

Szegedi Tudományegyetem Fogorvostudományi Kar, Orálbiológiai és Kísérletes Fogorvostudományi Tanszék\*  
 Szegedi Tudományegyetem Fogorvostudományi Kar; Szájsebészeti Tanszék\*\*  
 Szegedi Tudományegyetem Általános Orvostudományi Kar; Klinikai Mikrobiológiai Diagnosztikai Intézet\*\*\*

## Streptococcus mutans kolonizációja különböző fluoridot tartalmazó profilaktikus szerek alkalmazása után titán felszínen – in vitro vizsgálatok

DR. BARRAK IBRAHIM ÁDÁM\*, DR. URBÁN EDIT\*\*\*,  
 DR. TURZÓ KINGA\*, DR. STÁJER ANETTE\*\*

A savas pH és a magas fluorid(F<sup>-</sup>)-koncentráció károsítja a titán felületek (Ti) korróziórezisztenciáját. A fogszuvasodás megelőzésének céljából alkalmazott különböző fluorid-tartalmú termékek (szájöblítők, gélek) gyakran magas (F<sup>-</sup>) koncentrációval rendelkeznek, mely általában alacsony pH-val társul. Jelen vizsgálatunk célja annak megállapítása, hogy a különböző formában alkalmazott preventív szereknek milyen hatásai lesznek *Streptococcus mutans* baktériumsejtek megtapadására és a kolonizáció kialakulására különböző időtartam alatt. *Streptococcus mutans* (*S. mutans*) szuszpenzióval fedtük a különböző fluoridot tartalmazó oldatokkal kezelt titán felszíneket 5, 10, illetve 21 napig. Vizsgálatokat végeztünk a bakteriális fehérje mennyiségének meghatározására, valamint a titán felületeket pásztázó elektronmikroszkópos (SEM) eljárással tanulmányoztuk. Vizsgálataink alapján a 21 napos inkubációt követően szignifikáns eltérések voltak kimutathatók a szájöblítővel, valamint géllal kezelt korongok és a NaF-dal kezelt, illetve kontroll próbatestek között ( $p < 0,01$  és  $p < 0,05$ ). Ugyanakkor a SEM felvételek alapján a géllal kezelt korongokon korrózió jeleit láttuk. Eredményeink alapján elmondhatjuk, hogy a szájöblítő használatkor mutatható ki a legkevesebb baktérium a felszínen.

**Kulcsszó:** fogászati implantátum, titánfelszín, fluorid, korrózió, *Streptococcus mutans*, biofilm

### Bevezetés

A titánt és ötvözetait biokompatibilitásuk, mechanikai tulajdonságaik, valamint kiváló korróziórezisztenciájuk miatt előszeretettel alkalmazzák az orvostudomány számos területén [12]. A fogászatban elsősorban dentális implantátumként használjuk, anyagként a „kereskedelmi tisztá” (4-es tisztaságú, commercially pure: CP Ti) titánt használják [10,13]. Felületén egy oldhatatlan TiO<sub>2</sub> réteg jön létre, ennek köszönhető kedvező korróziórezisztens tulajdonsága. Ez az oxidréteg nanoszekundumok alatt képes kialakulni levegő jelenlétében és vastagsága a 25 nm-t is képes elérni. Erősen kötődik a réteg a titán felületéhez és az oxidatív folyamatok képesek vastagabbá tenni, valamint kondenzálni a felületi TiO<sub>2</sub> réteget, mely véd a korrózióval szemben [8]. A redukív ágensek, mint a fluorid (F<sup>-</sup>) is, azonban ellenkező hatást okoznak a felszínen: károsítják ezt az oxid védőréteget. Strietzel és mtsai [20] bebizonyították, hogy F<sup>-</sup> jelenlétében Ti ionbocsátás növekedett, mely hatás még kifejezettebb volt savas pH-jú közegben. Savas pH és F<sup>-</sup> együttes jelenléte csökkenti a Ti korrózióval szembeni ellenállását [21]. Ezek a körülmények pontkorróziót okoznak a felületen [16, 17].

