

Debreceni Egyetem Orvos- és Egészségtudományi Centrum, Fogorvostudományi Kar Fogpótlástani Tanszék*
 Debreceni Egyetem Szilárdtest Fizika Tanszék**
 Debreceni Egyetem Biofizika- és Sejtbiológia Intézet***

Implantátumok felületi sajátosságainak összehasonlító vizsgálata

DR. KATONA BERNADETT,* DR. DARÓCZI LAJOS,** DR. JENEI ATTILA,*** BAKÓ JÓZSEF,* DR. HEGEDŰS CSABA*

A fogászati titánimplantátumok anyagi összetétele és felszíni érdessége fontos az oszseointegráció folyamatában és az implantátumoknak további követelményeknek is meg kell felelniük: például biokompatibilitás, kellő szilárdság, korrózióstabilitás és iparilag előállíthatóság.

Szerzők munkájuk során pásztázó elektronmikroszkóppal (Hitachi S-4300, Japan) megvizsgálták hét ismert, Magyarországon forgalmazott implantátum (Denti Bone Level, Denti Zirconium C, Bionika Cortical, Straumann SLA, Straumann SLA Active, Dentsply Ankylos, Biotech Kontakt implantátum) felületi morfológiáját és anyagi sajátosságait. A homokfúvás során nagy sebességgel és kemény szemcsékkel érdesítették az implantátumfelszíneket. A felhasznált anyag fizikai-kémiai sajátosságai fontosak, mert nagymértékben befolyásolhatják a létrehozott felszín tulajdonságait, ugyanakkor nem szabad akadályozniuk az implantátum oszseointegrációs folyamatait.

A savmaratás technikájával erős savak keverékébe történő bemártás után mikroüregekkel tarkított titánfelszín kapnak. A kettős savmaratás elősegítheti a csontképző sejtek és fibrinszálcák adhézióját, segítve a csontképződést az implantátum felszínén.

Munkájukban bemutatták, hogy – habár a vizsgált implantátumtípusok esetében a fentebb ismertetett két leggyakoribb felületmegmunkáló technikát (homokszórás, savmaratás) alkalmazták – különböző felületi morfológiai sajátosságok figyelhetők meg.

Kulcsszavak: implantátum, savmaratás, homokfúvás, oszseointegráció

Bevezetés

A fogorvostudománynak a fogászati műgyökér-beültetés az egyik legintenzívebben fejlődő területe. A fogászati implantátumokkal szemben több fontos követelmény is támasztható, mint például a biokompatibilitás, kellő szilárdság, korrózióstabilitás és az ipari előállíthatóság [14]. A fogászati implantátumok általában titánból vagy titánötvözetekből készülnek. A leggyakrabban alkalmazott ötvözet az ipari rendszerezésben 5-ös osztályba sorolt Ti6Al4V, ez a tiszta titánnál jobb szakítószilárdsággal és fáradási mutatókkal rendelkezik [7]. Az első 4 osztály (Grade 1–4) valójában nem ötvözet, hanem kereskedelmi tisztaságú titán (cpTi). Ezen négy osztályt az oxigén-, szén- és vastartalmuk alapján különböztetik el. Fogászati célra a legmagasabb, 4-es tisztasági fokú titánt alkalmazzák. Az anyagi összetétel mellett természetesen az implantátum formája is igen fontos. Ma már számos formai kialakításban kerülnek piacra az implantátumok a párhuzamos falutól a kónuszosig.

A fogászati titánimplantátumok anyagi összetétele és felszíni érdessége fontos az oszseointegráció folyama-

tában [1]. A csontképzés az osteoblast sejtek differenciálódási útvonalából származó sejtek működésén alapul, amelyek kitapadnak, vándorolnak, proliferálódnak, különböző fehérjéket expresszálnak és csontmátrixot képeznek az implantátum felszínére és környezetébe [9]. Ma már számos technikát alkalmaznak arra, hogy növeljék az implantátumok felszíni érdességét, vagy csontgyógyulást serkentő anyagokkal vonják be a beültetendő felületet. Vizsgálatokkal igazolt, hogy a felérdesített felszínnel rendelkező implantátumok mind a csontos elhorgonyozást, mind a biomechanikai stabilitást elősegítik, főleg a műgyökér-csont fizikai kapcsolatot erősítik, ezzel szemben a kalcium-foszfát bevonatok a csontgyógyulásban és a csontképződés folyamatában jelentősek [16]. Sokféle felületmegmunkáló technika létezik, a teljesség igénye nélkül például: titánplazma-szórás, homokfúvás, savmaratás, anodizáció, bevonatképzés (kalcium-foszfát, csontstimuláló faktorok). Nehézséget jelent az, hogy implantátum körüli korai csontosodási folyamatok részleteiben nem teljesen ismertek, ráadásul kevés azon kutatások száma, amelyben azonos körülmények között több implantátumfelszín összehasonlító klinikai vizsgálatát írják

le. Több vizsgálat is beszámolt arról, hogy egyes felületmódosító technikák nyomán (például: plazmaszórás, homokfúvás) alkalmazott részecskék beékelődnek az implantátumfelszínbe, ezzel is módosítva a műgyökér körüli csontosodási folyamatokat. A becsontosodott implantátumról származó fém természetű részecskéket kimutatták a lépben, májban, egyes makrofágokban és még egyes paraaortikus nyirokcsomókban is [19]. A felszínről leoldódó fémionok egyes szerzők szerint mindenképpen aggodalomra adhatnak okot, mert potenciális lokális és szisztémás karcinogén anyagnak tekinthetők, bár ezt a feltételezést még tudományos vizsgálatokkal nem bizonyították [3, 10]. A geometriai és felszíni topográfia kritikus az implantátum rövid és hosszú távú sikerében, de természetesen befolyásoló tényező még a beteg csonttípusa és általános betegségei, illetve a kifinomult műtéti technika is [13].

