

УДК: 616.716.85-018.4-073.175-053

В.Ф. Макєєв, А.-С.А. Крупник

МІНЕРАЛЬНА ЩІЛЬНІСТЬ КІСТКОВОЇ ТКАНИНИ АЛЬВЕОЛЯРНИХ ВІДРОСТКІВ У ДІТЕЙ У ВІКОВОМУ АСПЕКТІ

Львівський національний медичний університет імені Данила Галицького

Мінеральна щільність кісткової тканини альвеолярних відростків набуває все більшої значущості в сучасній стоматології [6;7;8;9]. Механічна і біологічна поведінка кісткової тканини щелеп відіграють важливу роль у плануванні, ефективності та прогнозуванні стоматологічних втручань. Її кількісні та якісні параметри є факторами, що впливають на дентальну імплантацію, реконструктивно-відновну хірургію та кісткову пластику, ортодонтичне і пародонтологічне лікування [1;2;10;11;12].

Кісткова тканина - це динамічна відкрита система, яка характеризується складною багаторівневою організацією та може змінювати свою структуру і властивості під впливом екзогенних та ендогенних факторів. Вона *in vivo* ніколи не перебуває в стані метаболічного спокою, особливо в зростаючому організмі. Її матрикс і мінеральні компоненти постійно перебудовуються завдяки процесам моделювання і ремоделювання, які регулюються як системними, так і локальними факторами та тісно пов'язані з фізіологічними процесами, такими як розвиток і прорізування зубів, а також змінюються при патологічних станах [2;3;10;13]. Дослідження динаміки структурних змін у кістковій тканині та методів її об'єктивної оцінки є предметом наукових досліджень упродовж останніх років, а для вивчення кількісних і якісних параметрів кісткової тканини, її архітекtonіки використовуються низка методів [5;15].

Так, для візуалізації та дослідження краніофациальних кісткових структур у сучасній стоматології широко використовують методи комп'ютерної діагностики. Перевага цих методів полягає у високій точності, короткому часі обстеження, доступності. Крім того, дані методи дають змогу оцінити не лише форму, лінійні розміри й об'єм кісткової тканини, а й її "якісні" параметри, які базуються на здатності кісткової тканини поглинати рентгенівські промені, що прямо пов'язано з її мінеральною насиченістю і прямо пропорційно її щільності [3;10].

Мета дослідження - вивчення вікових особливостей мінеральної щільності кісткової тканини альвеолярних відростків у дітей і підлітків за даними комп'ютерної томографії.

Матеріали і методи дослідження

Мінеральну щільність кісткової тканини альвеолярних відростків верхньої і нижньої щелеп оцінювали, аналізуючи архівні дані центру комп'ютерної томографії AbsolutMed, м. Львів. Вивчено рентгенологічні дані 297 осіб (156 хлопців і

141 дівчина) віком від 7 до 18 років, які були направлені на комп'ютерну томографію переважно лікарями-оториноларингологами і стоматологами з приводу патології синусів та кісткових структур краніофациального і щелепних комплексів упродовж 2013-2015 рр. Аналіз даних проводили в практично здорових дітей. З обстеження виключені пацієнти, в анамнезі яких виявляли хвороби, що впливають на метаболізм кісткової тканини.

Для кількісної оцінки щільності кісткової тканини альвеолярних відростків використовували шкалу послаблення рентгенівського випромінювання (шкала Хаунсфільда). Діапазон шкали становить 1024- 3071 умовних одиниць Хаунсфільда (HU). Точкою відліку (0 HU) прийнята щільність води, від'ємні величини шкали відповідають повітря і жировій тканині, позитивні - м'яким тканинам, кістковій тканині та щільнішим структурам (дентин, емаль зуба, металеві структури). Відомо, що різні типи нормальної кісткової тканини мають щільність 226-3071 HU і залежно від діапазону характеризують 4 типи кістки [1; 16].

