

Zpracování extrahovaného zubu na imediátní štěp z autogenního dentinu

Itzhak Binderman | Gideon Hallel | Casap Nardy | Avinoam Yaffe | Lari Sapoznikov

Extrakce zubu je jedním z nejčastěji prováděných výkonů v zubním lékařství a je již z historie dobře zdokumentováno, že tento výkon může způsobit výrazné dimenzionální změny alveolárního hřebene. Horowitz a kol. (2012) uvedli, že se resorpce hřebene objevuje méně často, pokud jsou využity výkony k zachování alveolárního hřebene, než když jsou čerstvá lůžka ponechána bez umístění štěpového materiálu. Pokud je výkon proveden neadekvátně, tak může být následná deformita zásadní překážkou estetickému, fonetickému a funkčnímu výsledku protetického ošetření.

V zubním lékařství jsou alogenní kostní a syntetické materiály hlavním zdrojem štěpů do kosti. Díky svým bioaktivním vlastnostem a biokompatibilitě je čerstvý autogenní kostní štěp stále považován za zlatý standard, a to i přesto, že nutný odběr kosti je spojen s možnou morbiditou.

Je dobře známo, že čelisti, alveolární kost a zuby se vyvíjejí z buněk neurální lišty a že mnoho proteinů je společných kosti, dentinu a cementu (Donovan a kol., 1993; Qin a kol., 2002). Není tedy překvapením, že dentin, který zaujímá více než 85 % zubní struktury, může sloužit jako nativní štěpový materiál do kosti.

Je zajímavostí, že Schmidt-Schulz a Schulz (2005) zjistili, že intaktní růstové faktory jsou konzervovány dokonce i v kolagenní extracelulární matrix starověkých lidských kostí a zubů.

Metody zpracování bovinního dentinu do částicových a sterilních štěpových materiálů k zachování alveolární kosti byly popsány a použity v několika studiích na zvířatech (Fugazzotto a kol., 1986; Nampo a kol., 2010; Qin a kol., 2014).

Je tedy evidentní, že zuby se mohou stát štěpy, které jsou postupně nahrazeny kostí (Hasegawa a kol., 2007).

V současnosti jsou všechny extrahované zuby všeobecně považovány za klinický odpad a jsou jednoduše vyhozeny. V poslední době ale několik studií uvedlo, že extrahované zuby pacientů, které projdou procesem čištění, mletí, demineralizace a sterilizace, mohou být velmi efektivním štěpem k vyplnění defektů alveolární kosti stejného pacienta (Kim a kol., 2010; Kim a kol., 2011; Murata a kol., 2011).

Tento proces je ovšem velmi časově náročný, protože štěp je dostupný až po několika hodinách nebo dnech od extrakce.

Tento článek tedy má za cíl představit modifikovaný proces, který zahrnuje čerstvě vytržený zub v klinickém prostředí a jeho recyklaci do částic autogenního mineralizovaného dentinu bez bakterií, který je možno okamžitě použít jako štěp.

Byl vyvinut přístroj Smart Dentin Grinder, který mele extrahovaný zub a separuje získaný materiál na částicový dentin určité velikosti částic. Poté je použit chemický čistič, který za 15–20 minut přetvoří dentinové částice na štěp bez bakterií.

Tento nový postup je indikován především v případech, kdy je zub extrahován z parodontálních důvodů a u parciálně i zcela impaktovaných zubů. Zuby po plnění kanálků by neměly být použity z důvodu rizika kontaminace cizími materiály.

Naproti tomu korunky a výplně mohou být odstraněny, a tak může být čistý dentin takto ošetřeného zubu upraven pro okamžitý štěp.

Metoda: od extrakce ke štěpu z dentinových částic

Zuby bez vyplněných kořenových kanálků, které byly extrahovány z důvodů pokročilé periodontální kostní ztráty nebo zuby moudrosti či z ortodontických indikací mohou být připraveny jako imediátní štěp.

