечного (europ – europ) діаметрів голови. На основі отриманих показників розраховувався черепний показник (краніальний індекс) за формулою: поперечний діаметр голови / поздовжній діаметр голови $\times 100$. Відповідно до класифікації Мартіна, обстежені були розподілені на три краніотипи: брахікефали (краніальний індекс понад 80,9), мезокефали (краніальний індекс 75,0–80,9) та доліхокефали (краніальний індекс менше 75,0). Кількісний розподіл серед представників із різними краніотипами мав наступний вигляд: брахікефалія – 34 юнаків і 46 дівчат, доліхокефалія – по 33 особи кожної статі, мезокефалія – 37 юнаків і 39 дівчат. Для об'єктивної оцінки жувальної ефективності застосовувалася комп'ютерна система визначення розподілу оклюзійного навантаження Fuji Prescale MS (ліцензія 4761-0000-0404-C67B-CAB2-57A2) із використанням тензочутливої плівки Fuji [18]. Про актуальність використання тензочутливих плівок і T-Scan обладнання зазначали Y. F. Huang, et al. [19], що актуалізує вибраний нами метод оцінки жувального тиску із застосуванням плівкового покриття Fuji.

Статистична обробка отриманих результатів проводилася з використанням програмного пакету «Statistica 5.5» (ліцензійна версія). Для оцінки міжгрупових краніометричних відмінностей показників оклюзійного навантаження застосовувався непараметричний U-критерій Мана-Уїтні. Всі процедури обстеження виконувалися за принципом добровільної інформованої згоди учасників. Дослідження є складовою частиною планової науково-дослідної теми «Сомато-вісцерометричні особливості організму людини у різні періоди онтогенезу», що має державну реєстрацію за номером 0121U113772 (прикладна). Комісією з біоетики Вінницького національного медичного університету ім. М. І. Пирогова підтверджено відповідність проведених досліджень основним біоетичним принципам (протокол № 3 від 12.03.2024 р.).

Результати дослідження та їх обговорення. У результаті проведеного дослідження встановили виражені краніометричні відмінності у величині жувального тиску на першому правому різці в осіб юнацького віку різної статі (рис. 1). Виявлено, що його величина була у дівчат з брахікефальною формою черепа $11,13 \pm 5,12$ МПа, з мезокефальною – $16,92 \pm 4,44$ МПа, з доліхокефальною – $10,46 \pm 3,49$ МПа, а у юнаків брахікефалів – $14,37 \pm 6,71$ МПа, мезокефалів – $18,51 \pm 4,21$ МПа, доліхокефалів – $16,12 \pm 5,86$ МПа. Привертає увагу те, що у юнаків і дівчат з мезокефальною формою черепа жувальна ефективність першого різця найвища, найнижча – у юнаків брахікефалів і дівчат доліхокефалів. Особи жіночої

статі з вираженою мезокефалією мають достовірно більшу жувальну ефективність першого різця, ніж дівчата брахікефали та доліхокефали (в обох випадках $p < 0,001$). У юнаків мезокефалів достовірно ($p < 0,05$) більші значення жувального тиску на першому різці виявлено лише при порівнянні з групою юнаків з вираженою брахікефалією.

Жувальний тиск на правому другому різці у дівчат з брахікефальною формою черепа становив $11,76 \pm 3,98$ МПа, з мезокефальною – $14,87 \pm 5,26$ МПа, з доліхокефальною – $11,79 \pm 3,42$ МПа, а у юнаків брахікефалів – $11,31 \pm 3,95$ МПа, мезокефалів – $18,78 \pm 4,06$ МПа, доліхокефалів – $13,41 \pm 5,26$ МПа (див. рис. 1). Найвищі значення даний показник мав у групах осіб обох статей з мезокефалією, у дівчат з доліхокефальною та брахікефальною формами черепа тиск на даному зубі майже однаковий, а юнаки з брахікефальною формою черепа жувальний тиск на другому різці мали найнижчий. Дівчата з мезокефальною формою черепа жувальну ефективність другого різця мали достовірно більшу порівняно з брахікефалами ($p < 0,01$) та доліхокефалами ($p < 0,05$), а юнаки мезокефали мали даний показник значуще більший, ніж представники двох інших краніотипів (в обох випадках $p < 0,001$).

Аналізуючи особливості жувального тиску на лівій половині зубної дуги в осіб з різною формою черепа юнацького періоду онтогенезу, нами було виявлено, що жувальний тиск на лівому першому різці у дівчат з брахікефальною формою черепа був $10,16 \pm 3,27$ МПа, з мезокефальною – $16,60 \pm 4,34$ МПа,

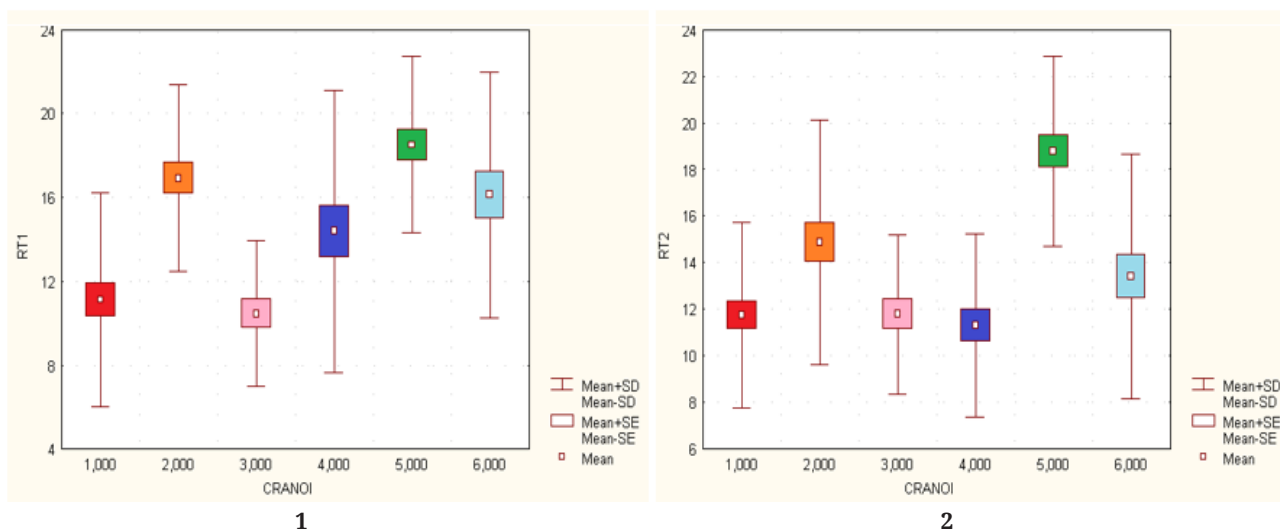


Рис. 1. Особливості жувального тиску на перших (1) та других (2) правих різцях у юнаків та дівчат різних краніотипів

Примітка тут і надалі: 1,000 – дівчата брахікефали; 2,000 – дівчата мезокефали; 3,000 – дівчата доліхокефали; 4,000 – юнаки брахікефали; 5,000 – юнаки мезокефали; 6,000 – юнаки доліхокефали, Mean Mean – середнє вибіркі; Mean $\pm$ SE – $\pm$ похибка середньої; Mean $\pm$ SD – $\pm$ середнє квадратичне відхилення.