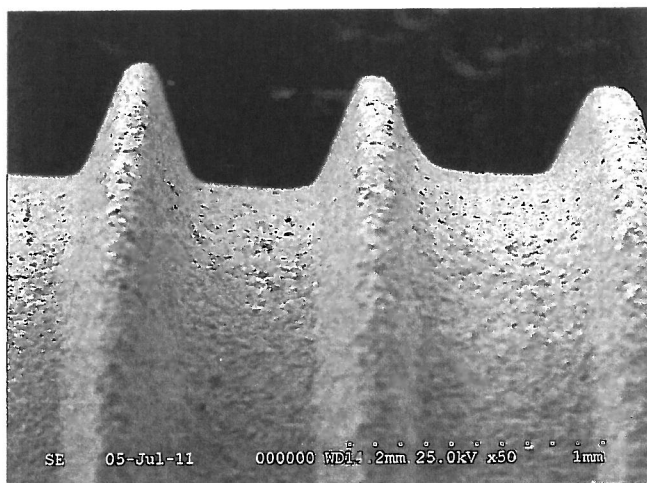
Manapság a fogászati implantátumok sokféle anyagból, számos külalakban, átmérővel, hosszúságban, eltérő felszíni tulajdonságokkal és bevonatokkal érhetőek el a piacon. Az egyre szélesedő spektrum miatt egyre nagyobb üzleti nyomás nehezedik a gyártóra, hogy bizonyítsa terméke előnyeit a többivel szemben. Egyre

nagyobb teret hódít a fogorvostudomány területén is a bizonyíték alapú gyógyítás, így fontos jövőbeni kutatási célterület az, hogy pontosan milyen felszínkialakítások vagy bevonatok vezetnek a legjobb klinikai eredményekhez.

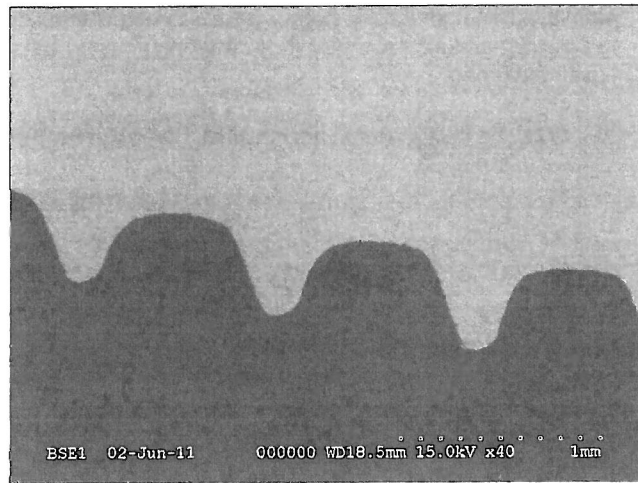
Munkánk célja, hogy megvizsgáljuk hét különböző, Magyarországon forgalmazott implantátumon alkalmazott felületmódosító eljárások után kialakított felszínek sajátosságait.

Vizsgálati anyag és módszer

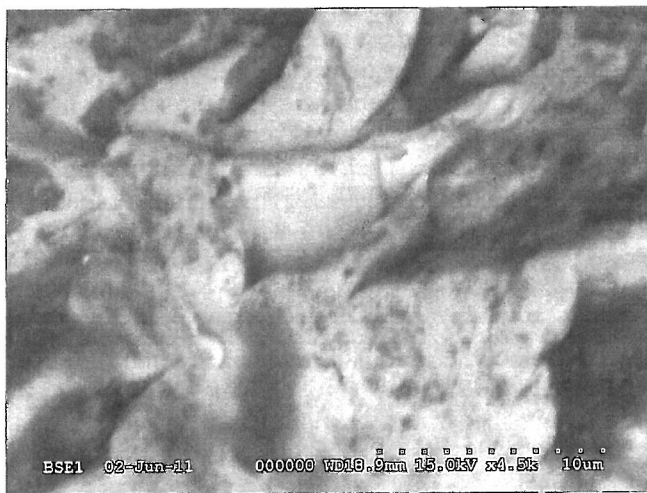
Munkánk során a következő hét implantátumtípust használtuk fel a vizsgálatokhoz: Denti Bone Level implantátum BL 1053-155 (Denti System Kft., Magyarország), Denti Zirconium C 14311 (Denti System Kft., Magyarország), Bionika Cortical D4 5x15 mm (Bionika Medline Orvostechnikai Kft., Magyarország), Straumann SLA D 4.1 L12 (Institut Straumann AG, Svájc), Straumann SLA Active D 3.3 L 10 (Institut Straumann AG, Svájc), Dentsply Ankylos C/X C14 D 5.5/L14 (Friadent GmbH, Németország) és Biotech Kontakt K4212



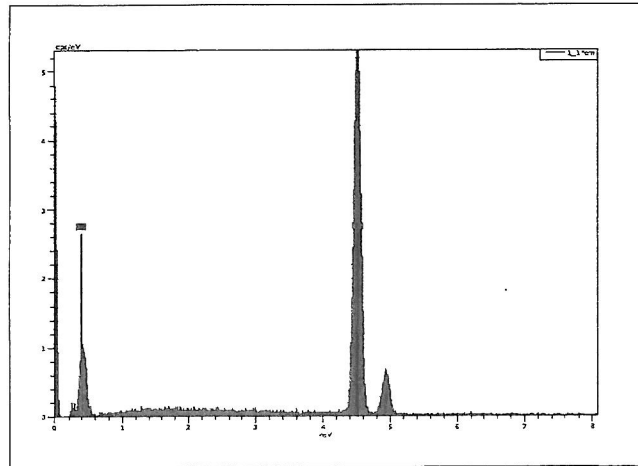
1a. ábra. Denti Bone Level implantátum EM képe



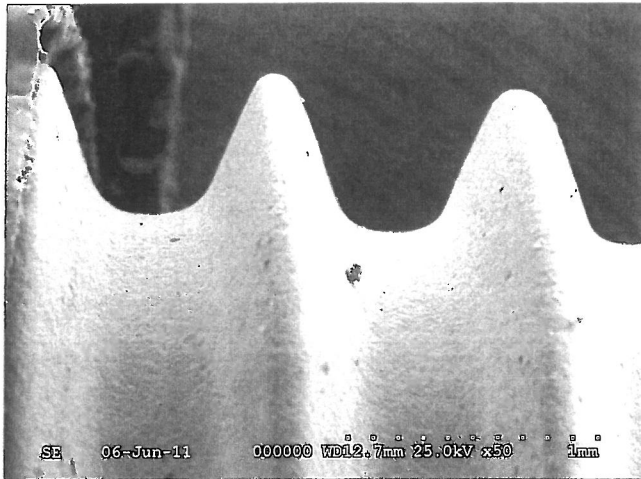
1b. ábra. Denti Bone Level implantátum EM képe



