

Zdravé a harmonizované funkce prostřednictvím počítačově řízeného záznamu žvýkacích sil

Dr. Robert Kerstein, USA



Obr. 1a: Úsměv narušený diskolorovanými zuby a přítomností diastema.



Obr. 1b: Z důvodu zlepšení vzhledu úsměvu byly zhotoveny čtyři frontální fazety.

Koncepce minimálně invazivního (MI) zákroku byla původně představena ve všeobecném lékařství a ve stomatologii byla přijata počátkem 70. let spolu s použitím diamin fluoridu s obsahem stříbra na zuby.¹ Poté následoval v 80. letech² vývoj v oblasti preventivních výplňových pryskyřic (pečetidel) a v 90. letech přišel Carisolv (MediTeam)⁴ s koncepcí atraumatického výplňového ošetření (ART).³ Již od svého vzniku bylo cílem MI stomatologie odhalení a ošetření zubního kazu.⁵ Dosud ještě nebyla tato koncepce zcela přijata ve všech oborech zubního lékařství. Komplexní koncepce minimálně invazivní kosmetické stomatologie (MICD) a související postup ošetření byl nicméně představen v roce 2009 se základním cílem seznámit lékaře s tím, jak provést optimální klinické terapeutické vylepšení úsměvu pomocí nápravných postupů vyžadujících nejmenší možný klinický zásah.⁶ Dalšími pokyny pro MICD ošetření jsou:

- přijetí filozofie „neudělat žádnou škodu“ a zachovat maximální možné množství zdravých tkání dutiny ústní
- správná volba vhodných dentálních materiálů
- využití podpůrných metod postupu, poskytujících lékaři ošetření „založené na důkazech“, čímž se spolehlivě zlepšují výsledky ošetření.

S ohledem na vzhled úsměvu bude úroveň zásahu zvolenou formou MICD ošetření záviset na druhu defektu úsměvu v kombinaci se subjektivním vnímáním pacienta stran stavu jeho úsměvu před ošetřením (obr. 1a, b). Některými z častějších defektů úsměvu jsou:

- přítomnost diastema
- opotřebené a zploštělé okraje incizálních hran
- chybějící zuby

- rotované a nerovné zuby
- zuby s vnitřními skvrnami způsobenými fluoridem nebo dětskými chorobami
- absence gingivy vedoucí k viditelným „černým trojúhelníčkům“
- nerovnoměrná výška okraje gingivy
- maxilární a/nebo gingivální přesahy vzniklé změnou pasivní erupcí
- malokluze dle Angleovy klasifikace
- obrácená křivka úsměvu

Současná estetická stomatologie umí napravit většinu těchto defektů s využitím jednoduché, komplexní MI koncepce, která klade u pacienta stejný důraz na psychologii, zdraví, funkci a estetiku. Každý z těchto aspektů, které jsou při ošetření zohledněny, lze nejlépe analyzovat pomocí systému rozhodování s využitím Smile Design Wheel (kolečka vzhledu úsměvu), které zahrnuje každý jednotlivý aspekt coby kontinuum (obr. 2).⁶

Vzhled úsměvu s celokeramickými náhradami s redukováným pláštěm

Celokeramické adhezivní náhrady s redukováným pláštěm (keramické fazety, inleje a onleje) jsou na rozdíl od celoplášťových náhrad (celoplášťových korunek) vyžadujících výrazně rozsáhlejší preparaci zubu, považovány v rámci MICD ošetření za jednu z možností MI ošetření. V určitých situacích lze umístit fazety před jakékoli preparace, ale jedná se pouze o

případy, u nichž nebude konečná estetika labio-linguálně narušena přidanou tloušťkou vrstvy výplňového materiálu, který tvoří fazetu bez preparace.

Adhezivní náhrady zachovávají strukturu zubu, protože pro jejich mechanickou retenci je v případě využití adheze mezi keramikou a sklovinou potřeba menší preparace zubu (obr. 3). K připevnění bondované keramické náhrady je ve srovnání s nebondovanou náhradou potřeba menší preparace pro mechanickou retenci. Chemická vazba mezi naleptanou keramikou a naleptanou sklovinou poskytuje zvýšenou retenci. Menší preparace zubu může vést k redukcí nežádoucích reakcí dřeně, k nimž často dochází při preparaci vitálního zubu pro celoplašťovou náhradu.