Щільність кісткової тканини альвеолярних відростків щелеп аналізували за допомогою комп'ютерної програми «RadiAnt DICOM Viewer 1.9.16» у бокових і фронтальних ділянках альвеолярних відростків верхньої та нижньої щелеп. Вимірювання проводили за трьома вертикальними рівнями: апікальному, приблизно за серединою кореня та край альвеолярного гребеня біля молярів у бокових ділянках і біля різців у фронтальних ділянках. Подібна методика використана [17] для вивчення щільності альвеолярної кістки при переміщенні ікла. Дані додавали й отримували середні значення, за якими і проводили аналіз. Досліджували зображення, які містили приблизно від 214 до 541 зрізів, у сагітальній та аксіальній площинах. Отримані дані порівнювали залежно від віку, статі та локалізації. Ураховуючи те, що не було виявлено статистично значущих відмінностей між правим і лівим боками, аналіз даних проводили узагальнено.

Також вивчено особливості щільності кісткової тканини альвеолярних відростків у ділянках адентії та проведено порівняння з аналогічною ділянкою з зубом на протилежному боці щелепи. Отримані дані опрацьовано статистично. Для виконання статистичного аналізу отриманих первинних даних нами було використано програми «Microsoft Excel» і «Statistica». Було проведено аналіз середніх величин (оскільки в досліджуваних групах був гаусівський розподіл, то результати наведено у

вигляді середнього арифметичного і його похибки $M \pm m$). При проведенні порівнянь між групами використано параметричний критерій Ст'юдента. Усього проведено понад 3000 вимірювань.

Результати дослідження та їх обговорення

Отримані дані мінеральної щільності кісткової тканини альвеолярних відростків у школярів м. Львова наведені в таблиці 1 і на рисунках 1-4.

Таблиця 1

Мінеральна щільність кісткової тканини альвеолярних відростків щелеп залежно від віку та статі

Вік, роки	Хлопці					Дівчата				
	кількість	верхня щелепа		нижня щелепа		кількість	верхня щелепа		нижня щелепа	
		фронтальна ділянка	бокова ділянка	фронтальна ділянка	бокова ділянка		фронтальна ділянка	бокова ділянка	фронтальна ділянка	бокова ділянка
7	8	453,63±38,57	448,38±43,30	461,24±24,55	480,17±35,33	8	442,45±18,34	451,33±36,54	457,62±18,64	477,25±23,38
8	6	440,50±13,62	477,33±45,70	490,14±14,12	482,67±44,96	5	447,45±15,47	452,27±31,47	483,17±28,12	472,34±21,05
9	12	461,42±44,56	474,25±34,66	477,62±18,64	476,25±33,40	5	450,12±11,35	463,83±19,12	464,18±45,14	473,19±31,13
10	6	492,50±46,25	475,80±43,56	490,32±13,57	483,75±52,06	6	455,33±43,20	447,83±56,23	487,16±13,20	460,75±75,80
11	6	490,00±69,54	491,50±48,73	489,00±14,14	472,00±61,41	6	490,14±21,15	473,50±61,55	489,57±15,61	470,18±11,64
12	8	477,17±48,04	500,00±76,55	487,62±18,64	484,00±68,58	12	517,75±42,01	505,17±41,71	495,67±63,08	468,60±50,14
13	18	497,06±28,67	503,93±25,31	490,18±30,10	489,92±31,19	13	597,08±28,82*	525,83±30,02	577,25±30,22*	577,91±27,60*
14	15	529,85±23,50	514,87±24,28	502,50±23,58	503,95±25,53	16	631,50±27,51**	613,39±27,01**	585,96±26,07*	573,41±17,60*
15	14	559,44±18,91	518,10±22,80	508,42±32,28	511,57±22,23	14	618,61±18,80*	593,07±26,20*	609,12±29,04*	581,72±26,07*
16	18	582,00±21,73	541,24±24,55	509,52±23,12	516,80±25,62	18	582,82±18,47	562,74±17,34	599,83±31,70*	529,31±17,38
17	21	577,83±20,62	537,55±20,34	513,00±35,02	532,07±31,95	20	527,78±20,11	524,45±20,92	572,72±44,91	516,12±20,68
18	24	584,46±27,18	523,60±18,04	551,33±35,86	540,33±24,71	18	521,00±21,00	517,50±12,50	583,00±26,15	511,00±24,00
всього/середнє	156					141				