Pácienseink gyakran alkalmaznak különféle F<sup>-</sup> tartalmú szájhygiénés termékeket, úgymint fogkrémeket, szájöblítő oldatokat, esetleg preventív gélt. A Könönen és mtsai [7] által végzett pásztázó elektronmikroszkópos vizsgálatok is alátámasztották, hogy a helyileg alkalmazott F<sup>-</sup> tartalmú anyagok képesek stressz korróziót létrehozni a CP Ti felületén.

Nagyon fontos, hogy az implantátumok nyaki (transzmukozális, transzgingivális) részét megfelelően polírozják, ezáltal a plakk akkumulációja csökkenthető [2, 22]. Ez a rész érintkezik a szájüregi milióval, így a F<sup>-</sup> tartalmú anyagok kapcsolatba kerülhetnek ezzel a felülettel is.

Nakagawa és mtsainak [11] tanulmánya kimutatta, hogy a magas F<sup>-</sup> koncentráció alacsony pH jelenlétében a CP Ti korrózióját okozza. A TiO<sub>2</sub> réteg fokozatosan károsodik savas környezetben, mely a Ti és a HF oldatból származó protonok között lezajló reakció eredménye, még alacsony NaF koncentráció esetén is [1]. Irodalmi adatok alapján 0,1% koncentráció feletti NaF oldatok képesek a stabil TiO<sub>2</sub> védő funkcióját csökkenteni [6]. A kariesz profilaxis céljából alkalmazott szájöblítő oldatok és gélek pH értéke általában 3,5 és 7,0 között van, míg F<sup>-</sup> koncentrációjuk 1000 és 12500 ppm között található [11].

A korrózió kivül a  $F^-$  képes módosítani a Ti felületek szabad felületi energiáját (surface free energy, SFE), aminek következtében a Ti felület magasabb energiaállapotba fog kerülni. Ezért e módosított felület taszítani fogja a szintén magas SFE-vel rendelkező sejteket, baktériumokat [14]. Továbbá ismert tény, hogy a  $F^-$  gátolja egyes baktériumok enoláz enzimjének a működését, ennek következtében a baktériumok anyagcseréje romlik és a baktériumsejtek elpusztulnak [3,5]. Emellett a nem kellőképpen polírozott vagy érdes felületek fokozzák a plakk-akkumulációt az implantátum nyaki részén, ezáltal gingivitisz, peri-implantitisz alakul ki, és ez az implantátum elvesztését fogja okozni. A fentebb említett polírozás hiányában a maximális bakteriális kolonizáció 24 óra alatt lezajlik a tiszta Ti felületén, és a bakteriális koncentráció 14 napon keresztül állandó marad [15].

Az előzőekben említett tanulmányok igazolják, hogy a különböző felületi hatások befolyásolják a Ti felszínét, ezért ezek összesített hatását vizsgáltuk baktériumokra.

A *Streptococcus mutans* egy fakultatív anaerob, gram pozitív, gömb alakú baktérium, amely megtalálható a szájüregben és a kariesz kialakulásában szerepet játszó baktériumok egyik fő képviselője [4, 9]. Emellett a bakteriális plakk kialakulásának kezdetén is a *Streptococcus* fajok (*Streptococcus sanguinis* és *S. mutans*) az elsődleges kolonizálók.

Kutatócsoportunk korábban már beszámolt arról, hogy a fluorid tartalmú gél, szájöblítő, valamint a NaF oldat milyen hatással van a Ti felszínén szaporodó *Streptococcus mutans*ra [19]. Az akkori vizsgált inkubációs periódus 5 napot ölelt fel, amely során szignifikáns különbséget az egyes kezelési módszerek között nem lehetett kimutatni.

Jelen vizsgálatunk célkitűzése volt, hogy hosszabb inkubációs periódust követően vizsgáljuk meg a különféle profilaktikus szerek hatását a Ti felszínén szaporodó *Streptococcus mutans* baktériumra.