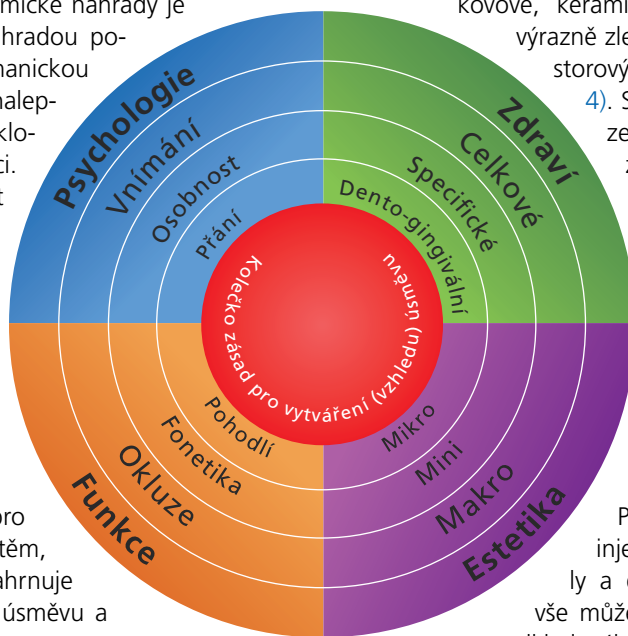
Adhezivní náhrady mají pro pacienta i další významné pozitivum, a to, že se obvykle zkracuje délka ošetření na pouhé dvě návštěvy:

- první návštěva: preparace pro náhradu s redukováným pláštěm, provizorní náhrada, která již zahrnuje požadovaná zlepšení vzhledu úsměvu a jeden skusový registrát
- druhá návštěva: zkouška keramické náhrady, vytvoření vazby se sklovinou, úprava okluze a dokončení ošetření.

- nepohodlí pacienta vlivem obtížné aklimatizace okluze bezprostředně po umístění náhrady
- potenciálně kratší životnost náhrady.

Tyto následky vyplývají z absence opakovaného nasazování náhrady při úpravách okluze, které konvenční protetické náhrady běžně podstupují. Opětovné nasazování náhrady na kovové, keramické pahýly před připevněním výrazně zlepšuje přesnost skutečných prostorových mezičelistních vztahů (obr. 4). Snižuje se tak počet úprav okluze po nasazení náhrady, a je tudíž zachována tloušťka výplňového materiálu a pevnost náhrady.

Adhezivní náhrady je téměř nemožné nasadit opakovaně. Vzhledem k charakteru minimální preparace pro poloplašťové, nebondované, celokeramické náhrady, jsou na pilířových nebo rekonstruovaných zubech nestabilní. Pěny, vosky, silikonové tmely, injektované otiskovací materiály a dosednutí otiskovacích lžic, to vše může nenacementované náhrady z podkladového zubu snadno uvolnit. Při otiskování může také dojít k posunutí nebondovaných náhrad. Nestabilita náhrad, které jsou pouze nasazené na pilířové zuby, velmi komplikuje jakékoliv úpravy a manipulace.



Obr. 2: Kolečko vzhledu úsměvu (Smile Design Wheel), které zahrnuje psychologii, zdraví, funkci a estetiku pacienta.

Obr. 3: Preparace pro fazety zachovává ve srovnání s preparací pro celoplašťové korunky více zubních tkání.

Obr. 4: Jednotlivé segmenty modelu musí být vyjimatelné, aby se minimalizovaly prostorové deformace v průběhu zhotovování náhrady.



Během druhé návštěvy nemůže lékař provádět žádné úpravy okluze, dokud nejsou tyto velmi křehké rekonstrukce připevněny, protože by se jakékoli takové úpravy neobešly bez rizika zlomení náhrady.