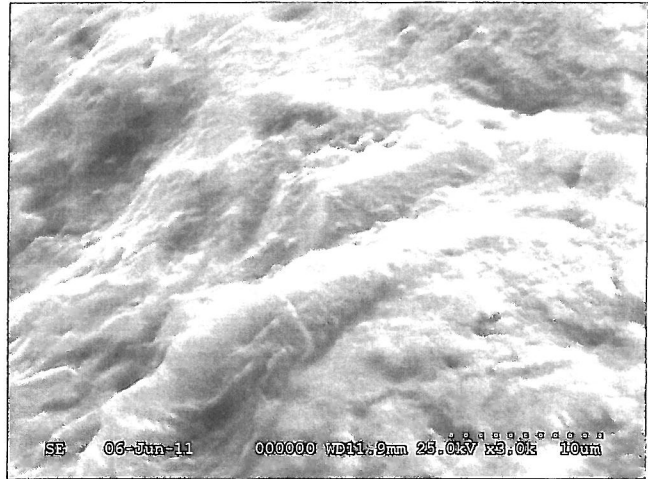
1c. ábra. Denti Bone Level implantátum EM képe



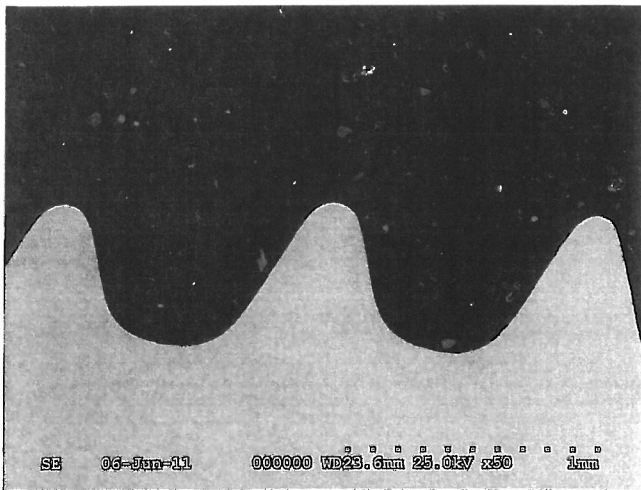
1d. ábra. Denti Bone Level implantátum energiadiszperzív röntgenspektrométeres elemanalízise



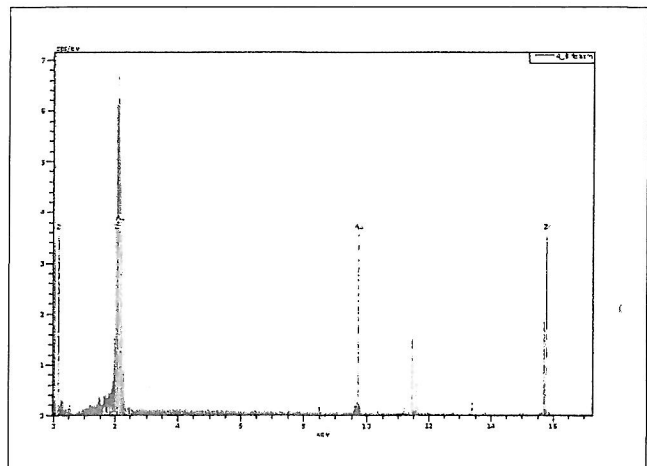
2a. Denti Zirconium implantátum EM képe



2b. Denti Zirconium implantátum EM képe



2c. ábra. Denti Zirconium implantátum EM képe



2d. ábra. Denti Zirconium implantátum energiadiszperzív röntgenspektrométeres elemanalízise

(Biotech International, Franciaország). Az elektronmikroszkópos vizsgálatok elvégzése előtt beágyasztuk a vizsgált objektumokat hideg-, illetve meleg-beágyazó anyagokba, attól függően, hogy mennyire rendelkezett az implantátum belső tagozottsággal. A felületi sajátosságok miatt vákuumosan impregnáltuk a Denti Bone Level, Straumann SLA és Bionika Cortical típusú implantátumokat EpoFix gyantában (EpoFix Kit, Kat. Sz.: 40200029, Struers A/S, Dánia) nagy nyomáson, Cito Vac (Struers A/S, Dánia) impregnáló berendezésben. A Dentsply Ankylos, Denti Zirconium, Straumann SLA Active, és Biotech Kontakt implantátumok esetében Polyfast (Struers A/S, Dánia) meleg-beágyazó anyagot használtunk fel és Labopres-3 (Struers A/S, Dánia) típusú készüléket alkalmaztunk. A mintafelület csiszolását az MD-rendszerrel Labopol-5 (Struers A/S, Dánia) készülékkel a Struers gyártó előírásai szerint végeztük. A polírozást hidrogén-fluoridot (HF) nyomokban tartalmazó koloid szilícium-dioxid (SiO_2) polírozó szerrel (OP-S, Struers, Dánia) végeztük el.

A mikroszkópos felvételek (SEM) Hitachi S-4300 (Japan) pásztázó elektronmikroszkóppal készültek. A min-

ták elemösszetételét a mikroszkópra szerelt energiadiszperzív röntgenspektrométerrel (Bruker Quantax Esprit 1.8.2) vizsgáltuk.

Az aranyréteg felvitele az egyes implantátumokra argon atmoszférában, 10^{-1} mBar nyomáson, katódporlasztással (kb. 50 nm Au) történt Bio-Rad SEM Coating Unit PS3 készülék (Bio-Rad Microscience Division, USA) segítségével.

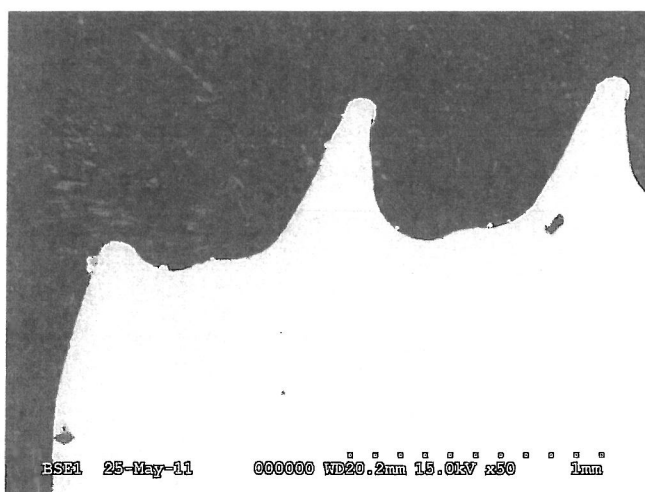
Eredmények

A Denti Bone Level implantátum csavarmentete zsinórmenetet mutat (1a., 1c. ábrák). Az 1000-szeres nagyításon látható a passzívált (homokfúvott és savazott) felszín (1b. ábra). A keresztmetszet elemanalízise alapján az implantátum ötvözetlen titánból készült. (Pontosabban az ötvözők mennyisége a kimutathatósági határ, kb. 0.1% alatt van) (1d. ábra)