### Anyag és módszer

Vizsgálataink során mechanikusan polírozott 9 mm átmérőjű, 2 mm vastag 4-es tisztasági fokozatú (CP grade 4) Ti próbatesteket használtunk (Protetim; Hódmezővásárhely, Magyarország). A titánkorongok polírozott felületi érdessége a szájba ültetett implantátumok nyaki felületi érdességének felelt meg, vagyis értéke nem haladta meg a  $0,2 \mu\text{m}$ -t [2]. A korongokat ultrahangos berendezés segítségével, 15-15 percig acetonnal, etanollal, végül desztillált vízzel tisztítottuk. A próbatesteket a szárítást követően különféle fluorid tartalmú, profilaktikus szerekkel kezeltük. Ennek alapján elkülönítettünk egy kezeletlen felületű kontrollcsoportot, egy szájöblítővel, egy géllal, valamint egy általunk készített NaF oldattal kezelt csoportot. A szájöblítőben szerves amin-fluorid ( $C_F = 250 \text{ ppm}$ ;  $\text{pH} = 4,4$ ) (olafur: bisz-(hidroxietil)-aminopropil-N-(hidroxietil)-oktadecilamin dihidrofluorid; Elmex; GABA International AG, Bázél; Svájc) volt jelen a nátrium-fluo-

rid mellett. Az általunk készített 1%-os ( $C_F = 3800 \text{ ppm}$ ) NaF oldat  $\text{pH}$ -ját 4,5-re állítottuk be. A gél (Elmex; GABA GmbH, Hamburg, Németország) kétféle organikus fluoridot: olafur és dectafur (hexadecilamin hidrofluorid;  $C_F = 2500 \text{ ppm}$ ; [0,25%]), valamint 10000 ppm NaF-ot is tartalmaz, tehát koncentrációja összesen 12500 ppm (1,25%),  $\text{pH}$  értéke 4,8 volt. A titán próbatesteket csak steril Ti csipesz segítségével mozgattuk, hogy elkerüljük a felületük más fémmel történő szennyezését, továbbá a polírozott felszínnel történő érintkezést is kiküszöböltük [18]. Mind-egyik korong csak egy kísérlet során került felhasználásra. Az egyes kísérletek során 48 Ti korong került felhasználásra, melyből 36 korongot a már említett  $F^-$  tartalmú anyagok egyikével kezeltünk, míg 12 kontrollkorongot különböztettünk meg, ezeket hasonlóan tisztítottuk, de felületüket nem kezeltük. Egy óráig hagytuk a felületen a fluorid tartalmú anyagot, majd a Ti korongokat ultratiszta vízzel megtisztítottuk és szárítottuk. Az alkalmazott kezelési idő a szájöblítő esetén 4 hónapnyi, a gél esetében 7,5 hónapnyi rendszeres használatnak felelt meg a gyártó utasításai alapján. Az oldatokat minden esetben átszűrtük Millipore filteren, egy  $0,22 \mu\text{m}$ -es szűrő segítségével. A korongokat a különböző csoportoknak megfelelően sterilen tartó fóliába csomagoltuk. Ezután az összeset egy időben hőlég-sterilizálásnak vetettük alá ( $160^\circ\text{C}$ , 45 perc), hogy a felületén lévő baktériumokat elimináljuk. A baktériuminkubációt a sterilizálástól számított 14 napon belül végeztük el [19]. A korongokat az inkubációs idő szerint további csoportokra osztottuk. Az egyes inkubációs periódusok 5, 10, valamint 21 napig tartottak.

### Mikrobiológiai feldolgozás

*S. mutans* ATCC 25175 kontroll törzs tenyésztését 5%  $\text{CO}_2$ -t tartalmazó légkörben 24 órán keresztül  $37^\circ\text{C}$ -on inkubáltuk, majd  $0,5 \text{ McFarland}$  sűrűségű ( $10^5 \text{ CFU/ml}$ ) szuszpenziót készítettünk BHI (Brain-Heart Infusion)  $\text{pH}$  7,2 levesben. 2 ml szuszpenziót helyeztünk a különböző csoportokra, majd 5, 10, illetve 21 nap múlva a korongokat eltávolítottuk az 5%  $\text{CO}_2$ -t tartalmazó médiumból. A tápoldatok az inkubáció során nem kerültek kicserélésre.

### Bakteriális fehérjevizsgálat

Az *S. mutans* baktérium fehérjemennyiségét a mikro BCA protein assay kit (Pierce, Rockford, IL, USA) segítségével határoztuk meg. A mintatestek polírozott felszínén megtapadt baktériumokat 20 mM Tris-HCl,  $\text{pH}$  7,5, 150 mM NaCl, 1 mM  $\text{Na}_2\text{EDTA}$ , 1 mM EGTA, 1% Triton X-100, 2,5 mM nátrium-pirofoszfát, 1 mM  $\beta$ -glicerinfoszfát, 1 mM  $\text{Na}_3\text{VO}_4$  és  $1 \mu\text{g/ml}$  leupeptin oldattal mostuk le. A mikro BCA protein assay kit három reagensből áll, melyeknek megfelelő arányban történő elegyítésével egy olyan oldatot kapunk, mellyel az adott mintát vizsgálva, spektrofotometriás módszerrel meghatározható a bakteriális fehérje mennyisége.

