

The Presence of the Golden Ratio in the Morphology of Deciduous Teeth: A Pilot Study

Edina-Kata Biró¹, Bernadette Kerekes-Máthé², Ildikó Krisztina Mártha³

¹⁻³“George Emil Palade” University of Medicine, Pharmacy, Science and Technology of Târgu Mureș ¹Faculty of Dentistry, ²Department of Dental Morphology and Dental Materials, ³Department of Orthodontics

Abstract • Numerous studies have investigated the presence of the golden ratio in the proportions of the maxillary anterior teeth in permanent dentition; however, data regarding primary dentition remain limited. Given the increasing emphasis on dental aesthetics, it is important to determine whether the golden ratio can also be identified in deciduous teeth. The aim of this study was to measure the width and height of the maxillary primary anterior teeth, including the central incisors, lateral incisors, and canines, using two different measurement methods, and to analyse the ratios calculated from these measurements to assess the presence of the golden ratio. The study included children aged 3–6 years whose parents provided written informed consent. Exclusion criteria included dental caries, restorations, previous orthodontic treatment, dental crowding, and periodontal involvement. Standardized frontal photographs were obtained while ensuring that the occlusal plane was parallel to the floor, the millimetre scale used for calibration was parallel to the interpupillary line, and a constant photographic distance was maintained throughout the study. Subsequently, plaster models were fabricated and used to determine the actual tooth dimensions with a digital calliper. Frontal photographs were analysed using ImagePro Insight software. Data were recorded in Microsoft Excel, and statistical analyses were performed using GraphPad Prism. The mean frontal-view width ratio of the maxillary primary lateral incisors to central incisors was 0.67, whereas the ratio of primary canines to lateral incisors was 1.01. The mean width-to-height ratio of the primary central incisors was 1.20. No significant sex-related differences were observed ($p > 0.05$). The calculated ratios did not correspond to the ideal golden ratio values in either boys or girls. Based on the findings of this pilot study, the primary dentition of the investigated population does not exhibit the consistent golden ratio relationships described for permanent dentition.

Keywords • golden ratio, primary teeth, maxillary anterior teeth, digital measurement technique

DOI: 10.2478/orvtudert-2025-0010

Bulletin of Medical Sciences 2025, 98(2): 121–133

Introduction

Facial attractiveness and smile aesthetics are closely interconnected. This relationship has been demonstrated in photographic studies in which individuals with attractive smiles were perceived as possessing higher intellectual

and social abilities [1, 2]. In dentistry, patients' expectations regarding aesthetic treatment often present a challenge for clinicians. These expectations cannot always be fulfilled from a physiological or biomechanical perspective while simultaneously achieving an aesthetically pleasing smile [3]. In response to the continuously growing demand for aesthetic dental treatment, a variety of guidelines and concepts have been developed. Advances in dental materials and clinical techniques now make it possible to achieve highly aesthetic outcomes. The shape and morphology of the maxillary anterior teeth play a fundamental role not only in dental aesthetics but also in the harmonious appearance of the face as a whole [4]. Distinguishing between an attractive and an unattractive

Corresponding Author

Bernadette Kerekes-Máthé

“George Emil Palade” University of Medicine, Pharmacy, Science and Technology of Târgu Mureș, Department of Dental Morphology and Dental Materials

Gheorghe Marinescu Str. 38,

540142 Târgu Mureș, Romania

bernadette.kerekes-mathe@umfst.ro

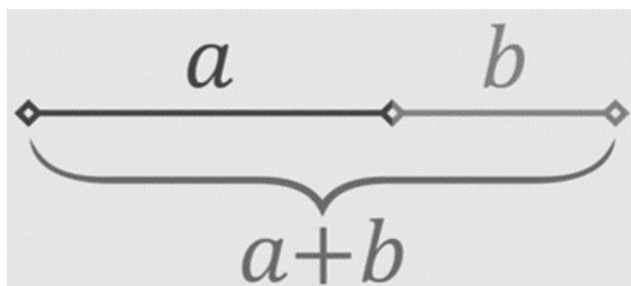


Figure 1. Classical representation of the golden ratio using line segments

smile is inherently subjective. Therefore, clinicians who primarily address patients' aesthetic concerns must rely on clinically applicable evidence-based aesthetic principles [5].

The golden ratio is a mathematical constant (1.618:1.0) that describes an ideal proportional relationship between two lengths, resulting in an aesthetically harmonious appearance [6]. Proportional forms are often represented by a rectangle in which the ratio of length to height corresponds to the golden ratio (ϕ). The golden ratio (also referred to as the divine proportion, golden section, or golden mean) is obtained by dividing a line segment into two parts ($a + b$) such that $a/b = (a + b)/a \approx 1.618$ (Figure 1), where a is greater than b [7].

In dentistry, the golden ratio is applied as follows: when the apparent widths of the maxillary anterior teeth are measured from the frontal view and the width of the lateral incisor is assigned a value of 1, the width of the canine relative to the lateral incisor is 0.62, whereas the width of the central incisor relative to the lateral incisor is 1.62 [8].

Lombardi was the first to propose the application of the golden ratio in dentistry in 1973. According to his concept, the mesiodistal width of the lateral incisor, as viewed from the front, should be 62% of the mesiodistal width of the central incisor, while the canine should in turn be 62% of the width of the lateral incisor. This relationship became known as the "golden proportion" [8]. Levin subsequently suggested that the golden proportion theory could be used to determine the relative widths of the anterior teeth as viewed from the frontal aspect. According to Levin, the width of the central incisor should be proportional to that of the lateral incisor, and the width of the lateral incisor should be proportional to that of the canine [9]. In contrast, Preston demonstrated that the relationship between the maxillary central incisor and the mandibular lateral incisor does not conform to the 1.618:1 golden ratio [10].

The concept of the "golden percentage" was introduced by Snow in 1999 to more accurately define the symmetry, dominance, and proportions of an aesthetic smile. His calculations were based on the principles of the golden proportion. Snow assigned a value of 1.618 to the central incisor, 1 to the lateral incisor, and 0.618 to the canine, then doubled these values to account for both sides of the dental arch. The resulting total of 6.472 was used to calculate the golden percentage contribution of each tooth to the overall width of the anterior dentition. According to this concept, the central incisor should account for 25% of the total visible width, the lateral incisor for 15%, and the canine for 10% on each side in order to achieve an aesthetically harmonious smile [11].

Building upon Lombardi's theory, Ward introduced the concept of the "recurring aesthetic dental proportion" in 2001, which is based on recurring proportional tooth widths. According to Ward, the golden ratio causes the lateral incisor to appear excessively narrow and diminishes the visual prominence of the canine. He proposed that the ratio between the apparent widths of successive teeth should remain constant from the central incisor to the canine when viewed from the frontal aspect [12].

