

Semmelweis Egyetem, Fogorvostudományi Kar, Fogpótlástani Klinika, Budapest*
Semmelweis Egyetem, Rácz Károly Klinikai Orvostudományok Doktori Iskola, Budapest**
Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Atomfizika Tanszék, Budapest***

Monolitikus cirkónium-dioxid fogpótlások anyagának spektrofotometriai vizsgálata

DR. SALÁTA JÓZSEF*, DR. FEHÉR DÓRA**, DR. LENK SÁNDOR***, DR. UJHELYI FERENC***,
DR. BORBÉLY JUDIT*, DR. HERMANN PÉTER*, DR. ÁBRÁM EMESE*

Bevezetés: Világszerte egyre szélesebb körben alkalmazzák a cirkónium-dioxid kerámiákat monolitikus fogpótlások anyagaként. A teljes kerámiarendszerek esetén a végleges restaurátum esztétikáját a kerámiaanyag színén túl olyan további tényezők is befolyásolják, mint a csonkszín, a kerámia vastagsága és transzlucenciája, illetve a cement színe és rétegvastagsága.

Célkitűzés: A Semmelweis Egyetem Fogpótlástani Klinikájának és a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Atomfizika Tanszékének közös *in vitro* kísérletének célja tanulmányozni, hogy a különböző árnyalatú és vastagságú monolitikus cirkónium-dioxid kerámiák optikai tulajdonságait milyen módon befolyásolja a csonkszín és a cementszín.

Anyag és módszer: Vizsgálatunkhoz kétféle árnyalatú (A2P1, WHITE), ötféle rétegvastagságú cirkónium-dioxid mintát (Erran Tech), háromféle próbacementet (Variolink Esthetic Try-In Paste, Ivoclar Vivadent), kilencféle csonkanyagot (hat VITA Simulate, három fémtartalmú csonkanyag) használtunk fel. Méréseinket a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Atomfizika Tanszékén lévő PerkinElmer LAMBDA 1050 UV/Vis/NIR spektrofotométerrel végeztük el. A színkülönbség (ΔE) számításához a CIEDE2000 képletet alkalmaztuk.

Eredmények: 0,5 mm vastagságú A2P1-minták esetén az átlagos $\Delta E \bar{x}_{\Delta E} = 4,10$ ($\sigma_{\Delta E} = 2,91$); 2,5 mm vastagság mellett $\bar{x}_{\Delta E} = 1,88$ ($\sigma_{\Delta E} = 0,67$). 0,5 mm vastagságú WHITE-minták esetén az átlagos $\Delta E \bar{x}_{\Delta E} = 6,40$ ($\sigma_{\Delta E} = 2,75$); 2,5 mm vastagság mellett $\bar{x}_{\Delta E} = 5,46$ ($\sigma_{\Delta E} = 0,79$).

Megbeszélés: A kutatás rámutatott arra, hogy a cirkónium-dioxid minták színezettsége és rétegvastagsága nagyban befolyásolja a fedőképességet, illetve 1,5 mm kerámiavastagság mellett a próbacementek szignifikáns színeltérést okoznak. A színezetlen cirkónium-dioxidok színét kevésbé befolyásolja a csonkszín, különösen 1,5 mm rétegvastagság felett.

Következtetés: Elszíneződött csonkok monolitikus cirkónium-dioxid fogpótlással való fedése esetén a rétegvastagság növelésével esztétikusabb végeredményt tudunk elérni a vizsgált színezett cirkónium-dioxid alkalmazása mellett.

Kulcsszavak: kerámia, monolitikus, cirkónium-dioxid, spektrofotometria, CIEDE2000

Bevezetés

Napjainkban a páciensek elvárásai a fogorvos és a fogtechnikus által készített fogpótlások esztétikáját illetően folyamatosan nőnek. Az ideálisnak tartott fogalakot, -színt és fogivalakot meghatározhatják individuális elképzelések, kulturális és szocio-demográfiai faktorok [3]. Az ideális fogpótlás elkészítéséhez többek között két fontos lépésre van szükség: helyes fogszínmeghatározásra és a választott árnyalat reprodukálásához megfelelő fogászati anyag kiválasztására [19]. Teljes kerámiarendszerek esetén a végleges restaurátum esztétikáját azonban olyan további tényezők is befolyásolják, mint a csonkszín, a kerámia vastagsága és transzlucenciája, illetve a cement színe és rétegvastagsága. Korábbi kutatások rávilágítottak arra, hogy minél sötétebb a preparált csonk színe, annál nagyobb színeltérést

okoz a teljes kerámia fogpótlások esztétikájában [5, 13]. Az évek múlásával a dentin színe egyre inkább a sötétebb sárgás, illetve szürkés árnyalatok irányába tolódik el a szekunder dentin képződése és a zománcréteg elvékonyodása miatt [18]. A kerámia rétegvastagsága is befolyásolja a végleges restaurátum színét: a vastagabb kerámia réteg jobb fedőképességgel rendelkezik [5, 8, 9]. A fogzománc optikai tulajdonságainak fontos eleme a transzlucencia, amely reprodukálására a korszerű fogászati kerámiaanyagok alkalmasak [16, 21]. Szem előtt kell tartani viszont azt a tényt, hogy a kerámiavastagság növelésével a fogpótlás veszíteni fog fényáteresztő képességéből [17, 20]. A cirkónium-dioxid előnyös mechanikai tulajdonságai miatt felhasználható vázanyagként, illetve monolitikus restaurátumok is készíthetők belőle CAD/CAM-eljárással (Computer-aided design/Computer-aided manufacturing), alkalmazásuk azonban