### Pasztázó elektronmikroszkópos (SEM) vizsgálat

A képi megjelenítés érdekében az 5 napos bakteriális inkubációt követően SEM felvételt készítettünk. A ko-

rongokat előkészítettük a vizsgálatra: víztelenítettük és fixáltuk a minták felületén a baktériumokat. Az így kapott felszínt kritikuspont-száritást és aranyozást követően pásztázó elektronmikroszkóppal (SEM; Hitachi S2400, Japán) tanulmányoztuk.

#### Statisztikai vizsgálat

Statisztikai vizsgálatainkat Statistica (StatSoft Inc.; Tulsa; USA) program segítségével, Fisher LSD teszttel végeztük. Szignifikanciaszint beállított értéke  $p < 0,05$  volt.

### Eredmények

Az 1. ábrán látható a legrövidebb ideig tartó *S. mutans* inkubáció után mért bakteriális fehérjemennyiség.

Ez alapján elmondható, hogy, mint azt az előző vizsgálatainkban is láttuk, 5 nap alatt nem volt szignifikáns eltérés a különféle módokon kezelt titánkorongok felszínein mért fehérjekoncentrációban. A szájöblítővel kezelt korongokon volt a legkisebb az érték, de itt sem volt szignifikáns az eltérés. A különféle kezelések hatására eltérő mértékű volt a biofilm kialakulása. Az 2. ábrán a szájöblítővel kezelt korongok felszínéről készült SEM képet láthatjuk.

Az 3. ábrán a géllal kezelt próbatestek felszínén korrózió területeket, lyukkoróziót, valamint baktériumokat figyelhetünk meg, melyek még nem alkottak összefüggő biofilmet.

Ezzel ellentétben a NaF-dal kezelt korongokon összefüggő bakteriális biofilmet és érdes felszínt láthatunk (4. ábra).

Szignifikáns eltérést nem tapasztaltunk a 10 napos inkubálási periódust követően sem (5. ábra). Itt is a szájöblítő oldattal kezelt korongokon volt kimutatható a legkevesebb bakteriális protein, ez azonban nem mutat szignifikánsan eltérő eredményt. A legtöbb baktériumfehérjét a géllal kezelt korongokon figyeltük meg.

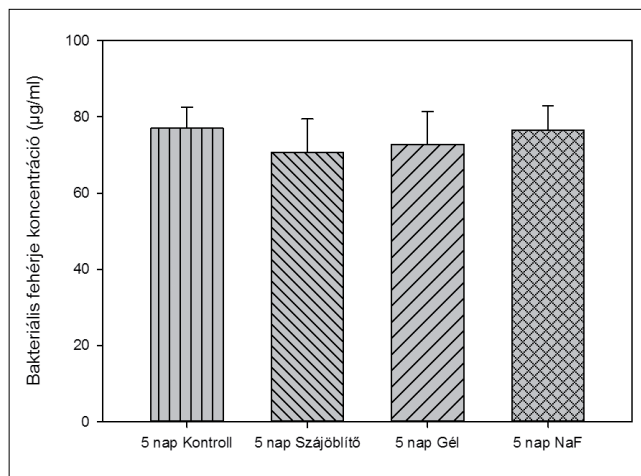
A leghosszabb, 21 napos inkubációs időt követően mért értékeinket a 6. ábra mutatja.