з доліхокефальною – $11,18 \pm 3,47$ МПа. У юнаків брахікефалів середні значення даного показника становили $14,27 \pm 6,91$ МПа, мезокефалів – $17,87 \pm 5,05$ МПа, доліхокефалів – $14,67 \pm 5,65$ МПа (рис. 2). Таким чином, було визначено, що особи з мезокефальною формою черепа мали найвищу жувальну ефективність першого лівого різця, а між доліхокефалами та брахікефалами представниками жіночої і чоловічої статі різниці майже не помітна. Дівчата мезокефали мали силу прикусу на першому різці достовірно більшу у порівнянні з представницями брахікефалії та доліхокефалії (в обох випадках $p < 0,001$), а різниця при порівнянні юнаків різних краніометричних груп в обох випадках теж була статистично значущою при $p < 0,05$.

Виявлено, що жувальний тиск на лівому другому різці (див. рис. 2) у дівчат з брахікефальною формою черепа був $12,13 \pm 4,63$ МПа, з мезокефальною – $14,35 \pm 5,95$ МПа, з доліхокефальною – $10,90 \pm 3,55$ МПа. У юнаків брахікефалів середні значення даного показника становили $14,97 \pm 4,08$ МПа, мезокефалів – $18,43 \pm 4,24$ МПа, доліхокефалів – $15,99 \pm 5,34$ МПа. Як і на першому різці, у представників вираженої мезокефалії і на другому різці спостерігалася найвища жувальна ефективність. Але достовірні відмінності були зафіксовані лише у таких групах порівняння: між дівчатами із мезокефальною та доліхокефальною формами черепа ($p < 0,001$) і юнаками з мезокефальним і брахікефальним краніотипом ($p < 0,01$).

Виявлено, що жувальний тиск на правому іклі у дівчат з брахікефальною формою черепа був $12,53 \pm 3,75$ МПа, з мезокефальною – $16,20 \pm 3,51$ МПа, з доліхокефальною –

$17,00 \pm 4,02$ МПа, а у юнаків брахікефалів – $16,76 \pm 5,91$ МПа, мезокефалів – $20,46 \pm 3,33$ МПа, доліхокефалів – $16,96 \pm 5,54$ МПа. Привертає увагу те, що жувальний тиск на правому іклі мав найбільші значення у дівчат доліхокефалів і юнаків мезокефалів, найменші – у дівчат брахікефалів, а у юнаків відмінності між брахікефалами та доліхокефалами практично відсутні (рис. 3). Різниця була статистично значущою у величині жувальної ефективності правого ікла між групами порівняння у юнаків: мезокефали – брахікефали ($p < 0,01$) та мезокефали – доліхокефали ($p < 0,01$), і між групами дівчат: мезокефали – брахікефали та доліхокефали – брахікефали (в обох випадках $p < 0,001$).

Встановлено, що жувальний тиск на лівому іклі у дівчат з брахікефальною формою черепа був $12,14 \pm 3,14$ МПа, з мезокефальною – $16,99 \pm 3,75$ МПа, з доліхокефальною – $16,89 \pm 3,85$ МПа, а в юнаків брахікефалів середні значення даного показника були $16,23 \pm 5,27$ МПа, мезокефалів – $19,28 \pm 4,17$ МПа, доліхокефалів – $16,93 \pm 4,99$ МПа. Привертає увагу різко знижений жувальний тиск у дівчат з брахікефальною формою черепа та майже однакова величина даного показника в осіб жіночої статі з мезокефальною та доліхокефальною формами (див. рис. 3). Були визначені достовірні відмінності між групами порівняння: брахікефали – доліхокефали та брахікефали – мезокефали (в обох випадках $p < 0,001$). Юнаки ж з мезокефальною формою черепа мали найвищу жувальну ефективність лівого ікла, але статистично значуща різниця була зафіксована лише між брахікефалами та мезокефалами ($p < 0,05$).

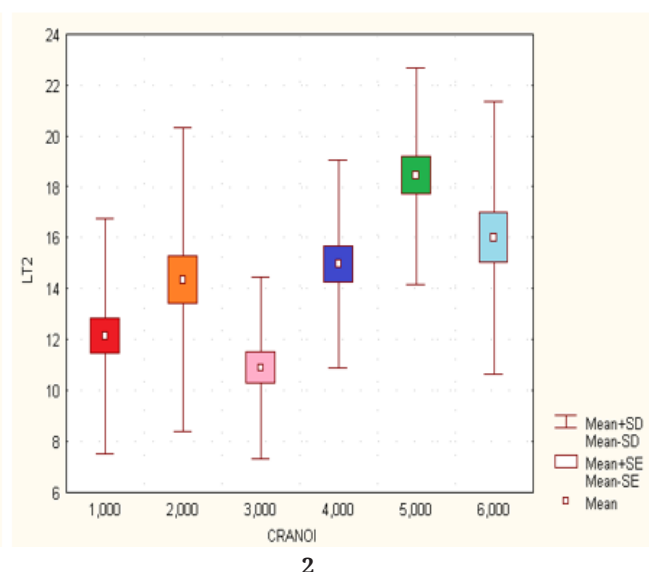
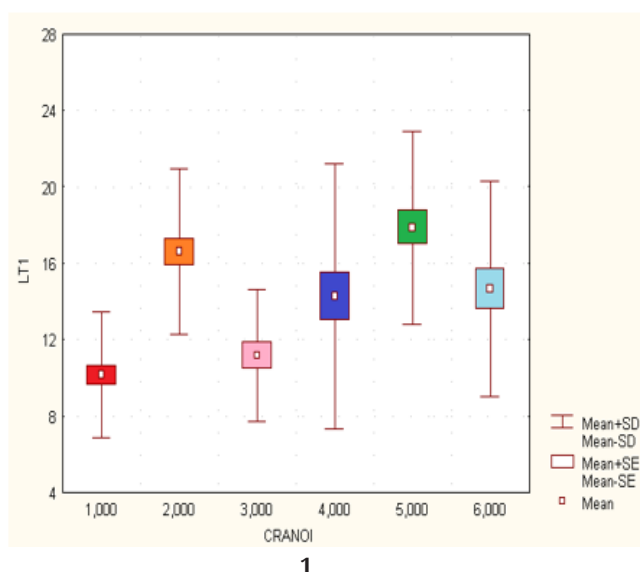


Рис. 2. Особливості жувального тиску на перших (1) та других (2) лівих різцях у юнаків та дівчат різних краніотипів

