

Dantų cemento mikrostruktūra ir individo biologinio amžiaus nustatymas

Robert Bojarun¹, Antanas Garmus¹, Rimantas Jankauskas^{1, 2}

¹Lietuvos teisės universiteto Teismo medicinos institutas,

²Vilniaus universiteto Medicinos fakulteto Anatomijos, histologijos ir antropologijos katedra

Raktažodžiai: dantų cementas, augimo linijos, biologinis amžius, teismo antropologija.

Santrauka. Vienas potencialių asmens biologinio amžiaus nustatymo būdų teismo antropologijoje – metinių danties šaknies cemento augimo linijų įvertinimas.

Darbo tikslas. Nustatyti šių linijų skaičiaus priklausomumą nuo žmogaus biologinio amžiaus. **Tyrimo medžiagą** sudarė 178 asmenų (89 vyrų, 89 moterų; amžiaus vidurkis – 47,52 metų) 227 dantų nedekalcinuoti histologiniai šlifai (po 3–4 kiekvieno tiriamo danties, 33–35 μm storio). **Preparatai** buvo mikroskopuojami padidinus 20–40 kartų ir fotografuojami bei įvertinti naudojant skaitmeninę vaizdų analizės sistemą. **Biologinis amžius** nustatomas taip: prie suskaičiuotų metinių žiedų skaičiaus pridėdamas vidutinis danties dygimo amžius. Nustatyta, kad linijų skaičius ir pagal jų skaičių nustatytas biologinis amžius stipriai koreliuoja su individo chronologiniu amžiumi ($r > 0,95$, $p < 0,001$). **Asmens lyties įtaka** metinių žiedų skaičiui nereikšminga. **Absoliutinė vidutinė metodo paklaida** 5,58 metų (11,75 proc.), tačiau vyresnių individų amžiaus nustatymo tikslumas mažėja: jaunesnių individų jis mažesnis – 3,71 metų (10,09 proc.), o vyresnių didesnis – 7,86 metų (13,1 proc.). **Sudaryta regresijos lygtis** duoda didesnę paklaidą negu prie linijų skaičiaus pridėjus vidutinį nuolatinio danties dygimo laiką. **Daromos išvados**, kad metodas tinkamas naudoti teismo antropologijoje, o skaitmeninė technika palengvina ir supaprastina biologinio amžiaus nustatymą bei leidžia gauti tikslesnius duomenis.

Įvadas

Nustatant žmogaus palaikų biologinį amžių, teismo medicinos praktikoje naudojama daugybė įvairių metodų. Deja, daugumos šių metodikų rezultatai tiek makroskopinių (1), tiek ir mikroskopinių (2) neretai netenkina teismo medikų ir antropologų dėl didelių paklaidų, todėl ir toliau ieškoma naujų biologinio amžiaus nustatymo būdų.

Šiuo aspektu dantų sluoksninės struktūros, randamos antriniame dentine ir cemente, kelia susidomėjimą. Jos yra aiškiai matomos tiriant mikroskopu, stebint mažuoju padidiniu ($\times 10$ – $\times 100$). Literatūroje sluoksniai dažnai vadinami žiedais, nes skersiniame danties pjūvyje jie būna žiedo formos. Jie reguliariai formuojasi iki pat individo mirties. Pastebėta, kad tyrimams tinkamesnis yra cementas, nes nėra jokių apribojimų cemento sluoksnų formavimuisi. Neląstelinis išorinis skaidulinis cementas, supantis viršutinį šaknies trečdalį ir padedantis įtvirtinti dantį dubelėje, auga apoziciniu būdu, o histologiniuose pjūviuose matomas kaip besikaitaliojančių šviesių ir tamsių žiedų seka. Nustatyta, kad šių sluoksnų formavimasis yra reguliarus, ir žiedai ypač ryškūs būna gyvūnų, gyvenančių konti-

entinio klimato sąlygomis, kuomet būna ryškus mitybos ir aktyvumo cikliškumas (3–8). Manoma, kad sluoksninės struktūros susidaro dėl sumažėjusio arba padidėjusio cementoblastų aktyvumo, kuriam įtaką daro ultravioletinių spindulių intensyvumas, metiniai klimato ir mitybos svyravimai, hormonų pusiausvyra (9, 10). Viena šviesios ir tamsios juostos pora sudaro vieną metinį žiedą, o šių žiedų skaičius, pridėtas prie danties išdygimo laiko, atitinka biologinį individo amžių. Todėl vienas iš literatūroje palankiai vertinamų individo biologinio amžiaus nustatymo būdų – metinių šaknies cemento žiedų skaičiaus įvertinimas (11).