Kratší délka ošetření může představovat chyby na okluzi. Jakkoli může být zkrácení délky ošetření pro pacienta přínosné, nelze vyloučit po umístění náhrady dva potenciální problémy:

Bez celé řady laboratorních úprav, které často podstupují nacementované náhrady, je celokeramické náhrada citlivá na prostorové vychýlení a nadměrné žvýkací síly, které mohou zůstat klinicky nezjistitelné až do doby prvního připevnění náhrady. Nemožnost zjištění místa problematických sil zhoršuje skutečnost, že značky získané artikulačním papírem neměří konkrétní okluzní síly nebo časovou posloupnost okluzních



Obr. 5

Obr. 5: Značky získané artikulacním papírem neměří žvýkací síly a tyto síly nelze zjistit ani podle hloubky barvy značek, velikosti nebo tvaru. Podle značek získaných artikulacním papírem nelze určit ani časovou posloupnost kontaktu.

Obr. 6a: T-Scan III rukojeť pro záznam s USB připojením.

Obr. 6b: T-Scan III desktop.



kontaktů, a to bez ohledu na mylné názory obhajující označování artikulacním papírem (obr. 5).⁷⁻¹⁶

Chybnému určení prostorových mezičelistních vztahů a žvýkacích sil lze spolehlivě zabránit, použije-li lékař při nasazování náhrady technologii počítačově řízené analýzy okluze (T-Scan III, obr. 6a,b). Je-li použita správně po dokončení procesu fixace, pomáhá tato digitální technologie analýzy okluze přesně najít na okluzních ploškách a incizálních hranách nově umístěných náhrad oblasti projekce nadměrných žvýkacích sil. Klinická redukce těchto nadměrných sil vede k snazšímu přijetí nové okluze po připevnění náhrady a zvyšuje životnost náhrady.

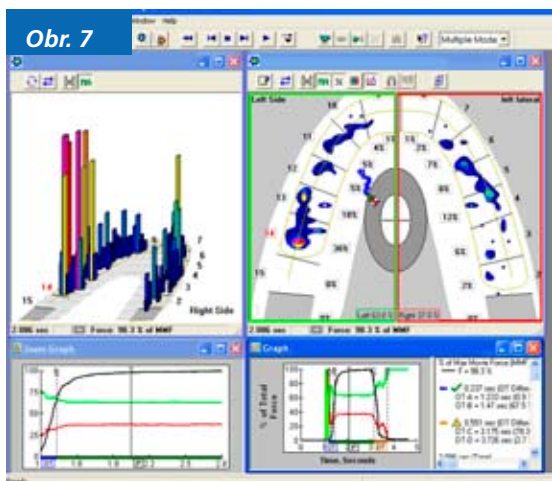
úpravy okluze při nasazování estetických náhrad, protože rychle odhaluje místa s koncentrací nadměrných sil a předčasných kontaktů, takže jejich odstranění je předvídatelné a efektivní (obr. 7). Zachování a životnost keramických náhrad je větší, protože potenciálně destruktivní žvýkací síly jsou již při nasazení izolovány a poté odstraněny ještě před dlouhodobým používáním náhrady upravující vzhled pacienta.

Údaje o žvýkacích silách a časové posloupnosti kontaktů jsou pomocí HD snímače přenášeny do počítače, který měří jednotlivé relativní síly kontaktů a jejich frekvenci tak, jak se jednotlivé okluzní plošky zubů dostávají do vzájemného kontaktu (obr. 8a, b). V režimu turbo záznamu snímač skenuje 3000krát za sekundu, z čehož vznikne dynamický záznam změn žvýkacích sil, které lze zobrazit při zpomaleném přehrávání také po vrstvách.

Systém počítačově řízené analýzy okluze

Systém počítačové analýzy okluze T-Scan III nabízí přesnou technologii, která analyzuje sílu okluzních kontaktů a jejich časovou posloupnost v 0,003 sekundových vrstvách a graficky je zobrazuje ve formě filmu.^{17, 18} Systém zjednodušuje

Toto zpomalené přehrávání odděluje všechny rozdíly sil a řadí je podle posloupnosti kontaktů, přičemž současně třídí jejich relativní žvýkací sílu, takže je lékař může sledovat za účelem jejich diagnostiky i možné úpravy. Časovou posloupnost kontaktů je možné přehrávat dvojrozměrně nebo trojrozměrně,