Facial aesthetics is founded on key principles such as harmony, symmetry, and proportion. The basic facial form is primarily determined by the skeletal framework of the skull and jaws. This bony foundation is covered and complemented by cartilaginous and soft-tissue structures, which together define the final shape and appearance of the face [13]. Facial landmarks that play a particularly important role in dentofacial composition include the interpupillary line, the commissural line, and the occlusal plane [14]. The interpupillary line should be parallel to the horizontal plane and perpendicular to the facial midline. Furthermore, it should be parallel to both the occlusal plane and the commissural line [15].

The aim of the present study was to investigate the presence of the golden ratio in primary dentition. The null hypothesis was that the width and height ratios of primary teeth measured from the frontal view do not conform to the principles of the golden ratio.

Materials and Methods

A total of 33 children aged between 3 and 6 years participated in the study. Clinical examinations and impression-taking procedures were carried out at institutions

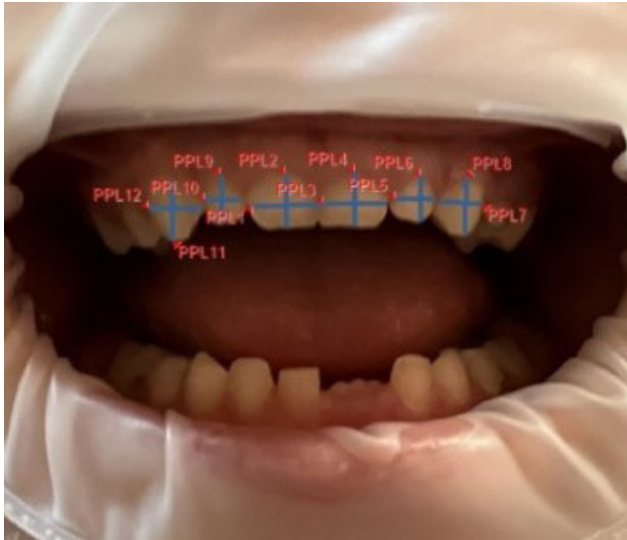


Figure 2. Digital measurement of perceived values using a latex-free plastic lip retractor

in Mureş County during 2024. Written informed consent was obtained from the parents or legal guardians of all participants. Ethical approval was granted by the Ethics Committee of the George Emil Palade University of Medicine, Pharmacy, Science, and Technology, Târgu Mureş (approval number: 20.05.2024/3161).

Before the commencement of the study, the legal guardian of each child received detailed written information regarding the study procedures and the equipment used. Written informed consent was obtained from all parents. The consent form specified that photographs would be used exclusively in anonymized form for measurement purposes, would not be accessible to third parties, and would not permit identification of the child. Parents were also informed that participation was entirely voluntary and that consent could be withdrawn at any time without providing a reason.

Strict exclusion criteria were applied to ensure that only healthy dentitions were evaluated. Children presenting with previous dental restorations, a history of orthodontic treatment, dental crowding, or periodontal involvement were excluded. These criteria ensured that the results reflected natural anatomical proportions without the influence of previous treatment or dental abnormalities.

In the first phase of the study, we evaluated the visible frontal-view dimensions of the teeth, representing the proportions perceived by an observer during smiling. These measurements were referred to as perceived values. Standardized digital photographs of each child's smile were obtained under controlled conditions. All



Figure 3. Measurement of perceived values without a latex-free plastic lip retractor

photographs were taken by the same operator. An iPhone 7 smartphone equipped with a 12-megapixel camera, an f/1.8 aperture lens, a 28-mm equivalent focal length, optical image stabilization, and phase-detection autofocus (PDAF) was used. Images were captured from a standardized distance of 50 cm.

During photography, special attention was paid to ensuring that the occlusal plane was parallel to the floor, thereby minimizing measurement distortion. In addition, the interpupillary line was aligned parallel to the millimetre calibration scale to ensure measurement consistency and reproducibility. Photographs were taken with the mouth open.

Whenever participant cooperation permitted, a lip retractor (Optragate) was used during both photography and impression taking (Figure 2) to prevent the upper lip and cheeks from obscuring the teeth and interfering with the assessment of tooth width and height. In cases where participants did not tolerate the placement of the lip retractor, photographs were obtained without its use (Figure 3). For these children, an adequately high smile line and sufficient lip mobility were essential inclusion criteria, ensuring that the entire clinical crown of the anterior teeth remained clearly visible and measurable up to the cervical margin. This selection protocol ensured that the absence of a lip retractor did not introduce measurement inaccuracies or methodological bias. The photographs were analysed using Image-Pro Insight 11 software, a digital platform designed for two-dimensional measurements. This method enabled an objective

Table 1. Minimum and maximum values and standard deviations

Anterior teeth	Minimum value		Maximum value		Standard deviation	
	On photograph	On plaster model	On photograph	On plaster model	On photograph	On plaster model
Central incisor width	5.37	5.57	7.25	7.28	0.52	0.38
Central incisor height	3.91	3.94	6.65	6.18	0.61	0.63
Lateral incisor width	3.04	4.60	5.20	5.66	0.55	0.29
Lateral incisor height	3.15	3.31	5.41	5.36	0.57	0.52
Canine width	2.80	5.36	5.08	7.47	0.66	0.53
Canine height	2.75	3.47	6.09	6.38	0.82	0.80

and detailed analysis of tooth dimensions on frontal-view photographs, allowing precise determination of dental proportions in the paediatric population examined. Each photograph was calibrated individually, after which the mesiodistal width and gingivoincisor height of the right and left primary incisors and canines were measured.

In the second phase of the study, we evaluated the actual measured values. As a first step, impressions of the anterior region were obtained using condensation silicone material (Zetaplus, Zhermack). The impressions were poured with Type III dental stone and individually numbered to ensure accurate identification. Subsequently, high-precision linear measurements were performed on each plaster model using a digital calliper, following the same protocol applied to the photographic measurements. All measurements were recorded according to a standardized methodology. The measurements were performed by a single examiner (B.E.K.) following prior calibration and training.

The perceived mesiodistal width and gingivoincisor height ratios obtained from the photographs were compared with the corresponding measurements obtained from the plaster models. The collected data were entered into a Microsoft Excel spreadsheet for organization, verification, and statistical preprocessing. Statistical analyses were performed using GraphPad Prism software (GraphPad Software, San Diego, CA, USA). Comparisons were conducted using unpaired t-tests, with the level of statistical significance set at $p < 0.05$.