nagy körütekintést igényel, ugyanis egyes cirkónium-dioxid anyagok fényáteresztő képessége igen alacsony, ami kedvezőtlen esztétikai eredményhez vezethet [11, 12, 19, 22]. A ragasztócement optikai befolyásoló szerepe a legkisebb az összes tényező közül [5]. A ragasztócementeket többféle színben forgalmazzák, a különböző árnyalatok célja, hogy kis mértékben a rögzítés során is módosítani lehessen a restaurátum végső esztétikáján [4]. A ragasztócementekhez kapható próbacementek segítségével a rögzítés előtt a várható végeredmény kontrollálható [14].

A Semmelweis Egyetem Fogpótlástani Klinikája 2013 óta vizsgálja a különböző kerámiák optikai tulajdonságait [1, 2, 7]. A vizsgálatok célja kimutatni, hogy a különböző színű csonkok hogyan befolyásolják a restaurátum végleges színét a kerámia vastagsága és transzlucenciája, valamint a ragasztócement optikai tulajdonságainak függvényében. Kezdetben ezekhez a vizsgálatokhoz különböző árnyalatú, egyénileg készített műcsonkokat használtak, melyekre azonos színű, különböző rétegvastagságú és transzlucenciájú kerámiakoronákat próbacementtel rögzítettek, és a mérésekhez a klinikai használatra kifejlesztett VITA Easysshade Advance 4.0 (VITA Zahnfabrik, Bad Säckingen, Németország) kézi spektrofotométert alkalmazták [7]. 2015-ben a Fogpótlástani Klinika a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Atomfizika Tanszékével kezdte meg az együttműködést.

Célkitűzés

In vitro kutatásunk célja, hogy objektív és reprodukálható adatokat kapjunk a szín változásáról a monolitikus cirkónium-dioxid minták vastagsága, a csonkanyag és a cementszín függvényében.

Vizsgálati anyag és módszer

Az *in vitro* kísérletben a monolitikus cirkónium-dioxid koronát, a preparált csonkot és a ragasztócementet szimuláltuk. A cirkónium-dioxid kerámiakorona modellezéséhez két különböző színárnyalatú cirkónium-dioxid mintát használtunk fel: egy színezetlen, fehér árnyalatú (WHITE) és egy A2-színűt (A2P1) (Erran Tech, Hangcsou, Kína). A vizsgálatban felhasznált mintaszettek CAD/CAM-eljáráshoz használatos cirkónium-dioxid blokkokból készültek. A levágott minták felszíne 12×14 mm-es, és 5 különböző vastagságban (0,5; 1,0; 1,5; 2,0; 2,5 mm) készültek, egyik oldaluk felületkezelésen, majd polírozáson esett át, másik oldaluk nem lett kezelve. A kísérlethez háromféle Variolink Esthetic Try-In Paste próbacementet (Ivoclar Vivadent GmbH, Bécs, Ausztria) használtunk fel: warm (sárgás színezetű), neutral (transzparens) és light+ (opak) árnyalatú próbacementeket. Ezek a cementek vízzoldékonyak, így könnyedén eltávolíthatók a mérési minták felszínéről, megteremtve ezzel a gyors, tetszőleges kombinációjú mérések lehetőségét.

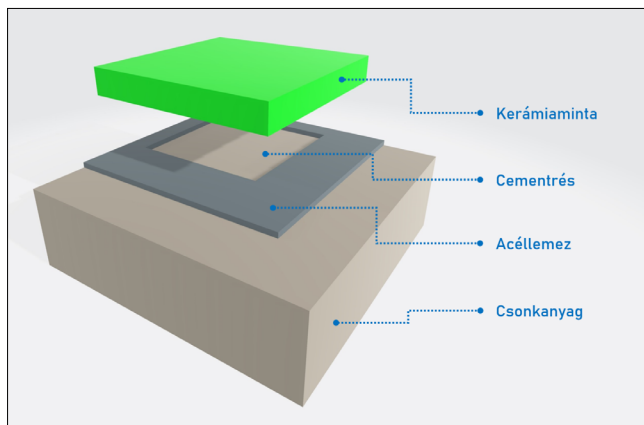


1. kép: A méréseket PerkinElmer Lambda 1050 UV/Vis/NIR spektrofotométer segítségével végeztük el. (https://resources.perkinelmer.com/lab-solutions/resources/images_for_resize/Lambda_1050_Silo.png)

A cementréteg vastagságát 100 µm-ben határoztuk meg, ezt a vastagságot kísérletünkben helyfenntartó acéllemezrel és automata pipettával biztosítottuk. A preparált csonkot VITA Simulate Preparation Material (VITA Zahnfabrik, Bad Säckingen, Németország) fényre keményedő kompozitanyaggal szimuláltuk, amely a 6 leggyakoribb csonkszint tartalmazza (0M1S, 1M1S, 2M3S, 3M2S, 4M3S, 5M3S), melyekből a kutatáshoz 6 téglatestet készítettünk. Felhasználásra került 3 fémtartalmú csonkanyag is. Ezek kobalt-króm ötvözetből, aranszínű rézötvözetből és cirkónium-dioxidból készültek.