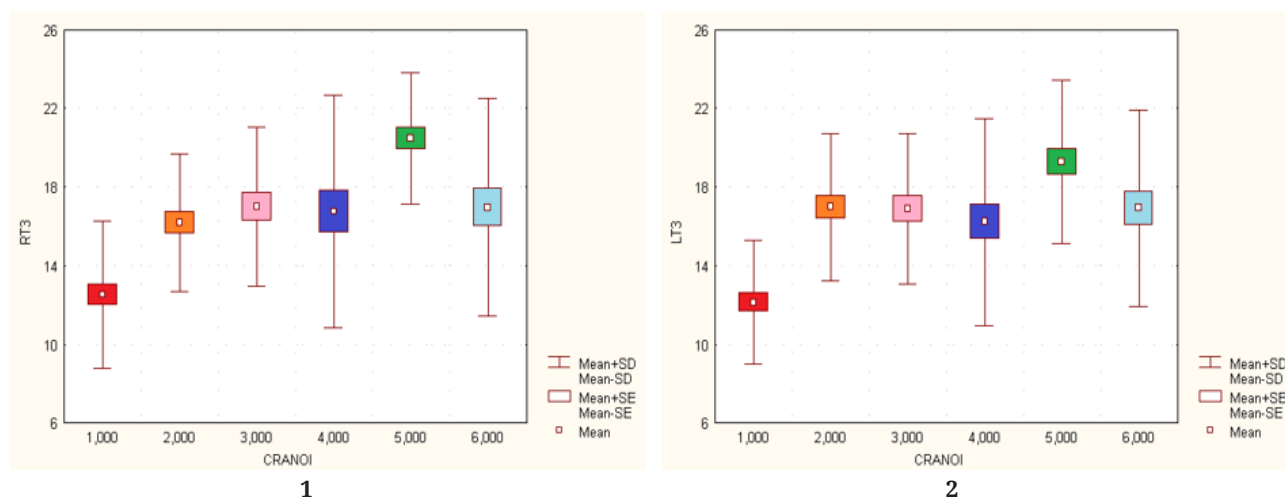


Рис. 3. Особливості жувального тиску на правих (1) та лівих (2) іклах у юнаків та дівчат різних краніотипів

Жувальний тиск на правому першому пре-молярі у дівчат з брахікефальною формою черепа був $16,90 \pm 5,31$ МПа, з мезокефальною – $17,15 \pm 4,74$ МПа, з доліхокефальною – $17,07 \pm 4,30$ МПа, а у юнаків брахікефалів – $19,27 \pm 2,99$ МПа, мезокефалів – $21,76 \pm 2,87$ МПа, доліхокефалів – $17,35 \pm 4,45$ МПа. Встановлено, що у дівчат з різною формою черепа показники жувальної ефективності на першому пре-молярі майже однакові, різниця між групами порівняння недостовірна. Юнаки з доліхокефальною формою черепа мали найменшу величину даного показника, а з мезокефальною формою черепа – достовірно більшу порівняно з брахікефалами ($p < 0,01$) та доліхокефалами ($p < 0,001$) (рис. 4).

У дівчат з брахікефальною формою черепа жувальний тиск на правому другому пре-молярі був $18,24 \pm 5,41$ МПа, з мезокефальною – $19,40 \pm 4,25$ МПа, з доліхокефальною –

$20,46 \pm 4,57$ МПа, а у юнаків брахікефалів – $19,69 \pm 4,07$ МПа, мезокефалів – $22,63 \pm 2,81$ МПа, доліхокефалів – $20,44 \pm 3,94$ МПа. В осіб чоловічої та жіночої статі з брахікефальною формою черепа даний показник був найменшим, але при порівнянні груп дівчат з різною величиною черепного показника достовірної різниці не було зафіксовано (див. рис. 4). Юнаки з вираженою мезокефалією мали жувальний тиск на другому пре-молярі більший, ніж юнаки брахікефали ($p < 0,001$) та доліхокефали ($p < 0,05$).

Виявлено, що жувальний тиск на лівому першому пре-молярі у дівчат з брахікефальною формою черепа був $16,70 \pm 5,07$ МПа, з мезокефальною – $18,51 \pm 5,04$ МПа, з доліхокефальною – $16,28 \pm 4,56$ МПа. У юнаків брахікефалів середні значення жувального тиску лівого першого пре-моляра становили $19,57 \pm 4,03$ МПа, мезокефалів – $19,68 \pm 3,83$ МПа, доліхокефалів – $19,70 \pm 5,05$ МПа. Привертає увагу майже

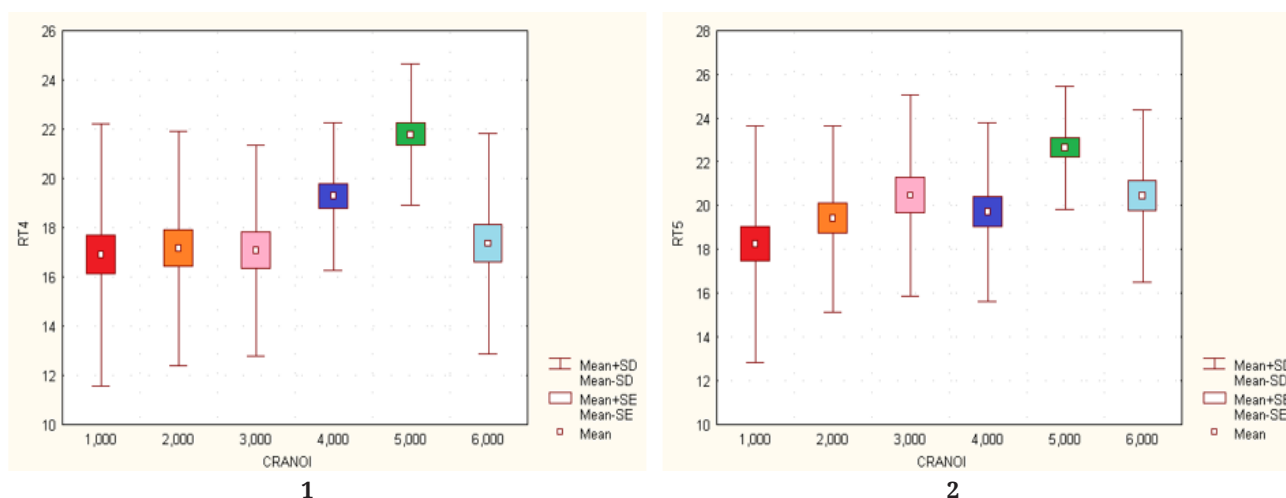


Рис. 4. Особливості жувального тиску на перших (1) та других (2) правих пре-молярах у юнаків та дівчат різних краніотипів

однакова величина даного показника у юнаків з різною формою черепа. А у дівчат, незважаючи на більші значення жувального тиску у представниць мезокефального краніотипу на лівому першому премоларі, достовірні відмінності між жодною групою порівняння, як і в юнаків, були відсутні (рис. 5).

Жувальний тиск на лівому другому премоларі у дівчат брахікефалів був $18,20 \pm 6,01$ МПа, мезокефалів – $18,85 \pm 5,19$ МПа, доліхокефалів – $18,20 \pm 5,85$ МПа; в юнаків брахікефалів – $19,83 \pm 4,88$ МПа, мезокефалів – $21,94 \pm 4,21$ МПа, доліхокефалів – $19,34 \pm 5,22$ МПа. Так як і на першому премоларі, статистично значущих краніометричних відмінностей у дівчат і юнаків жувальної ефективності на другому премоларі не виявлено. Хоча юнаки з мезокефальною формою черепа мали найбільшу середню величину даного показника, а з доліхокефальною – найменшу, у дівчат з різною формою черепа жувальний тиск на другому премоларі був майже однаковий (див. рис. 5).

Виявлено, що жувальний тиск на правому першому молярі у дівчат з брахікефальною формою черепа був $21,43 \pm 5,34$ МПа, з мезокефальною – $19,81 \pm 5,42$ МПа, з доліхокефальною – $21,96 \pm 3,94$ МПа. У юнаків брахікефалів середні значення даного показника становили $21,17 \pm 4,52$ МПа, мезокефалів – $23,71 \pm 3,49$ МПа, доліхокефалів – $21,54 \pm 4,82$ МПа. Привертає увагу те, що дівчата мезокефали мали найменшу величину даного показника з усіх груп порівняння, а юнаки мезокефали – найбільшу, але нами не було знайдено статистично значущої різниці між групами дівчат і хлопців з різною формою черепа у величині жувальної ефективності правого першого моляра ($p > 0,05$) (рис. 6).