Results

The mean age of the participating children was 4.6 ± 0.9 years. Of the 33 participants, 23 were boys and 10 were girls. Analysis of sex-related differences revealed no statistically significant differences ($p > 0.05$) for either mesiodistal width or gingivoincisor height measure-

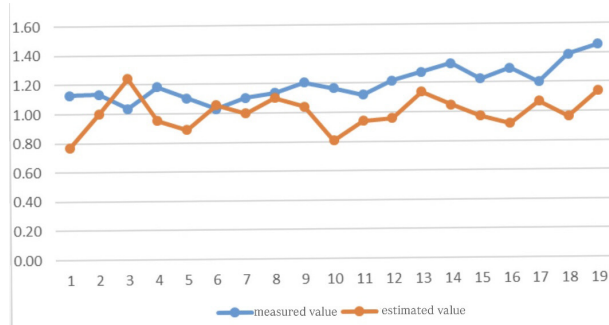


Figure 4. Ratio of the widths of the primary canine and lateral incisor. The X-axis represents the examined cases, while the Y-axis represents the ratio (mm).

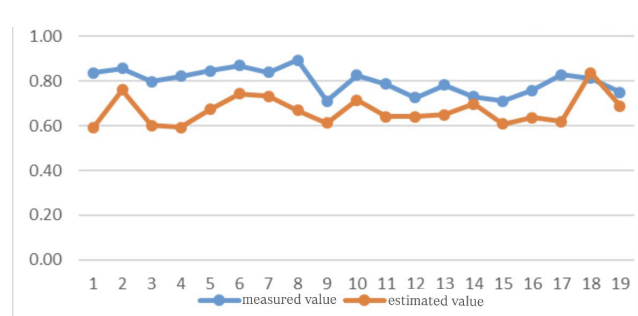


Figure 5. Ratio of the widths of the primary lateral and central incisors. The X-axis represents the examined cases, while the Y-axis represents the ratio (mm).



Figure 6. Ratio of the heights of the primary incisors. The X-axis represents the examined cases, while the Y-axis represents the ratio (mm).

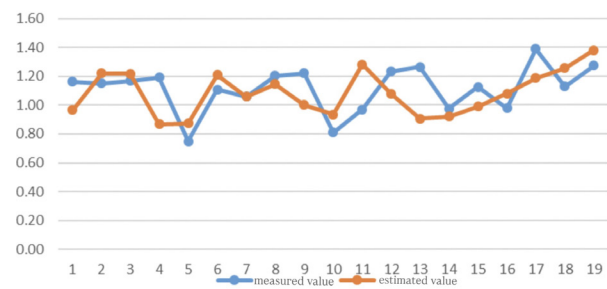


Figure 7. Ratio of the heights of the primary canine and lateral incisor. The X-axis represents the examined cases, while the Y-axis represents the ratio (mm).

ments. Therefore, the male and female participants were subsequently analysed as a single group. The minimum and maximum values, together with the standard deviations, are presented in **Table 1**.

Comparison of the width ratios of the primary canines and lateral incisors showed that, in most cases, the values obtained from the plaster models were significantly higher than those obtained from the photographs ($p = 0.001$) (**Figure 4**). The observed ratios ranged from 1.00 to 1.40

Analysis of the mesiodistal width ratio between the primary lateral and central incisors consistently demonstrated higher values in the plaster-model measurements compared with the perceived values obtained from the photographs ($p = 0.001$) (**Figure 5**).

When comparing the gingivoincisor height ratios obtained using the two measurement methods, no statistically significant differences were observed ($p = 0.07$). Initially, the height ratios of the primary incisors (central and lateral) were compared (**Figure 6**). Differences between the two measurement methods were observed in only a small number of cases.

Evaluation of the height ratios of the primary canines and lateral incisors likewise revealed no significant differences between the two measurement methods ($p = 0.47$), with the measured values falling within nearly identical ranges (**Figure 7**).

Discussion

The primary objective of the present study was to investigate the presence of the golden ratio in the primary dentition.

While most previous studies have evaluated dental proportions using either digital photographs [16, 17] or direct intraoral measurements with a calliper [18], the present study additionally incorporated measurements performed on plaster models. The use of plaster models allows direct measurement of tooth dimensions, thereby eliminating potential inaccuracies associated with photographic angulation and ensuring sterile conditions for the calliper thus avoiding the practical limitations of intraoral measurements.

In childhood, particular attention should be paid to both the aesthetic and functional integrity of the dentition, especially the anterior teeth. At this stage of development, the dental arch tends to exhibit a semicircular configuration, meaning that the anterior teeth are not arranged in a straight line. In contrast, the permanent maxillary arch typically displays a semi-elliptical shape. Furthermore, primary teeth are proportionally smaller relative to jaw size than permanent teeth [19]. Despite these morphological differences, dental aesthetics remains important even during childhood.

The loss of anterior teeth may have numerous adverse consequences, including difficulties in the pronunciation of consonants, as these teeth play a critical role in speech production. Speech is a highly complex, largely unconscious, and automatic neuromuscular activity. As a learned and habitual motor pattern, it can be significantly affected by the loss of teeth and supporting oral structures [20]. Spaces resulting from missing anterior teeth may be partially compensated for by the tongue, lips, or buccal tissues. Common consequences include increased salivation and impaired phonetic articulation [21].

In addition to aesthetic and functional considerations, psychological factors also play an important role.

Children with compromised dental aesthetics may experience psychosocial challenges in their daily lives. A questionnaire-based study investigating children's perceptions of peers with missing, carious, or otherwise altered anterior teeth found that such peers were often attributed negative personality characteristics [22]. Although the present study did not investigate personality traits or peer perception, the psychosocial implications of dental aesthetics represent an important area for future research.

The results of the present study demonstrated that the measured mesiodistal widths of the primary teeth were generally greater than the corresponding perceived widths obtained from frontal-view photographs. Despite the limitations of the study, this finding suggests that visual assessment alone may lead to an underestimation of actual tooth dimensions. Clinically, this observation is relevant because treatment decisions based solely on visual perception may differ from those based on actual anatomical dimensions, particularly when planning aesthetic restorations.

Interestingly, no substantial differences were observed between the measured and perceived gingivoincisor heights. This finding suggests that tooth height can be assessed relatively accurately through visual evaluation and that perceived values closely approximate actual measurements.

Although the aesthetic proportions of permanent dentition have been extensively investigated, very limited information is available regarding primary dentition. In the population examined in the present study, the width and height ratios of the primary anterior teeth measured from the frontal view did not conform to the principles of the golden ratio. Further expansion of this research may provide valuable information that could contribute to future developments in aesthetic paediatric dentistry.

The limitations of the present study include the relatively small sample size and the lack of high-resolution photographic images. In addition, not all participants tolerated the use of a lip retractor, which may have introduced a minimal degree of measurement error due to possible distortion caused by the upper lip.

