

.УДК: 616.314-089.23 + 616.314-76-07-08(0.7.07)

СРАВНЕНИЕ ИЗМЕРЕНИЙ ПО МЕТОДИКЕ БОЛТОНА НА ЦИФРОВЫХ И ГИПСОВЫХ МОДЕЛЯХ ЧЕЛЮСТЕЙ

Гасимова З.В.

Азербайджанский государственный институт усовершенствования врачей им.

А.Алиева. Кафедра ортодонтии

Адрес учреждения: AZ1012 Азербайджан, город Баку, Тбилисский проспект 3165

Адрес электронной почты автора: zeba_gasimova@mail.ru

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-6100-1830>

Ключевые слова: *биометрические измерения, размер зубов, анализ Болтона, «Dolphin Imaging 11.9»*

Введение. При планировании ортодонтического лечения большое значение имеет проведение биометрических измерений диагностических моделей. Наиболее широко в клинике применяют измерения моделей методом Болтона. Несмотря на то, что данный метод был предложен еще в 1962 г. [1], он до сих пор применяется для анализа размеров зубов и их соотношений, причем авторы предлагают различные модификации самого метода [2], а также изучают данные параметры у пациентов различных этнических групп с различными видами зубочелюстных аномалий [3,4,5,6]

Кроме того, с появлением современных цифровых сканеров и компьютерных программ, в последние годы измерения проводятся не только на гипсовых, но и на цифровых моделях челюстей. Если ранее измерения проводили вручную, то в последние годы широко применяются различные компьютерные программы, с помощью которых возможно произвести более точные расчеты [7,8,9,10,11].

На базе кафедры ортодонтии АзГИУВ имеется большое количество гипсовых моделей, расчеты которых проводили вручную, с помощью обычного или электронного штангенциркуля. Используемый в последние годы цифровой сканер позволяет получить существенно превосходящие по

качеству и точности модели челюстей, сохраняемые в компьютере в формате stl.

Цель исследования - сравнение результатов измерений, полученных на гипсовых моделях челюстей с их цифровыми аналогами, выполненными путем сканирования аппаратом «Planmeca- emerald» и последующей обработкой их с помощью программы «Dolphin-Imaging 11,9».

Материал и методы исследования. Биометрические измерения по методике Болтона проводились у пациентов с постоянным прикусом в возрасте от 13 до 15 лет с различными зубочелюстными аномалиями на 30 гипсовых моделях верхней и нижней челюстей пациентов и их цифровых аналогах. В 1 группу включали цифровые показатели, полученные циркулем- измерителем (Ц), во 2 группе измерения проведены цифровым штангенциркулем (ЦШ) с калибровкой до 0,01 мм., в 3 группе (DI) цифровые модели изучали с помощью калибратора, имеющегося в программе «Dolphin – Imaging 11,9».

В процессе работы измеряли мезиодистальные размеры коронок 12 зубов верхнего и нижнего зубных рядов - от первого моляра слева до первого моляра справа включительно. Определялся размер каждого зуба в отдельности, затем высчитывалась сумма мезиодистальных размеров

всех 12 зубов верхней челюсти (Total Upper Arch Length – TUAL) и нижней челюсти (Total Lower Arch Length – TLAL). Для определения переднего соотношения высчитывали сумму 6 передних зубов верхней челюсти (Anterior Upper Arch Length – AUAL) и нижней челюсти (Anterior Lower Arch Length – ALAL).

Для получения индекса «overall ratio» TLAL делили на TUAL, умножали на 100%. В норме данный индекс равен 91,3%. Для получения индекса «anterior ratio», делили ALAL на AUAL и умножали на 100%. В норме он равен 77,2%.

Итого, на всех моделях измерено 30 параметров: мезиодистальные размеры – 12 зубов верхнего и нижнего зубных рядов, а также параметры AUAL, ALAL, AR, TUAL, TLAL. OR.

Исследование классифицируется: по дизайну – аналитическое; по методу – клиническое; по объему – выборочное; по виду – научное; по материалу – проспективное; по времени – поперечное; по месту – клиническое исследование.

Полученные цифровые данные подверглись статистической обработке методами вариационного (F-Фридмана; W-Вилькоксона) и корреляционного анализов (β -Тау-Кендаль) в статистическом пакете SPSS-26. «0»-ю гипотезу отвергали при $p < 0,05$. [12]

Результаты исследования. При сравнении показателей между группами D, Ц и ЦШ по методу Wilcoxon signed-rank test выявлено, что в 8 случаях измерения с помощью Ц были больше, чем D, в 21 случаях $\text{Ц} < \text{D}$ ($p=0,012$), в то время как статистической разницы между D и ЦШ не выявлено ($p=0,750$). Разница между Ц и ЦШ также имеется, т.е. в 20 случаях показатели $\text{Ц} > \text{ЦШ}$, в 10 случаях $\text{Ц} < \text{ЦШ}$ ($p=0,014$).