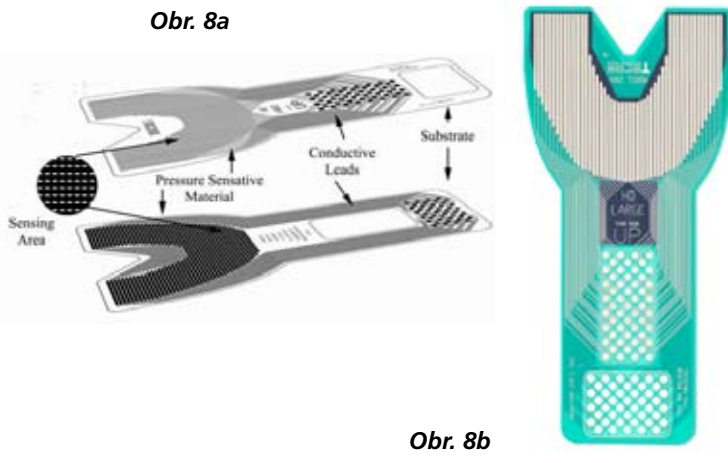


Obr. 7

Obr. 7: Grafický displej T-Scan III zachycuje barevně nadměrné žvýkací síly, čímž usnadňuje lékaři jejich analýzu.

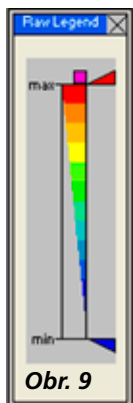
Obr. 8a: Schematický náčrt snímače T-Scan III.

Obr. 8b: Záznamový snímač T-Scan III s vysokým rozlišením.



Obr. 8a

Obr. 8b



žvýkacích sil jejich velikost, tvar a barva (obr. 7). Teplejší barvy označují silné kontakty, zatímco tmavší barvy označují kontakty slabší síly (obr. 9).

Omezení značek získaných artikulačním papírem

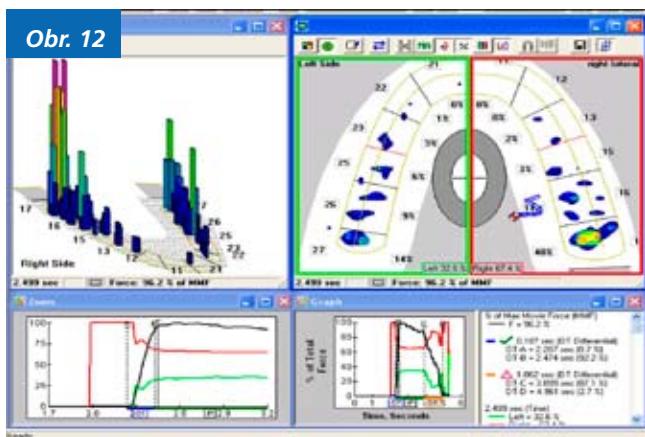
Lékaři běžně používají k vizualizaci přítomnosti žvýkacích kontaktů, jejich síly a časové posloupnosti artikulační papíry. To, jak jsou kontakty silné, určují na základě subjektivního posouzení značek získaných artikulačním papírem a toho, jakou se domnívají, že představují sílu.

Ve stomatologii je silně obhajováno a mnoho lékařů věří tomu, že určité vlastnosti značek získaných artikulačním papírem představují určité žvýkací síly.^{10, 12-16} Vlastnosti vzhledu značek získaných artikulačním papírem jsou založeny na:

- a) Velikosti značky: předpokládá se, že velké značky označují větší síly a malé, světlé značky označují menší síly.
- b) Relativní hloubce barvy a intenzitě barvy: čím tmavší značka a/nebo její intenzita, tím větší přítomná síla a čím světlejší značka, tím menší přítomná síla.
- c) Přítomnosti kruhových značek: tento tvar označuje to, že je kontakt silný, protože nemá tečku uprostřed (obr. 10).

I přes výše uvedené přetrvávající „víry lékařů“ neexistuje žádný vědecký důkaz, který by potvrdil, že tyto vlastnosti vzhledu značek skutečně označují relativní sílu okluzního kontaktu.⁷⁻¹¹ Studie věnované značkám získaným artikulačními papíry jednoznačně prokázaly, že na základě jejich velikosti nebo barvy nelze spolehlivě určit žvýkací síly. V žádné studii se navíc nikdy neprokázalo, že by byly značky získané artikulačním papírem schopny popsat časovou posloupnost kontaktů.⁷⁻¹¹

Obrázek 11a jasně ukazuje omezení artikulačního papíru, co se týče popisu síly, a že víra lékařů, že vzhled značek získaných artikulačním papírem udává místo silných kontaktů, je mylná. Na zubu 17 jsou patrné tři velké značky a na zubu



Obr. 9: Legenda barevného označení údajů o žvýkacích silách.