The present research serves as the foundation for a long-term longitudinal study designed to investigate the validity of the golden ratio in the permanent dentition of the same paediatric population and to explore potential relationships among dental proportions, dentofacial development, and aesthetic parameters. Future analyses may help clarify how tooth dimensions and proportions

evolve throughout childhood and adolescence and identify factors influencing their relationship to the golden ratio.

Conclusions

Within the limitations of the present study, it can be concluded that the golden ratio commonly described for permanent dentition was not observed in the primary teeth of the children examined. This finding is consistent with the available literature. Therefore, the null hypothesis was accepted.

These results provide valuable information regarding dental development in children and highlight that the proportions of the anterior teeth in primary dentition may differ substantially from those predicted by the golden ratio.

References

1. Eli I, Bar-Tal Y, Kostovetzki I. At first glance: social meanings of dental appearance. *J Public Health Dent.* 2001;61(1):10–14. doi:10.1111/j.1752-7325.2001.tb03382.x;
2. Mamidi D, Vasa AAK, Sahana S, Done V, Pavanilakshmi S. The assessment of Golden proportion in primary dentition. *Contemp Clin Dent.* 2020 Jan-Mar;11(1):34-38. doi: 10.4103/ccd.ccd_320_18;
3. Malli P, Kateel SB, K Amal K, Shetty SK, Shetty TP, Prabhu UM. An Assessment of the Accuracy of Recurring Esthetic Dental Proportion: An In Vivo Comparative Analysis of Maxillary Anterior Teeth Proportion With Chu's Gauge and Custom-Made Callipers. *Cureus.* 2023;15(5):e49713. doi:10.7759/cureus.49713;
4. Aldegheishem A, Azam A, Al-Madi E, Abu-Khalaf L, Bani Ali B, Anweigi L. Golden proportion evaluation in maxillary anterior teeth amongst Saudi population in Riyadh. *Saudi Dent J.* 2019 Jul;31(3):322-329. doi: 10.1016/j.sdentj.2019.03.001;
5. Wagh SA, Mantri SS, Bhasin A. Evaluation of maxillary anterior teeth proportion with Chu's gauge in a population of Central India: an in-vivo study. *Med Pharm Rep.* 2021;94(4):481–486. doi:10.15386/mpr-1309;
6. Mosomi MN, Maina SW, Osiro OA, Omondi BI. Evaluation of the Golden Proportion, Golden Percentage, and Recurring Esthetic Dental Proportion in Kenyans of African Descent. *Clin Exp Dent Res.* 2024 Aug;10(4):e923. doi: 10.1002/cre2.923;
7. Akhtaruzzaman M, Shafie AA. Geometrical Substantiation of Phi, the Golden Ratio and the Baroque of Nature, Architecture, Design and Engineering. *Int J Arts.* 2011;1(1):1-22. doi: 10.5923/j.arts.20110101.01;
8. Lombardi RE. The principles of visual perception and their clinical application to denture aesthetics. *J Prosthet Dent.* 1973 Apr;29(4):358–382. doi:10.1016/S0022-3913(73)80013-7;
9. Levin EI. Dental aesthetics and the golden proportion.

- J Prosthet Dent. 1978;40(3):244–252. doi:10.1016/0022-3913(78)90028-8;
10. Preston JD. The golden proportion revisited. J Esthet Dent. 1993;5(6):247–251. doi:10.1016/0022-3913(78)90028-8;
 11. Snow SR. Esthetic smile analysis of maxillary anterior tooth width: the golden percentage. J Esthet Dent. 1999;11:177–84. doi: 10.1111/j.1708-8240.1999.tb00397.x;
 12. Ward DH. Proportional smile design using the recurring esthetic dental (RED) proportion. Dent Clin North Am. 2001;45:143–54;
 13. Davis NC. Smile design. Dent Clin North Am. 2007;51(2):299–318;
 14. Rufenacht Claude R. Fundamentals of aesthetics. Quintessence Publishing Co.; 1990. p. 73,80–2, 89, 94, 95, 125–7, 138;
 15. Rufenacht C. Principles of esthetic integration. Chicago: Quintessence Publishing Co.; 2000. p. 109–111;
 16. Milosavljević S, Jovanović M, Rajković Ž, Radisavljević V, Šapić T, Šamanović AM, Mladenović R, Đorđević V, Miljković M, Pajović D, Todić J, Milosavljević M. Analysis of Dento-Facial Parameters in the Young Population Using Digital Methods. Diagnostics (Basel). 2026 Feb 1;16(3):453. doi: 10.3390/diagnostics16030453;
 17. Pursnani RA, Saxena A, Parihar A, Chauhan SP, Verma N, Pushparekha G. Comparing the Existence of Golden Proportion Using Maxillary Anterior Teeth Dimensions in Primary and Permanent Dentition: A Cross-sectional Study. Int J Clin Pediatr Dent. 2024 Nov;17(11):1206-1210. doi: 10.5005/jp-journals-10005-2985;
 18. Garrido LMA, Magalhães APR, Mamani MED, Mondelli J. Determining the widths of the maxillary anterior teeth for aesthetics: comparison of the Mondelli and Albers formulas, esthetic proportion, and golden ratio. Gen Dent. 2024 May-Jun;72(3):26-32;
 19. Székely M: A fogak és fogívek funkcionális morfológiája, 2009, University Press ISBN 978-973-169-082-7; p. 111-112;
 20. Tashkandi NE, AlDosary R, Zamandar H, Alalwan M, Alwothainani M, Aljoaid H, et al. The relationship between malocclusion and speech patterns: a cross-sectional study. BMC Oral Health. 2025;25:65. doi:10.1186/s12903-025-05437-0;
 21. Giovannetti M, Casucci A, Casucci D, Mazzitelli C, Borracchini A. Phonetic analysis and maxillary anterior tooth position: a pilot study on preliminary outcomes. International Dentistry SA. 2009;11(5):32-39;
 22. Venkatesan R, Naveen M, Teja R, Paulindraraj S, Vallabhaneni SK, Arumugam SB. Psychosocial effects of fractured anterior teeth among rural children. Int J Clin Pediatr Dent. 2016;9(2):134–138. doi:10.5005/jp-journals-10005-1348.