A spektrofotometriai méréseket a Budapesti Műszaki Egyetem Atomfizika Tanszékének optikai laboratóriumában, PerkinElmer Lambda 1050 UV/Vis/NIR spektrofotométer segítségével végeztük el (1. kép). Korábbi, hasonló célú vizsgálatok során nem került felhasználásra ennyire speciális, egzakt eredményeket szolgáltatató műszer. A készülék saját fényforrással, illetve detektorral rendelkezik, melynek segítségével a mintáról visszaverődő fényintenzitásnak (reflexió) a hullámhossz függvényében történő kvantitatív mérésére alkalmas. Így megkapjuk a mintára jellemző reflexiós spektrumot, amely megmutatja, hogy a felület a fény adott hullámhosszú komponensét milyen arányban veri vissza. A spektrofotométer az ultravioleta (UV) tartománytól egészen az infravörös közeli (NIR) tartományig képes mérni, működési hullámhossztartománya 175 nm-től 3300 nm-ig terjed. Számunkra az elektromágneses spektrum látható tartománya (400–700 nm) vizsgálandó, így a spektrofotométert 380–780 nm mérési hullámhossztartományra állítottuk be, 10 nm-es lépésközzel. A standardizálhatóság érdekében 6500 K-es fényforrást használtunk méréseinkhez.

A mintaszettek közül, a próbacementekből, valamint a csonkanyagokból háromrétegű mintákat állítottunk össze a következő módon: a csonkanyagra helyeztük



2. kép: A kerámiaszeletből, próbacementből, valamint csonkanyagból álló háromrétegű minta

a távtartó acéllemezt, a lemezen található ablakszerű nyílásba automata pipettával próbacementet fecskendeztünk, majd legfelülre a kerámiaszeletet helyeztük (2. kép). Az így kapott mintát a készülék apertúrájához pozícionáltuk. A minták összeállításához kétféle kerámiát (A2P1, WHITE) öt különböző rétegvastagságban (0,5; 1,0; 1,5; 2,0; 2,5 mm), kétféle próbacementet (neutralt /'N'/ az A2P1-hez, warmot /'W'/ a WHITE-hoz) és kilencféle csonkanyagot (0M1S /'01'/, 1M1S /'11'/, 2M3S /'23'/, 3M2S /'32'/, 4M3S /'43'/, 5M3S /'53'/, kobalt-króm ötvözet /'cocr'/, aranyszínű rézötvözet /'au'/ és cirkónium-dioxid /'zr'/) használtunk fel. Minden kombináció mérését háromszor ismételtük meg, így összesen 270 mérést végeztünk el.

A készülék mintatartó rekeszét mágnesesen rögzülő fedél zárja le, hogy a mérés során a legkisebb mennyiségű fény se juthasson be a környezetből. A műszer reflexiós spektrumot mér, melyből számíthatók az $L^*a^*b^*$ -értékek (L^* : világosság, a^* : zöld-vörös telítettség, b^* : kék-sárga telítettség). Két szín közötti távolságot, azaz a színekülönbséget ΔE -vel jelöljük. Ezen érték kiszámítására szolgáló szabványképlet az évek alatt nagyban módosult. Jelenleg a 2000 óta érvényben lévő CIE/ISO fénytechnikai szabvány szerinti CIEDE2000 képlet használatos a színekülönbségek megállapítására (3. kép) [10]. Két szín közötti színekülönbség észlelhetőségét, valamint észlelhetőség esetén annak elfogadhatóságát több ízben tanulmányozták. Egy 2015-ös, többek között a Semmelweis Egyetem Fogpótlástani Klinikáján is végzett kutatás szerint észlelési küszöbnek a $\Delta E = 0,8$ -es értéket, elfogadhatósági küszöbnek pedig a $\Delta E = 1,8$ -es értéket tekinthetjük a CIEDE2000 képlet alkalmazása során [15].

A számításokhoz használt referenciaminták paraméterei:

- A2P1-mintákhoz: 1,5 mm-es A2P1-kerámiaszelet, 2M3S-csonkanyag ('23'), warm ('W') próbacement
- WHITE-mintákhoz: 1,5 mm-es WHITE-kerámiaszelet, 2M3S-csonkanyag ('23'), neutral ('N') próbacement.

$$\Delta E_{00}^* = \sqrt{\left(\frac{\Delta L'}{k_L S_L}\right)^2 + \left(\frac{\Delta C'}{k_C S_C}\right)^2 + \left(\frac{\Delta H'}{k_H S_H}\right)^2} + R_T \frac{\Delta C'}{k_C S_C} \frac{\Delta H'}{k_H S_H}$$

3. kép: A CIEDE2000 képlet

Lineáris regressziós modellt alkalmaztunk az A2P1- és WHITE-minták ΔE -értékei közötti különbségek becsléséhez.

Eredmények

A 4. képen a különböző rétegvastagságú A2P1-kerámiaszeletek eredményeit mutatja a különféle csonkanyagokon. Az oszlopdiagramokon szereplő rövidítések értelmezéséhez az alábbi leírás nyújt segítséget: 'kerámia típusa', 'kerámia vastagsága milliméterben', 'próbacement típusa', 'csonkanyag típusa'. Az A2P1-minták esetében a kerámia fedőképessége annak rétegvastagságával együtt növekszik, a 0,5 mm vastagságú A2P1-minták esetén az átlagos $\Delta E \bar{x}_{\Delta E} = 4,10$ ($\sigma_{\Delta E} = 2,91$); 2,5 mm vastagság mellett $\bar{x}_{\Delta E} = 1,88$ ($\sigma_{\Delta E} = 0,67$). 19 minta esett a $\Delta E = 1,8$ -es elfogadhatósági küszöbérték alá. A referenciaminta mellett mért $L^*a^*b^*$ -paraméterekből számított ΔE -érték nullának adódott.