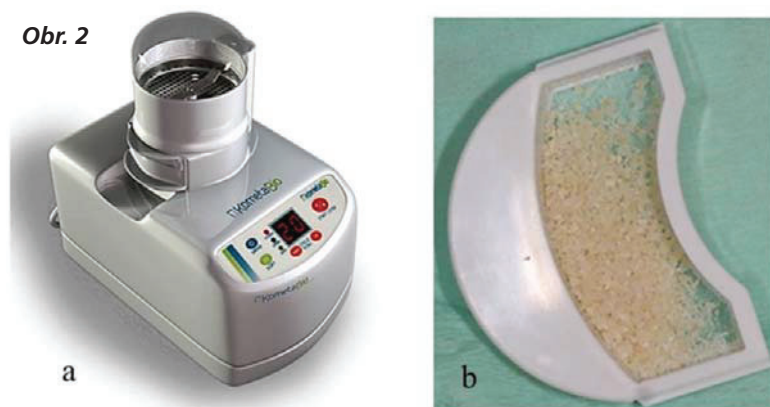
Okamžitě po extrakci by měly být odstraněny nebo odříznuty náhrady typu korunek a výplní. Kariézní léze a diskolorovaný dentin nebo zbytky periodontálních ligament (PDL) a zubního kamene by měly být odstraněny wolframovým vrtáčkem (obr. 1a, b). Autoři zjistili, že wolframkarbidové vrtáčky ve vysoké rychlosti jsou pro tento proces neefektivnější. V případě vícekořenových zubů by kořeny měly být odděleny.



Obr. 1: Od extrakce k čistým částicím
 Obr. 1a: Zub po extrakci, nečistoty a zubní kámen
 Obr. 1b: Stejný zub po zredukovaní nečistot wolfram-karbidovým vrtáčkem
 Obr. 1c: Částice dentinu po namletí a třídění. Velikost dentinových částic je 300–1200 μm .

Čisté zuby, zahrnující korunkový a kořenový dentin, jsou vysušeny vzduchovou pistolí a vloženy do mlecí sterilní komory přístroje Smart Dentin Grinder (SDG) (obr. 2a). SDG umí rozemlít kořeny za 3 sekundy a poté používá vibrační pohyb mlecí komory k separaci částic menších než 1200 μm do spodní komory, kde zůstávají částice mezi 300 μm a 1200 μm (obr. 2b). Částice menší než 300 μm padají do odpadového šuplíku, protože takto jemné částice nejsou považovány pro jejich velikost za efektivní pro štěpy v kosti.

Protokol mletí a separace je opakován, aby byly zpracovány zbylé části zubu, které zůstaly v mlecí komoře, a opět se sbírají částice velikosti mezi 300 a 1200 μm . Částice dentinu jsou poté ponořeny do lihu v malé sterilní skleněné nádobě po dobu 10 minut. Lihový čistič se skládá z 0,5 M NaOH a 30% alkoholu a slouží k odmaštění, rozpuštění všech organických zbytků, bakterií a toxinů částic dentinu.



Obr. 2: Smart Dentin Grinder a šuplík s částicemi dentinu velikosti 300–1200 μm , což je velikost vhodná k ošetření čistěním

Obr. 2a: Smart Dentin Grinder

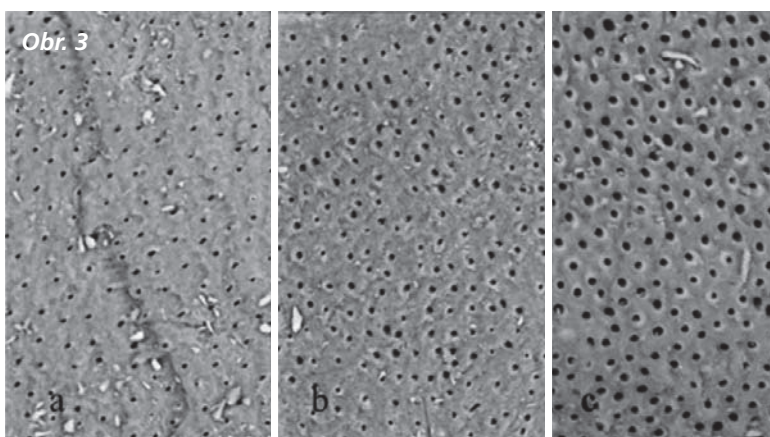
Obr. 2b: Šuplík, který sbírá částice dentinu po mletí a třídění. Velikost částic v tomto šuplíku je 300–1200 μm .