A Denti Zirconium implantátum csavarprofilja zsinórmenet képét mutatja (2a., 2c. ábrák). Egyszakaszos kialakításuknak (az implantátum testrésze és fejrésze



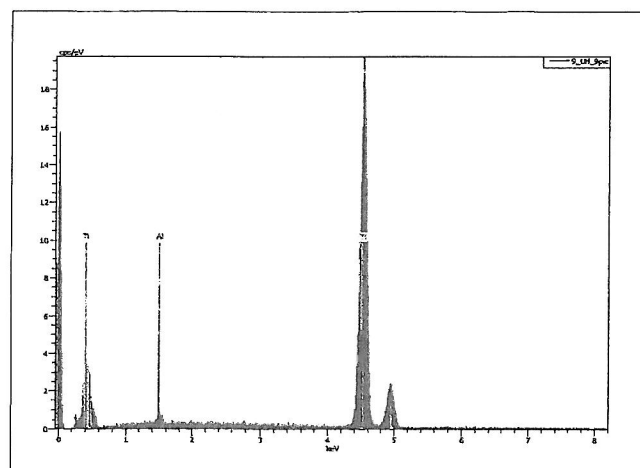
3a. ábra. Bionika CorticalL implantátum EM képe



3c. ábra. Bionika CorticalL implantátum EM képe



3b. ábra. Bionika CorticalL implantátum EM képe



3d. ábra. Bionika CorticalL implantátum energiadiszperzív röntgenspektrométeres elem analízise

porkohászati módszerekkel egy darabból kerül kialakításra) köszönhető a simább felület. Az 1000-szeres nagyítású képen látható felszín homokfúvás és savas kezelés technikájának eredménye (2c. ábra). Az anyaga nagy tisztaságú (95%) cirkónium-dioxid. Az elemanalízis eredménye a Zr mellett arany (Au) jelenlétét mutatja, mely valószínűleg az elektromos feltöltődés kiküszöbölése céljából képzett vékony, egységes Au-vezetőréteg (2d. ábra).

A Bionika CorticalL implantátum nagy menetemelkedésű, nagy menetmélységű fűrészfogas csavarprofilal rendelkezik (3a., 3c. ábrák). A 3b. ábrán látható felszínt savazási és elektrokémiai tisztítási folyamatokon keresztül alakítják ki. A felszíni elektronmikroszkópos képeken számos fekete folt látható, mely a keresztmetszeti képen nem figyelhető meg (3a. ábra). Az elemanalízis során a Ti-ötvözet mellett Al is jelen volt (3d. ábra).

A Straumann SLA implantátum teljes hosszában egységes, fűrészfogas csavarprofil figyelhető meg (4a. ábra). A 4c. ábrán a műgyökér melletti világosabb, hajlított fém a beágyazás során a rögzítést segítette. Az 1000-szeres nagyítású képen a felszín savmaratás

és homokszórás képét mutatja (4b. ábra). Az elemanalízis az implantátumban csak Ti jelenlétét mutatta ki (4d. ábra).

A Straumann SLA Active műgyökér csavarmentének lejtésszöge minimálisan eltér a két oldalon (5a., 5c. ábrák). Az 1000-szeres nagyítású képen egységes, savmaratással és homokszórással megmunkált egyenetlen felszín látható (5b. ábra). A 5d. ábrán látható, hogy a műgyökér egy bináris titán-cirkónium ötvözet.

A Dentsply Ankylos implantátum csavarment-átmetszete nem szimmetrikus, mivel a két oldalán eltérő a lejtésszög (6a., 6c. ábrák). 1000-szeres nagyítással a felszín rendkívül egyenetlen, mikroszinten felérdesített, mely még a nyak koronális felületére is ráterjed. A felszín homokfúvással és savmaratással kezelt (6b. ábra). A felszíni képeken nem találtunk a titán mellett második fázis jelenlétére utaló jeleket, amit az elemanalízis is igazolt (6d. ábra).

A Biotech Kontakt implantátum felszíni és keresztmetszeti képe is a kettős csavarment miatt egyedi megjelenést mutat (7a., 7c. ábrák). A 7b. ábrán látható a felszínmódosító technikák (savmaratás, homokfúvás) ál-

tal módosított felület 1000-szeres nagyítású képe. Elemanalízis során megállapítottuk, hogy a Ti mellett Al is jelen van az implantátum anyagában (7.d. ábra).

Megbeszélés

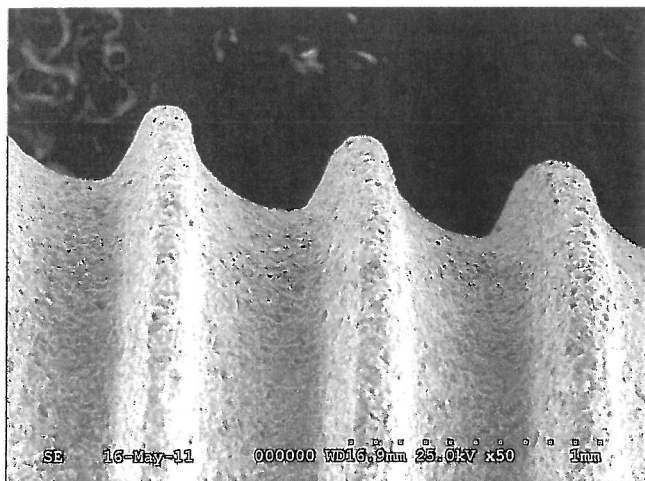
Számos kutatás bebizonyította, hogy a titán implantátumok felszíni érdessége az anyagi minősége mellett hatással van a biomechanikai rögzítettségre és az osseointegráció folyamatára [4, 20]. Manapság a hazai és nemzetközi piacon is számos megoldást alkalmaznak, hogy osseointegrációt segítő implantátum-felszínt alakítsanak ki.

Az általunk vizsgált implantátumok Ti-ból, illetve Ti-öt-vözetekből készültek, a Denti Zirconiumot kivéve, mely nagy tisztaságú ZrO-ból lett alakítva. (3a. ábra). A felületi áttekintő képeken látható, amit már az irodalomban is leírtak, hogy a csavarmenet a menet tetején érdesebb, mint az oldalán, és általában érdesebb is, mint a menetek közötti mélyedés [17].