Результаты измерений гипсовых, цифровых моделей представлены в таблице.

Достоверные статистические разницы были обнаружены лишь при измерении некоторых зубов. Так, например, средние показатели при измерении 21 зуба с помощью DI были равны $8,56 \pm 0,55$, при измерении Ц были $8,96 \pm 0,70$, при измерении же ЦШ составили $8,61 \pm 0,71$, т.е. выявлена статистическая разница ($p=0,032$).

Также выявлена статистическая разница при измерении нижних центральных резцов – 31 зуба ($p=0,029$), 41 зуба ($p=0,008$).

Статистические разницы выявили также при измерении премоляров и моляров. Так, при измерении 24 зуба с помощью DI размер зуба равнялся $6,89 \pm 0,39$, в то время как при измерении циркулем – $7,33 \pm 0,61$, а ЦШ $7,30 \pm 0,39$, статистическая разница $p=0,001$. В то же время, при измерении 24 зуба, при сравнении показателей ЦШ и DI, выявлено, что в 6 случаях показатели ЦШ были меньше (Negative Ranks), чем в показатели DI, в 24 случаях наоборот, т.е. ЦШ были больше, чем DI (Positive Ranks). Что касается сравнения показателей между Ц и DI, то Negative Ranks выявлен в 7 случаях, а Positive Ranks в 21, в 2х случаях показатели совпали.

При измерении 26 зуба с помощью DI размер зуба равнялся $10,24 \pm 0,46$, в то время как при измерении циркулем – $10,29 \pm 0,75$, а ЦШ $10,09 \pm 0,57$, статистическая разница $p=0,033$. Также при измерениях 26 зуба статистическая разница была выявлена при измерениях Ц и ЦШ, т.е. показатели Ц в 8 измерениях были больше показателей ЦШ (Positive Ranks), а в 21 измерении меньше (Negative Ranks), и лишь в 1 случае показатели совпали (диаграмма).

При проведении корреляционного анализа параметра LTAL мы выявили статистически достоверные корреляционные связи между Ц и ЦШ ($\tau = 0,652$; $p < 0,001$), UTAI ($\tau = 0,606$; $p < 0,001$).