Виявлено, що жувальний тиск на правому другому молярі у дівчат з брахікефальною формою черепа був $23,02 \pm 3,95$ МПа, з мезокефальною – $23,31 \pm 4,15$ МПа, з доліхокефальною – $23,36 \pm 3,77$ МПа. Таким чином, у дівчат різних краніотипів даний показник майже на одному рівні, тому достовірної різниці між групами порівняння була відсутня. В юнаків брахікефалів жувальна ефективність другого моляра була на рівні $21,99 \pm 4,32$ МПа, мезокефалів – $25,78 \pm 3,56$ МПа, доліхокефалів – $25,12 \pm 3,44$ МПа. Встановили, що юнаки брахікефали мали суттєво менші значення даного показника порівняно з доліхоцефалами та мезокефалами (в обох випадках $p < 0,001$) (див. рис. 6).

Виявлено, що жувальний тиск на лівому першому молярі (рис. 7) у дівчат з брахікефальною формою черепа був $22,16 \pm 4,30$ МПа, з мезокефальною – $21,24 \pm 4,35$ МПа, з доліхокефальною – $21,23 \pm 5,20$ МПа. У юнаків брахікефалів – $20,83 \pm 4,90$ МПа, мезокефалів – $23,62 \pm 4,50$ МПа, доліхокефалів – $21,95 \pm 5,13$ МПа. Дівчата з брахікефальною формою черепа мали незначну перевагу у величині тиску на першому молярі порівняно з представницями інших краніотипів, але достовірної різниці у величині даного показника між жодною групою порівняння не виявлено. Юнаки з мезокефальною формою черепа мали жувальну ефективність лівого першого моляра статистично значуще більшою, ніж юнаки з брахікефальною формою черепа ($p < 0,05$). При порівнянні брахікефалів і доліхокефалів та доліхокефалів і мезокефалів представників чоловічої статі суттєвої різниці ($p > 0,05$) у величині даного показника не виявлено.

Привертає увагу відсутність краніометричних відмінностей у величині жувального тиску на лівому другому молярі у юнаків

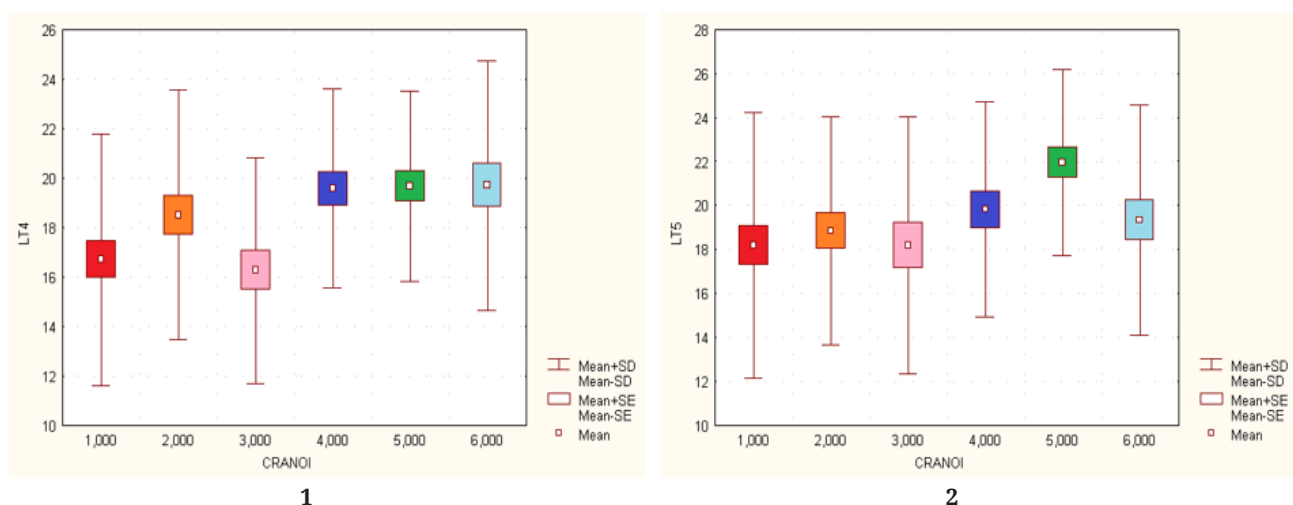


Рис. 5. Особливості жувального тиску на перших (1) та других (2) лівих премоларах у юнаків та дівчат різних краніотипів

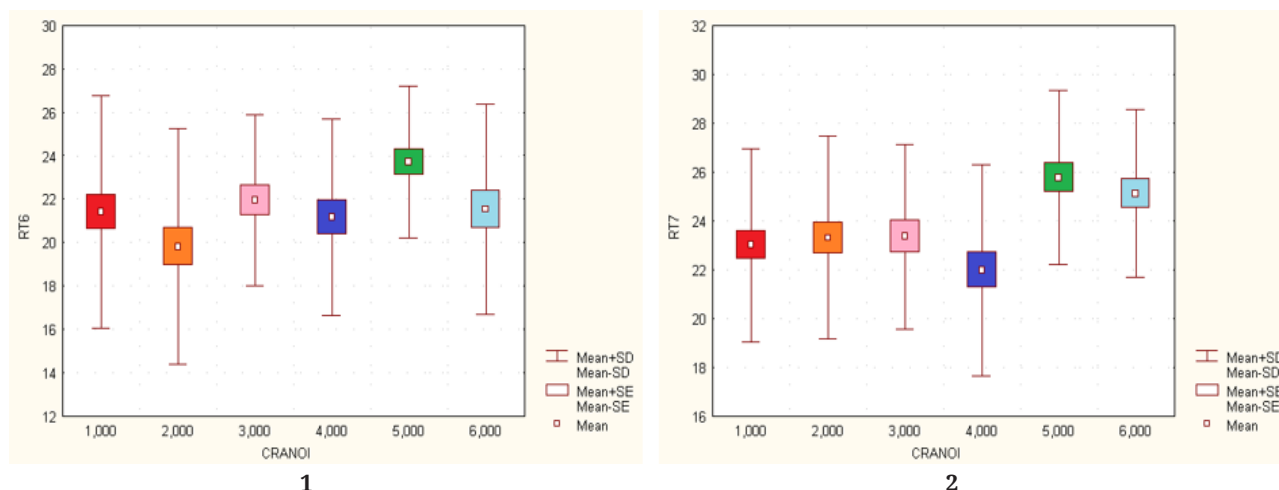


Рис. 6. Особливості жувального тиску на перших (1) та других (2) правих молярах у юнаків та дівчат різних краніотипів

і дівчат (див. рис. 7). Жувальний тиск на лівому другому молярі у дівчат з брахікефальною формою черепа був $23,37 \pm 3,90$ МПа, з мезокефальною – $23,33 \pm 4,93$ МПа, з доліхокефальною – $23,18 \pm 3,34$ МПа; в юнаків брахікефалів – $23,73 \pm 4,51$ МПа, мезокефалів – $24,70 \pm 4,61$ МПа, доліхокефалів – $24,12 \pm 3,68$ МПа. Достовірних відмінностей у величині даного показника не було виявлено між жодною групою порівняння.