Obr. 10: Kruhové značky získané artikulačním papírem pravděpodobně označují velkou sílu.

Obr. 11a: První horní molár se třemi velkými značkami získanými artikulačním papírem a druhý horní molár s meziálně poškrábanými značkami získanými artikulačním papírem.

Obr. 11b: Protější dolní moláry s velkými černými značkami získanými artikulačním papírem na prvním moláru a malými, světlými značkami na druhém moláru.

Obr. 12: Údaje z T-Scan III o žvýkacích silách na prvním a druhém pravém horním moláru.

postupně dopředu nebo dozadu, nebo v 0,003 sekundových vrstvách, a získat tak okluzní „film“, který popisuje podmínky při žvýkání.¹⁹ Při 3D přehrávání se sloupce mění co do výšky, tak i barevného rozlišení. Ve 2D zobrazení se u barevně odlišených zón koncentrace sil mění v závislosti na změnách



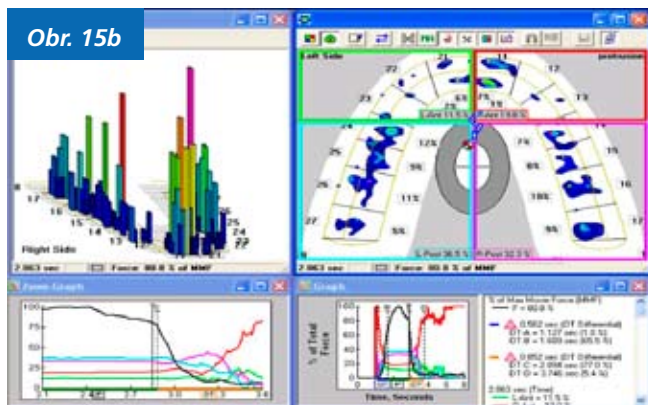
Obr. 13: Prasklé fazety před ošetřením.



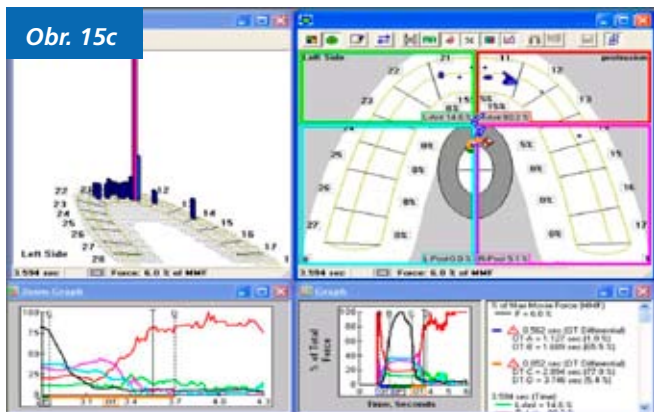
Obr. 14: Náhrada poškozených fazet šesti novými fazetami.



Obr. 15a



Obr. 15b



Obr. 15c



Obr. 16

Obr. 15a: Značky získané artikulačním papírem zaznamenávající protruzní pohyb před ošetřením.

Obr. 15b: Údaje z T-Scan o předčasné protruzi.

Obr. 15c: Velká síla na distální incizální oblasti zubu 11.

Obr. 16: Značky získané artikulačním papírem zaznamenávající protruzní pohyb v průběhu ošetření.

17 jsou meziálně malé poškrábané značky. Všimněte si mírně odhaleného dentinu u zubu 17, v místě, kde se nachází poškrábané červené značky. Při prohlédnutí tmavých značek na zubu 16 se lze domnívat, že označují místa silných kontaktů. Lékaři bylo vstřípeno věřit, že toto je právě ten případ. Obrázek 11b zachycuje na protějším oblouku značky získané artikulačním papírem, s velkými černými značkami na zubu 46 a světlejšími značkami na zubu 47.