Az arany metszés érvényesülése a tejfogak morfológiájában. Kísérleti tanulmány

Biró Edina-Kata¹, Kerekes-Máthé Bernadette², Mártha Ildikó Krisztina³

¹⁻³Marosvásárhelyi "George Emil Palade" Orvosi, Gyógyszerészeti, Tudomány és Technológiai Egyetem, ¹Fogorvostudományi Kar, ²Fogmorfológia és Fogászati Anyagtan Tanszék, ³Fogszabályozás Tanszék

Összefoglaló • Számos kutatás vizsgálta a maradó fogak esetében az arany metszés érvényesülését a felső frontfogak egymáshoz viszonyított arányában, viszont a tejfogazatra vonatkozóan kevés adat áll rendelkezésre. Az esztétikai szempontok előtérbe kerülésével fontos lehet annak vizsgálata, hogy kimutatható-e az arany metszés a tejfogak esetében is. Vizsgálatunk célja a felső tej frontfogak (középső metsző, oldalsó metsző, szemfog) szélességének és magasságának mérése két eltérő módszer segítségével, valamint az ezekből számított arányok elemzése az arany metszés jelenlétének megítélésére. A kutatásban 3–6 éves gyermekek vettek részt, szülői írásos beleegyezéssel. Kizárási kritériumnak számított a szuvasodás, restauráció, korábbi fogszabályozó kezelés, torlódás és parodontális érintettség. A standardizált frontális fényképek készítése során biztosítottuk az okkluzális sík földdel való párhuzamosságát, a kalibrációhoz használt milliméter-skála bipupilláris vonallal való párhuzamosságát, valamint az azonos fényképezési távolságot. A vizsgálathoz gipszminták is készültek, amelyeken digitális tolómérővel mértük a valós fogméreteket. A frontális képek elemzéséhez ImagePro Insight programot alkalmaztunk, az adatokat Excelben rögzítettük, a statisztikai elemzést GraphPad Prism program segítségével végeztük. A felső oldalsó és középső tej metszőfogak átlagos szélességi aránya frontnézetből 0,67, míg a tej szemfogak és oldalsó metszők aránya 1,01. A tej középső metszők szélesség/magasság arányának értéke 1,20. Nem találtunk szignifikáns különbséget a nemek között ($p > 0,05$). Az arányok sem fiúk, sem lányok esetében nem egyeztek meg az arany metszés ideális értékeivel. Eredményeink alapján a vizsgált populáció tejfogazatában nem igazolható a maradó fogakra jellemző arany metszés szabályszerű érvényesülése.

Kulcsszavak • arany metszés, tejfogak, felső frontzóna, digitális mérési technika

DOI: 10.2478/orvtudert-2025-0010

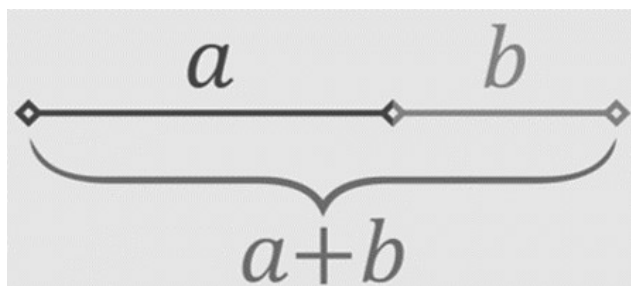
Orvostudományi Értesítő 2025, 98(2): 121–133

Bevezető

Az arc vonzereje és a mosoly esztétikája szoros kapcsolatban állnak egymással. Ezt alátámasztják olyan fényképes kutatások, melyek szerint az esztétikus mosollyal rendelkező egyéneket magasabb értelmi és társas képességekkel rendelkező személyeknek ítélték meg [1, 2]. A fogászatban a páciensek elvárásai az esztétikus restaurálással szemben gyakran kihívást jelent a fogorvosok számára. Ezek az igények nem minden esetben valósíthatók meg fiziológiai vagy mechanikai szempontból, úgy, hogy ezzel egyidőben esztétikailag is vonzó mosolyt hozzunk létre [3]. Az esztétikai elvárások folyamatos növekedési tendenciájának hatására különböző irányelveket dolgoztak ki a szakértők. A modern fogászati anyagok és technikák alkalmazása lehetővé teszi, hogy a végeredmény a lehető

legvonzóbb legyen. A felső frontfogak alakja és morfológiája pedig alapvető szerepet játszik nemcsak a fogak esztétikájában, hanem az egész arc harmonikus összképében is [4]. A kellemes és a nem kellemes mosoly közötti megkülönböztetés egy szubjektív folyamat. Emiatt azoknak a szakembereknek, akik főképp a páciensek esztétikai igényeivel foglalkoznak, klinikailag alkalmazható és bizonyított esztétikai elvekre kell alapozniuk [5].

Az arany metszés egy matematikai állandó (1,618:1,0) ami az ideális méretarányokat határozza meg két különböző hosszúság között, amelyek esztétikailag harmonikus megjelenést eredményeznek [6]. Az arányos formákat gyakran olyan téglalaphoz hasonlítják, ahol a hosszúság és a magasság aránya megfelel az arany metszésnek (ϕ). Az arany metszést (más néven isteni arány, aranyarány, arany szakasz, arany közép) úgy kapjuk meg, hogy egy szakaszt



1. ábra. Arany metszés klasszikus felosztása szakaszokkal jelölve

két részre osztunk $(a+b)$, úgy, hogy $a/b = (a+b)/a \approx 1,618$ (1. ábra), ahol a nagyobb, mint b [7].

A fogászatban az arany metszés szabálya a következőképpen van meghatározva: a felső állcsont elülső fogainak szélességét frontális nézetből mérve, és a laterális metszőfog szélességét 1-nek tekintve, a szemfog szélessége a laterális metszőfoghhoz viszonyítva 0,62, míg a középső metszőfog szélessége a laterálishoz viszonyítva 1,62 [8].

Lombardi volt az első, aki javasolta az arany metszés szabályának fogászatban való alkalmazását 1973-ban. Szerinte a kismetsző mezio-disztális átmérője, frontnézetből, a nagymetsző mezio-disztális átmérőjének a 62%-a kell legyen, a szemfog pedig a kismetsző mezio-disztális átmérőjének a 62%-ának kell megfelelnie, ez pedig a "Golden Proportion", azaz arany metszés [8]. Őt követte Levin, aki azt javasolta, hogy az arany metszés elméletet az elülső fogak egymáshoz viszonyított szélességének meghatározására használják, frontális nézetből vizsgálva. Levin szerint a középső metszőfog szélessége arányos kell legyen a laterális metszőfogéval, és a laterális metszőfog szélessége arányos kell legyen a szemfogéval [9]. Továbbá Preston fedezte fel, hogy a felső középső metszőfog és az alsó laterális metszőfog közötti kapcsolat nem követi az 1,618:1 arany metszést [10].