Kapott eredményeink alapján szignifikáns különbség volt az egyes csoportok között. A szájöblítővel ( $57,61 \mu\text{g/ml} \pm 9,58$ ) ( $p = 0,0000007$ ), illetve a géllal ( $59,99 \mu\text{g/ml} \pm$

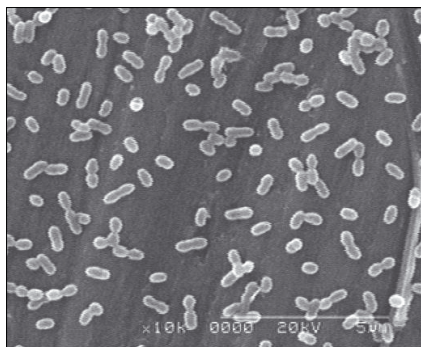
$8,10 \mu\text{g/ml}$ ) ( $p = 0,000045$ ) kezelt korongokon mért értékek kevesebbet mutattak a NaF oldattal ( $83,42 \mu\text{g/ml} \pm 15,34 \mu\text{g/ml}$ ;  $p < 0,01$ ), valamint a kezeletlen felületű kontroll ( $81,54 \mu\text{g/ml} \pm 18,57 \mu\text{g/ml}$ ;  $p < 0,05$ ) csoporton mért értékekhez képest.

Ha a különböző kezelési módszereknél az inkubációs idő függvényében tanulmányozzuk az eredményeket, a következőket állapíthatjuk meg:

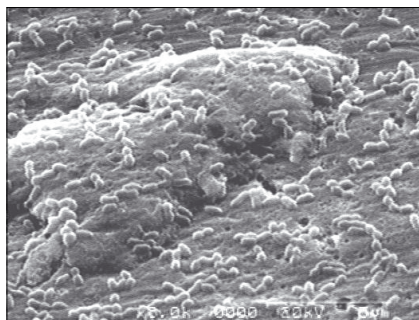
Az 5 napos periódushoz képest 10 nap elteltével csökkenést figyeltünk meg, 21 nap elteltével viszont növekedést tudtunk kimutatni a kontrollcsoportok között, ennek mértéke azonban nem volt szignifikáns. A szájöblítővel, valamint a géllal kezelt korongok esetében az 5 és 10 naphoz képest a 21 napon szignifikánsan kevesebb baktériumot tudtunk kimutatni (szájöblítő esetén:  $p = 0,01$ ; géllal esetén:  $p = 0,012$ ). Ezekben a csoportokban már az 5 és 10 nap összehasonlításakor is csökkenés volt tapasztalható, mely nem volt szignifikáns. A NaF oldattal kezelt korongok esetében 21 nap elteltével az 5 és 10 napos inkubációs periódushoz képest szignifikánsan magasabb bakteriális fehérjekoncentrációt tudtunk kimutatni ( $p = 0,01$ ). A 10 napos inkubációs periódust az 5 nappal összehasonlítva csökkenést tapasztaltunk, mely nem volt szignifikáns. Az 5 valamint a 10 napos inkubációk összehasonlítását a 21 napos eredményekkel a 7. és 8. ábrán szemléltetjük.



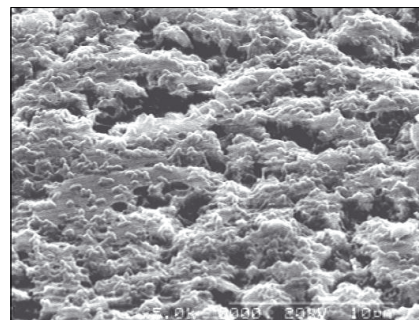
1. ábra: 5 napos inkubációs periódust követő bakteriális fehérjekoncentráció



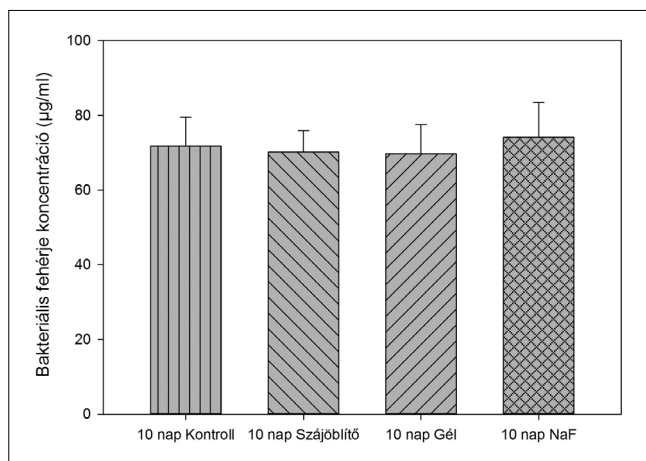
2. ábra: Szájöblítővel kezelt korongok SEM-mikroszkópos felvétele