Įvairūs tyrinėtojai nustatė pakankamai aukštus cemento žiedų skaičiaus ir chronologinio amžiaus koreliacijos koeficientus (12, 13). Kai kurių autorių duomenimis, chronologinio ir biologinio amžiaus skirtumas tesudaro 2–3 metus (14, 15), nors kitų tyrinėtojų nuomonė mažiau optimistiška (16). Mūsų ankstesnių tyrimų duomenimis (buvo tiriami stomatologijos klinikoje pašalinti ir Tuskulėnų masinėje kapavietėje palaidotų žmonių dantys), absoliutinė paklaida sudaro 6,0–6,5 metų (17). Be to, žiedų plotis ir ryškumas rodo kalcio apykaitos sutrikimus, sąlygojusius gyvenimo

įvykius (ypač neštumą, skeleto traumas, inkstų ligas) (15, 18). Duomenų skirtumai sąlygoti skirtingų histologinio tyrimo ir žiedų skaičiavimo metodikų (15). Dauguma autorių siūlo naudoti nedekalcinuotus dantų šlifus (18, 19). Toks metodas ypač tinkamas iškastinei medžiagai, kai dėl įvairių priežasčių būna sumažėję organinio komponento (20).

Šio darbo tikslas – nustatyti nuolatinių dantų šaknų cemento metinių žiedų skaičiaus priklausomumą nuo chronologinio žmogaus amžiaus, įvertinti skaitmeninės žiedų skaičiavimo technikos tinkamumą ir patikslinti individo biologinio amžiaus nustatymo metodiką.

Tyrimo medžiaga ir metodai

Tyrimo medžiagą sudarė Lietuvos teisės universiteto Teismo medicinos instituto Tanatologijos skyriuje įprastinių skrodimų metu surinkti žinomo amžiaus mirusių žmonių (n=178) 227 dantys. Iš jų 89 buvo vyrų, 89 moterų; amžiaus vidurkis – 47,52 metų (min. 11 metų, maks. 78 metai). Dantys ir žandikauliai buvo be matomos patologijos.

Mikrotomu LEICA SP 1600 su deimantiniu pjūklų padaryti horizontalūs nedekalcinuotų dantų šaknų pjūviai. Tyrimo metu pastebėta, kad žmogaus dantys yra per maži, kad būtų tvirtai fiksuoti mikrotomo laikiklyje, todėl specialiose formelėse jie buvo įliejami į MEDIM K-PLAST™ blokelių ir paliekami kambario temperatūroje 2–3 dienoms sustingti. Tokie blokeliai

gerai fiksavosi mikrotomo laikiklyje ir juos buvo patogų pjaustyti. Buvo padaryta po 3–4 kiekvieno tiriamo danties nuo 33 iki 35 mm storio pjūvius. Kiekvienas pjūvis, kad ant jo neliktų šiukšlių, buvo plaunamas silpna tekančio vandens srove apie 15–20 minučių, po to džiovinamas ant filtrinio popieriaus. Danties pjūvis ant objekcinio stiklelio klijuojamas EUKIT™ tipo klijais ir uždengiamas dengiamuoju stikleliu. Histologiniai preparatai buvo mikroskopuojami padidinus 20–40 kartų ir fotografuojami naudojant vaizdų analizės sistemą, sudarytą iš mikroskopo ZEISS MC 80, vaizdo kameros „ProgRes 3012“, vaizdo signalų įvedimo ir skaitmeninio kodavimo plokštės „PlugIn ProgRes 3012“, kompiuterio „Pentium Intel PRO“, operacinės sistemos „Windows NT Work Station 4,0“ ir grafinio redaktoriaus „Adobe PhotoShop 4,0“ (1, 2 pav.).

