

УДК 616.314-089.23]-073.756.8

DOI <https://doi.org/10.35220/2078-8916-2024-51-1.37>**О.А. Кобцева,**

кандидат медичних наук, доцент,

Донецький національний медичний університет,

вул. Юрія Коваленка, 4А, Кропивницький, Україна, індекс  
25031, kobceva.77@ukr.net

## АЛГОРИТМ АНАЛІЗУ КОНУСНО-ПРОМЕНЕВОЇ КОМП'ЮТЕРНОЇ ТОМОГРАФІЇ В ОРТОДОНТИЧНІЙ ДІАГНОСТИЦІ

**Мета роботи.** Систематизувати дані наукової літератури щодо алгоритму дослідження конусно-променевої комп'ютерної томографії (КПКТ) при діагностиці ортодонтичних пацієнтів. **Матеріали та методи.** Проведено пошук у інтернет-базі Medline-Pubmed, яка створена Національною медичною бібліотекою США, опублікованих наукових досліджень, що присвячені методам ортодонтичної діагностики з використанням КПКТ. **Виклад основного матеріалу.** Запропоновано 5 основних етапів аналізу КПКТ при проведенні ортодонтичної діагностики. Перший етап включає загальний рентгенологічний аналіз, а саме оцінку стану тканин пародонту, зубів, наявності каріозних уражень, оцінку кількості та положення зубів, товщини і висоти кортикальної пластинки. Другий етап – оцінка скелетних пропорцій: розвитку премаксиллярної зони верхньої щелепи, трансверзальних розмірів щелеп, положення центральної лінії та вимірювання довжини виросткових відростків нижньої щелепи. Третій етап – це дослідження положення голівок скронево-нижньощелепних суглобів (СНЩС) відносно нижньощелепних ямок скроневої кістки. Четвертий етап включає в себе оцінку піку росту по шийних хребцях та ступеня окостеніння піднебінного шва. П'ятий етап аналізу КПКТ об'єднує дослідження постуральних порушень краніоцевікального комплексу та оцінку об'єму верхніх дихальних шляхів. **Висновки.** Використання чіткого алгоритму аналізу КПКТ при проведенні ортодонтичної діагностики дає можливість лікарю-ортодонту отримати максимальну кількість даних про стан зубощелепної системи, структурувати проведення дослідження КПКТ, обмірковано прогнозувати результати лікування, враховуючи анатомічні особливості кожного пацієнта, та зробити призначення ортодонтичного лікування більш ефективним. Тому проведення КПКТ повинно бути невід'ємною частиною у роботі лікаря-ортодонта.

**Ключові слова:** конусно-променева комп'ютерна томографія (КПКТ), ортодонтія, діагностика, зубощелепні аномалії.

**О.А. Kobtseva,**

PhD in Medicine, Associate Professor,

Donetsk National Medical University,

4A Yuriy Kovalenko street, Kropyvnytskyi, Ukraine, postal  
code 25031, kobceva.77@ukr.net

## ALGORITHM OF CONE BEAM COMPUTED TOMOGRAPHY ANALYSIS IN ORTHODONTIC DIAGNOSTICS

**The aim.** To systematize the scientific literature data on the algorithm of cone beam computed tomography (CBCT) in the diagnosis of orthodontic patients. **Materials and methods.** The Medline-Pubmed online database, created by the US National Library of Medicine, was searched for published scientific studies on orthodontic diagnostic methods using CBCT. **Outline of the main material.** We propose 5 main stages of CBCT analysis in orthodontic diagnostics. The first stage includes a general radiological analysis, namely, an assessment of the condition of periodontal tissues, teeth, the presence of carious lesions, an evaluation of the number and position of teeth, the thickness and height of the cortical plate. The second stage is the appraisal of skeletal proportions: the development of the premaxillary zone of the upper jaw, transverse dimensions of the jaws, assessment of the position of the central line and measurement of the length of the mandibular condyle. At the third stage, the position of the TMJ condyles relative to the mandibular fossae of the temporal bone is assessed. The fourth stage includes the evaluation of the peak growth along the cervical vertebrae and the degree of ossification of the palatal suture. The fifth stage of the CBCT analysis includes the study of postural disorders of the cranioccephalic complex and the assessment of the upper airway volume. **Conclusions.** The use of a clear algorithm of CBCT analysis during orthodontic diagnostics allow the orthodontist to obtain the maximum amount of data on the condition of the dentoalveolar system, to structure the CBCT examination, reasonably prognosticate the results of treatment, taking into account the anatomical features of each patient and make the prescription of orthodontic treatment more effective. Therefore, CBCT should be an integral part of the orthodontist's work.