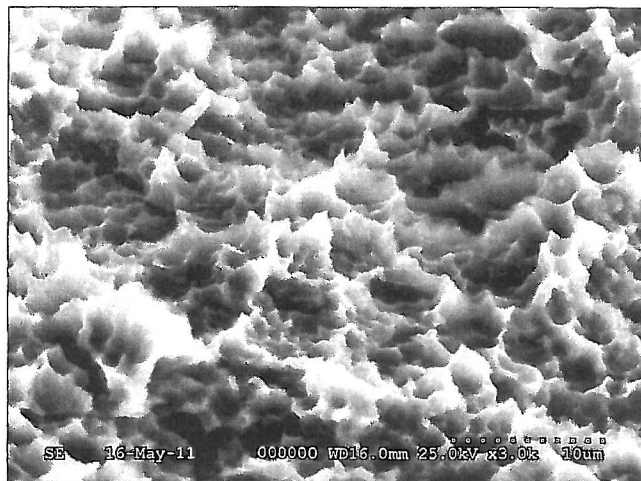
Manapság az egyik leggyakoribb lehetőség a felszínerdésítésre a homokfúvás technikája, ez esetben

kemény szemcsékkel (például: alumínium-oxid, titán-oxid és kalcium-foszfát) érdessítjük a titánfelszínt. A vizsgált implantátumok közül a Denti Bone Level-t, a Denti Zirconium-ot, Bionika Cortical, a Straumann SLA-t, Straumann SLA Active-t és Biotech Kontakt-t kezelték ily módon. Természetesen a különböző méretű kerámia-szemcsékkel eltérő érdességű felzíneket lehet létrehozni. A fúvócsövön áthaladó anyagnak feltétlenül kémiai stabilitással, biokompatibilis tulajdonsággal kell rendelkeznie, hisz nem akadályozhatja az implantátum körüli osseointegrációs folyamatokat. A felhasznált anyag természete nagymértékben befolyásolja a létrehozott felszín tulajdonságait.

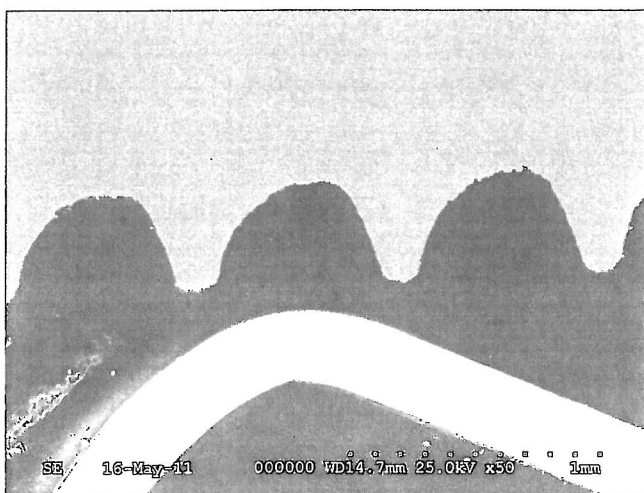
Az alumínium-oxid széles körben elterjedt alkalmazása ellenére számos előnytelen tulajdonsággal rendelkezik. Képes beágyazódni a kezelt implantátum felszínére és maradéktalanul nem távolítható el onnan sem ultrahangos tisztítással, sem savkezeléssel, még sterilizálással sem. Egyes vizsgálatok szerint a beültetés után ezek a részecskék felszabadultak a környező szövetekbe és részt vettek az osseointegráció folyamatában, így ez a kémiai heterogenitás lecsökkenti a titán fiziológias körülmények közötti kiváló korrózióállósá-



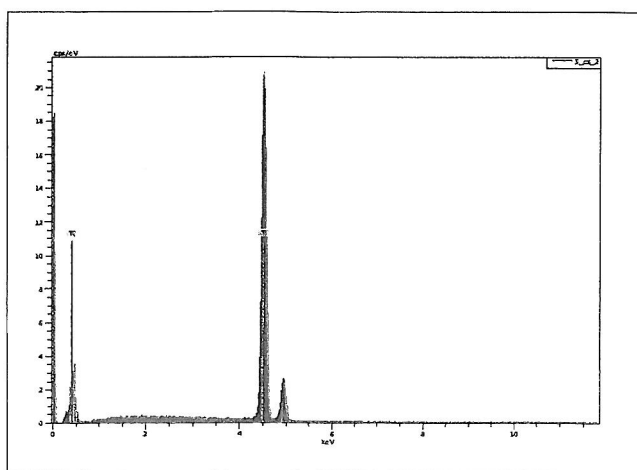
4a. ábra. Straumann SLA implantátum EM képe



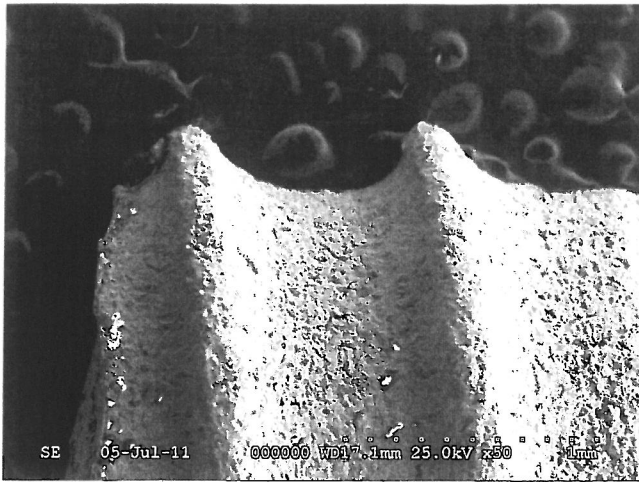
4b. ábra. Straumann SLA implantátum EM képe



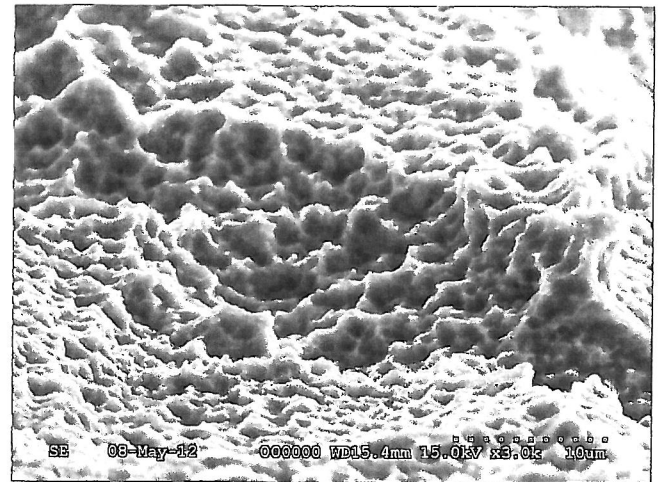
4c. ábra. Straumann SLA implantátum EM képe