Жувальний тиск є прямим віддзеркаленням функціонального, збалансованого стану всієї стоматогнатичної системи [3, 19, 20], яка зазнає впливу дуже багатьох факторів, зокрема, стану і розвитку жувальних м'язів, краніофасціальних параметрів, характером іннервації [21, 22, 23], рівнем здоров'я та загальним самопочуттям людини [5, 24]. Але наукові дослідження не заперечують значущого впливу на показники жувальної

ефективності морфологічних особливостей черепа [25, 26]. Р. R. Quiudini et al. [27] вказують не те, що кваліфіковане лікування морфологічних і функціональних аномалій прикусу для досягнення стабільних ортодонтичних результатів і запобігання можливим рецидивам потребує краніотипування. Про врахування індивідуального біотипу пацієнта для ефективного лікування зазначав і М. G. Woods [28]. J.A Alarcón et al. [29] у своїх дослідженнях довели, що краніотипи тісно пов'язані з морфологією верхньої та нижньої щелеп і, відповідно, з формою зубних дуг та положенням зубів. Тому виявлені нами краніометричні відмінності у силі жувального тиску на різцях, іклах, премолярах і молярах правої та лівої частини зубної дуги у юнаків і дівчат ґрунтуються на морфологічних особливостях краніофасціального комплексу.

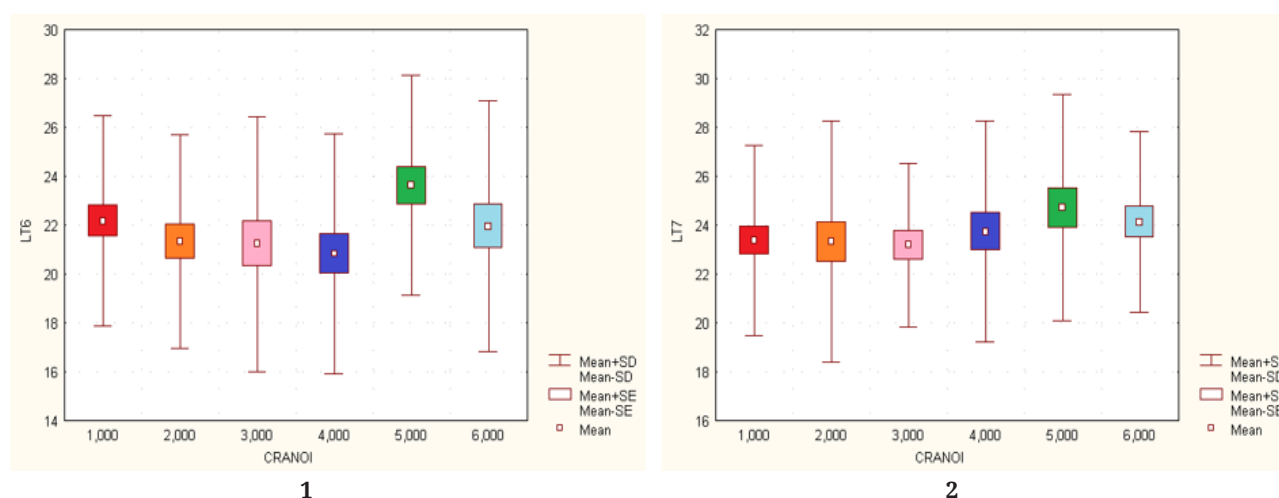


Рис. 7. Особливості жувального тиску на перших (1) та других (2) лівих молярах у юнаків та дівчат різних краніотипів

У дівчат з різною формою черепа на правій частині зубної дуги жувальний тиск, який виникає при максимальній оклюзії, мав достовірні відмінності лише для окремих зубів. Так у дівчат з мезокефальним краніотипом жувальна ефективність різців була найбільшою, із вираженими достовірними відмінностями між групами порівняння. Зокрема, у них жувальний тиск на першому правому різці був більший на 52,02 % порівняно з групою дівчат з доліхокефальною формою черепа і на 61,76 % порівняно з брахікефалами. На другому правому різці на 26,02 % жувальний тиск у мезокефалів більший порівняно з дівчатами доліхокефальним і брахікефальним краніотипами. На лівій половині зубної дуги зберігалася тенденція більших значень показників тиску саме у мезокефалів. Жувальна ефективність першого різця у них більша на 63,39 %, ніж у брахікефалів і на 48,48 %, ніж у дівчат доліхокефалів. А на другому різці, незважаючи на те, що у мезокефалів даний показник був найбільшим, достовірні відмінності виявлені лише між ними та доліхокефалами (на 31,61 %). У юнаків з вираженою мезокефалією теж жувальний тиск на різцях був найбільший: на першому правому різці на 28,81 % достовірно більший, ніж у юнаків брахікефалів. На другому різці у мезокефалів тиск на 66,05 % переважав аналогічний показник у юнаків брахікефалів і на 40,04 % у доліхокефалів. На лівій половині зубної дуги жувальний тиск мав достовірні відмінності лише між мезокефалами та брахікефалами: на першому різці різниця була у межах 25,23 %, а на другому – 23,11 %.

Встановлено, що у дівчат брахікефалів жувальна ефективність ікл була достовірно меншою порівняно з представницями інших краніотипів: правого – на 35,67 % порівняно з доліхокефалами та на 29,29 % порівняно з мезокефалами; лівого – на 39,13 % порівняно з доліхокефалами та на 39,95 % порівняно з мезокефалами. У юнаків на правому іклі, незважаючи на те, що середні популяційні значення жувального тиску були найменшими у брахікефалів, між ними та доліхокефалами різниця була відсутня, зате спостерігалася суттєве збільшення жувальної ефективності правого ікла у мезокефалів (на 22,08 %). Така ж тенденція характерна і для розподілу тиску на лівому іклі: у юнаків з мезокефальним краніотипом даний показник більший на 18,79 % порівняно з брахікефалами і на 13,88 %, ніж у доліхокефалів. Не було виявлено у дівчат достовірних краніометричних відмінностей у величині жувальної ефективності на правих і лівих першому та другому премоллярах. У юнаків мезокефалів жувальний тиск на правому першому премоллярі був достовірно більшим на 10,46 % порівняно з брахікефалами

і на 25,42 % порівняно з доліхокефалами; на правому другому премоллярі – на 14,93 % порівняно з брахікефалами і на 10,71 % порівняно з доліхокефалами. У юнаків з різними типами будови черепа, як і у дівчат, на лівих першому та другому премоллярах достовірні краніометричні відмінності у величині жувального тиску були відсутні.

В осіб жіночої статі юнацького віку всіх краніотипів на правій і лівій половиних зубної дуги спостерігається відсутність достовірних краніометричних відмінностей у жувальній ефективності перших і других молярів. У осіб чоловічої статі жувальний тиск на правому першому молярі достовірно не відрізняється між різними краніотипами, але необхідно відзначити, що у юнаків мезокефалів середні значення були найбільшими порівняно з іншими групами порівняння. Даний показник на лівому першому молярі у юнаків мезокефалів був достовірно більшим на 13,39 % порівняно з брахікефалами. На другому правому великому кутньому зубі жувальний тиск у юнаків брахікефалів був достовірно меншим, ніж у доліхокефалів (14,23 %) і мезокефалів (17,23 %). Незважаючи на те, що і на лівій половині зубної дуги тиск на другому молярі у мезокефалів був найбільшим, достовірної краніометричної різниці не виявили.