Примітка: * - наявна достовірна різниця ($p \leq 0,05$) між аналогічними групами обох підгруп; : ** - наявна достовірна різниця ($p \leq 0,01$) між аналогічними групами обох підгруп

Згідно з наведеними в таблиці 1 показниками встановлено, що особливої відмінності в показниках мінеральної щільності альвеолярних відростків у віковому та гендерному аспектах не виявлено. Показники кісткової щільності верхньої та нижньої щелеп з віком як у дівчат, так і хлопців, змінюються в межах 440-631 НУ, що відповідає за класифікацією [1;11] III типу кістки (ущільнена губчаста кісткова тканина). Коливання показників щільності кісткової тканини як у фронтальних, так і в бічних ділянках щелеп у віковому аспекті в осіб обох груп не є статично значущими ($p > 0,05$).

Основне зростання кісткової щільності альвеолярних відростків як у дівчаток, так і хлопчиків починається приблизно з 10-12-річного віку (рис. 1-рис.4). Слід зазначити, що, якщо в хлопців з віком спостерігається несуттєвий, плавний приріст кіст-

кової щільності альвеолярних відростків ($p > 0,05$), то в дівчаток виявлено пубертатний стрибок, який відмічається піками зростання кісткової щільності в 12-14 років на верхній щелепі (517,75±42,01 НУ - 631,50±27,51 НУ), (рис. 3), та в 13-15-річних - на нижній щелепі (577,25±30,22 НУ - 609,12±29,04 НУ) (рис.4). Такі зміни мінеральної щільності альвеолярних відростків за даними комп'ютерної томографії узгоджуються з науковими дослідженнями [3; 5; 20], згідно з якими пік приросту кісткової маси в дівчаток припадає на вік 14-15 років. І саме в групах 13-16-річних підлітків нами виявлені виражені гендерні відмінності щільності альвеолярних гребенів ($p < 0,05$).