**Key words:** Cone-beam computed tomography (CBCT), orthodontics, diagnostics, dentofacial anomalies.

**Постановка проблеми.** Запорукою успішного ортодонтичного лікування є точна діагностика, оцінка щелепного росту та планування лікування. В останні роки ортоданти почали активно використовувати в своїй практиці тривимірні зображення КПКТ. Найбільш обґрунтованими показаннями до застосування КПКТ в ортодонтії є ретенція та транспозиція зубів. Коли комп'ютерна томографія була вперше впроваджена в стоматологічну галузь, через високу дозу опромінення вона широко не використовувалася для ортодонтичної діагностики. Але з тих пір ця технологія добре розвинулася, що призвело до зниження дози опромінення, доступної вартості КПКТ для пацієнта та популяризації цієї методики діагностики, й вона стала цінною для візуалізації черепно-лицевого комплексу в трьох вимірах у роботі лікаря-стоматолога. Багато орто-

донтів зацікавлені у використанні КПКТ під час щоденної діагностики та планування лікування через її діагностичну інформативність [1, с. 1]. Але в опублікованій спеціалізованій літературі ми не знайшли чіткого алгоритму дослідження КПКТ при первинній ортодонтичній діагностиці, який полегшував би і структурував проведення дослідження КПКТ під час щоденної лікарської практики, особливо для ортодонтів-початківців.

**Мета роботи.** Систематизувати дані наукової літератури щодо алгоритму дослідження КПКТ при діагностиці ортодонтичних пацієнтів.

**Матеріали і методи.** Проведено пошук у інтернет базі Medline-Pubmed, яка створена Національною медичною бібліотекою США, опублікованих наукових досліджень, що присвячені методам ортодонтичної діагностики з використанням КПКТ.

**Виклад основного матеріалу.** Першим етапом ортодонтичної діагностики на КПКТ є загальний рентгенологічний аналіз, а саме послідовна оцінка стану тканин пародонту та зубів на сагітальному, аксіальному і фронтальному зрізах. Досить часто можна виявити хронічний періодонтит, що протікає без симптомів, прихований карієс, зламані інструменти в каналі, перелом кореня зуба. Далі оцінюється наявність зачатків постійних зубів і надкомплектних, слід звернути увагу на положення восьми зубів в чотирьох сегментах, а також наявність ретенуваних зубів. Наступним етапом загального рентгенологічного аналізу є оцінка товщини і висоти кортикальної пластинки. Товщина альвеолярної кістки визначає межі ортодонтичного руху та порушення цих меж може спричинити небажані побічні ефекти для пародонтальних тканин. Оцінку товщини і висоти вестибулярної пластинки слід проводити на рівні 3 і 6 мм (для верхньої щелепи) та 4 і 8 мм (для нижньої щелепи) апікальніше від цементно-емалевого з'єднання зубів [2, с. 193].

Другим етапом ортодонтичного протоколу дослідження КПКТ є оцінка скелетних пропорцій щелеп. Цей етап складається з 4 кроків.

1 крок: оцінка розвитку премаксиллярної частини верхньої щелепи (effective length of premaxilla по Sassouni PLUS). Для її виміру необхідно побудувати площину твердого піднебіння, провівши лінію з точки ANS (передня носова ость) до точки PNS (задня носова ость), а також подовжню вісь, що проходить через верхній центральний різець. Ця вісь поділить верхню щелепу на передню (премаксиллярну) і задню частини. У нормі довжина премаксиллярної частини верх-

ньої щелепи складає 12-15 мм, незалежно від ступеня нахилу різців. Відстань менше 12 мм свідчить про недорозвинення верхньої щелепи, а саме, її передньої частини [3, с. 25].

2 крок: вимірюють трансверзальний розмір щелеп, наприклад, за Penn аналізом (рис. 1).