Таким чином, жувальний тиск як один із показників функціонального стану жувальної системи, на думку M. Bakke [31], обумовлюється дією м'язів-піднімачів нижньої щелепи, модифікованих краніомандибулярною біомеханікою. При різних краніотипах був виявлений різний нахил нижньої щелепи, що теж впливало на величину максимальної сили укусу [30]. L. J. Pereira et al. [32] вказують на обернено пропорційний взаємозв'язок між жувальним тиском та нахилом нижньої щелепи. Довгастий тип краніофаціальної морфології був пов'язаний з меншими значеннями сили прикусу [30]. Але у наукових дослідженнях не було уточнення для яких саме зубів це правило діє. У нашому дослідженні виявлено, що жувальний тиск лише на різцях мав найменші значення.

Зменшення краніометричної обумовленості жувального тиску на великих кутніх зубах можна пояснити провідною функціональною роллю молярних зубів. А це, у свою чергу, піднімає нагальне питання про вивчення інших факторів впливу на жувальну ефективність саме кутніх зубів.

Висновки. Встановлено, що у дівчат і юнаків з мезокефальною формою черепа жувальна ефективність різців на правій та лівій частині зубної дуги мала найбільші значення; у дівчат з доліхокефальним краніотипом, а в юнаків

з брахікефальним типом жувальний тиск на різцях був найменшим.

У дівчат і юнаків брахікефалів найменший жувальний тиск був на іклах; визначені достовірні відмінності у величині даного показника між доліхокефалами та мезокефалами (у дівчат $p < 0,001$, у юнаків на правих – $p < 0,01$, на лівих лише з мезокефалами $p < 0,05$).

Жувальна ефективність на лівих першому та другому премоларі у дівчат та юнаків та на правих премоларах у дівчат не мала достовірних краніометричних відмінностей. У юнаків мезокефалів жувальний тиск на правому першому премоларі був достовірно більшим порівняно з брахікефалами ($p < 0,01$) і з доліхокефалами ($p < 0,001$); на правому

другому премоларі – порівняно з брахікефалами ($p < 0,001$).

Виявлено відсутність достовірних краніометричних відмінностей у жувальній ефективності перших і других молярів у дівчат всіх краніотипів на правій і лівій половині зубної дуги, а в юнаків лише правому першому та лівому другому молярах. У юнаків мезокефалів жувальний тиск більший, ніж у брахікефалів ($p < 0,05$) на лівому першому молярі, на правому другому – ніж у доліхокефалів і мезокефалів ($p < 0,001$).

Перспективи подальших досліджень. У подальшому планується дослідити ефективність краніотипування для прогнозування жувальної ефективності та індивідуалізації підходів до стоматологічного лікування.

Список літератури

1. Capacitive-Type pressure-mapping sensor for measuring bite force / M. Iwasaki et al. *International journal of environmental research and public health*. 2022. Vol. 19, № 3. P. 1273. <https://doi.org/10.3390/ijerph19031273>
2. Gu Y., Bai Y., Xie X. Bite force transducers and measurement devices. *Frontiers in bioengineering and biotechnology*. 2021. Vol. 9. <https://doi.org/10.3389/fbioe.2021.665081>
3. Occlusal force maintains alveolar bone homeostasis via type H angiogenesis / Y. Chen et al. *Journal of dental research*. 2023. Vol. 102. № 12. <https://doi.org/10.1177/00220345231191745>
4. Comparison of oral physiological and salivary rheological properties of Chinese Mongolian and Han young adults / W. Ma et al. *Archives of oral biology*. 2020. Vol. 123. P. 105033. <https://doi.org/10.1016/j.archoralbio.2020.105033>
5. Association between oral health status and occlusal bite force in young adults / N. Su et al. *Journal of dental sciences*. 2023. Vol. 19. № 2. P. 1183–1189. <https://doi.org/10.1016/j.jds.2023.11.005>
6. Improvements in maximum bite force with gum-chewing training in older adults: a randomized controlled trial / K. Kashiwazaki et al. *Journal of clinical medicine*. 2023. Vol. 12, № 20. P. 6534. <https://doi.org/10.3390/jcm12206534>
7. Occlusal contact of primary dentition at intercusp position in children with individual normal occlusion / W. H. Shi et al. *Chinese journal of stomatology* 2021. Vol. 56, № 9. P. 873–879. <https://doi.org/10.3760/cma.j.cn112144-20210514-00237>
8. Смаглюк Л. В., Шешуков Д. В. Стоматологічний статус підлітків різних соматотипів. *Вісник проблем біології і медицини*. 2018. Т. 1.2, № 143. С. 365–369. <https://doi.org/10.29254/2077-4214-2018-1-2-143-365-369>
9. Cephalometric norms of a Burkina Faso population / Y. Ouédraogo et al. *International orthodontics*. 2019. Vol. 17, № 1. P. 136–142. <https://doi.org/10.1016/j.ortho.2019.01.002>
10. A cephalometric morphometric study of age- and gender-dependent shape patterns of the sella turcica / A. G. Mustafa et al. *Italian journal of anatomy and embryology*. 2018. P. 32–45. URL: <https://doi.org/10.13128/ijae-23008>
11. Дмитренко Р. Р. Закономірності мінливості цефалометричних параметрів черепа плодів людини. *Клінічна та експериментальна патологія* 2024. Т. 23, № 2. <https://doi.org/10.24061/1727-4338.XXIII.2.88.2024.04>
12. Peculiarities of the human maxilla morphogenesis / O. V. Tsyhykalo et al. *Wiadomości lekarskie*. 2022. Vol. 75, № 10. P. 2339–2346. <https://doi.org/10.36740/wlek202210105>
13. Mandibular shape prediction using cephalometric analysis: applications in craniofacial analysis, forensic anthropology and archaeological reconstruction / A. Omran et al. *Maxillofacial plastic and reconstructive surgery*. 2020. Vol. 42, № 1. P. 1–13. <https://doi.org/10.1186/s40902-020-00282-3>
14. Modeling of individual teleroentgenometric indicators using the COGS method in Ukrainian young men with a wide face type / Y. A. Nesterenko et al. *Reports of vinnytsia national medical university*. 2023. Vol. 27, № 2. P. 209–214. [https://doi.org/10.31393/reports-vnmedical-2023-27\(2\)-05](https://doi.org/10.31393/reports-vnmedical-2023-27(2)-05)
15. Models of linear dimensions necessary for constructing the correct shape of the dental arch in boys and girls with a wide face type depending on the characteristics of teleroentgenometric indicators / N. O. Brotskyi et al. *Reports of vinnytsia national medical university*. 2024. Vol. 28, № 4. P. 613–619. [https://doi.org/10.31393/reports-vnmedical-2024-28\(4\)-06](https://doi.org/10.31393/reports-vnmedical-2024-28(4)-06)
16. Modeling the correct form of the dental arch in girls with a very broad face depending on cephalometric indicators according to steiner's or tweed's methods and tooth dimensions / T. V. Ryabov et al. *World of medicine and biology*. 2025. Vol. 21, № 93. P. 125–130. <https://doi.org/10.26724/2079-8334-2025-3-93-125-130>
17. Caple J., Stephan C. N. A standardized nomenclature for craniofacial and facial anthropometry. *International journal of legal medicine*. 2015. Vol. 130, № 3. P. 863–879. <https://doi.org/10.1007/s00414-015-1292-1>
18. Sex features of chewing pressure in youth of the Ukrainian ethnic group / R. O. Ivanov et al. *Polski merkuriusz lekarski*. 2025. Vol. 53, № 3. P. 352–360. <https://doi.org/10.36740/merkur202503109>
19. The correlation between two occlusal analyzers for the measurement of bite force / F. Huang et al. *BMC oral health*. 2022. Vol. 22, № 1. P. 1–5. <https://doi.org/10.1186/s12903-022-02484-9>
20. Maximum voluntary bite force generated by individuals with healthy dentition and normal occlusion / M. S. Nawaz