A "Golden Percentage" elméletét Snow 1999-ben dolgozta ki, annak érdekében, hogy pontosabban meg lehessen határozni az esztétikus mosoly szimmetriáját, dominanciáját és arányait. A számítás alapjául a golden proportion arányait használta. Snow a középső metszőfoghhoz 1,618, a laterális metszőfoghhoz 1, a szemfoghhoz 0,618 arányt rendelt, majd mindegyiket kétszeresére növelte, hogy mindkét oldal szerepeljen az íven. Az így kapott hat érték összege 6,472 lett, amelyet ezután felhasználott az egyes fogak golden percentage-ének meghatározására az összértékhez viszonyítva. Ennek alapján az elülső fogak teljes szélességének egy oldalán a középső metszőfog 25 %, a laterális metszőfog 15 %, a szemfog

pedig 10 % legyen az esztétikailag harmonikus mosoly kialakításához [11].

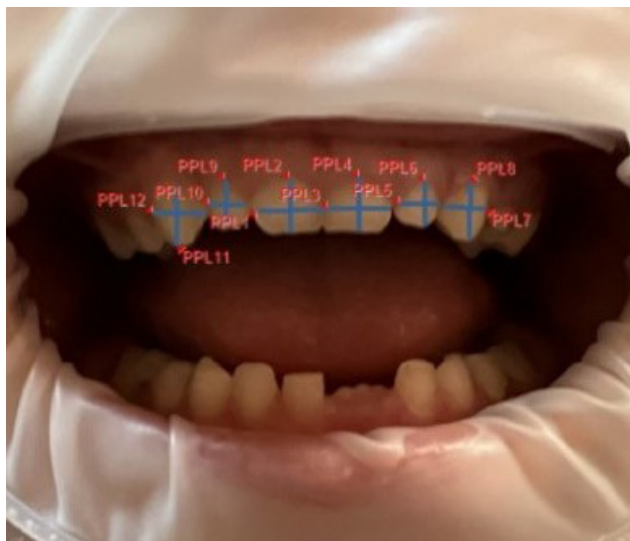
Lombardi elmélete alapján Ward 2001-ben bevezette a „Recurring Esthetic Dental” arányt, amely az ismétlődő, arányos fogszélességeket használja. Ward szerint az arany metszés miatt a laterális metszőfog túl keskenynek tűnik és csökken a szemfog láthatósága. Ő azt javasolta, hogy a frontális nézetből látható fogak egymást követő szélességének aránya állandó maradjon, ahogy haladunk a középső metszőfogtól a szemfog felé [12].

Az arc esztétikája alapvető esztétikai elvekre épül, mint a harmonikus összkép, a szimmetria és a megfelelő arányok. Az arc alapformáját elsősorban az a vázrendszer határozza meg, amelyet a koponya és az állcsontok csontjai alkotnak. Ezt a csontos alapot porcos és lágyszöveti struktúrák fedik és egészítik ki, amelyek együttesen alakítják ki az arc végső formáját és megjelenését [13]. Az arc jellegzetességei, amelyek különösen fontos szerepet játszanak a dentofaciális kompozíció megteremtésében, azok a tulajdonságok, amelyek összefüggenek az interpupilláris síkkal, a szájug vonalával és az okklúziós síkkal [14]. Az interpupilláris vonal párhuzamos kellene legyen a horizontális síkkal és merőleges az arc középvonalára. Továbbá, az interpupilláris vonal párhuzamos kellene legyen az okkluzális síkkal és a szájug vonalával [15].

Jelen tanulmány célja az arany metszés jelenlétének vizsgálata tejfogak esetében. Kutatásunk nullhipotézise az volt, hogy a tejfogak frontális nézetből mért szélességi és magassági arányai nem követik az arany metszés szabályait.

Anyag és módszer

Összesen 33, 3 és 6 év közötti gyermek vett részt a tanulmányban. A klinikai vizsgálatokat és a lenyomatvételt Maros megyei intézményekben végeztük a 2024-es év folyamán. Minden esetben a szülők előzetes írásbeli beleegyezését kértük, valamint a MOGYTTE Etikai bizottságának engedélyét (etikai engedély száma: 20.05.2024/ 3161). A vizsgálat megkezdése előtt minden gyermek törvényes képviselője részletes, nyomtatott tájékoztatást kapott a kutatás pontos menetéről és a használt eszközökről. A szülők írásos beleegyző nyilatkozatban adtak engedélyt a részvételre, amelyben rögzítésre került, hogy a fotók kizárólag anonimizált módon, a mérési adatok kinyerésére használhatóak fel, harmadik fél számára nem hozzáférhetőek és az arc egésze nem azonosítható. A szülők tájékoz-



2. ábra. Vélt értékek digitális mérése latexmentes műanyag ajakeltávolítóval



3. ábra. Vélt értékek mérése latexmentes műanyag ajakeltávolító nélkül

tatást kaptak arról is, hogy a részvétel teljesen önkéntes, és a hozzájárulást bármikor, indoklás nélkül visszavonhatják.

A kutatás során szigorú kizárási kritériumokat alkalmaztunk annak érdekében, hogy a vizsgált fogazat egészséges állapotú legyen. Kizárásra kerültek azok a gyermekek, akiknél bármilyen előzetes fogászati restauráció volt jelen. Továbbá akik fogszabályozáson estek át, valamint azok, akiknél torlódott fogazat vagy parodontális érintettség jelentkezett. Ezzel biztosítottuk, hogy a vizsgálat eredményei a természetes anatómiai arányokat tükrözzék, és ne torzuljanak korábbi kezelések, fogazati rendelkezések hatására.

A tanulmány első részében a frontális nézetből látható, úgynevezett perceptuális értékeket vizsgáltuk, vagyis azt,

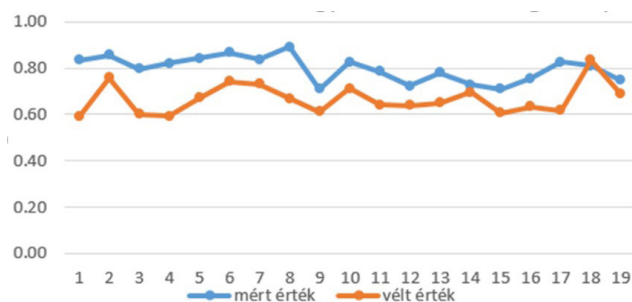
amit a megfigyelő szabad szemmel lát a gyermek mosolyából. Ezeket neveztük a vélt értékeknek. Minden gyermek mosolyáról digitális fényképet készítettünk standardizált körülmények között. Minden fotót ugyanazon személy készített. A fényképek készítéséhez egy iPhone 7 okostelefont használtunk, amely 12 megapixeles beépített kamerával, f/1,8 rekeszértékű objektívvel, 28 mm-es ekvivalens fókusztávolsággal, optikai képstabilizálással és fázisérzékelős autofókusszal (PDAF) rendelkezik. A felvételek standard 50 cm-es távolságból készültek. A fényképezés során figyeltünk arra, hogy az okklúziós sík, azaz az alsó és felső fogak harapási síkja, párhuzamos legyen a talajjal, így a mérés során ne torzuljanak az arányok. Emellett a bipupilláris vonal, amely a két pupilla közötti