Az 5. kép a különböző rétegvastagságú WHITE-kerámiaszeletek eredményeit mutatja a különféle csonkanyagokon. A 0,5 mm vastagságú WHITE-minták esetén az átlagos $\Delta E \bar{x}_{\Delta E} = 6,40$ ($\sigma_{\Delta E} = 2,75$); 2,5 mm vastagság mellett $\bar{x}_{\Delta E} = 5,46$ ($\sigma_{\Delta E} = 0,79$). 45 mintából csupán 4 esett a $\Delta E = 1,8$ -es elfogadhatósági küszöbérték alá.

A 6. képen a különböző vastagságú A2P1- és WHITE-kerámiák reflexiós spektruma látható. Szembetűnő a színezett (A2P1) és színezetlen (WHITE) anyag reflexiós tulajdonságai közti különbség. A WHITE-minta a vastagság növelésével egyre inkább homogén spektrális eloszlású, intenzív, diffúz fehér fényt ver vissza, ezzel ellentétben a színezett A2P1-minta a vastagság növelésével a hozzáadott színezőanyagoknak megfelelő spektrális eloszlású diffúz fényt reflektál, azonban enyhén csökken a visszavert intenzitás a színezőanyag által bevezetett abszorpció miatt.

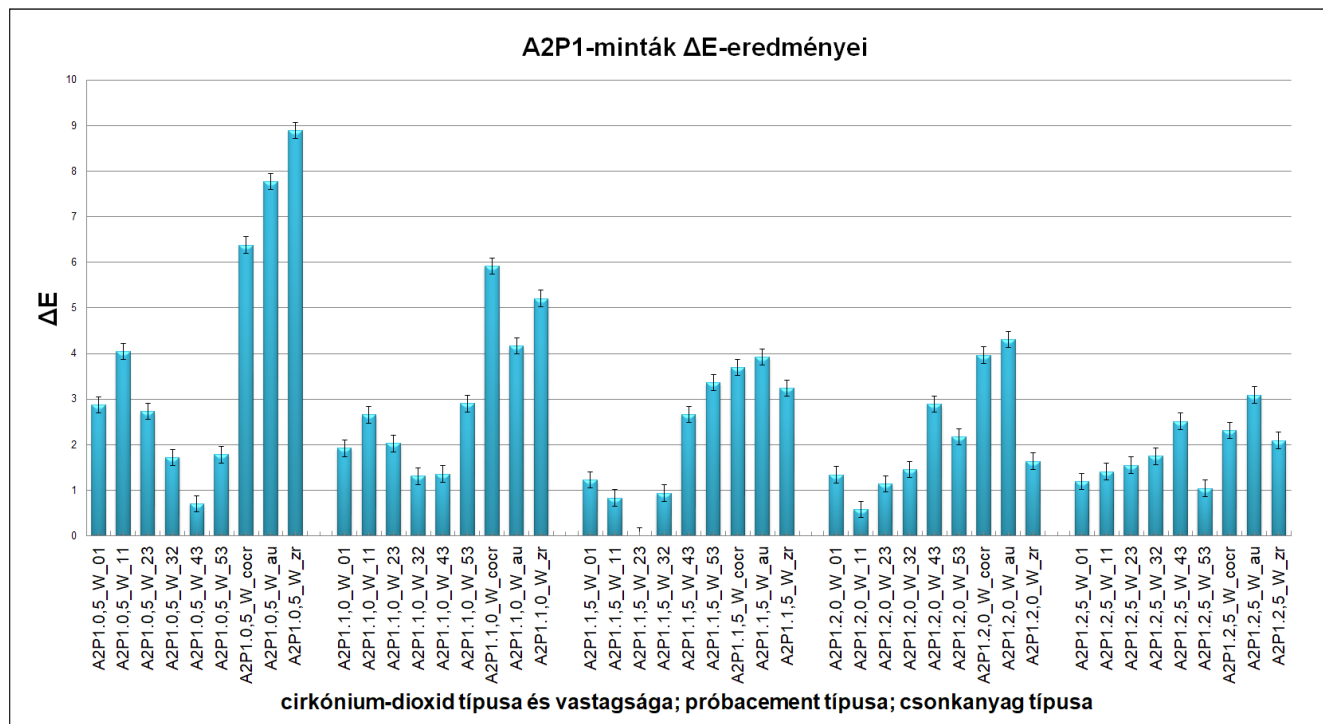
A különféle árnyalatú próbacementek hatásának analízisét is elvégeztük (7. kép). A 1,5 mm vastagságú WHITE-szeletet 2M3S-csonkanyagra rögzítettük light+, warm és neutral próbacement segítségével. A light+ próbacement mellett mért ΔE -érték 0,15-dal meghaladta az elfogadhatósági küszöbértéket.

A statisztikai kiértékelés módszere lineáris regresszió volt. A 8. képen jól látható, hogy az A2P1- és WHITE-minták ΔE -értékei szignifikánsan eltértek egymástól a mérési összeállítások döntő többségénél.