Таблица.
Результаты измерений по методике Болтона

16	10,3\	0,5	9,2	11,0	10,3	0,7	9,00	12,0	10,2	0,6	9,1	11,0	0,456	0,640	0,375	0,611
15	6,79	0,47	5,8	7,60	6,80	0,61	6,00	8,00	6,75	0,48	5,82	7,67	0,599	0,770	0,565	0,758
14	7,03	0,45	5,8	7,80	7,25	0,51	6,00	8,20	7,22	0,48	6,17	8,31	0,581	0,152	0,202	0,681
13	7,56	0,46	6,8	8,70	7,80	0,55	7,00	9,00	7,78	0,47	6,45	8,98	0,076	0,101	0,056	0,787
12	6,93	0,50	5,9	7,70	7,10	0,80	6,00	9,00	7,15	0,69	5,94	9,21	0,418	0,352	0,128	0,315
11	8,62	0,48	7,7	9,50	8,96	0,67	8,00	11,0	8,81	0,53	7,79	9,99	0,213	0,033*	0,171	0,191
21	8,56	0,55	7,4	9,60	8,96	0,7	7,50	10,0	8,61	0,71	5,96	9,61	0,032	0,012*	0,750	0,014*
22	6,82	0,51	5,90	7,80	7,09	0,66	6,00	8,20	6,99	0,65	5,95	8,81	0,125	0,037*	0,202	0,449
23	7,57	0,50	6,50	8,60	7,81	0,72	6,00	9,00	7,75	0,47	6,51	8,43	0,145	0,161	0,100	0,853
24	6,89	0,39	6,20	7,70	7,33	0,61	6,00	9,00	7,30	0,39	6,40	8,20	0,001	0,001*	0,00*	0,853
25	6,84	0,38	6,00	7,60	7,07	0,74	6,00	9,00	6,95	0,45	6,12	7,67	0,564	0,149	0,344	0,371
26	10,24	0,46	9,10	11,10	10,29	0,75	9,00	12,0	10,09	0,57	8,80	11,70	0,033	0,873	0,188	0,013*
36	10,68	0,39	9,90	11,40	10,85	0,71	10,00	12,00	10,77	0,58	9,78	12,23	0,387	0,213	0,339	0,966
35	7,29	0,48	6,50	8,30	7,33	0,71	6,00	9,00	7,28	0,51	6,15	8,21	0,905	0,813	0,984	0,773
34	7,16	0,54	6,30	9,00	7,38	0,74	6,00	9,00	7,27	0,68	6,27	9,35	0,462	0,112	0,249	0,705
33	6,79	0,59	5,60	7,90	6,93	0,64	6,00	9,00	6,86	0,50	5,73	7,90	0,897	0,523	0,853	0,779
32	5,95	0,44	4,90	6,90	6,23	0,56	5,00	7,00	6,14	0,43	5,12	6,87	0,209	0,046*	0,092	0,249
31	5,53	0,45	4,40	6,30	5,78	0,61	5,00	7,00	5,68	0,75	4,79	9,17	0,029	0,121	0,567	0,086
41	5,50	0,42	4,60	6,40	5,79	0,63	5,00	7,00	5,65	0,43	4,68	6,41	0,008	0,059	0,107	0,070
42	6,00	0,50	4,80	7,50	6,22	0,54	5,00	7,00	6,15	0,37	5,27	6,80	0,614	0,145	0,195	0,364
43	6,72	0,50	5,80	7,60	6,88	0,64	6,00	8,00	6,78	0,57	5,54	7,73	0,897	0,452	0,524	0,247
44	7,24	0,51	6,20	8,90	7,33	0,65	6,00	9,00	7,24	0,63	6,18	8,89	0,771	0,778	0,797	0,417
45	7,42	0,48	6,60	8,70	7,32	0,65	6,00	9,00	7,19	0,46	6,39	7,94	0,125	0,471	0,040	0,267
46	10,60	0,73	7,50	11,40	10,75	0,75	9,00	12,00	10,79	0,68	9,34	11,90	0,849	0,563	0,428	0,489
TL AL	86,9	4,3	77,8	94,1	88,8	6,1	80,0	104,0	87,8	4,8	80,2	96,4	0,202	0,168	0,289	0,600
TU AL	94,2	4,0	85,3	100,9	96,8	5,7	87,0	112,0	95,7	4,2	87,5	104,7	0,150	0,072	0,178	0,289
OR	92,2	2,7	86,8	99,0	91,7	2,3	87,1	95,6	91,8	2,4	86,6	97,1	0,875	0,565	0,959	0,951
AL AL	36,5	2,4	30,2	40,9	37,8	3,0	33,0	45,0	37,3	2,3	32,0	42,0	0,122	0,096	0,262	0,271
AU AL	46,1	2,1	41,4	49,7	47,7	3,0	41,0	54,0	47,1	2,6	40,5	52,0	0,016	0,024*	0,027	0,329
AR	79,2	3,3	71,1	88,0	79,3	2,9	74,8	84,1	79,2	4,0	73,5	95,7	0,531	0,877	0,658	0,405

Примечание.: 1. Mean (Среднее значение), SD (стандартное отклонение), Min (минимальные) и Max (максимальные показатели) вариационный рядов; 2. PF (статистическая значимость разницы между показателями 3-х групп по Фридману); 3. PW - статистическая значимость разницы между показателями 2-х групп по Вилкоксоу: 1-2 между 1-й и 2-й и т.д.; 4. * - «0»-я гипотеза отвергается

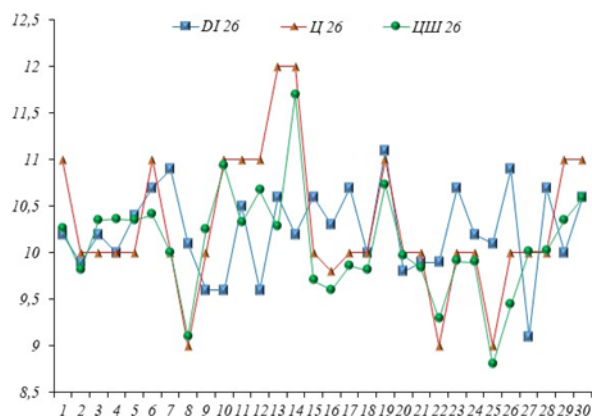
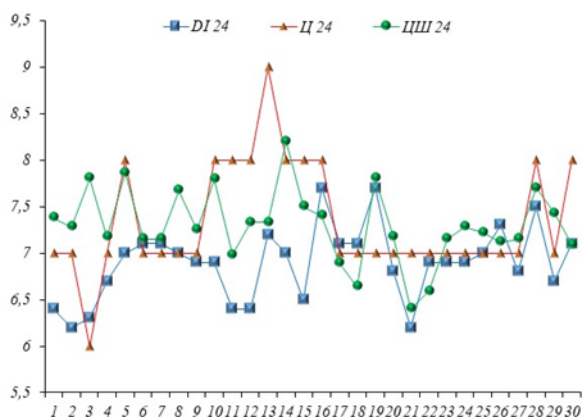


Диаграмма.
Измерения размеров зубов по методу Болтона различными способами.