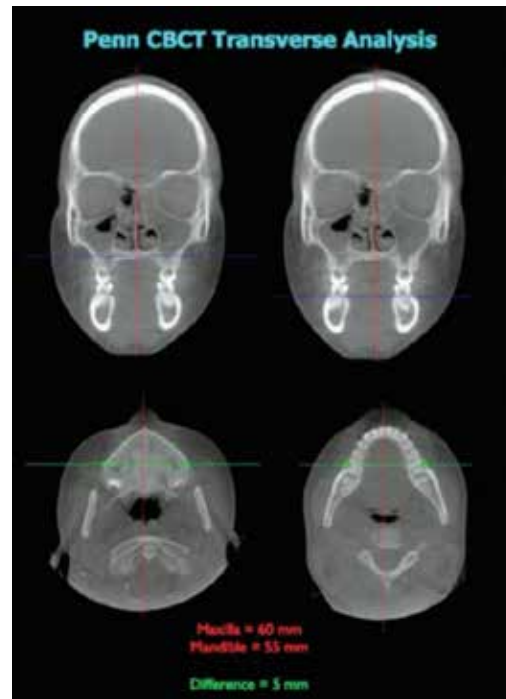


Рис. 1. Приклад виміру оптимального трансверзального співвідношення щелеп з використанням Penn аналізу на КПКТ [4, с. 20]

Для визначення ширини основи верхньої щелепи використовують точки Mx-Mx (метод Рікеттса), які розташовані на самій увігнутій частині бічних контурів основи верхньої щелепи, в області з'єднання верхньої щелепи і виличної кістки (на рівні вилично-альвеолярного гребеня), на нижній щелепі референтні точки знаходяться напроти біфуркації перших молярів на рівні гребеня WALA Ridge (метод Ендрюса). Вимірюють поперечну відстань між референтними точками на обох щелепах. Причому точки виміру виставляють на коронарних зрізах КПКТ, а виміри проводять на аксіальних зрізах. Віднімаючи показник ширини верхньої щелепи з показника ширини нижньої щелепи, визначають різницю у ширині між двома щелепами. Верхня щелепа в нормі ширше нижньої на 5 мм. Щоб визначити міру необхідного розширення щелеп для ідеального їх взаємовідношення, необхідно відняти 5 мм з отриманої різниці щелеп [4, с. 18].

3 крок: оцінка центральної лінії. Невідповідність центральних ліній щелеп можлива із-за зсуву нижньої щелепи у бік (рис 2). На реформа-

тах КПКТ оцінюється показник MLD (mandibular lateral displacement), який характеризується кутом, що утворився, між серединно-сагітальною лінією (між точками Glabella (найбільш виступаюча вперед в медіально-сагітальному напрямку точка на носовому відростку лобової кістки) і ANS) та лінією, яка з'єднує точки ANS і Menton (сама нижня точка симфізу підборіддя) [5, с. 89].

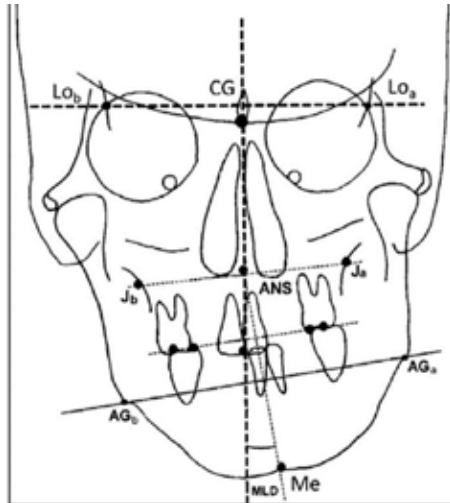


Рис. 2. Референтні лінії для оцінки показника латерального зсуву нижньої щелепи (MLD) [5, с. 89]

4 крок: вимір довжини виросткового відростка нижньої щелепи. Його проводять для виключення скелетної природи асиметрії, обумовленої короткою гілкою нижньої щелепи. Для цього вимірюють лінійний розмір паралельно дотичної до заднього краю гілки щелепи між точкою Condylen (вершина контуру суглобової голівки) і точкою Gonion (задня точка нижнього контуру тіла нижньої щелепи). Для виключення наявності кондиллярної деформації (гіперплазії або аплазії виростка) оцінюють відстань від точки Condylen до середини нижньощелепної вирізки [6, с. 15].