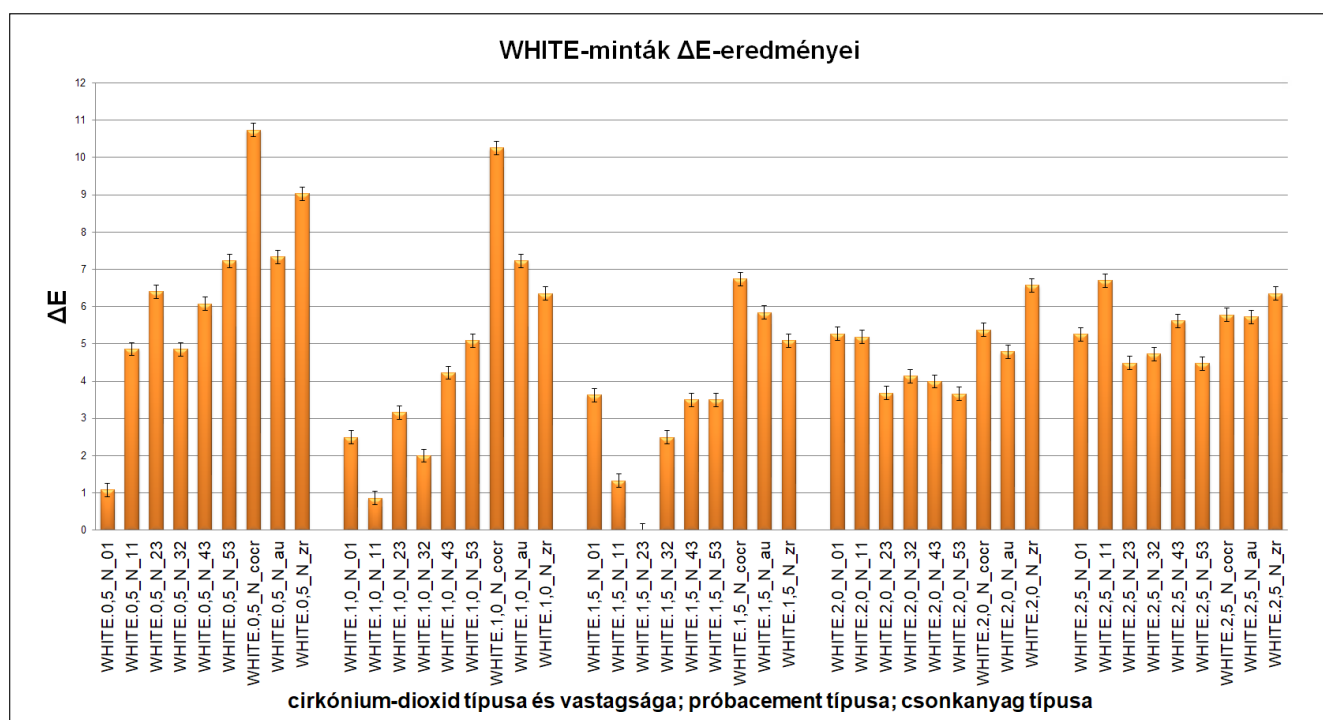
Megbeszélés

Szignifikáns összefüggést találtunk a rétegvastagság és a fedőképesség között a 0,5–1,0 mm vastagságú A2P1- és WHITE-kerámiaszeleteket tartalmazó minták