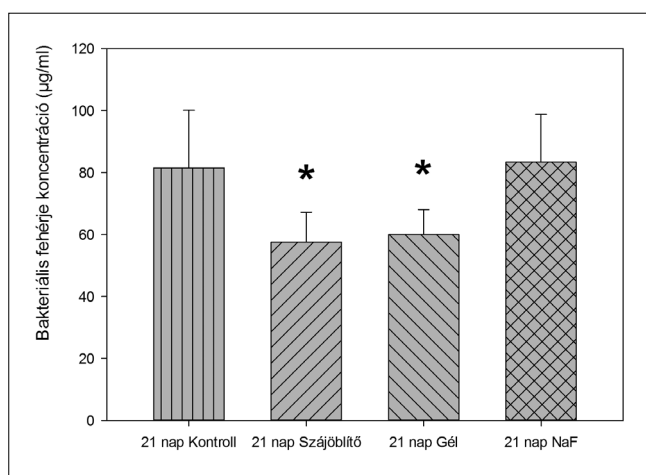
3. ábra: Géllal kezelt próbatestek felszíne (SEM-mikroszkópos felvétel), melyen korrózió jeleit lehet megfigyelni



4. ábra: NaF-dal kezelt korongok SEM-mikroszkópos felvétele, melyen lyukkorózió jelei láthatók



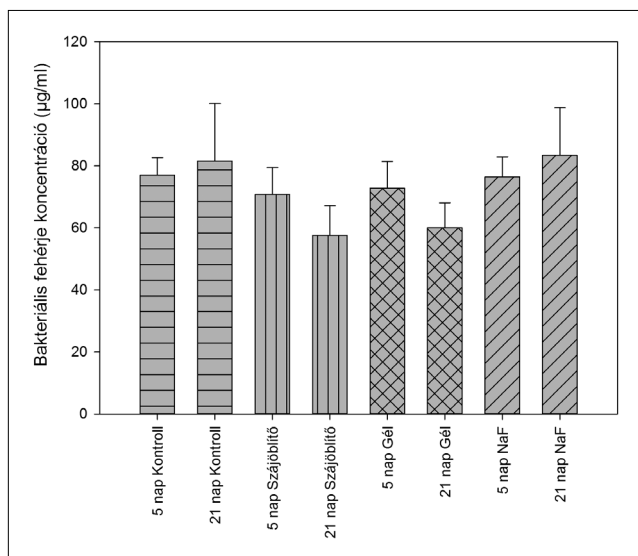
5. ábra: 10 napos inkubációs periódust követő bakteriális fehérjekoncentrációk



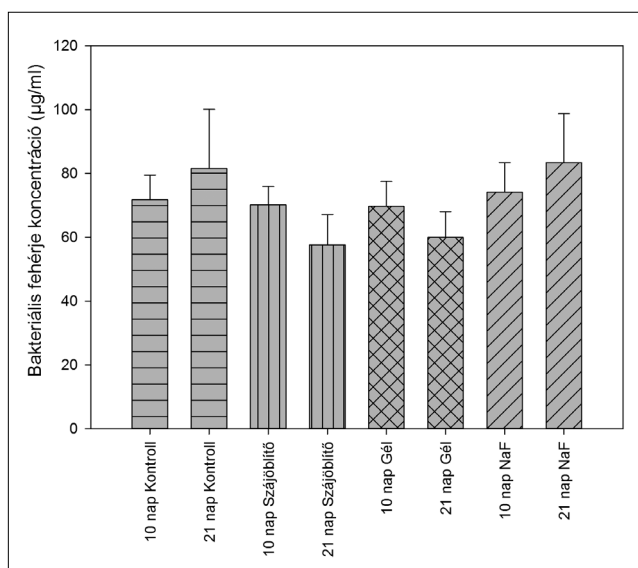
6. ábra: 21 napos inkubációs periódust követő bakteriális fehérjekoncentrációk mért értékei