Третім етапом дослідження КПКТ є оцінка положення голівок СНЩС відносно нижньощелепних ямок скроневої кістки. У дослідженні [7, с. 432], в якому приймало участь 22 особи віком 12-25 років без скарг на біль у СНЩС та зміщення диска, що було підтверджено КТ та МРТ, були визначені середні значення розмірів суглобової щілини: 2,4 мм – передній суглобовий простір; 2,7 мм – верхній суглобовий простір; 1,8 мм – задній суглобовий простір, зі співвідношенням 1,3 до 1,5 до 1,0. Не було виявлено статевих відмінностей в жодному з вимірів. Для вимірювання простору між голівкою СНЩС і нижньощелепною ямкою скроневої кістки на коронарному зрізі КПКТ були обрані наступні виміри: ТНЛ – істинна

горизонталь, яку використовували як референтну площину; найкоротшу відстань від центральної найвищої точки голівки СНЩС до найглибшої точки суглобової ямки вимірювали як верхній суглобовий простір; відповідно найкоротші відстані від верхньо-передньої і верхньо-задньої поверхонь голівки СНЩС до суглобової ямки визначали як передній і задній суглобові простори. Середні осьові значення (відстані від медіального та латерального полюсів голівки СНЩС до нижньощелепної ямки скроневої кістки на аксіальному зрізі КТ) були 2,1 мм медіально і 2,3 мм латерально зі співвідношенням 48 до 52% [7, с. 437].

Наступний, четвертий етап ортодонтичного аналізу КПКТ має на меті дослідження піку зростання організму та окостеніння піднебінного шва, складається з двох кроків.

1 крок: по морфології шийних хребців оцінюють кістковий вік і можливість початку лікування в період активного зростання дитини (період пубертатного піку) для того, щоб сприяти розвитку щелеп. Найчастіше для оцінки застосовують метод J.A. McNamara і L. Franchi «Cervical Vertebral Maturation (CVM)». Цей діагностичний метод використовує дані, отримані після вивчення форми тіл другого (C2), третього (C3) та четвертого (C4) шийних хребців. Виходячи з морфології тіл C2-C4, можна визначити 6 стадій їх розвитку. По-перше, проводять оцінку нижньої межі тіл цих хребців й визначення того, чи є вони плоскими або увігнутими (тобто наявність видимої виїмки). По-друге, визначають форму тіл C3 і C4. Тіла цих хребців змінюються за формою в типовій послідовності, переходячи від трапецієподібної до прямокутно-горизонтальної, квадратної та прямокутно-вертикальної. Зазвичай стадії CS1 і CS2 вважаються препубертатними, CS3 і CS4 – навколорубертатними, а CS5 і CS6 – післяпубертатними за часом [8, с. 133]. Початок пубертатного стрибка росту для стадії CS3 ідентифікують за наявністю увігнутості на нижній межі тіл C2 і C3 та прямокутної форми тіл C3 і C4. Кінець пубертатного стрибка росту ідентифікують на стадії CS4 за наявністю увігнутості нижньої межі тіла C4, а тіла C3 і C4 мають майже квадратну форму [9, с. 964].

2 крок: оцінка окостеніння піднебінного шва при плануванні розширення верхньої щелепи (рис. 3).

Стадія А – серединний піднебінний шов майже прямий, шовна лінія високої щільності без інтердигітації або з незначною інтердигітацією. Стадія В – піднебінний шов набуває неправильної форми

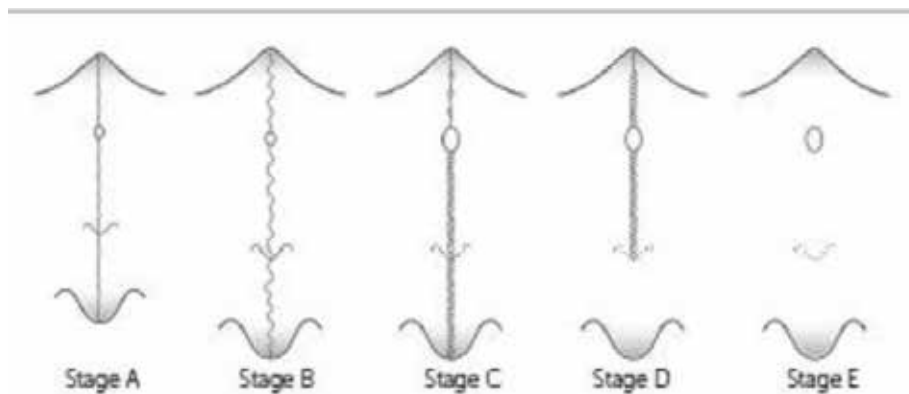


Рис. 3. Схематичне зображення стадій зрілості піднебінного шва [10, с. 763]