Metiniai cemento žiedai skaičiuojami tris kartus, neatsižvelgiant į prieš tai gautus duomenis. Taip buvo siekiama įvertinti stebėjimo paklaidos dydį. Biologinis žmogaus amžius buvo nustatomas prie suskaičiuotų metinių žiedų kiekio pridėjus vidutinį danties dygimo amžių (14, 15, 21).

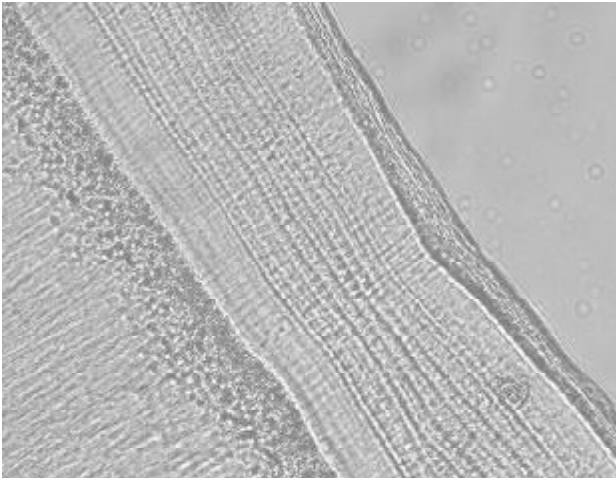
Statistinė duomenų analizė buvo atliekama naudojant programų paketą SPSS, skirtą Windows.

Rezultatai

Pagrindiniai darbo rezultatai pateikiami lentelėje. Iš visų atliktų histologinių šlifų metiniai cemento žiedai

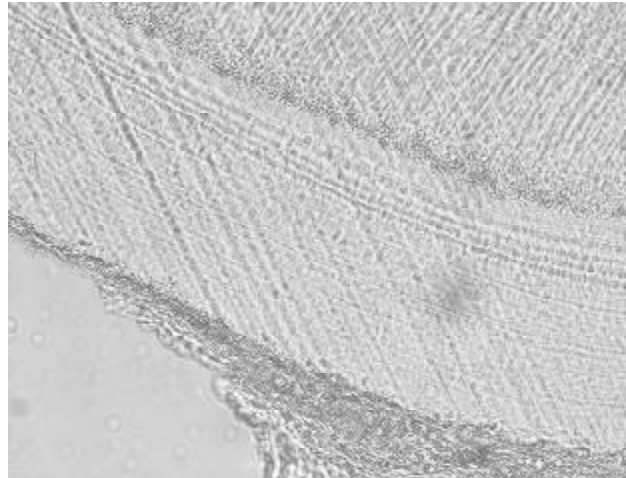
1 lentelė. Biologinio amžiaus nustatymo rezultatai ir skirtumas nuo chronologinio amžiaus (visa imtis ir dvi amžiaus grupės)

Statistinis rodiklis	Chronologinis amžius	Cemento žiedai I	Cemento žiedai II	Cemento žiedai III	Cemento žiedų vidurkis	Nustatytas biologinis amžius	Absolutinis skirtumas nuo chronologinio amžiaus
Vidurkis (visi)	47,52	30,80	32,65	33,84	32,41	43,64	5,58
N	227	215	215	215	215	215	215
min.	11	2,5	2,5	2,5	2,5	12,8	0
maks.	78	68	66	66	66	78,0	32,3
Standart. nuokrypis	14,17	12,40	13,02	13,28	12,729	12,80	6,12
Vidurkis (iki 50 metų)	36,81	23,20	24,56	25,61	24,46	35,795	3,71
N	122	118	118	118	118	118	118
min.	11	2,5	2,5	2,5	2,5	12,8	0
maks.	49	42	41	44	41	53	14,2
Standart. nuokrypis	9,05	8,93	9,21	9,70	9,13	9,09	3,38
Vidurkis (daugiau kaip 50 metų)	59,95	40,10	42,48	43,86	42,08	53,18	7,86
N	105	97	97	97	97	97	97
min.	50	22	24	26	24,7	32,17	0
maks.	78	68	66	66	66,0	78	32,3
Standart. nuokrypis	19,49	12,40	13,02	13,28	12,73	18,45	18,34