4d. ábra. Straumann SLA implantátum energiadiszperzív röntgenspektrométeres elemanalízise



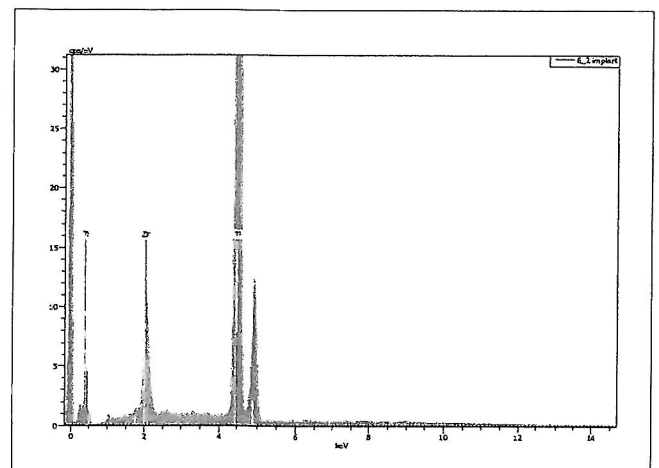
5a. ábra. Straumann SLA Active EM képe



5b. ábra. Straumann SLA Active EM képe



5c. ábra. Straumann SLA Active EM képe

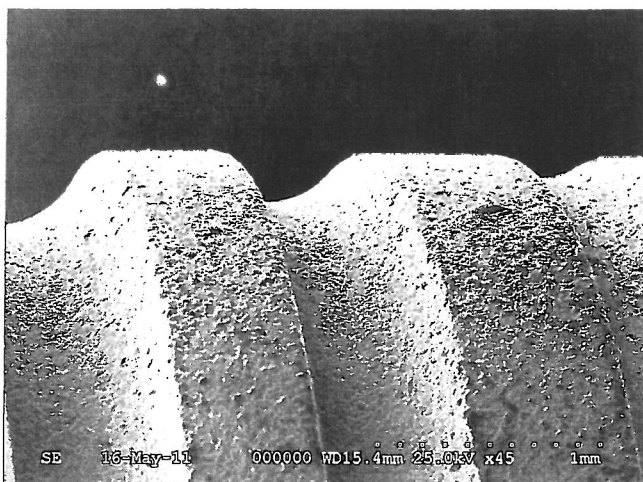


5d. ábra. Straumann SLA Active implantátum energiadiszperzív röntgenspektrométeres elemanalízise

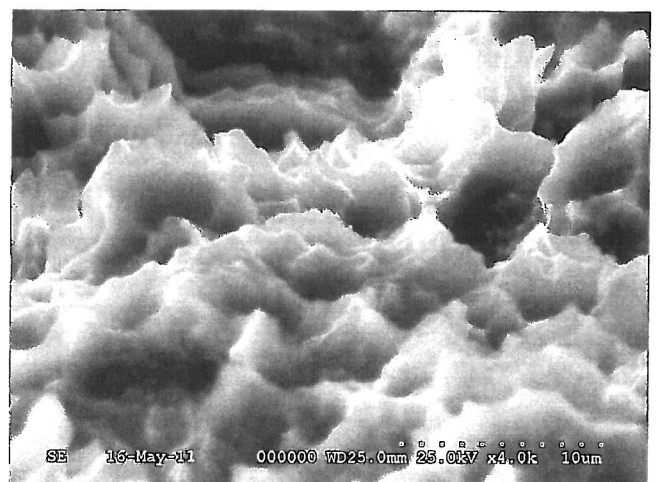
gát [2]. Vizsgálataink során készített felvételeken (1b., 3b. ábrák) fekete foltként látható az alumínium-oxid típusú homokszóró vegyület. Sajnálatos módon minden olyan eljárás, amely mechanikai úton növeli a felület nagyságát vagy új felületi morfológiát ad, magában hor-

dozza a felületi szennyeződés kialakulásának lehetőségét. A felületi szennyeződések csökkentik a felületi feszültséget, ezáltal rontják a bioadhéziót [8].

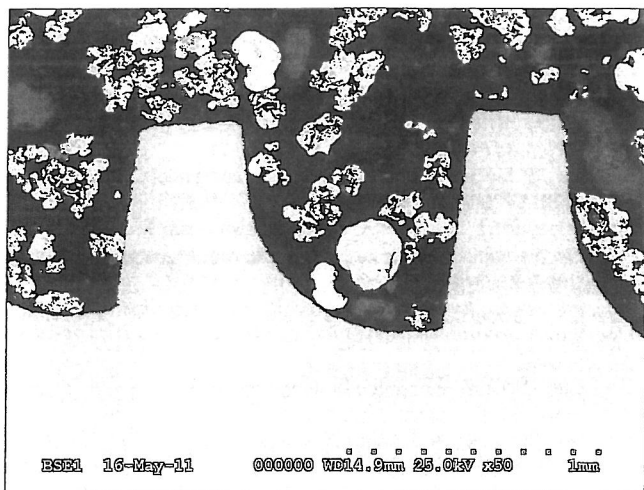
Erős savakkal (például: sósav, kénsav, salétromsav) is kezelhetik az implantátum felületét. Egy néhány