### Megbeszélés

A kariesz profilaktikus anyagok baktériumok szaporodására gyakorolt hosszabb távú (21 nap) hatását Ti felszíneken *in vitro* vizsgáltuk. Eredményeink alapján levonhatjuk azt a következtetést, hogy a profilaktikus szer használata hatással van a Ti felületek szerkezetére, a baktériumok megtapadására és szaporodására. Hipotézisünk, hogy az öblítő és a gél fluoridtartalma erősebb hatással van a *S. mutans* baktériumok szaporodásának gátlására, az enoláz enzim erősebb gátlása miatt. Az öblítőben és a gélben jelen lévő szerves (amin) fluorid hatásának tulajdonítható ez az erőteljes baktériumszaporodást gátló hatás, annak ellenére, hogy a titán felszíni érdességét ezek a szerek megnövelték. A NaF oldat magasabb koncentrációban tartalmaz fluoridot, de a szerves fluorid tartalma nem mutatott elég erős bakteriosztatikus hatást, ami érdemben befolyásolta volna a felszínen megtapadó baktériumok mennyiségét. Ehhez hozzájárult a felületi struktúra át-



7. ábra: 5, valamint 21 nap elteltével mért bakteriális fehérjekoncentrációk összehasonlító diagramja



8. ábra: 10, valamint 21 napos inkubációs periódust követően mért bakteriális fehérjekoncentrációk összehasonlító diagramja

alakulása is, ami szintén elősegíthette a baktériumok elszaporodását.

Annak értékelése, hogy melyik a leghatékonyabb formája a fluoridnak, nem volt vizsgálataink célkitűzése között, de eredményeink alapján elmondható, hogy a fluorid (olafur) szájöblítő formájában hatékonyabb volt, mint a NaF vizes oldata. Ettől függetlenül fontos megjegyezni, hogy a szerves fluoriddal kezelt korongok felületi érdessége is változott (ld. SEM képek), de a magasabb energia állapotú felület baktériumtaszító hatást fejtett ki [14]. Ezzel magyarázható, hogy géllal kezelt korongokon is szignifikánsabban kevesebb baktérium volt kimutatható a NaF oldattal történő kezeléssel összehasonlítva, annak ellenére, hogy a felületi SEM ké-

pek korrozio jeleit mutatták. A 21 napos periódus alatt a táptalajt nem cseréltük, így baktérium utánpótlást nem kaptak a minták.

Kutatócsoportunk további vizsgálatokat szeretne végezni a baktériumok utánpótlásának megvizsgálásával. Emellett más, a fogágy betegségért felelős baktériumok szaporodását is vizsgálánánk a kezelt titán felszíneken.

### Köszönetnyilvánítás

Szerzők szeretnék megköszönni Dr. Mihalik Erzsébet (SZTE TTIK) segítségét a SEM-képek elkészítésében, valamint Dr. Braunitzer Gábor (SZTE-FOK) segítségét az adatok statisztikai feldolgozásában.