При рассмотрении индекса «Overall ratio» обнаружена обратная корреляция между DI и Ц ($\tau = -0,258$; $p = 0,046$), а между Ц и ЦШ обнаружена положительная корреляция ($\tau = 0,327$; $p = 0,011$).

Положительные корреляции выявлены также между Ц и ЦШ ($\tau = 0,695$; $p < 0,001$) в показателях ALAL. При проведении корреляционного анализа параметра AUAL выявлена также положительная корреляция между DI и Ц ($\tau = 0,277$; $p = 0,039$) и между DI и ЦШ ($\tau = 0,303$; $p = 0,019$), в то же время показатели Ц коррелируют с показателями и ЦШ ($\tau = 0,528$; $p < 0,001$); положительная корреляция выявлена также между показателями «Anterior ratio» при измерениях Ц и ЦШ ($\tau = 0,470$; $p < 0,001$).

Заключение: проведение измерений цифровых моделей с помощью компьютерной программы «Dolphin-Imaging 11,9» является более точным и надежным методом измерения и рекомендуется для широкого применения в ортодонтической практике.

Список литературы

1. Bolton W.A. The clinical application of a tooth-size analysis. // Am J. Orthod. – 1962. 48(7), – p. 504-529.
2. Beygelman Y.A. The influence of labiolingual and mesiodistal anterior tooth dimensions on interarch relationships: A modified anterior Bolton analysis / Y.A.Beygelman, R.Khosravi,

- M. Masoud [et al.] // Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2019. Dec;156(6), – p. 727-734. doi: 10.1016/j.ajodo.2018.11.020.
3. Abd Rahman A.N.A., Othman S.A., Marya A. Measuring tooth size discrepancies using Bolton analysis: a comparative cross-sectional study among major ethnicity in Malaysia // BMC Oral Health. – 2023 Aug 2;23(1), – p. 534. doi: 10.1186/s12903-023-03185-7.
4. Nalcaci R., Topcuoglu T, Ozturk F. Comparison of Bolton analysis and tooth size measurements obtained using conventional and three-dimensional orthodontic models. // Eur J Dent. – 2013. Sep;7(1), – p. S066-S070. doi: 10.4103/1305-7456.119077.
5. Jabri M.A. Accuracy of Bolton's Analysis among Different Malocclusion Patients Plaster Models and Digital Models Obtained by Ex Vivo Scanning with iTero Scanner in Chinese Han Population / M.A.Jabri, S.Wu, Y.Zhang [et al.] // Niger J Clin Pract. 2021. Jul;24(7), – p. 1086-1091. doi: 10.4103/njcp.njcp_307_20.
6. Karadede Ünal B., Dellaloğlu D. Digital analysis of tooth sizes among individuals with different malocclusions: A study using three-dimensional digital dental models // Sci Prog. – 2021. Jul-Sep;104(3), – p. 368504211038186. doi: 10.1177/00368504211038186.
7. Lam M. Validity of digital analysis versus manual analysis on orthodontic casts / M.Lam, A.Hajdarević, E Čirgić. [et al.] // Journal of the World Federation of Orthodontists. – 2024. 13(5) – p. 221-228.
8. Naidua D., Freerb T.J. Validity, reliability, and reproducibility of the iOC intraoral scanner: A comparison of tooth widths and Bolton ratios //

- Am J Orthod Dentofacial Orthop, – 2013, 144, – p. 304-310
9. Loma Salcedo, H.; Huasco Huarcaya N.E. Degree of reliability of the assessment of the Bolton analysis in three-dimensional virtual models versus plaster models: A review // Rev. Cient. Odontol. (Univ. Cient. Del Sur). – 2023. 11, – p. e155.
10. Aly P., Mohsen C. Comparison of the accuracy of three- dimensional printed casts, digital casts, and conventional casts: An in vitro study // Eur. J. Dent. – 2020. 14, – p. 189–193
11. Ellakany P. Evaluation of the accuracy of digital and 3D-printed casts compared with conventional stone casts / P.Ellakany, F.Al-Harbi, M.El Tantawi, [et al.] // J Prosthet Dent. – 2022. Mar;127(3), – p. 438-444. doi: 10.1016/j.prosdent.2020.08.039.
12. Qafarov İ.A. Biostatistika. Bakı, Təbib, 2022, 240 s. ISBN: 978-9952-37-813-9

XÜLASƏ

RƏQƏMSAL VƏ GİPS ÇƏNƏ MODELLƏRİNDƏ BOLTON METODİKASI ÜZRƏ ÖLÇMƏLƏRİN MÜQAYİSƏSİ.