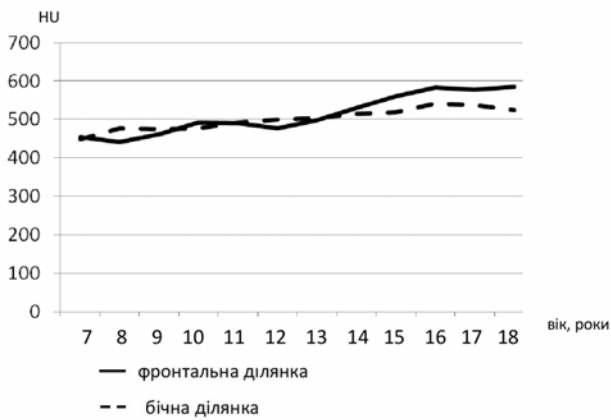


Рис. 1. Мінеральна щільність альвеолярного відростка верхньої щелепи в хлопців

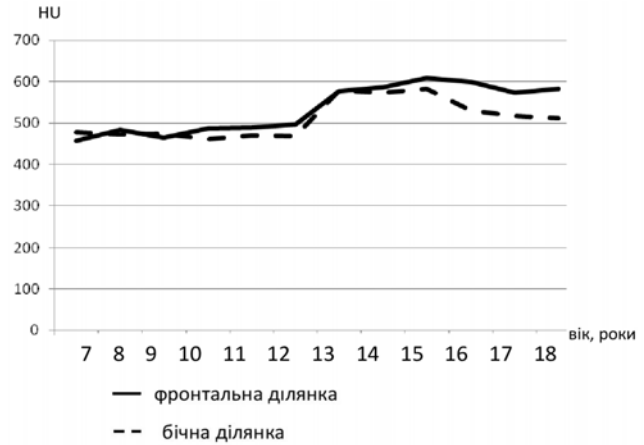


Рис. 4. Мінеральна щільність альвеолярного відростка нижньої щелепи в дівчат



Рис. 2. Мінеральна щільність альвеолярного відростка нижньої щелепи в хлопців



Рис. 3. Мінеральна щільність альвеолярного відростка верхньої щелепи в дівчат

Також досліджені деякі відмінності мінеральної щільності альвеолярних відростків у фронтальній та бічній ділянках щелеп. Установлено, що її показники є дещо вищими у фронтальних відділах у порівнянні з боковими як у хлопчиків, так і дівчат. Але, якщо в дівчат ця різниця помітна з 10-11-річного віку на верхній і нижній щелепах, то в хлопців відмінності виявлені після 13-річного віку на верхній щелепі, а на нижній щелепі така закономірність прослідковується до 13-ти років, далі мінеральна щільність стає вищою в бокових ділянках альвеолярного відростка (рис.2).

Ураховуючи те, що для вибору методу лікувальної стратегії, динамічного спостереження і контролю ефективності, особливо при дентальній імплантації та ортодонтичному лікуванні, актуальними, на нашу думку, є дослідження мінеральної щільності на різних рівнях висоти альвеолярних гребенів верхньої та нижньої щелеп (табл. 2 і табл. 3).

Аналізуючи отримані дані, встановлено, що як у хлопців, так і в дівчат найвищі показники рентгенологічної щільності в усіх вікових групах як на верхній, так і на нижній щелепах виявлені посередині альвеолярних відростків (приблизно середина коренів). Причому ця різниця в порівнянні з апікальною і маргінальною ділянками є значущою ($p < 0,05$). На нашу думку, отримані дані можуть бути використані для контролю сили переміщення зубів при ортодонтичному лікуванні. Подібні рекомендації запропоновано [17; 18].

Таблиця 2
Мінеральна щільність альвеолярних відростків щелеп у хлопців залежно від рівня її визначення

Вікові групи, роки	Верхня щелепа						Нижня щелепа					
	Фронтальна ділянка			Бокова ділянка			Фронтальна ділянка			Бокова ділянка		
	апикальна	середина	пришийкова	апикальна	середина	пришийкова	апикальна	середина	пришийкова	апикальна	Середина	пришийкова
7-9	350,33± 37,42	515,50± 11,35	431,08± 35,24	312,67± 32,23	536,25± 16,04	408,00± 32,94	423,35± 17,94	530,33± 16,35	490,17± 37,42	363,25± 34,44	517,50± 28,10	472,90± 34,75
10-13	332,75± 21,63	468,25± 18,68	435,92± 14,18	332,25± 26,09	621,27± 20,05	491,45± 23,68	431,12± 15,03*	597,43± 15,04*	473,15± 13,14**	364,33± 15,44	635,89± 18,65	422,30± 38,75
14-18	441,60± 14,50	623,50± 16,62	454,58± 14,22	346,40± 11,49	657,39± 10,53	441,00± 13,86	446,83± 35,89	661,72± 9,35**	495,56± 15,49**	445,07± 20,06*	683,68± 8,44**	499,60± 11,71*

Примітка: * - наявна достовірна різниця ($p < 0,001$) між аналогічними групами обох підгруп;
** - наявна достовірна різниця ($p < 0,05$) між аналогічними групами обох підгруп

Мінеральна щільність альвеолярних відростків щелеп у дівчат залежно від рівня її визначення