і виглядає як зубчаста лінія високої щільності. Стадія С – серединний піднебінний шов виглядає як 2 паралельні, зубчасті лінії високої щільності, які розташовані близько одна до одної, розділені невеликими проміжками низької щільності у верхньощелепній і піднебінній кістках. Стадія D – повне зрощення піднебінної кістки, але шов ще видимий в області верхньої щелепи у вигляді 2 ліній високої щільності, розділених невеликими проміжками низької щільності. Стадія E – серединний піднебінний шов вже не візуалізується і в ділянці верхньої щелепи. Щільність кісткової тканини в області шва така ж, як і в інших частинах піднебіння [10, с. 761].

П'ятий етап алгоритму аналізу КПКТ включає дослідження постуральних порушень краніоцевікального комплексу та оцінку об'єму верхніх дихальних шляхів. Серед авторських методів комплексного постурального аналізу краніоцервікальної ділянки слід відмітити аналіз Rocabado, який включає 3 виміри.

1 вимір: оцінка краніоцервікального кута (кут CVT, Rocabado). Показник норми кута складає  $101 \pm 5$ . Кут характеризує нахил голови відносно шийного відділу хребта, а саме: кут  $96^\circ$  і менш – екстензія голови, кут  $106^\circ$  і більш – флексія голови. Вимірюють задньо-нижній кут, утворений перехрестям площини McGregor (площина від найбільш задньо-нижньої точки потиличної кістки до PNS) і зубоподібної площини (від верхівки зубоподібного відростка хребця C2 до передньо-нижньої точки тіла хребця C2).

2 вимір: оцінка положення під'язикової кістки. Вимір здійснюють таким чином: проводять лінію від точки C3 (передньо-нижній кут тіла хребця C3) до точки Menton, далі від накресленої лінії проводять перпендикуляр до точки H (найбільш передньо-верхня точка тіла під'язикової кістки). Вимір характеризує положення під'язикової

кістки, і у нормі довжина цього перпендикуляра повинна складати  $5,0 \pm 2,0$  мм.

3 вимір: оцінка положення шийних хребців по відстані між C0-C1 і C1-C2. У нормі простір між C0-C1 (перпендикулярна відстань від основи потиличної кістки (т. Co) до верхньо-задньої точки задньої дуги C1) і C1-C2 (перпендикулярна відстань від задньо-нижньої точки задньої дуги C1 до остистого відростка C2) дорівнює  $6,5 \pm 1-2,5$  мм (от 4 до 9 мм) [11, с. 2564].

І останнім кроком в алгоритмі аналізу КПКТ є оцінка лінійних розмірів верхніх дихальних шляхів на рівні носо- і ротоглотки. Для цього частіше всього використовують метод McNamara. Згідно з методикою проводять вимірювання 2 показників: верхньої ширини глотки (upper pharyngeal airways) – відстані, що паралельна мандибулярній площині (MP), від задньої стінки глотки до середини заднього контуру м'якого піднебіння. Нормальним значенням цього показника для дорослої людини є  $17 \pm 4$  мм. Нижня ширина глотки (lower pharyngeal airways) вимірюється по площині нижньої щелепи (MP) від задньої стінки язика до задньої стінки глотки. Норма для дорослої жінки становить  $11,3 \pm 4$  мм, тоді як норма для дорослого чоловіка становить  $13,5 \pm 4$  мм. Значення менше 15 мм свідчать про дистальне розташування язика або має місце збільшення мигдаликів [12, с. 354].

**Висновки.** Використання чіткого алгоритму аналізу КПКТ при проведенні ортодонтичної діагностики дає можливість лікарю-ортодонту отримати максимальну кількість даних про стан зубощелепної системи, структурувати проведення дослідження КПКТ, обмірковано прогнозувати результати лікування, враховуючи анатомічні особливості кожного пацієнта та зробити призначення ортодонтичного лікування більш точним. Тому проведення КПКТ повинно бути невід'ємною частиною у роботі лікаря-ортодонта.