Qasimova Ziba Vaqif qızı

A.Əliyeva adına Azərbaycan Dövlət Həkimlərin Təkmilləşdirmə İnstitutu. Ortodontiya kafedrası.
Bakı, Azərbaycan

Tədqiqatın məqsədi gips modellərinin müxtəlif ölçü üsulları - adi və rəqəmsal ştangensirkullar, onların rəqəmsal analogları, diş sıralarının skanı yolu ilə əldə edilmiş və «Dolphin Imaging 11.9» proqram təminatından istifadə etməklə hesablanmış müqayisəli analizlər aparmaqdır.

Tədqiqat pasiyentlərin əng və çənə dişlərinin, həmçinin onların rəqəmsal ekvivalentlərinin 30 gips modelində aparılmışdır. Seçmə meyarları: əng və çənədə, 13-15 yaşlarında olan pasiyentlərdə birinci sol və birinci sağ molyarlara qədər bütün daimi dişlərin olması. Material 3 qrupa bölünür: birinci ölçü qrupunda «Dolphin Imaging 11.9» kompüter proqramı (DI), ikinci qrupda pərgar (P), üçüncü qrupda isə rəqəmsal ştangensirkul (RŞ) tətbiq olunur. Statistik cəhətdən əhəmiyyətli fərq bəzi dişlərin, ilk növbədə yuxarı və aşağı kəsicilərin, həmçinin bəzi premolyarların və molyarların ölçülməsində aşkar edilmişdir. Parametrlərin korrelyasiyası DI və P ($\tau = 0,277$; $p = 0,039$) arasında, DI və RŞ arasında ($\tau = 0,303$; $p = 0,019$), P ilə RŞ arasında ($\tau = 0,528$; $p < 0,001$) təhlil edilir.

Çənə modellərinin ölçülməsinin daha dəqiq və etibarlı üsulu «Dolphin Imaging 11.9» kompüter proqramından istifadə etməkdir. Bu metod həkimlərə dəqiq və dəyərli məlumat verir, gips modellərinin hazırlanması və uzun müddət saxlanması zərurətini aradan qaldırır ki, bu da onu ortodontik təcrübədə geniş istifadə etmək imkanı yaradır.

Açar sözlər: *biometrik ölçülər, dişlərin ölçüsü, Bolton analizi, «Dolphin Imaging 11.9»*

SUMMARY

COMPARISON OF MEASUREMENTS BY BOLTON METHOD ON DIGITAL AND PLASTER MODELS OF JAWS.

Gasimova Ziba Vaqif.

Azerbaijan State Institute for Advanced Medical Studies named after A.Aliyeva. Department of Orthodontics.
Baku, Azerbaijan

Purpose of the study: To conduct a comparative analysis between different measurement methods of plaster models, performed manually using conventional and digital calipers, and their digital equivalents obtained by scanning the dental arches and calculated using the Dolphin Imaging software.

The study was conducted on 30 plaster models of the upper and lower jaws of patients and their digital equivalents. Selection criteria included the presence of all permanent teeth from the first left to the first right molar on both the upper and lower jaws in patients aged 13-15 years. The material was divided into three groups: in the first group, measurements were taken using calipers (C); in the second group, digital calipers (DC) were used; and in the third group, the "Dolphin Imaging 11.9" software (DI) was applied.

A statistically significant difference was found in the measurement of certain teeth, primarily the upper and lower incisors, as well as some premolars and molars. Correlation analysis of the AUAL parameter also revealed a positive correlation between DI and C ($\tau = 0.277$; $p = 0.039$) and between D and DC ($\tau = 0.303$; $p = 0.019$), while C correlated with DC ($\tau = 0.528$; $p < 0.001$).

The use of the "Dolphin Imaging 11.9" software on digital models is the most accurate and reliable method for measuring jaw models. This method provides clinicians with precise and valuable information and eliminates the need for producing and storing plaster models over time, making it recommended for widespread use in orthodontic practice.

Keywords: *biometric measurements, tooth size, Bolton analysis, "Dolphin Imaging 11.9"*