Obrázek 3 ukazuje efektivitu čističe v rozpouštění všech organických zbytků části dentinu včetně dentinových tubulů. Obrázek ze skenovacího elektronového mikroskopu (SEM) ukazuje otevřené a čisté tubuly po 10minutovém působení čističe (obr. 3c).

což zanechá vlhké částice dentinu připravené na štěp do čerstvé extrakční rány, defektů alveolární kosti nebo na postupy zahrnující augmentaci maxilárního sinu.

Po přefiltrování jsou částice dvakrát propláchnuty ve sterilní fosfátem pufované slině (PBS). PBS je poté scezena,

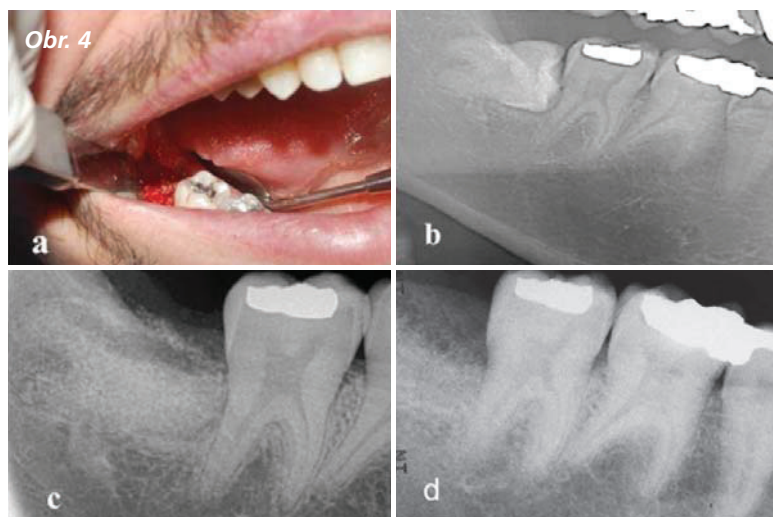
Celý proces od extrakce zubu až do aplikace štěpu trvá přibližně 15–20 minut. Mělo by být také uvedeno, že efektivita výběru dentinových částic dané velikosti na štěp je více než 95 %.



Obr. 3a: Skenování elektronovým mikroskopem (SEM) $\times 750$, částicový dentin po přidání čističla

Obr. 3b: SEM $\times 750$ částicový dentin ve 3. minutě od ošetření čističlem

Obr. 3c: SEM $\times 750$ částicový dentin v 10. minutě od ošetření čističlem. Všimněte si doširoka otevřených vstupů do tubulů. Bakteriologické testy v tomto bodě neobjevily žádný růst bakterií.



Obr. 4: Extrakční místa v oblasti zubu 48 zaplněné částicemi dentinu připravenými z extrahovaného zubu pomocí postupu se Smart Dentin Grinder

Obr. 4a: Klinický pohled na místo extrakce

Obr. 4b: RTG impaktovaného zubu 48

Obr. 4c: Po extrakci zubu 48 byly ze zubu připraveny částice a umístěny do extrakčního místa

Obr. 4d: Za 4 měsíce částice a nově vytvořená kost kompletně obnovily prázdný prostor vedle distálního kořene zubu 47

Je také evidentní, že objem částic dentinu je více než dvojnásobný než původní objem kořene.