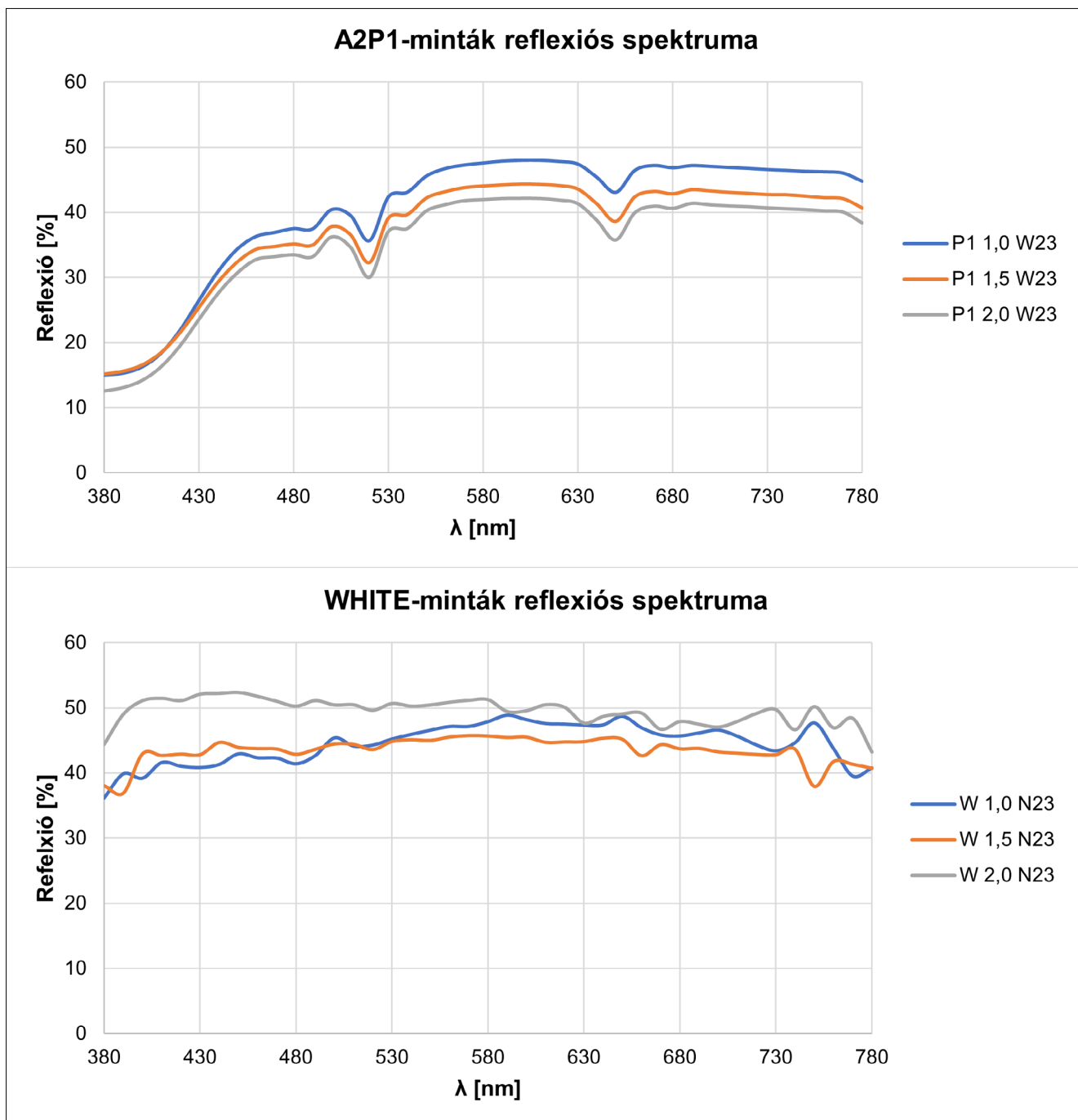
esetén, ugyanakkor a vastagabb (1,5–2,5 mm) kerámia-ák mellett ez az összefüggés kevésbé volt meghatározó. A referenciamintát tartalmazó csoportokon belül, amely minták között csupán a csonkszín volt a változó paraméter, a legsötétebb csonkszínek (4M3S, 5M3S)



4. kép: Különböző rétegvastagságú A2P1-kerámiaszeletek ΔE -eredményei különféle csonkanyagokon



5. kép: Különböző rétegvastagságú WHITE-kerámiaszeletek ΔE -eredményei különféle csonkanyagokon



6. kép: Az 1,0; 1,5 és 2,0 mm vastagságú A2P1- és WHITE-kerámiaszeletek reflexiós spektruma

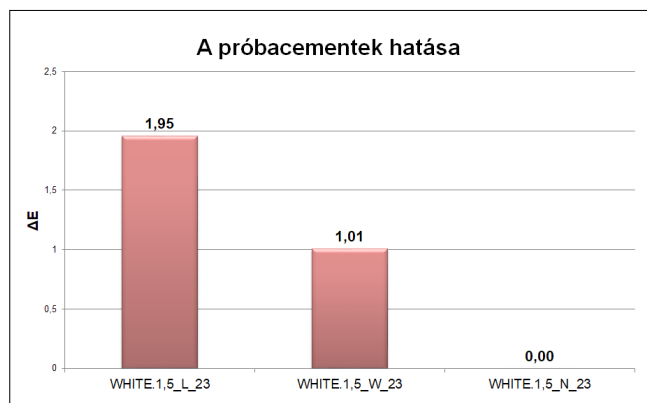
és a fémtartalmú csonganyagok mellett mértük a legnagyobb ΔE -értékeket. Eredményeink a korábbi irodalmi adatokkal korrelálnak [2, 5, 7, 9, 13].

A cirkónium-dioxid rétegvastagsága által befolyásolt ΔE -értékek szignifikánsan különböztek a színezetlen WHITE- és a színezett A2P1-kerámiák esetén. Az eltérő viselkedés magyarázata a kétféle kerámia anyagotani tulajdonságaiban rejlik. A WHITE-kerámia fényt szóró tulajdonsága homogén reflexiós spektrumot eredményez egy bizonyos rétegvastagság felett. Ellenben az A2P1-kerámia, amely hozzáadott színezőanyagot tartalmaz,

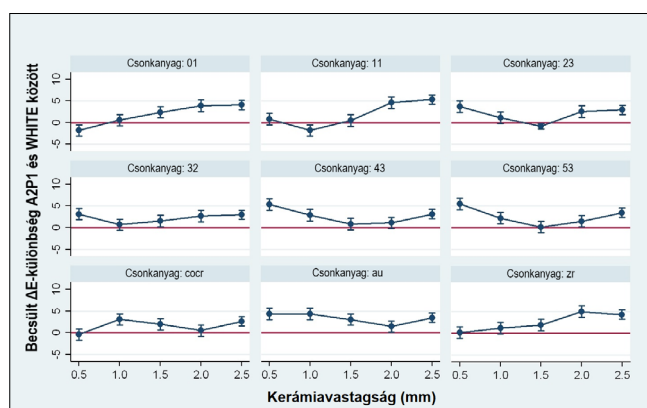
a beeső fény egyes spektrális komponenseit erősebben abszorbeálja, így reflexiós spektruma heterogén. Ez alacsonyabb visszaverődési intenzitást eredményez.