Вікові групи, роки	Верхня щелепа						Нижня щелепа					
	Фронтальна ділянка			Бокова ділянка			Фронтальна ділянка			Бокова ділянка		
	апикальна	середина	пришийкова	апикальна	середина	пришийкова	апикальна	середина	пришийкова	апикальна	Середина	пришийкова
7-9	382,00± 17,71	489,25± 27,70	460,67± 11,61	401,00± 13,47	547,00± 43,27	368,25± 34,01	366,00± 21,16	532,25± 31,26	485,00± 17,00	431,17± 24,07	492,50± 34,60	452,00± 34,63
10-13	363,50± 15,50	676,79± 20,79	487,36± 20,51	381,50± 17,41	680,44± 10,82	402,19± 23,46	406,00± 18,03	678,00± 11,12	452,00± 18,24	409,00± 20,28	697,80± 16,27	415,64± 21,69
14-18	343,79± 11,56	675,68± 9,62	596,19± 12,12	399,35± 9,76	656,32± 9,32	479,11± 9,91	415,42± 30,02*	665,32± 11,64	550,89± 22,90	427,44± 11,24	634,04± 13,45	505,69± 13,64

Примітка: * - наявна достовірна різниця ($p < 0,05$) між аналогічними групами обох підгруп;

Порівнюючи мінеральну щільність альвеолярних відростків верхньої та нижньої щелеп у осіб різної статі, встановлено, що в 10-13-річних хлопців (табл. 2) її показники на всіх рівнях висоти альвеолярного відростка суттєво вищі у фронтальній ділянці нижньої щелепи в порівнянні з верхньою ($p < 0,001$). У групі хлопців 14-18-річного віку така закономірність виявлена як у фронтальній, так і в бічній ділянках ($p < 0,05$). У дівчат (табл. 3) в усіх вікових групах спостерігаються тенденційні відмінності між фронтальною і бічними ділянками верхньої та нижньої щелеп ($p > 0,05$). Такі ж закономірності прослідковуються в дослідженнях [14].

Статистично значущі відмінності виявлено при вивченні мінеральної щільності в ділянках адентії в порівнянні з аналогічними ділянками з наявним зубом у підлітків обох статей (13-16 років) - відповідно $468,72 \pm 38,31$ HU і $575,35 \pm 24,16$ ($p < 0,05$) у хлопців та $452,93 \pm 16,74$ HU проти $548,00 \pm 26,12$ HU у дівчат ($p < 0,01$).

Діапазон коливань та особливості мінеральної щільності кісткової тканини альвеолярних відростків допоможуть визначити інтенсивність формування кісткової тканини в різні вікові періоди і можуть слугувати показаннями до вибору лікувальної тактики, особливо при ортопедичному й ортодонтичному втручанні.

Висновки

Використання сучасних комп'ютерних технологій дозволяє не лише об'єктивно оцінити архітектуру альвеолярних відростків, а й обрати оптимальний метод лікування та спрогнозувати його ефективність і ризику на підставі визначення мінеральної щільності кісток щелепно-лицевої ділянки.

Виявлені особливості свідчать про тенденційні відмінності мінеральної щільності альвеолярних відростків за віковими і гендерними ознаками.