6a. ábra. Dentsply Ankylos implantátum EM képe

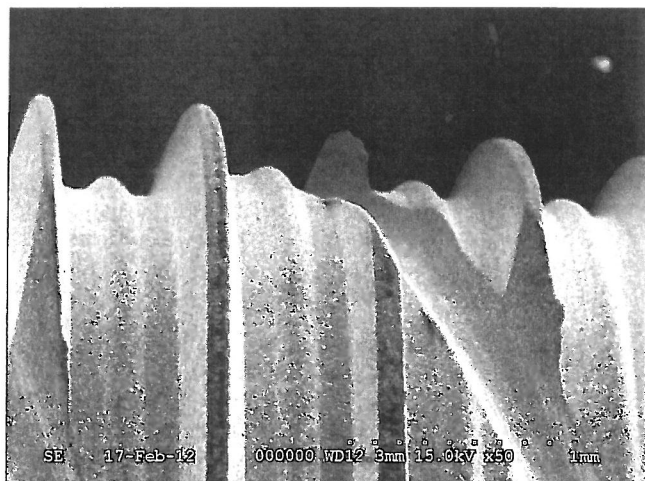


6b. ábra. Dentsply Ankylos implantátum EM képe

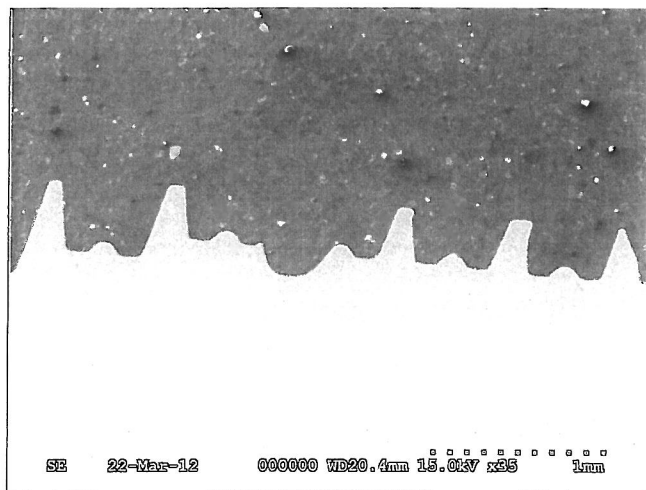


6c. ábra. Dentsply Ankylos implantátum EM képe

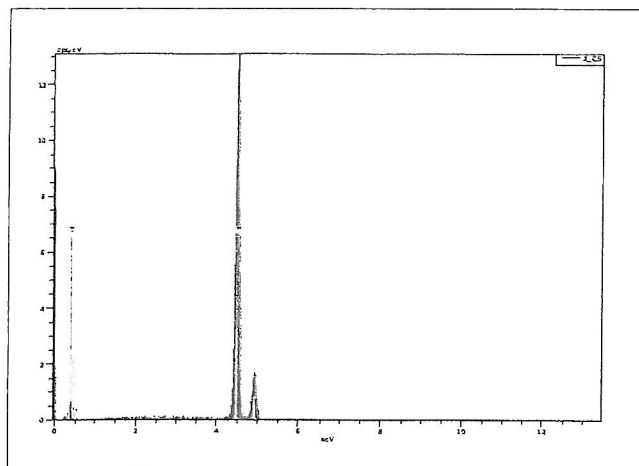
percig tartó 100°C hőmérsékletű sósav és kénsav keverékébe történő bemártás után 0,5 μm és 2 μm átmérőjű mikroüregekkel tarkított titánfelszínt kapnak. A kettős savmaratás elősegíti a csontképző sejtek és fibrinszálcsák adhézóját, ezáltal csontképződés



7a. ábra. Biotech Kontakt implantátum EM képe

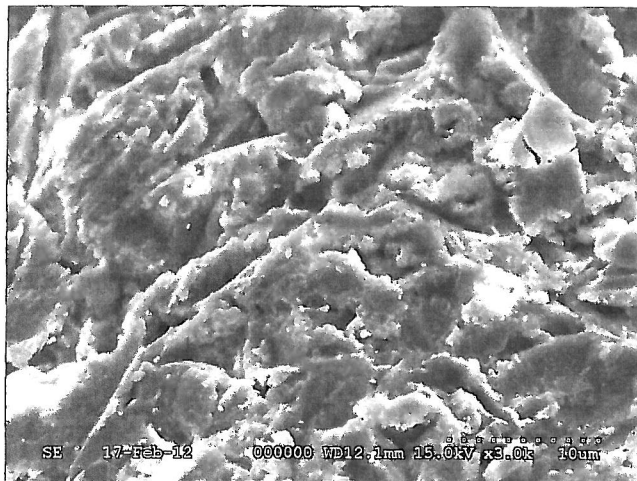


7c. ábra. Biotech Kontakt implantátum EM képe

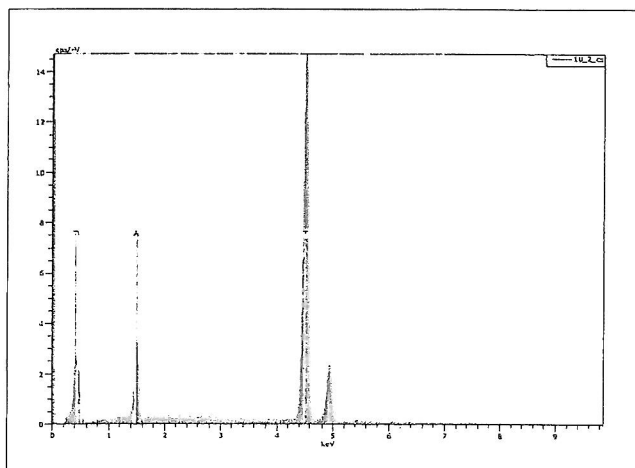


6d. ábra. Dentsply Ankylos implantátum energiadiszperzív röntgenspektrométeres elemanalízise

következik be közvetlenül az implantátum felszínén. A vizsgálatok szerint a kialakított felszín kimagaslóan nagymértékben elősegíti az összeintegráció folyamatát [12, 16]. A periimplantáris területen a csont vékony trabekuláris szerkezete beépül a beültetett anyag-



7b. ábra. Biotech Kontakt implantátum EM képe



7d. ábra. Biotech Kontakt implantátum energiadiszperzív röntgenspektrométeres elemanalízise

ba is. Sokan feltételezik azt, hogy a kettős savmaratás révén specifikus topográfia keletkezik, ami fibrin szövetvényhez tud kapcsolódni, és ezáltal elősegítik az osteogenetikus sejtek kitapadását [5, 15]. Az általunk vizsgált összes implantátumon végeztek felületmódosításokat savazásos technikával. A sav anyagi minőségére nem találtunk útmutatást a leírásokban.

Az általunk vizsgált Straumann SLA Active implantátum esetében a savmaratás és homokfúvás mellett új technikát alkalmaztak a gyorsabb csontgyógyulás elérése céljából. A sterilizálást N_2 -atmoszférában végzik, így az implantátum felszíne nem érintkezik a légköri levegővel. Az irodalomban leírtak szerint a felszínen szénszennyeződések vannak jelen, mely a tisztítás után is a felszínen maradnak, vagy a tárolás során a levegőből kerülnek a felszínre [18]. A fentebb említett elemek általában is jelen vannak a Ti implantátumok felszínén [11]. A Straumann SLA Active speciális sterilizálási eljárása során a csontosodásban szereplő kötőhelyek szabadon maradnak, ezáltal megmarad a felületmódosítással kialakított aktív felszín, mely a gyártó leírása szerint hidrofílabb is elődjével (Straumann SLA) összehasonlítva [24].