### Irodalom

1. BOERE G: Influence of fluoride on titanium in an acidic environment measured by polarization resistance technique. *J. Appl. Biomater.* 1995; 6: 283–288.
2. BOLLEN CML, PAPAIOANNOU W, VAN ELDERE, J, et al.: The influence of abutment surface roughness on plaque accumulation and peri-implant mucositis. *Clin. Oral Implants Res.* 1996; 7: 201–211.
3. CIMASONI G: 1972. The inhibition of enolase by fluoride in vitro, *Caries Res.* 6: 93–102.
4. HAMADA S, SLADE HD: Biology, immunology, and cariogenicity of *Streptococcus mutans*. *Microbiol. Rev.* 1980; 44: 331–384.
5. HAMILTON IR: 1977. Effects of fluoride on enzymatic regulation of bacterial carbohydrate metabolism. In cariostatic mechanisms of fluorides. *Caries Res.* 11(Suppl. 1): 321–327.
6. HUANG H: Effects of fluoride concentration and elastic tensile strain on the corrosion resistance of commercially pure titanium. *Biomaterials* 2002; 23: 59–63.
7. KÖNÖNEN MHO, LAVONIUS ET, KIVILAHTI JK: SEM observations on stress corrosion cracking of commercially pure titanium in a topical fluoride solution. *Dent. Mater.* 1995; 11: 269–272.
8. LAUTENSCHLAGER EP, MONAGHAN P: Titanium and titanium alloys as dental materials. *Int. Dental J.* 1993; 43: 245–253.
9. LOESCHE WJ: Role of *Streptococcus mutans* in human dental decay. *Microbiol. Rev.* 1986; 50: 353–380.
10. MÄNDL S, GERLACH JW, RAUSCENBACH B: Surface modification of NiTi for orthopaedic braces by plasma immersion ion implantation. *Surf Coat Technol.* 2005; 196: 293–297.
11. NAKAGAWA M, MATSUYA S, SHIRAIISHI T et al.: Effect of fluoride concentration and pH on corrosion behavior of titanium for dental use. *J. Dent. Res.* 1999; 78: 1568–1572.
12. PARR GR, GARDNER LK, TOTH RW: Titanium: The mystery metal of implant dentistry. Dental materials aspects. *J. Prosthet. Dent.* 1985; 54: 410–414.
13. PARK JB, KIM YK: Metallic Biomaterials. In: BRONZINO JD ed. *The Biomedical Engineering Handbook*. 2nd ed. CRC Press and IEEE Press, vol. 1. Boca Raton 2000: 37–5–37–20.
14. QUIRYNEN N M, BOLLEN CM: The influence of surface roughness and surface-free energy on supra- and subgingival plaque formation in man. A review of the literature. *J Clin Periodontol* 1995; 22: 1–14.
15. RASPERINI G, MAGLIONE M, COCCONCELLI P et al.: In vivo early plaque formation on pure titanium and ceramic abutments: A comparative microbiological and SEM analysis. *Clin. Oral Implants Res.* 1998; 9: 357–364.
16. RECLARU L, MEYER JM: Effects of fluorides on titanium and other dental alloys in dentistry. *Biomaterials* 1998; 19: 85–92.
17. SCHIFF N, GROSGOGEAT B, LISSAC M et al.: Influence of fluoride content and pH on the corrosion resistance of titanium and its alloys. *Biomaterials* 2002; 23: 1995–2002.
18. STÁJER A, UNGVÁRI K, PELSŐCZI KI et al.: Corrosive effects of fluoride on titanium: Investigation by X-ray photoelectron spectroscopy, atomic force microscopy, and human epithelial cell culturing. *J Biomed Mater Res A.* 2008; 87: 450–458.
19. STÁJER A, URBÁN E, PELSŐCZI KI et al.: Effect of caries preventive products on the growth of bacterial biofilm on titanium surface. *Acta Microbiol Immunol Hung.* 2012; 59: 51–61.
20. STRIETZEL R, HÖSCH A, KALBFLEISH H et al.: In vitro corrosion of titanium. *Biomaterials* 1998; 19: 1495–1499.
21. TOUMELIN-CHEMLA F, ROUELLE F, BURDAIRON G: Corrosive properties of fluoride-containing odontologic gels against titanium. *J. Dent.* 1996; 24: 109–115.
22. VOGEL G: Biological aspects of a soft tissue seal. Berlin: Quintessence Publishing Co. 1999: 142–152.

BARRAK IÁ, URBÁN E, TURZÓ K, STÁJER A

### Comparison of effects of different fluoride containing prophylactics on the growth of *Streptococcus mutans* on titanium surfaces – an *in vitro* study

The combined use of high fluoride (F<sup>-</sup>) concentration and acidic pH can weaken the corrosion resistance of titanium (Ti). Caries prophylactic products contain high amounts of F<sup>-</sup> and are applied at a low pH. The aim of our study was to determine whether the different forms of applied fluoride has different effects on the growth of *Streptococcus mutans* on different titanium surfaces.

Titanium with polished surface were treated with a gel (pH: 4,8) containing 1,25% olaflur, a rinse (pH: 4,4) containing 0,025% olaflur or a 1% aqueous solution of NaF at a pH of 4,5. Control discs were not treated. All discs were incubated with *S. mutans* for 21 days. To assess the amount of *S. mutans* protein assay analysis was performed at 5, 10 and 21 days. Scanning electron microscopic (SEM) investigations were also executed.

By the 21st day significant differences could be observed in the bacterial protein quantity. The between group-comparisons showed that the rinse and gel were superior to NaF or control group (p < 0,01 and p < 0,05). Furthermore signs of corrosion could be observed in the group of gel treated discs.

The results suggest that amine-fluoride content mouthwashes might be a suitable choice for prevention to the patients with dental implants.

**Key words:** titanium, scanning electron microscopy, dental implants, corrosion, *Streptococcus mutans*, fluoride