1 pav. 36 metų vyro pirmo kairiojo apatinio kaplio (34 pagal tarptautinę nomenklatūrą) šlifas

Trijų skaičiavimų linijų vidurkis – 21, nustatytas biologinis amžius – 31 metai, skirtumas nuo chronologinio – 5 metai.



2 pav. 62 metų vyro dešiniojo apatinio iltinio danties (43 pagal tarptautinę nomenklatūrą) šlifas

Trijų skaičiavimų linijų vidurkis – 51,3, nustatytas biologinis amžius – 63,3 metų, skirtumas nuo chronologinio – 1,3 metų.

įvertinti 215 atvejų (94,7 proc.) Trijų skirtingų metinių cemento žiedų skaičiavimų rezultatai labai stipriai koreliuoja vienas su kitu (Pearsono ir Spearmano koreliacijos koeficientai visais atvejais $r > 0,95$, $p < 0,001$). Tai reiškia, kad metinių žiedų skaitmeninio vaizdo vertinimas yra labai objektyvus ir atskirų skaičiavimų skirtumai esminės įtakos duomenims neturi. Asmens lyties įtaka metinių žiedų skaičiui nereikšminga (ANOVA analizės duomenimis, mūsų tyrimo imties vyrų ir moterų amžiaus struktūra nesiskiria, o lyties faktoriaus įtaka nė vienam rodikliui neviršija patikimumo slenkščio). Žiedų skaičius stipriai koreliuoja su chronologiniu amžiumi, todėl pagal žiedus apskaičiuoto amžiaus ir chronologinio amžiaus koreliacijos koeficientas taip pat aukštas (Pearsono $r = 0,854$, Spearmano $r = 0,829$, koreliacijų patikimumas $p < 0,01$). Tačiau vyresnių individų amžiaus nustatymo tikslumas mažėja: visos imties skirtumas nuo chronologinio amžiaus 5,58 metų (11,75 proc.), o jaunesnių individų jis mažesnis – 3,71 metų (10,09 proc.); vyresnių didesnis – 7,86 metų (13,1 proc.).

Įvairios regresinės analizės rūšys visais atvejais rodo stiprią metinių cemento žiedų skaičiaus ir chronologinio amžiaus priklausomumą, tačiau šis priklausomumas nėra tiesinis: didžiausias koreliacijos koeficientas nustatytas algebrinei lygčiai:

$$Y = x^{0,6292} + 5,342, r = 0,828,$$

standartinė paklaida 6,92 metų, t. y. koreliacija mažesnė, o paklaida didesnė negu skaičiuojant įprastu būdu: sumuojant žiedų skaičių ir vidutinį danties dygimo laiką. Toks priklausomumas patvirtina, kad, didėjant chronologiniam amžiui, didėja cemento žiedų

skaičių išsibarstymas ir atitinkamai didėja biologinio amžiaus nustatymo paklaida.