1.táblázat. Legkisebb, legnagyobb értékek és a szórás

Frontfogak	Legkisebb érték		Legnagyobb érték		Szórás	
	Fényképen	Gipszmodellen	Fényképen	Gipszmodellen	Fényképen	Gipszmodellen
Nagymetsző szélesség	5,37	5,57	7,25	7,28	0,52	0,38
Nagymetsző magasság	3,91	3,94	6,65	6,18	0,61	0,63
Kismetsző szélesség	3,04	4,60	5,20	5,66	0,55	0,29
Kismetsző magasság	3,15	3,31	5,41	5,36	0,57	0,52
Szemfog szélesség	2,80	5,36	5,08	7,47	0,66	0,53
Szemfog magasság	2,75	3,47	6,09	6,38	0,82	0,80



4. ábra. A tej szemfog / oldalsó metsző szélességének aránya – az X tengelyen a vizsgált esetszámok, míg az Y tengelyen a méretarány látható (mm)



5. ábra. A tej oldalsó és középső metszőfogak szélességének aránya – az X tengelyen a vizsgált esetszámok, az Y tengelyen a méretarány látható (mm)

képzeltbeli vízszintes vonal, párhuzamosan helyezkedett el a milliméter skálával, annak érdekében, hogy a mérések összehasonlíthatóak és reprodukálhatóak legyenek. A fényképek nyitott szájtartás mellett készültek.

Emellett, azokban az esetekben, amikor a vizsgált alany együttműködő volt, ajakeltávolítót (Optragate) helyeztünk fel a fénykép elkészítése és a lenyomatvétel idejére (**2. ábra**), annak érdekében, hogy a felső ajak és az orca ne akadályozza a fogak szélességének és magasságának utólagos kiértékelését. Azon esetekben, amikor a vizsgált alany nem volt együttműködő, azaz nem fogadta el az ajakeltávolító felhelyezését, a felvételek ajakeltávolító nélkül készültek (**3. ábra**). Ezen gyermekeknél a vizsgálatba való bevonás alapfeltétele volt a kellően magas mosolyvonal és a megfelelő ajakdinamika, ami biztosította, hogy a frontfogak teljes klinikai koronája a nyakvonalig jól látható és mérhető maradjon. Ez a kiválasztási protokoll biztosította, hogy az ajakeltávolító hiánya semmilyen mérési pontatlanságot vagy módszertani hibát nem okozott a tanulmányban. A fényképeket az Image Pro Insight 11 program segítségével elemeztük ki, amely egy kétdimenziós mérésekre kifejlesztett digitális szoftver. Ez a módszer lehetővé tette a fogak méreteinek objektív, részletes elemzését a frontális nézetből készült fényképeken, biztosítva a pontos arányok meghatározását a tanulmányban vizsgált gyermekpopulációban. Minden fényképet külön kalibráltunk, majd megmértük a jobb és baloldali tej metszőfogak és tej szemfogak mezio-disztális szélességét és gingivo-incizális magasságát.

A tanulmány második részében a mért értékeket vizsgáltuk, amihez első lépésben kondenzációs szilikonnal (Zetaplus, Zhermack) lenyomatot vettünk a gyermekek frontzónájáról. A mintákat harmadosztályú fogászati gipszsel öntöttük ki, majd egyenként megszámoztuk az

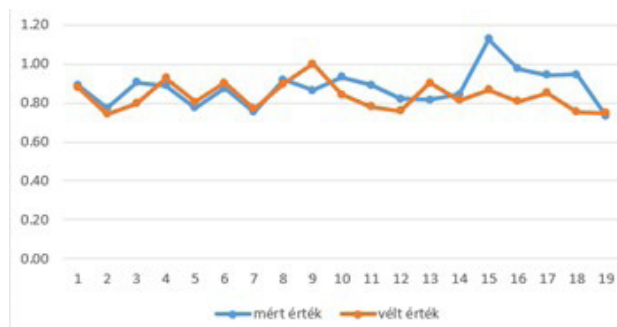
egyértelmű azonosíthatóság érdekében. Ezt követően digitális tolómérő segítségével nagy pontosságú lineáris méréseket végeztünk minden egyes kiöntött gipszmintán, a fényképeken végzett méréseknek megfelelően. Minden esetben a mért értékek egységes metodika alapján kerültek rögzítésre. A méréseket egyetlen vizsgáló személy végezte, (B.E.K.) előzetes betanítást követően.

A vélt, azaz képeken mért mezio-disztális szélesség és gingivo- incizális magasság arányokat összevetettük a gipszminták alapján mért értékekkel. A kapott adatokat bevezettük Excel táblázatba, ahol további rendszerezést, ellenőrzést és statisztikai előfeldolgozást végeztünk. A statisztikai kiértékelés a GraphPadPrism (GraphPad Software, San Diego, CA, USA) statisztikai szoftver segítségével történt, páratlan t-próbákkal. A szignifikancia szintet 0,05-re állítottuk.

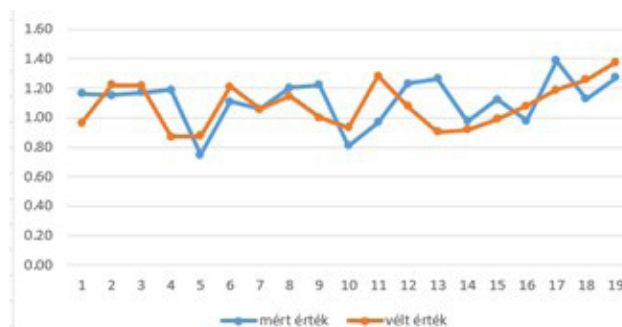
Eredmények

A tanulmányban résztvevő gyermekek átlagéletkora $4,6 \pm 0,9$ év volt, nemek szerint 23 fiú és 10 lány. A nemek közötti különbségeket vizsgálva, az eredmények nem mutattak semmilyen statisztikai különbséget ($p > 0,05$), sem a mezio-disztális szélesség, sem a gingivo-incizális magasság elemzése során, ezért a továbbiakban egyetlen csoportként kezeltük a fiúk és lányok mintáit. A mért legkisebb, legnagyobb értékek és a szórás látható az **1. táblázatban**.

A tej szemfogak és oldalsó metszők szélességének arányát összevetve, az esetek nagyrésztében a gipszmintákon mért eredmények mutattak jelentősen nagyobb értékeket ($p = 0,001$) (**4. ábra**). A kapott arányok 1,00 és 1,40 között váltakoztak.