1,5 mm rétegvastagságú vagy vékonyabb restaurátum készítésekor a rögzítőcement árnyalata befolyásolhatja az esztétikai eredményt, ezért a végleges rögzítés előtt próbacement alkalmazása javasolt [6, 13].

A színezett cirkónium-dioxid 2,0 és 2,5 mm vastagságú minták esetén a 9 csonganyagárnyalattól 5 mellett elfogadható színelkülönbséget eredményezett, így használata kifejezetten indikált lehet esztétikus koronák



7. kép: Az 1,5 mm-es WHITE-kerámiaszelet különböző próbacementek mellett mért ΔE -értékei



8. kép: Becsült ΔE -különbség A2P1- és WHITE-minták különböző mérési összeállításai között

készítéséhez, hiszen erős fedőképességük nagy előnyt jelent a kívánt fogszín előállításakor. Ugyanakkor a színezetlen cirkónium-dioxidok felhasználhatósági köre jóval szűkebb. A WHITE-kerámia kis vastagságban jelentősen átérésztí az alatta található csonkszínt, és habár nagyobb rétegvastagságban a fedőképessége jó, mégis korlátozza alkalmazhatóságát az erősen opak, fehér színe.

Napjainkban évről évre jelennek meg különféle anyag-szerkezeti fejlesztéseken átesett modern kerámiaanyagok. Lehetőségekben bővelkedünk, de a valóban kiszámítható esztétikai eredmény eléréséhez továbbra is – vagy talán még inkább, mint valaha – nélkülözhetetlen ezen anyagok alkalmazásának és indikációs területének maradéktalan ismerete.

Irodalom

1. ABRAM E, GAJDATSY G, HERMANN P, UJHELYI F, BORBELY J, SHEN JZ: The colour of monolithic zirconia restorations determined by spectrophotometric examination. *Advances in Applied Ceramics* 2019; 118 (1–2): 3–8. <https://doi.org/10.1080/17436753.2018.1464271>
2. ABRAM E, GAJDATSY G, FEHER D, SALATA J, BELEZNAI S, HERMANN P, et al: Spectrophotometric examination of the optical effects of

monolithic multilayered zirconia with different substrates. *Advances in Applied Ceramics*. 2020; 119 (5–6): 261–266. <https://doi.org/10.1080/17436753.2019.1707412>

3. AKARSLAN ZZ, SADIK B, ERTEH H, KARABULUT E: Dental esthetic satisfaction, received and desired dental treatments for improvement of esthetics. *Indian J Dent Res*. 2009; 20 (2): 195–200. <https://doi.org/10.4103/0970-9290.52902>
4. ALGHAZALI N, MOALEEM M, ALAMRI S, ALDOSARI AA, PRESTON A, SMITH P, et al: The Effect of Try-In Paste and Resin Cement Shade on Colour Properties of Dental Veneers. *Eur J Prosthodont Restor Dent*. 2018; 26 (3): 144–151. https://doi.org/10.1922/EJPRD_01768Alghazali08
5. CHAIYABUTR Y, KOIS JC, LEBEAU D, NUNOKAWA G: Effect of abutment tooth color, cement color, and ceramic thickness on the resulting optical color of a CAD/CAM glass-ceramic lithium disilicate-reinforced crown. *J Prosthet Dent*. 2011; 105 (2): 83–90. [https://doi.org/10.1016/S0022-3913\(11\)60004-8](https://doi.org/10.1016/S0022-3913(11)60004-8)
6. CHANG J, DA SILVA JD, SAKAI M, KRISTIANSEN J, ISHIKAWA-NAGAI S: The optical effect of composite luting cement on all ceramic crowns. *J Dent*. 2009; 37 (12): 937–943. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2009.07.009>
7. CZIGOLA A, ABRAM E, KOVACS ZI, MARTON K, HERMANN P, BORBELY J: Effects of substrate, ceramic thickness, translucency, and cement shade on the color of CAD/CAM lithium-disilicate crowns. *J Esthet Restor Dent*. 2019; 31 (5): 457–464. <https://doi.org/10.1111/jerd.12470>
8. DURÁES I, CAVALCANTI A, MATHIAS P: The Thickness and Opacity of Aesthetic Materials Influence the Restoration of Discolored Teeth. *Oper Dent*. 2021. <https://doi.org/10.2341/19-093-L>
9. ELLAKANY P, MADI M, ALY NM, AL-AQL ZS, ALGHAMDI M, ALJERAISY A, et al: Effect of CAD/CAM Ceramic Thickness on Shade Masking Ability of Discolored Teeth: In Vitro Study. *Int J Environ Res Public Health*. 2021; 18 (24) <https://doi.org/10.3390/ijerph182413359>
10. GHINEA R, PÉREZ MM, HERRERA LJ, RIVAS MJ, YEBRA A, PARAVINA RD: Color difference thresholds in dental ceramics. *J Dent*. 2010; 38: 57–64. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2010.07.008>
11. KANG CM, PENG TY, SHIMOE S: Color accuracy of different types of monolithic multilayer precolored zirconia ceramics. *J Prosthet Dent*. 2020; 124 (6): 789.e1–789.e7. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2020.04.026>
12. KIM HK: Optical and Mechanical Properties of Highly Translucent Dental Zirconia. *Materials (Basel)*. 2020; 13 (15) <https://doi.org/10.3390/ma13153395>
13. MIURA S, TSUKADA S, FUJITA T, ISOGAI T, TESHIGAWARA D, SAITO-MURAKAMI K, et al: Effects of abutment tooth and luting agent colors on final color of high-translucent zirconia crowns. *J Prosthodont Res*. 2021 https://doi.org/10.2186/jpr.JPR_D_21_00025
14. MOUROUZIS P, KOULAOUZIDOU E, PALAGHIAS G, HELVATJOGU-ANTONIADES M: Color match of luting composites and try-in pastes: the impact on the final color of CAD/CAM lithium disilicate restorations. *Int J Esthet Dent*. 2018; 13 (1): 98–109.
15. PARAVINA RD, GHINEA R, HERRERA LJ, BONA AD, IGIEL C, LINNINGER M, et al: Color difference thresholds in dentistry. *J Esthet Restor Dent*. 2015; 27: 1–9. <https://doi.org/10.1111/jerd.12149>
16. POP-CIUTRILA IS, GHINEA R, COLOSI HA, RUIZ-LÓPEZ J, PÉREZ MM, PARAVINA RD, et al: Color compatibility between dental structures and three different types of ceramic systems. *BMC Oral Health*. 2021; 21 (1): 75. <https://doi.org/10.1186/s12903-021-01404-7>
17. POP-CIUTRILA IS, GHINEA R, DUDEA D, RUIZ-LÓPEZ J, PÉREZ MM, COLOSI H: The effects of thickness and shade on translucency parameters of contemporary, esthetic dental ceramics. *J Esthet Restor Dent*. 2021; 33 (5): 795–806. <https://doi.org/10.1111/jerd.12733>