Rezultatų aptarimas

Apibendrinus šio tyrimo duomenis, galima tvirtinti, kad metinių dantų šaknų cemento žiedų skaičius ir individo chronologinis amžius yra glaudžiai susiję. Žiedų skaičiaus nustatymas yra pakankamai objektyvus – atskirų skaičiavimų duomenys labai stipriai koreliuoja. Tyrimo metu nustatyta, kad, naudojant vaizdų analizės sistemą, sudarytą iš mikroskopo, vaizdo kameros, kompiuterio ir grafinio redaktoriaus Adobe PhotoShop 4.0, duomenys žymiai geresni negu vertinant tik vizualiai – nenustatytų atvejų skaičius neviršija 5 proc., o paprasto mikroskopavimo metu nesėkmingų vertinimų dalis gali siekti 15–20 proc., vidutinis absoliutinis skirtumas nuo chronologinio amžiaus viršija šešis metus (17). Kaip nurodo ir kiti autoriai (15, 22), dažniausiai cemento žiedų suskaičiuoti nepavyksta tais atvejais, kuomet dantų šaknų cementas būna pakitęs dėl periodonto ligų. Absoliutinis vidutinis nuokrypis nuo chronologinio amžiaus visos imties ribose – 5,6 metų, vidutinis nuokrypis nuo chronologinio amžiaus iki 50 metų amžiaus žmonių – 3,7 metų, vyresnių kaip 50 metų – 7,9 metų. Universalios regresijos lygties individo amžiui nustatyti ieškoti netikslinga – visais atvejais duomenys ne tokie tikslūs negu sumuojant metinių žiedų skaičių ir vidutinį konkretaus danties dygimo laiką.

Atliekant tyrimą, išryškėjo metodikos privalumai ir trūkumai. Privalumai: galimybė nustatyti biologinį amžių labai fragmentuoto skeleto, kuomet išlikę tik

dantys. Trūkumai: palyginus didelė vidutinė paklaida nustatant amžių vyresniems kaip 50 metų asmenims. Tačiau tokia paklaida panaši ar net mažesnė kaip ir kitų teismo medicinoje naudojamų metodų.

Taigi šią amžiaus nustatymo metodiką tikslinga būtų naudoti tais atvejais, kuomet mirusieji yra vėlyvo puvimo stadijos, skeletuoti, fragmentiški ar dėl kitų priežasčių neatpažįstamai pakitę.

Išvados

1. Patvirtintas kitų autorių nustatytas labai stiprus

metinių cemento žiedų skaičiaus ir individo chronologinio amžiaus priklausomumas.

2. Skaitmeninė technika žymiai palengvina ir supaprastina žiedų skaičiavimą, gaunami tikslesni duomenys.

3. Tiksliausi duomenys gaunami laikantis literatūros rekomendacijų: biologinis amžius nustatomas prie žiedų skaičiaus pridėjus konkretaus danties vidutinį dygimo laiką.

4. Periodonto patologija gali žymiai apsunkinti individo biologinio amžiaus nustatymą.

Microstructure of dental cementum and individual biological age estimation

Robert Bojarun¹, Antanas Garmus¹, Rimantas Jankauskas^{1,2}

¹*Institute of Forensic Medicine, Law University of Lithuania,*

²*Department of Anatomy, Histology and Anthropology, Faculty of Medicine, Vilnius University, Lithuania*

Key words: dental cementum, incremental lines, biological age, forensic anthropology.

Summary. Evaluation of annual incremental lines of dental cementum is one of potentially valuable methods for biological age estimation in forensic anthropology. The objective of this work was to elucidate the relation between the number of those lines and the chronological age of an individual. Material of the study consisted of undecalcified sections of 227 permanent teeth of 178 individuals (89 males, 89 females, average age 47.5 years) (3–4 of each tooth, thickness 33–35 μm). Sections were analyzed under magnification of 20–40 times, photographed and evaluated using digitalized visual analysis system. Biological age was estimated by pooling the number of lines counted and the average age of tooth eruption. It was found that the number of lines strongly correlates with the chronological age ($r > 0.95$, $p < 0.001$). Factor of sex has no significant influence on the number of lines. Absolute average error was 5.58 years (11.75%), but the preciseness of the method decreases with age: among younger individuals it is lower – 3.71 years (10.09%), and higher among older – 7.86 years (13.1%). Regression power equation produces higher error than the traditional method: the best results are obtained by pooling the number of lines and average age of tooth eruption. Conclusion is made that the method is suitable for forensic anthropology, and digitalized system enhances the count and provides better results.