- et al. *Journal of the Pakistan dental association*. 2020. Vol. 29, № 4. P. 199–204. <https://doi.org/10.25301/jpda.294.199>
21. Factors related to masticatory performance in junior and senior high school students and young adults: a cross-sectional study / Y. Hama et al. *Journal of prosthodontic research*. 2022. Vol. 67, № 3. P. 424–429. https://doi.org/10.2186/jpr.jpr_d_22_00137
 22. Unloading of occlusal force aggravates alveolar bone loss in periodontitis / R. Zhu et al. *Journal of periodontal research*. 2022. Vol. 57, № 5. P. 1070–1082. <https://doi.org/10.1111/jre.13047>
 23. Effect of isometric exercises on the masseter muscle in older adults with missing dentition: a randomized controlled trial / S. Takano et al. *Scientific reports*. 2021. Vol. 11, № 1. Article 7285 <https://doi.org/10.1038/s41598-021-86807-w>
 24. Bite force of patients with tooth pain / Y. Shoji et al. *Clinical and Experimental Dental Research*. 2022. Vol. 8, № 5. P. 1213–1217. <https://doi.org/10.1002/cre2.565>
 25. Computer-tomographic characteristics of root length incisors and canines of the upper and lower jaws in boys and girls with different craniotypes and physiological bite / A. V. Marchenko et al. *Wiadomości Lekarskie* 2017. Vol. 70, № 3. P. 499–502. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28711896>
 26. Agreement between two cephalometric analyses of facial growth direction and biotype / F. J. Aguilar-Perez et al. *Odvotos – international journal of dental sciences*. 2024. Vol. 26, № 2. P. 124–133. <https://doi.org/10.15517/ijds.2024.58334>
 27. Differences in bite force between dolichofacial and brachyfacial individuals: side of mastication, gender, weight and height / P. R. Quiudini et al. *Journal of prosthodontic research*. 2017. Vol. 61, № 3. P. 283–289. <https://doi.org/10.1016/j.jpor.2016.10.003>
 28. Woods M. The mandibular muscles in contemporary orthodontic practice: a review. *Australian dental journal*. 2017. Vol. 62. P. 78–85. <https://doi.org/10.1111/adj.12481>
 29. Relationship between vertical facial pattern and brain structure and shape / J. A. Alarcón et al. *Clinical oral investigations*. 2020. Vol. 24, № 4. P. 1499–1508. <https://doi.org/10.1007/s00784-020-03227-2>
 30. Koc D., Dogan A., Bek B. Bite force and influential factors on bite force measurements: a literature review. *European Journal of Dentistry*. 2010. Vol. 4, № 2. P. 223–232. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC2853825>
 31. Bakke M. Bite force and occlusion. *Seminars in Orthodontics*. 2006. Vol. 12, № 2. P. 120–126. <https://doi.org/10.1053/j.sodo.2006.01.005>
 32. Muscle thickness, bite force, and craniofacial dimensions in adolescents with signs and symptoms of temporomandibular dysfunction / L. J. Pereira et al. *The European journal of orthodontics*. 2007. Vol. 29, № 1. P. 72–78. <https://doi.org/10.1093/ejo/cjl055>
- ## References
1. Iwasaki, M., Maeda, I., Kokubo, Y., Tanaka, Y., Ueno, T., Takahashi, W., Watanabe, Y., & Hirano, H. (2022). Capacitive-type pressure-mapping sensor for measuring bite force. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(3), Article 1273. <https://doi.org/10.3390/ijerph19031273>
 2. Gu, Y., Bai, Y., & Xie, X. (2021). Bite force transducers and measurement devices. *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology*, 9. <https://doi.org/10.3389/fbioe.2021.665081>
 3. Chen, Y., Yin, Y., Luo, M., Wu, J., Chen, A., Deng, L., Xie, L., & Han, X. (2023). Occlusal force maintains alveolar bone homeostasis via type H angiogenesis. *Journal of Dental Research*, 102(12), 1356–1365. <https://doi.org/10.1177/00220345231191745>
 4. Ma, W., Zhang, D., Hu, M., Wilde, P. J., Wu, J., Zhao, L., Sirguleng, Ma, T., Wang, X., & Chen, J. (2021). Comparison of oral physiological and salivary rheological properties of Chinese Mongolian and Han Young Adults. *Archives of Oral Biology*, 123, 105033. <https://doi.org/10.1016/j.archoralbio.2020.105033>
 5. Su, J.-N., Pan, Y.-H., Dorj, O., Lin, J. C.-Y., Salamanca, E., Chen, I.-W., Wu, Y.-F., & Chang, W.-J. (2024). Association between oral health status and occlusal bite force in young adults. *Journal of Dental Sciences*, 19(2), 1182–1189. <https://doi.org/10.1016/j.jds.2023.11.005>
 6. Kashiwazaki, K., Komagamine, Y., Shanglin, W., Ren, X., Hayashi, N., Nakayama, M., Namano, S., Kanazawa, M., & Minakuchi, S. (2023). Improvements in maximum bite force with gum-chewing training in older adults: A randomized controlled trial. *Journal of Clinical Medicine*, 12(20), 6534. <https://doi.org/10.3390/jcm12206534>
 7. Shi, W. H., Wang, D. D., Tang, Z. W., Xia, B., Qin, M., & Wang, Y. Y. (2021). Occlusal contact of primary dentition at intercuspal position in children with individual normal occlusion. *Chinese Journal of Stomatology*, 56(9), 873–879. <https://doi.org/10.3760/cma.j.cn112144-20210514-00237>
 8. Smaglyuk, L. V., & Sheshukov, D. V. (2018). Oral status in adolescents of different somatotypes. *Bulletin of Problems Biology and Medicine*, 1.2(143), 365–369. <https://doi.org/10.29254/2077-4214-2018-1-2-143-365-369>
 9. Ouédraogo, Y., Benyahia, H., Diouf, J. S., Camara, T., Bationo, R., & Ngom, P. I. (2019). Cephalometric norms of a Burkina Faso population. *International Orthodontics*, 17(1), 136–142. <https://doi.org/10.1016/j.jortho.2019.01.002>
 10. Mustafa, A. G., Ghaida, J. H. A., Mistareehi, A. J., Allouh, M. Z., & Mistarihi, S. M. (2018). A cephalometric morphometric study of age- and gender-dependent shape patterns of the sella turcica. *Italian Journal of Anatomy and Embryology*, 123(1), 32–45. <https://doi.org/10.13128/IJAE-23008>
 11. Dmytrenko, R. R. (2024). Variability regularities of the cephalometrical parameters of the human fetal skull. *Clinical and Experimental Pathology*, 23(2), 28–38. <https://doi.org/10.24061/1727-4338.XXIII.2.88.2024.04>
 12. Tsyhykalo, O. V., Kuzniak, N. B., Dmytrenko, R. R., Perebyjnis, P. P., Bernik, N. V., Krynychnykh, H. I., & Honcharenko, V. A. (2022). Peculiarities of the human maxilla morphogenesis. *Wiadomości Lekarskie*, 75(10), 2339–2346. <https://doi.org/10.36740/wlek202210105>
 13. Omran, A., Wertheim, D., Smith, K., Liu, C. Y., & Naini, F. B. (2020). Mandibular shape prediction using cephalometric analysis: Applications in Craniofacial Analysis, forensic anthropology and archaeological reconstruction. *Maxillofacial Plastic and Reconstructive Surgery*, 42(1). <https://doi.org/10.1186/s40902-020-00282-3>
 14. Nesterenko, Ye. A., Shinkaruk-Dykovytska, Shevchuk, Yu. G., Lysenko, S. A., & Cherkasova, L. (2023). Modeling of individual teleroentgenometric indicators using the cogs method in Ukrainian young men with a wide face type. *Reports of Vinnytsia National Medical University*, 27(2), 209–214. [https://doi.org/10.31393/reports-vnmedical-2023-27\(2\)-05](https://doi.org/10.31393/reports-vnmedical-2023-27(2)-05)