A fentebb említett felületmódosító technikák mellett a Biotech Kontakt implantátum esetében igen egyedi makroszkópos képpel találkozunk. A gyártó leírása szerint így jobb a környező csontra ható erőeloszlás, és kedvezőbb feltételeket teremtenek a csontappozíciónak is.

Manapság számos felületmódosító technika létezik, melyeket önmagukban vagy kombinálva alkalmaznak egy-egy implantátum esetében. A leggyakrabban a savmaratást és homokszórást alkalmazzák, de ugyanazon technikák is különböző struktúrákat alakíthatnak és ezek osseointegrációra gyakorolt hatása további vizsgálatokat igényel.

Irodalom

1. ALBREKTSSON T, BRANEMARK PI, HANSSON HA, LINDSTRÖM J: Osseointegrated titanium implants. Requirements for ensuring a long-lasting, direct bone-to-implant anchorage in man. *Acta Orthop Scand* 1981; 52 (2) 155–170.
2. APARICIO C, GIL FJ: Corrosion behavior of commercially pure titanium shot blasted with different materials and size of shot particles for dental implant applications. *Biomaterials* 2003; 24:263–273
3. BROWNE M, GREGSON PJ: Effect of mechanical surface pretreatment on metal ions release. *Biomaterials* 2000; 21: 385–92.
4. COCHRAN DL, SCHENK RK, LUSSI A, HIGGINBOTTOM FL, BUSER D: Bone response to unloaded and loaded titanium implants with a sandblasted and acid-etched surface: a histometric study in the canine mandible. *J Biomed Mater Res*. 1998; 40 (1): 1–11.
5. DAVIES JE: Mechanisms of endosseous integration. *Int J Prosthodont*. 1998; 11 (5): 391–401.
6. LE GUÉHENNEC L, SOUEIDAN A, LAYROLLE P, AMOURIQ Y: Surface treatments of titanium dental implants for rapid osseointegration. *Dent Mater* 2007; 23: 844–854.
7. JOÓB-FANCALY A, DIVINYI T: Fogászati implantátumok felületi morfológiájának elektronmikroszkópos vizsgálata. *Fogorv Szle* 2001: 94 (6): 239–245
8. KAY JF: Calcium phosphate coatings for dental implants. Current status and future potential. *Dent Clin of North Am* 1992; 36 (1): 1–18.
9. MARTINI D, FINI M, FRANCHI M, PASQUALE VD, BACCHELLI B, GAMBERINI M: Detachment of titanium and fluorohydroxyapatite particles in unloaded endosseous implants. *Biomaterials* 2003; 24: 1309–1316.
10. MENDONÇA G, MENDONÇA DB, ARAGÃO FJ, COOPER LF: Advancing dental implant surface technology – From micron to nanotopography. *Biomaterials* 2008; 28: 3822–3835.
11. PARK JY, DAVIES JE: Red blood cell and platelet interactions with titanium implant surfaces. *Clin Oral Implants Res*. 2000; 11 (6): 530–539.
12. PIETAK AM, SAYER M: Functional atomic force microscopy investigation of osteopontin affinity for silicon stabilized tricalcium phosphate bioceramic surface. *Biomaterials* 2006; 27: 3–14.
13. SZEKERES M, FODOR G, RADNAI M, TURZÓ K, DÉKÁNY I, FAZEKAS A: Kristályos kalcium-foszfát bevonat létrehozása fogászati implantátumok felületét borító titán-oxidon. *Fogorv Szle* 2002; 95: 209–214.
14. TRISI P, LAZZARA R, RAO W, REBAUDI A: Bone-implant contact and bone quality: evaluation of expected and actual bone contact on machined and osseotite implant surfaces. *Int J Periodontics Restorative Dent*. 2002; 22 (6): 535–45.
15. TRISI P, LAZZARA R, REBAUDI A, RAO W, TESTORI T, PORTER SS: Bone-implant contact on machined and dual acid-etched surfaces after 2 months of healing in the human maxilla. *J Periodontol* 2003; 74 (7): 945–956.
16. Uitto VJ, Larjava H, Pettonen J, Brunette DM: Expressions of fibronectin and integrins in cultured periodontal ligament epithelial cells. *J Dent Res* 1992; 71: 1203–1211
17. UNGVÁRI K, PELSŐCZI KI, KORMOS B, OSZKÓ A, RADNAI M, NAGY K: Dekontamináló anyagok hatása a titánfelszín biointegrációs tulajdonságaira: in vitro humán epithel sejt kultúra vizsgálatok. *Fogorv Szle* 2011; 104: 9–18.
18. URBANE RM, JACOBS JJ, TOMLINSON MJ, GAVRILOVIC J., BLACK J, PEOC'H M: Dissemination of wear particles to the liver, spleen and abdominal lymph nodes of patients with hip or knee replacement. *J Bone Jt Surg Am* 2000; 82: 457–77.
19. WENNERBERG A, HALLGREN C, JOHANSSON C, DANELLI S: A histomorphometric evaluation of screw-shaped implants each prepared with two surface roughnesses. *Clin Oral Implants Res*. 1998; 9 (1): 11–19.
20. M. DE WILD: Superhydrophilic SLActive implants. *Straumann document* 2005; 06: 151. 527/d-152. 527/e.

KATONA B, DARÓCZI L, JENEI A, BAKÓ J, HEGEDŰS Cs:

Comperative study of implant surface characteristics

The osseointegration between the implant and its' bone environment is very important. The implants shall meet the following requirements: biocompatibility, rigidity, resistance against corrosion and technical producibility. In our present study surface morphology and material characteristics of different implants (Denti Bone Level, Denti Zirconium C, Bionika Cortical, Straumann SLA, Straumann SLA Active, Dentsply Ankylos and Biotech Kontakt implant) were investigated with scanning electron microscopy and energy-dispersive X-ray spectroscopy.

The possible surface alterations caused by the manufacturing technology were also investigated. During grit-blasting the implants' surface is blasted with hard ceramic particles (titanium oxide, alumina, calcium phosphate). Properties of blasting material are critical because the osseointegration of dental implants should not be hampered. The physical and chemical features of blasting particles could importantly affect the produced surfaces of implants.

Titanium surfaces with micro pits are created after immersion in mixtures of strong acids. On surfaces after dual acid-etching procedures the crosslinking between fibrin and osteogenetic cells could be enhanced therefore bone formation could be directly facilitated on the surface of the implant.

Nowadays there are a number of surface modification techniques available. These can be used as a single method or in combination with each other. The effect of the two most commonly used surface modifications (acid-etching and grit-blasting) on different implants are demonstrated in our investigation.

Key words: implantation, acid-etching, grit-blasting, osseointegration