Correspondence to R. Jankauskas, Department of Anatomy, Histology and Anthropology, Faculty of Medicine, Vilnius University, M. K. Čiurlionio 21, 2009 Vilnius, Lithuania. E-mail: rimantas.jankauskas@mf.vu.lt

Literatūra

- Szilvassy J. Altersdiagnose am Skelett. (Age diagnosis from skeleton.) In: Knußman R, editor. Anthropologie. Handbuch der vergleichenden Biologie des Menschen. Stuttgart: Gustav Fischer Verlag; 1988. p. 421–43.
- Uytterschaut HT. Determination of skeletal age by histological methods. *Z Morph Anthropol* 1985;75:331–40.
- Sergeant DE, Pimloff DH. Age determination in moose from sectioned incisor teeth. *J Wildlife Management* 1959;23:315–21.
- Klevezal GA. A retrospective evaluation of the individual features of mammal growth based on the structure of dentine and bone layers. *Ontogenez* 1970;1:362–72.
- Stott GR, Sis RF, Levy BM. Cemental annulation as an age criterion in the common marmoset (*Callithrix jacchus*). *J Med Primatol* 1980;9:274–85.
- Stott GR, Sis RF, Levy BM. Cemental annulation as an age criterion in forensic dentistry. *J Dent Res* 1982;61:814–7.
- Morris P. The use of teeth for estimating the age of wild mammals. In: Butler PM, Joysey KA, editors. Development, function and evolution of teeth. London: Academic Press; 1978. p. 483–94.
- Wada K, Ohtaishi N, Hachiya N. Determination of age in the Japanese monkey from growth layers in the dental cementum. *Primates* 1975;19:775–84.
- Grue H, Jensen B. Review of the formation of incremental lines in tooth cementum of terrestrial mammals. *Danish Rev Game Biol* 1979;117:2–49.
- Lieberman DE. Life history variables preserved in dental cementum microstructure. *Science* 1993;261:1162–4.
- Rösing FW, Kvaal SI. Dental age in adults. A review of estimation methods. In: Alt KW, Rösing FW, Teschler-Nicola M, editors. Dental anthropology: fundamentals, limits, and prospects. Wien: Springer; 1998. p. 443–68.

12. Condon K, Charles DK, Cheverud JM, Buikstra JE. Cementum annulation and age determination in homo sapiens II. Estimates and accuracy. *Amer J Phys Anthropol* 1986;71:321-30.
13. Kvaal SJ, Solheim T. Incremental lines in human cementum in relation to age. *Europ J Oral Sci* 1995;103:225-30.
14. Großkopf B. Individualaltersbestimmung mit Hilfe von Zuwachsringen im Zement bodengelagerter menschlicher Zähne. (Individual's age estimation with the help of cementum rings in inhumed human teeth). *Z Rechtsmed* 1990;103:351-9.
15. Kagerer P, Grupe G. Age-at-death diagnosis and determination of life-history parameters by incremental lines in human dental cementum as an identification aid. *Forensic Sci Int* 2001;118:75-82.
16. Miller CS, Dove SB, Cottone JA. Failure of use of cemental annulations in teeth to determine the age of humans. *J Forensic Sci* 1988;33:137-43.
17. Jankauskas R, Barakauskas S, Bojarun R. Incremental lines of dental cementum in biological age estimation. *Homo* 2001;52:59-71.
18. Kagerer P, Grupe G. On the validity of individual age-at-death diagnosis by incremental line counts in human dental cementum. Technical considerations. *Anthrop Anz* 2001;59:331-42.
19. Naylor JW, Miller WG, Stokes GN, Stott GG. Cemental annulation enhancement: a technique for age determination in man. *Amer J Phys Anthropol* 1985;69:197-200.
20. Großkopf B. Incremental lines in prehistoric cremated teeth. A technical note. *Z Morph Anthropol* 1989;77:309-11.
21. Stallibrass S. The use of cementum layers for absolute ageing of mammalian teeth: a selective review of the literature with suggestions for further studies and alternative applications. In: Wilson B, Grigson C, Payne S, editors. *Aging and sexing animal bones from archaeological sites*. Oxford; 1982. p. 109-26.

Straipsnis gautas 2003 06 20, priimtas 2003 09 15
Received 20 June 2003, accepted 15 September 2003