Література

- Маланчук В.О. Оцінка якості кісткової тканини лицевого відділу черепа та класифікація її типів на основі біомеханічних параметрів / В.О. Маланчук, А.В. Копчак // Український медичний часопис. – 2013. - №1(93). – С.126-131.
- Поворознюк В.В. Костная система и заболевания пародонта / В.В. Поворознюк, И. Мазур. – К., 2005. – 444 с.
- Костная ткань у девочек и подростков. Связь с половым и физическим развитием / В.В. Поворознюк, И.Б. Вовк, Т.В. Орлик [и др.] // Вісник асоціації акушерів-гінекологів України. – 2000. - №3(8). – С. 82-95.
- Кадурін О.К. Біофізичні властивості компактної кісткової тканини / О.К. Кадурін, О.Є. Вирва, Ф.С. Леонтєва. - Харків, 2007. – 136 с.
- Поворознюк В.В. Структурно-функціональний стан кісткової тканини у дітей та підлітків за даними ультразвукової денситометрії // Педіатрія, акушерство, гінекологія. – 1999. – С.49-54.
- Buyukkaplan U.S. Evaluation of mandibular bone mineral density using the dual-energy X-ray absorptiometry technique in edentulous subjects living in an endemic fluorosis region / U.S. Buyukkaplan, M.U. Guldag // A Journal of Head and Neck Imaging. – 2012. - №41(5). – P. 405-410.
- Biological factors contributing to failures of osseointegrated oral implants. Success criteria and epidemiology / [M. Esposito, J.M. Hirsch, U. Lekholm, P. Thomsen] // Eur. J. Oral Sci.- 1998.- №106(1).- P. 527-551.
- Gungor E. Evaluation of osteoporosis in jaw bones using cone beam CT and dual-energy X-ray absorptometry / E.Gungor, P. Yildirim, R. Cevik // J. Oral Sci. – 2016. - №58(2).- P. 185-94.
- Assessment of bone mineral density in the jaws and its relationship to radiomorphometric indices / A. Yulsahi, C.S. Paksoy, S. Ozden [et. al.] // Dentomaxillofac. Radiol. – 2010. - №39(1). – P. 284-900.
- Celenk C. Relationship of mandibular and cervical vertebral bone density using computed tomography / C. Celenk, P. Celenk // Dentomaxillofac. Radiol. – 2008. - №37. – P. 47-51.
- Bone density measurements in intraoral radiographs / O. Nackaerts, R. Jacobs, K. Harner [et. al.] // Clin. Oral Investig. – 2007. - №11. – P. 225-29.
- Bone density at implant sites and its relationship to assessment of bone quality and treatment outcome / G. Bergkvist, K. J. Koh, S. Sahlholm [et. al.] // Int J. Oral Maxillofac. Implants. - 2010. - №25(2). – P.321-328.
- Marquezan M. Bone mineral density / M. Marquezan, T.C. Lau, C.T. Mattoc [et. al.] // Angle Orthod. – 2012. - №82. – P.62-66.
- Density of the alveolar and basal bones of the maxilla and mandible / [H.S. Park, Y.J. Lee, S.H. Jeong, T.G. Kwon] // Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop. – 2008. - №133. – P. 30-37.
- Quantitative evaluation of bone density using the Hounsfield index / T. Shapurian, P.D. Damoulis, G.M. Reiser [et. al.] // Ind. J. Oral Maxillofac. Implants. – 2006. - №21(2). – P. 290-297.
- Misch C.E. Density of bone: Effect on surgical approach and healing. In: Misch C.E. (Ed.). Contemporary Implant Dentistry. Mosby, – Elsevier, Canada,- 2008.- P.645-667.
- Feifei J. Hounsfield Unit Change in Root and Alveolar Bone during Canine Retraction / J. Feifei, L.U. Sean,

- X. Zeyang // Am. J. Orthod. Dentofacial. Orthop. – 2015. - №147(4). - P.445-453.
18. Assessment of correlation between computerized tomography values of the bone, and maximum torque and resonance frequency values at dental implant placement / I. Turkyilmaz, T.F. Tozum, C. Tumer [et. al.] // J. Oral Rehabil. – 2006. - №33(12). – P.881-888.
19. Correlation of bone mineral density of the mandibular angle, hand and total body in 839 healthy individuals aged from 5 to 18 years / W. Kong, Z. Chen, W. Zhang [et. al.] // Zongua Kou Qiang Yi Xue Za Zhi. – 2015. - №50(9). – P. 540-543.
20. Correlation between hand and total body density in normal Chinese children / H. Xu, J. X. Chen, T.M. Zhang [et. al.] // Bone. – 2007. - №43(3). – P. 350-5.