Alternativou je také umístění vlhkých částic na horkou plotnu (140 °C) na dobu 5 minut, z čehož vzniknou suché částice autologního dentinu bez bakterií, které mohou být použity pro imediální nebo budoucí postupy se štepy.

Výsledky: klinické hodnocení

Během dvou let použilo tuto metodu k přípravě autogenních částic dentinu z extrahovaného zubu na imediální štěp u stejného pacienta více než 100 zubních lékařů. Mělo by být bráno v potaz, že zuby, které prodělaly léčbu kořenových kanálků, byly vyřazeny.

Pokud byly zpracovány intaktní zuby, byla použita i sklovina s cementem. **Obrázky 4–7** ukazují několik typických prezentací případů, kdy zuby byly extrahovány a zpracovány do částic autogenního zubního dentinu bez bakterií k mediálnímu štěpu u toho stejného pacienta.

Extrakce zubu moudrosti

Celkem 16 zubů moudrosti včetně parciálně impaktovaných, horizontálně impaktovaných a zubů zasažených kazem bylo zpracováno za použití SDG postupu během této studie.

Obrázek 4 ukazuje horizontálně impaktovaný zub 48, který byl ve velké blízkosti k povrchu distálního kořene zubu 47, což způsobovalo hluboký kostní ztrátový defekt. Chirurgicky extrahovaný zub 48 odhalil povrch distálního kořene zubu 47, který byl téměř bez kostního krytu. Zub 48 byl ihned zpracován do částicového štěpu, který zcela vyplnil extrakční místo (**obr. 4c**). Hojení a zotavení po chirurgickém výkonu se štěpem probíhalo bez komplikací. Následná kontrola po 4 měsících ukázala normální vzor marginální gingivy kolem zubu 47. Vyšetření sondou uká-

zalo standardní 1–2mm hloubku sulku. Na RTG snímku distálně od zubu 47 byly nová kost a částicový dentin plně integrovány do kosti, čímž se kompletně obnovila distální kostní podpora zubu 47 (**obr. 4d**).

Parodontální extrakce

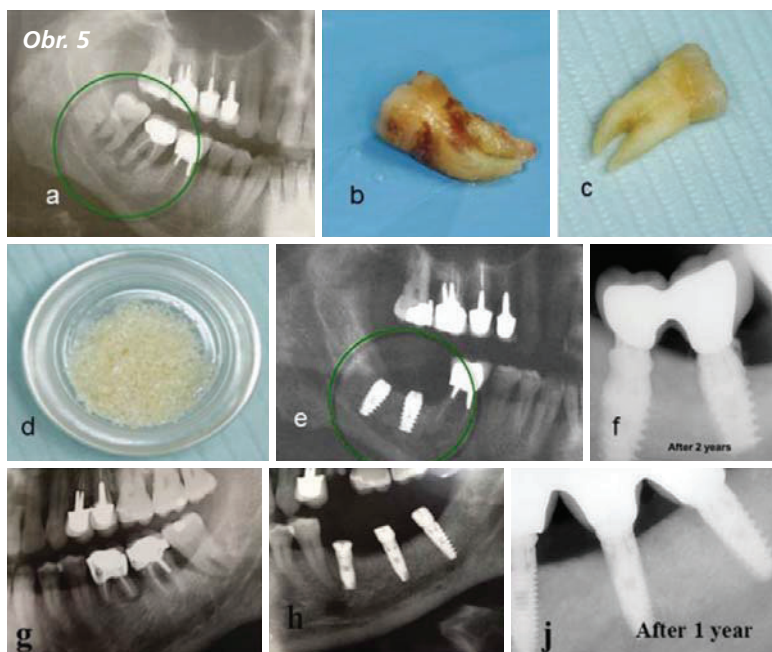
Dále bylo 37 zubů extrahováno kvůli špatnému parodontálnímu attachmentu, ztrátě kosti a viklavosti. **Obrázek 5** ukazuje případ 56letého pacienta s lokalizovaným pokročilým stavem parodontitidy v laterálních úsecích mandibuly.