18. SCHROEDER HE: Pathobiologie oraler Strukturen. 3rd ed. S. Karger AG, Basel. 1997;79.
19. VICHI A, LOUCA C, CORCIOLANI G, FERRARI M: Color related to ceramic and zirconia restorations: a review. *Dent Mater.* 2011; 27 (1): 97–108. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2010.10.018>
20. WANG F, TAKAHASHI H, IWASAKI N: Translucency of dental ceramics with different thicknesses. *J Prosthet Dent.* 2013; 110 (1): 14–20. [https://doi.org/10.1016/S0022-3913\(13\)60333-9](https://doi.org/10.1016/S0022-3913(13)60333-9)
21. WEE AG, WINKELMANN DA, GOZALO DJ, ITO M, JOHNSTON WM: Color and translucency of enamel in vital maxillary central incisors. *J Prosthet Dent.* 2022. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2022.01.010>
22. ZHANG Y, LAWN BR: Novel Zirconia Materials in Dentistry. *J Dent Res.* 2018; 97 (2): 140–147. <https://doi.org/10.1177/0022034517737483>

SALÁTA J, FEHÉR D, LENK S, UJHELYI F, BORBÉLY J, HERMANN P, ÁBRÁM E

Spectrophotometric examination of monolithic zirconia materials

Introduction: Patients' demand for perfectly esthetic restorations is unstoppably increasing, however creating natural-looking crowns and FPDs is highly affected by the experience of the dental technician even in the present day. This problem is even more complicated if the abutment is discolored (e.g. obturated). Using modern dental ceramic materials, such as zirconia, it's essential to know the physical (mechanical and optical) properties of the selected material to achieve the best result.

Purpose: The purpose of this in vitro study of Semmelweis University Department of Prosthodontics and Budapest University of Technology and Economics Department of Atomic Physics was to examine specific optical properties of coloured and uncoloured monolithic zirconia materials considering thickness, try-in pastes and substrates of different colours using a spectrophotometer.

Materials and methods: Zirconia specimens (A2P1, WHITE, Erran Tech) in 5 different thicknesses (with the thickness range of 0.5–2.5 mm), six types of substrate materials (VITA Simulate), three types of metal substrates and three types of try-in pastes (Variolink Esthetic Try-In Paste, Ivoclar Vivadent) were used in this study. Measurements were carried out at Budapest University of Technology and Economics with a PerkinElmer LAMBDA 1050 UV/Vis/NIR spectrophotometer. Colour differences (ΔE) were calculated using CIEDE2000 formula.

Results: Mean of ΔE values of 0.5 mm thick A2P1 specimens was $\bar{x}_{\Delta E} = 4.10$ ($\sigma_{\Delta E} = 2.91$); that of specimens having thickness of 2.5 mm was $\bar{x}_{\Delta E} = 1.88$ ($\sigma_{\Delta E} = 0.67$). Mean of ΔE values of 0.5 mm thick WHITE specimens was $\bar{x}_{\Delta E} = 6.40$ ($\sigma_{\Delta E} = 2.75$); that of specimens having thickness of 2.5 mm was $\bar{x}_{\Delta E} = 5.46$ ($\sigma_{\Delta E} = 0.79$).

Discussion: The substrate colour and the thickness of zirconia affects the optical results – with special regard to colour perceptibility and acceptability – as well as the shade of the try-in paste under 2 mm ceramic thickness. ΔE values of WHITE specimens are less influenced by the thickness of the ceramic layer, than ΔE values of A2P1 zirconia.

Conclusions: Coloured (A2P1) and uncoloured (WHITE) zirconia materials show both similarities and discrepancies in behaviour, i.e. spectral reflectance and ΔE . Using monolithic coloured A2P1 zirconia of a proper thickness to restore discolored teeth can provide the opportunity to modify or mask the original toothshade.

Keywords: ceramic, monolithic, zirconia, color, spectrophotometry, prosthodontics