**Стаття надійшла
7.09.2016 р.**

Резюме

У статті представлено результати вивчення мінеральної щільності кісткової тканини альвеолярних відростків у дітей і підлітків. Доведені можливості сучасного методу комп'ютерної томографії як об'єктивного методу визначення біологічних властивостей кісткової тканини щелеп у дітей у віковому аспекті. Результати досліджень засвідчили, що мінеральна щільність альвеолярних відростків щелеп у дітей і підлітків належить до III типу кістки, має вікові та гендерні відмінності, а інтенсивність формування кісткової маси в період пубертатного віку активніша в дівчат. Отримані діапазони досліджуваних показників можуть слугувати показаннями до вибору оптимальної тактики ортопедичного й ортодонтичного лікування в зростаючих пацієнтів.

Ключові слова: альвеолярні відростки, мінеральна щільність, діти і підлітки, комп'ютерна томографія.

Резюме

В статье представлены результаты изучения минеральной плотности костной ткани альвеолярных отростков у детей и подростков. Доказаны возможности современного метода компьютерной томографии как объективного метода определения биологических свойств костной ткани челюстей у детей в возрастном аспекте. Результаты исследований показали, что минеральная плотность альвеолярных отростков челюстей у детей и подростков относится к III типу кости, имеет возрастные и гендерные различия, а интенсивность формирования костной массы в период пубертатного возраста более активная у девочек. Полученные диапазоны исследуемых показателей могут служить показаниями к выбору оптимальной тактики ортопедического и ортодонтического лечения растущих пациентов.

Ключевые слова: альвеолярные отростки, минеральная плотность, дети и подростки, компьютерная томография.

UDC: 616.716.85-018.4-073.175-053

THE AGE-RELATED FEATURES OF ALVEOLAR JAWS BONE MINERAL DENSITY IN GROWING CHILDREN.

V.F. Makeev, A.-S. A. Krupnyk

Danylo Halytskyi Lviv National Medical University

Summary

Introduction. Mechanical and biological properties of jaw bone regards in the planning, effectiveness and prognosis of dental treatment. It's quantitative and qualitative parameters are factors which influence on the dental implantation reconstructive surgery and bone procedure, orthodontic and periodontal treatments. Computer tomography technology (3D) uses for maxillofacial area bone structures visualization in modern dentistry. The advantages of this method are the high accuracy, low cost, short time survey. Not only jaw shape, linear dimensions and bone tissue amount can be determined by 3D method but biological parameters such as bone density.

The aim of the present research was to study the age-related features of alveolar jaws bone mineral density in growing children using computer tomography.

Materials and methods. CT scans of 297 growing children in age 7-18 years old were analyzed. Bone mineral density at frontal and distal areas of maxilla and mandible was recorded in Hounsfield Units (HU). The data were compared by age, sex and localization. The data of bone mineral density in areas of secondary adentia and areas with teeth in adolescents of both sexes were analyzed and compared. The data were statistically computed.

Results and discussion. Specific differences in bone mineral density of jaws (BMD) for ages and genders have not been found. The BMD of maxilla and mandible increased with age in both sex groups, varying from 440 to 631 HU and relates to the III type of bone. The main BMD fast increasing begins approximately from age 10-12 and its rate gradually slowing down after 16 years. In males the BMD of both jaws increased gradually. The females had increasing peak in puberty between 12-15 years. It is found that BMD is slightly higher in frontal areas of maxilla and mandible than in distal.

BMD is the most high in the middle of alveolar bone of both jaws. Comparing to the apical and marginal levels this data are significantly higher ($p < 0,05$).

The highest data of BMD are in the middle level of the maxilla and mandible alveolar bone comparing with apical and marginal level ($p < 0,05$).

Statistically significant differences of BMD is found in areas of secondary adentia and in similar areas of jaws with teeth.

Conclusions: The BMD in healthy growing children from 7 to 18 years old is increased with age. BMD changes help to determine the intensity of jaws bone formation in growing children.

Key words: alveolar jaws, bone mineral density, children and adolescent, computing tomography.