Zuby 47 a 48 byly extrahovány a granulační tkáň byla odstraněna, což odhalilo kostní stěny. Zub 47 měl plněné kořenové kanálky a byl proto vyřazen. Zub 48 byl zpracován do částic dentinu pomocí přístroje SDG a připraven pro imediální štěp do extrakčního místa.

Štěp z jednoho zubu poskytl dostatečný objem částicového dentinu k zaplnění extrakčních ran po obou zubech. Choukrounova PRF (fibrin bohatý na destičky) membrána byla připravena z krve pacienta (Cieslik-Bielecka a kol., 2012) k pokrytí štěpu. Mukoperiost byl zašit k PRF se snahou vyhnout se napětí tkání. Zlepšené hojení bylo dosaženo díky PRF membráně.

Přibližně po dvou měsících byly zavedeny dva implantáty a rekonstrukce dokončena cementovaným můstkem na zubech 47 a 48.

Následný RTG snímek po dvou letech odhalil velmi radioopakní kost integrovanou kolem implantátů poskytující velmi pevnou podporu implantátům (**obr. 5**). Podobný postup byl proveden u stejného pacienta také v levém dolním kvadrantu. RTG snímky ukazují ztrátu kosti kolem zubů 36–38 (**obr. 5g**). Dva měsíce od augmentace částicovým dentinem ze zubu 38 byly zavedeny tři implantáty (**obr. 5h**) a po roce od výkonu jsme mohli pozorovat denzitu a úroveň kosti bez známek kostní resorpce na hřebeni (**obr. 5j**).



Obr. 5: Periodontálně postižené zuby 47, 48, 36, 37 a 38 s rozsáhlou ztrátou alveolární kosti. Zuby 38 a 48 byly imediálně po extrakci přetvořeny na částicový dentin a ihned použity na augmentaci poextrakčních míst.

Obr. 5a: RTG snímek zubů 47 a 48 před extrakcí

Obr. 5b: Zub 48 před mechanickým čištěním

Obr. 5c: Zub 48 po čištění wolfram-karbidem

Obr. 5d: Částice dentinu po použití čističů, připravené jako štěp

Obr. 5e: Po 2 měsících byly zavedeny 2 implantáty do augmentovaných poextrakčních míst

Obr. 5f: RTG snímek po dvou letech – všimněte si hustoty kosti a toho, že nedošlo k žádné ztrátě kosti vedle implantátů

Obr. 5g: RTG snímek ukazující ztrátu kosti kolem zubů 36–38

Obr. 5h: Tři implantáty byly zavedeny 2 měsíce po aplikaci štěpu z částicového dentinu ze zubu 38

Obr. 5i: Po jednom roce vidíme hustotu kosti a úroveň kosti bez známek kostní ztráty vedle implantátů

Sinus lift

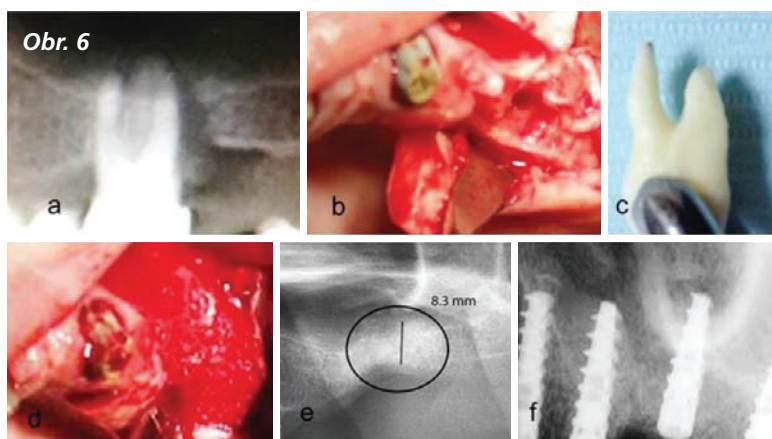
Autogenní dentinové částice mohou sloužit jako výběrová štěpová matrix pro augmentaci kosti v maxilárním sinu, jak je prezentováno u následujícího případu.