### Література:

1. Kaygısız, E. & Tortop, T. (2017). Cone Beam Computed Tomography in Orthodontics [Internet]. *Computed Tomography – Advanced Applications. InTech*. doi:10.5772/intechopen.68555
2. Garib, D.G., Yatabe, M.S., Ozawa, T.O. & da Silva Filho, O.G. (2010). Alveolar bone morphology under the perspective of the computed tomography: Defining the biological limits of tooth movement. *Dental Press Journal of Orthodontics*. No.15 (5). P.192-205. UPL: <http://surl.li/okxhs>
3. Gerber, J.W., Beistle, R.T. & Magill, T.S. (2021). Orthodontic Diagnostics: Modified Sassouni + Cephalometric Analysis. *JAOS*. P.22-27. URL: <https://www.blue-toad.com/publication/?m=4034&i=725886&p=25&p-p=1&ver=html5>
4. Tamburrino, R.K., Boucher, N.S., Vanarsdall, R.L. & Secchi, A. (2010). The Transverse Dimension: Diagnosis and Relevance to Functional Occlusion. *RWISO Journal*. Vol.2. No.1. P.13-21. URL: <https://www.learncco.com/wp-content/uploads/2022/02/Transverse-Dimension-Diagnosis-and-Relevance-to-Functional-Occlusion-Tamburrino-et-all.pdf>
5. Tsai, Yu-Ling, Kuo, Chun-Liang & Liu, I-Hua. (2017). Camouflage Treatment in Adult Patient with Mandibular Lateral Displacement, Transverse Deficiency and Facial Asymmetry – A Case Report. *Taiwanese Journal of Orthodontics*. Vol. 29. Iss. 2. Article 3. doi: 10.30036/TJO.201706\_29(2).0003
6. Markic, G., Müller, L., Patcas, R., Roos, M., Lochbühler, N., Peltomäki, T. & at al. (2015). Assessing the length of the mandibular ramus and the condylar process: a comparison of OPG, CBCT, CT, MRI, and lateral cephalometric measurements. *European Journal of Orthodontics*. No.37 (1). P.13-21. doi:10.1093/ejo/cju008
7. Ikeda, K., Kawamura, A. & Ikeda, R. (2011). Assessment of optimal condylar position in the coronal and axial planes with limited cone-beam computed tomography. *Journal of Prosthodontics*. No.20(6). P.432-438. doi: 10.1111/j.1532-849X.2011.00730.x.
8. McNamara, J.A.J. & Franchi, L. (2018). The cervical vertebral maturation method: A user's guide. *Angle Orthodontist*. No.88(2). P.133-143. doi: 10.2319/111517-787.1
9. García-Drago, A.G. & Arriola-Guillén, L.E. (2014). Duration of the Peak of Growth in Class I And III Subjects using the Baccetti's Cervical Vertebrae Maturation Analysis on Lateral Cephalometric Radiographs. *Oral Health and Dental Management*. No.13(4). P. 963-966. doi:10.4172/2247-2452.1000710
10. Figura tomada de Angelieri, F., Cevidanes, L.H.S., Franchim, L., Goncalves, J.R., Benavides, E., McNamara, J.A.J. (2013). Midpalatal suture maturation: classification method for individual assessment before rapid maxillary expansion. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. No.144(5). P.759-769. UPL: [https://ortoface.com/wp-content/uploads/2022/05/3\\_midpalatal-suture-maturation-classification-method-for-individual-assessment.pdf](https://ortoface.com/wp-content/uploads/2022/05/3_midpalatal-suture-maturation-classification-method-for-individual-assessment.pdf)
11. de Oliveira, L.B., Cajaíba, F., Costa, W., Rocabado, M., Lazo-Osório, R., Ribeiro, S. (2012). Comparative Analysis of Assessment of the Craniocervical Equilibrium through Two Methods: Cephalometry of Rocabado and Cervical Range of Motion. *Work*. Vol.411. P.2563-2568. doi: 10.3233/WOR-2012-0499-2563
12. Jose, N.P, Sehgal, A., Shetty, S., Mary, L., Ashith, M.V. (2019). Correlation Between Hyoid Bone and Pharyngeal Airway Space in Differing Vertical Skeletal Dysplasia. *Biomedical and Pharmacology Journal*. Vol.12(1). doi: <https://dx.doi.org/10.13005/bpj/1647>