15. Brotskyi, N. O., Dmitriev, Arshynnikov, R. S., Drachuk, N. V., Popova, O. I., Moskalenko, V. B., & Ruban, M. M. (2024). Models of linear dimensions necessary for constructing the correct shape of the dental arch in boys and girls with a wide face type depending on the characteristics of telerradiometric indicators. *Reports of Vinnytsia National Medical University*, 28(4), 613–619. [https://doi.org/10.31393/reports-vnmedical-2024-28\(4\)-06](https://doi.org/10.31393/reports-vnmedical-2024-28(4)-06)
16. Ryabov, T. V., Shinkaruk-Dykovytska, Pozur, T. P., Chernysh, A. V., Prokopenko, O. S., Vakhovskiy, V. V., & Lysenko, S. A. (2025). Modeling the correct form of the dental arch in girls with a very broad face depending on cephalometric indicators according to Steiner's or Tweed's methods and Tooth Dimensions. *World of Medicine and Biology*, 21(93), 125. <https://doi.org/10.26724/2079-8334-2025-3-93-125-130>
17. Caple, J., & Stephan, C. N. (2016). A standardized nomenclature for craniofacial and facial anthropometry. *International Journal of Legal Medicine*, 130(3), 863–879. <https://doi.org/10.1007/s00414-015-1292-1>
18. Ivanov, R. O., Sarafyniuk, L. A., Sarafyniuk, P. V., Bandurka, N. M., & Nesterova, S. Yu. (2025). Sex features of chewing pressure in youth of the Ukrainian ethnic group. *Polski Merkuriusz Lekarski*, 53(3), 352–360. <https://doi.org/10.36740/merkur202503109>
19. Huang, Y.-F., Wang, C.-M., Shieh, W.-Y., Liao, Y.-F., Hong, H.-H., & Chang, C.-T. (2022). The correlation between two occlusal analyzers for the measurement of Bite Force. *BMC Oral Health*, 22(1). <https://doi.org/10.1186/s12903-022-02484-9>
20. Nawaz, M. S., Yazdanie, N., Hussain, S., Moazzam, M., Haseeb, M., & Hassan, M. (2020). Maximum voluntary bite force generated by individuals with healthy dentition and normal occlusion. *Journal of the Pakistan Dental Association*, 29(04), 199–204. <https://doi.org/10.25301/jpda.294.199>
21. Hama, Y., Hosoda, A., Kubota, C., Guo, R., Soeda, H., Yamaguchi, K., Okada, M., & Minakuchi, S. (2023). Factors related to masticatory performance in junior and senior high school students and young adults: A cross-sectional study. *Journal of Prosthodontic Research*, 67(3), 424–429. https://doi.org/10.2186/jpr.JPR_D_22_00137
22. Zhu, R., Zhang, Z., Lu, B., Zhang, P., Liu, W., & Liang, X. (2022). Unloading of occlusal force aggravates alveolar bone loss in periodontitis. *Journal of Periodontal Research*, 57(5), 1070–1082. <https://doi.org/10.1111/jre.13047>
23. Takano, S., Yamaguchi, K., Nakagawa, K., Yoshimi, K., Nakane, A., Okumura, T., & Tohara, H. (2021). Effect of isometric exercises on the masseter muscle in older adults with missing dentition: A randomized controlled trial. *Scientific Reports*, 11(1), Article 7285. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-86807-w>
24. Shoji, Y., Yusof, M. Y. P. M., Idris, R. I. B., & Mitirattanakul, S. (2022). Bite force of patients with tooth pain. *Clinical and Experimental Dental Research*, 8(5), 1213–1217. <https://doi.org/10.1002/cre2.565>
25. Marchenko, A. V., Gunas, I. V., Petrushanko, T. O., Serebrennikova, O. A., & Trofimenko, Y. Y. (2017). Computer-tomographic characteristics of root length incisors and canines of the upper and lower jaws in boys and girls with different craniotypes and physiological bite. *Wiadomości Lekarskie*, 70(3), 499–502. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28711896>
26. Aguilar-Perez, F. J., Bataller-Mendez, E. B., Colome-Ruiz, G. E., Chuc-Gamboa, M. G., Aguilar-Perez, D. A., & Herrera-Atoche, J. R. (2024). Agreement between two cephalometric analyses of facial growth direction and biotype. *Odovtos-International Journal of Dental Sciences*, 26(2), 167–176. <https://doi.org/10.15517/ijds.2024.58334>
27. Quiudini, P. R., Pozza, D. H., dos Santos Pinto, A., de Arruda, M. F., & Guimarães, A. S. (2017). Differences in bite force between dolichofacial and brachyfacial individuals: Side of mastication, gender, weight and height. *Journal of Prosthodontic Research*, 61(3), 283–289. <https://doi.org/10.1016/j.jpor.2016.10.003>
28. Woods, M. (2017). The mandibular muscles in contemporary orthodontic practice: A review. *Australian Dental Journal*, 62(Suppl. 1), 78–85. <https://doi.org/10.1111/adj.12481>
29. Alarcón, J. A., Bastir, M., García-Espona, I., & Rosas, A. (2020). Relationship between vertical facial pattern and brain structure and shape. *Clinical Oral Investigations*, 24(4), 1499–1508. <https://doi.org/10.1007/s00784-020-03227-2>
30. Koc, D., Dogan, A., & Bek, B. (2010). Bite force and influential factors on Bite Force Measurements: A literature review. *European Journal of Dentistry*, 04(02), 223–232. <https://doi.org/10.1055/s-0039-1697833>
31. Bakke, M. (2006). Bite force and occlusion. *Seminars in Orthodontics*, 12(2), 120–126. <https://doi.org/10.1053/j.sodo.2006.01.005>
32. Pereira, L. J., Gavião, M. B. D., & Van Der Bilt, A. (2007). Muscle thickness, bite force, and craniofacial dimensions in adolescents with signs and symptoms of temporomandibular dysfunction. *The European Journal of Orthodontics*, 29(1), 72–78. <https://doi.org/10.1093/ejo/cjl055>