U pacienta byla u zubu 26 přítomna ztráta alveolární kosti s intraoseálními kapsami, které sahaly až do maxilárního sinu (obr. 6).

Zub 26 byl extrahován, očištěn a zpracován do částicového dentinu bez bakterií (obr. 6d). Byla provedena imediální augmentace extrakčního lůžka a vstup do sinu byl uzavřen částicovým dentinem. Následně byl proveden uzavření suturou mukoperiostálního laloku.

Hojení bylo normální a za tři měsíce bylo dosaženo alveolárního hřebene nejméně 8,3 mm vysokého, což umožnilo zavedení tří implantátů. Stojí za zmínku, že jeden molár – zub 26, vyprodukoval minimálně 2 ccm částicového dentinu, což umožnilo augmentaci extrakčního lůžka i části sinu.

Navíc jsme zjistili, že autogenní dentinový štěp umožnil zavedení implantátů v horní čelisti již za tři měsíce, protože nová kost, která byla integrována s částicovým dentinem, vytvořila pevnou podporu implantátů. Následovalo zatížení implantátů. Během přípravy místa pro zavedení implantátu bylo z augmentovaného místa lůžka odebráno jádro kosti.



Obr. 6

Obr. 6a: Parodontálně zasažený zub 26

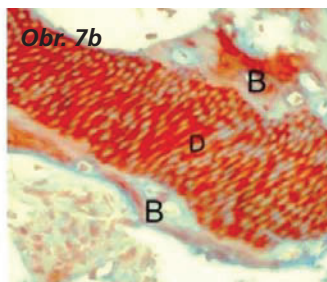
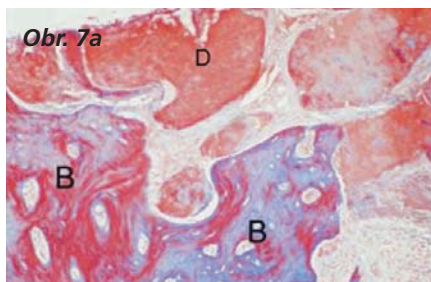
Obr. 6b: Alveolární kost po extrakci – viditelná je oroantrální komunikace

Obr. 6c: Zub 26 po extrakci a čištění

Obr. 6d: Po přípravě částic ze zubu 26 bylo lůžko augmentováno a oroantrální komunikace byla vyplněna částicovým dentinem

Obr. 6e: Po dvou měsících bylo dosaženo 8,3mm výšky dentino-kosti s vysokou densitou

Obr. 6f: Po 3 měsících byly zavedeny tři implantáty a bylo dosaženo imediálního pevného kotvení



Obr. 7a: Histologický řez (barvený trichromem) jádra kostní tkáně, která byla vrtem odebrána z horní čelisti 3 měsíce po augmentaci autogenním dentinem

Obr. 7b: Zvětšení dentino-kostního rozhraní. Všimněte si, jak je dentin se svými tubuly (D) obklopen nově zformovanou kostní matrix (B).

Histologie odhalila novou kost integrovanou se štěpovým dentinem vytvářející dentino-kostní spojení (obr. 7).

Diskuze

Před více než 40 lety byly autogenní zuby rutinně transplantovány do extrakčních lůžek tam, kde to bylo možné. Je evidentní, že transplantované zuby, které jsou v čelisti ankylotické, projdou resorpční přeměnou během 5–8 let (Sperling a kol, 1986).

Navíc je dobře dokumentováno, že zuby po avulzi, které jsou replantovány zpět do svého lůžka, vyvinou pevné spojení s kostí, které se formuje přímo na kořenovém dentinu nebo cementu a vede k ankylóze (Andersson a kol, 1989). Ankyložní kořen je kontinuálně resorbován a nahrazován kostí až k bodu resorpce celého kořene, zatímco alveolární výběžek zůstává během této doby i poté zachován.