6. ábra. A tej metszőfogak magasságának aránya – az X tengelyen a vizsgált esetszámok, míg az Y tengelyen a méretarány látható (mm)



7. ábra. A tej metszőfogak magasságának aránya – az X tengelyen a vizsgált esetszámok, míg az Y tengelyen a méretarány látható (mm)

A mezio-disztális szélesség értékelése a tej oldalsó és középső metszőfogak szélességének aránya esetében egyöntetűen magasabb értéket mutatott a gipszmintákon mért eredmények esetében, a fényképek alapján kapott vélt értékekkel összevetve ($p=0,001$) (5. ábra).

A gingivo-incizális magasság arányainak eredményeit összevetve, nem találtunk szignifikánsan eltérő értékeket ($p=0,07$). Elsőként a tej metszőfogak (középső és oldalsó) magasságának arányát vetettük össze a két vizsgálati módszer fényében (6. ábra). Az eredmények csak néhány esetben mutattak eltérést.

A tej szemfogak és oldalsó metszők magasság arányának kiértékelése (7. ábra) esetében közel azonos intervallumban mozogtak a mérések eredményei, szignifikáns különbségek nélkül ($p=0,47$).

Megbeszélés

Jelen tanulmány fő célja az volt, hogy megvizsgálja az arany metszés jelenlétét a tejfogazatban.

Míg az irodalomban szereplő tanulmányok többsége digitális fotókon [16, 17] vagy tolómérővel direkt száju-regben [18] mérte az arányokat, addig jelen kutatásban gipszmintákon történő méréseket is alkalmaztunk. A gipszminták közvetlen mérést tesznek lehetővé, kiküszöbölve a fényképezési szög okozta pontatlanságokat, valamint a tolómérő steril körülményeinek biztosítását.

Gyermekkorban kifejezett figyelmet igényel a fogazat és főképp a frontfogazat esztétikus és funkcionális megéléte. Ebben a szakaszban a gyermekek fogívének alakja megközelíti a félkört, a frontfogak tehát nem egyenes vonalban vannak, míg a maradófogak esetében a felső fogív félellipszis alakú. Emellett a tejfogak mérete kisebb

a gyermeki állcsontmérettel arányosan [19]. A morfológiai különbségek ellenére az esztétika ugyanolyan fontos már gyermekkorban is.

Számos negatív vonzata van a frontfogak hiányának, mint amilyen például a mássalhangzók kiejtésének nehézsége, ugyanis ezek a fogak kulcsszerepet játszanak a hangképzésben. Fontos tudatosítani, hogy a beszéd egy nagyon összetett tevékenység, amely tudattalan és autonóm. A beszéd egy megtanult és megszokott neuromuszkuláris mintázat, melyet a fogak és különböző támogató struktúrák elvesztése nagymértékben befolyásol [20]. A frontfogak hiánya által képződött réseket időnként a nyelv, az arc belső részei vagy az ajkak zárják le. Gyakori következménye a nyálképződés fokozódása és a fonetikai artikuláció nehezzé válása [21].

Az esztétikai és funkcionális következmények mellett a pszichés tényezőknek is fontos szerepe van. A kevésbé esztétikus fogazattal rendelkező gyermekekre nehezedő pszichoszociális nyomás szintén megnehezítheti mindennapjaikat. Egy gyermekek körében zajló kutatásban azt vizsgálták, hogy a hiányos, szuvas vagy egyéb elváltozást mutató frontfogakkal rendelkező társaikat hogyan értékeli a gyermekek, egy kérdőív segítségével. Az eredményekből az látható, hogy negatív személyiségjegyeket tulajdonítanak ezen társaik számára [22]. Jelen tanulmány nem tért ki a személyiségjegyek és a kortársak általi megítélés vizsgálatára, de a jövőben tervezzük a pszichoszociális szempontok vizsgálatát is.

Tanulmányunkban azt tapasztaltuk, hogy a vizsgált tejfogak meziodisztális szélessége a mért értékek esetében nagyobb bizonyult, mint a frontális nézetből észlelhető vélt érték. A tanulmány korlátai ellenére, ebből arra következtethetünk, hogy amikor csupán vizuálisan értékeljük a gyermek mosolyát, nagyobb a valószínűsége

annak, hogy kisebbnek látjuk a fogakat a valós méreteivel szemben. Ennek gyakorlati következménye lehet, hogy a vizuális észlelésen alapuló döntések eltérhetnek a valós anatómiai arányoktól, ami fontos szempont az esztétikus restaurációk tervezése esetében. Érdekes megfigyelés, hogy a vizsgált fogak gingivo-incizális magassága esetében nem fordult elő lényeges különbség a mért és vélt értékek között. Ebből arra következtethetünk, hogy a magasságbeli arányt a vizuális megfigyelés alapján is pontosan értékelhetjük és a vizuális észlelés közel áll a valós adatokhoz.

Bár a maradó fogazat esztétikai arányait széles körben vizsgálták, a tejfogazatra vonatkozóan alig áll rendelkezésre adat. A jelen tanulmányban vizsgált populációban a tejfogak frontális nézetből mért szélességi és magassági arányai nem követték az arany metszés szabályait. A tanulmány továbbfejlesztése újabb adatokkal szolgálhat, amelyek alapot nyújthatnak a jövőbeli esztétikai gyermekfogászati fejlesztésekhez.

Tanulmányunk korlátai közé tartozik a viszonylag kis számú populáció, továbbá a nagyfelbontású fényképek hiánya. Emellett nem minden esetben fogadta el a vizsgált alany az ajakeltávolító viselését, így fennáll egy minimális hibalehetőség a digitális módon mért értékek felső ajak által befolyásolt torzulására.

Jelen kutatás egy hosszútávú, követéses vizsgálat alapjául szolgál, amelynek célja, hogy ugyanennek a gyermek-

populációnak a maradó fogainál feltárja az arany metszés érvényességét, és megvizsgálja az esetleges összefüggéseket az arányok, a fogazat fejlődése és az esztétikai szempontok között. A későbbiekben vizsgálatra kerülő adatok segítségével lehetőség nyílna arra, hogy megértsük, miként alakulnak a fogak méretei és méretarányai gyermek és serdülőkorban, valamint milyen tényezők befolyásolják az arany metszéshez való közelítést.

Következtetések

Jelen tanulmány keretei között arra következtethetünk, hogy a vizsgált gyermekek tejfogai esetében nem volt érvényes a maradó fogakra jellemző arany metszés, ami összhangban van a rendelkezésünkre álló szakirodalmi adatokkal. A nullhipotézist elfogadtuk. Ez a megfigyelés fontos információval szolgál a gyermekek fogazati fejlődésének vizsgálata szempontjából, és rávilágít arra, hogy a frontfogak arányai gyermekkorban jelentősen eltérhetnek az arany metszés elvétől.

Irodalom

(Lásd az angol nyelvű cikk végén.)