V nedávném přehledu zdůraznil Malmgren (2013), že u ankylotických zubů, které jsou léčeny dekoronací zůstává alveolární hřeben zachován v buko-palatinálním rozměru, zatímco vertikální výška je dokonce zvýšena (Park a kol., 2007). Naše výsledky odhalily podobnou interakci mezi mineralizovaným dentinem a osteogenními buňkami, které se připojí a produkují mineralizovanou kostní matrix přímo na dentinovém štěpu.

Zubní banka v Korei poskytuje službu, která připravuje štěp typu bločku nebo granulí z autogenní demineralizované dentinové matrix (Kim a kol., 2011; Murata a kol., 2011; Kim, 2012), což ale zpožďuje proces augmentace z několika hodin na několik dní, a tedy vyžaduje jeden chirurgický výkon navíc.

Ačkoliv demineralizovaný dentin odkrývá růstové a diferenciační osteogenetické faktory derivované z matrix, nově zformovaná kost a reziduální demineralizovaný dentin jsou příliš slabé na to, aby udržely kotvení implantátu. Naproti tomu SDG procedura umožňuje přípravu částicového dentinu bez bakterií z čerstvě extrahovaných autologních zubů, které jsou připraveny na okamžité použití jako autogenní materiál štěpu.

Mineralizované částice dentinu mají tu výhodu, že zachovávají svou mechanickou stabilitu, což umožňuje brzké za-

tížení po augmentaci čerstvých lůžek a kostních defektů. Navíc i přes své zpožděné indukční vlastnosti (Yeomans a Urist, 1967; Huggins a kol., 1970) je mineralizovaný dentin pevně integrován s nově zformovanou kostí, což vytváří pevné místo pro kotvení dentálních implantátů.

Naše data ukazují, že zavedení implantátu a jeho zatížení může být provedeno jak v dolní, tak v horní čelisti již po 2 až 3 měsících po augmentaci dentinem.

Protože je mineralizovaný dentin jen velmi pomalu remodelován (Yeomans a Urist, 1967; Kim a kol., 2014; Andersson, 2010) v porovnání s kortikální kostí a většinou biomateriálů, je estetický a strukturální vzor alveolárního hřebene a mukoperiostu udržován po dlouhá léta.

Zuby a čelisti mají vysokou úroveň vzájemné afinity kvůli své podobné chemické struktuře a kompozici. Proto autoři a jiní (Kim a kol., 2011; Murata a kol., 2011; Kim, 2012) navrhuje, že extrahované zuby by už neměly být vyhazovány. Extrahované zuby se mohou stát autogenním dentinem a být připraveny jako štěp během 15 minut po extrakci. Autogenní dentin považujeme za zlatý standard mezi štěpy pro zachování lůžka, augmentaci kosti v sinu nebo vyplňování kostních defektů.

Závěr

Smart Dentin Grinder je distribuován firmou Kometa Bio. Itzhak Binderman a Lari Sapoznikov se podíleli na vývoji Smart Dentin Grinder a mají akcie v Kometa Bio Ltd., tedy ve firmě zodpovědné za distribuci přístroje. Gideon Hallel, Casap Nardy, Avinoam Yaffe nemají žádný konflikt zájmů. Aktivně se podíleli na poskytování klinických případů a jejich následných kontrol.

Itzhak Binderman pracuje na Oddělení orální biologie na Škole dentální medicíny a Oddělení bioinženýrství, Fakulta inženýrství, Univerzita Tel Aviv.

Giodeon Hallel má privátní praxi v Tel Avivu.

Casap Nardy pracuje na oddělení maxilofaciální chirurgie na Hebrejské univerzitě v Jeruzalémě.

Avinoam Yaffe pracuje na Fakultě dentální medicíny Hadassah na Hebrejské univerzitě v Jeruzalémě.

Lari Sapoznikov má privátní praxi v Tel Avivu.