Údaje z T-Scan ukazují, že malé kontakty na meziální straně zubu 17 jsou skutečně v oblasti extrémní žvýkací síly a sousední tři velké tmavé značky na zubu 3 jsou skutečně třemi oblastmi velice nízké žvýkací síly (obr. 12). Všimněte si, že síly na zubu 17 tvoří 48 % sil v pravém oblouku pacienta, polovinu všech žvýkacích sil. To vysvětluje, proč je zde viditelný odhalený dentin. Roky nezjištěného přetížení okluzy na tomto zubu (a protějším zubu 47) opotřebily sklovinu, zatímco zub 16 s velkými, tmavými značkami má sklovinu intaktní.

Srovnáním s výsledky T-Scan III je jasné, že vlastnosti značek získaných artikulačním papírem nijak nepopisují žvýkací síly. Počítačově řízená analýza okluzy představuje skutečný přirozený model síly okluzních kontaktů. Umožňuje tak lékařům získat přesnou představu o úrovni žvýkacích sil zaznamenaných artikulačním papírem.

Okluzní kontakty zobrazené s pomocí artikulačního papíru poskytly zavádějící informace, takže v tomto případě zub-

ní lékaři, ve snaze minimalizovat okluzní přetížení, zvolili k úpravě jednoznačně špatné zuby. Tento případ ukazuje, že oči lékaře a značky získané artikulačním papírem nezaznamenávají žvýkací síly spolehlivě. Počítačově řízená analýza okluzy objasňuje, které značky získané artikulačním papírem je třeba upravit, takže lékař dělá odpovídající rozhodnutí týkající se toho, u kterých okluzních kontaktů je skutečně nutné sílu zredukovat.

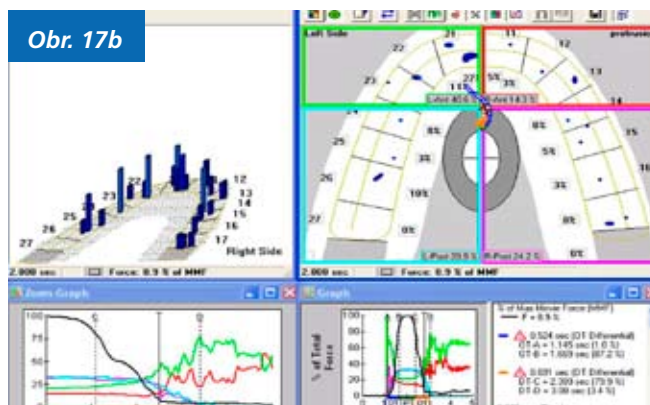
Technologie T-Scan proto představuje, pokud jde o okluzní vztahy, základ MI stomatologie. Lékař ošetřuje pouze to, co je třeba ošetřit a neprovádí pouze namátkové úpravy okluzy na základě posouzení značek získaných artikulačním papírem pouhým okem. Tento způsob posuzování sil je tak náchylný k chybám, že vždy vede k invazivnějším zásahům, než je tomu v případě úpravy okluzy posouzené na základě počítačově řízené analýzy.

Počítačově řízená analýza okluzy u případu šesti frontálních fazet

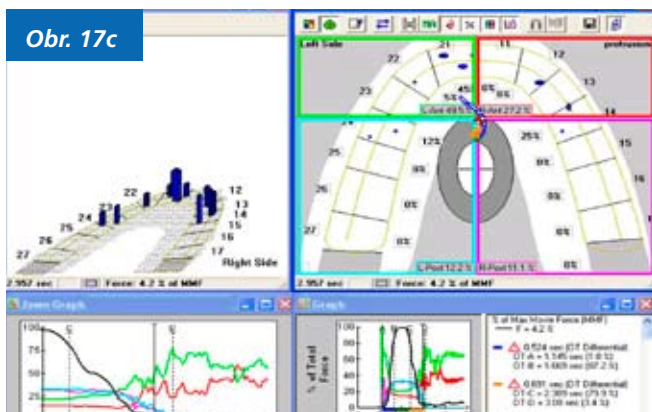
Řídí-li se označení artikulačním papírem počítačovou analýzou, lze přesně přizpůsobit sílu a časovou posloupnost kontaktů jak statických, tak i dynamických. Následující případ ukazuje využití počítačově řízené analýzy okluzy k vylepšení protruzního pohybu na šesti frontálních fazetách.



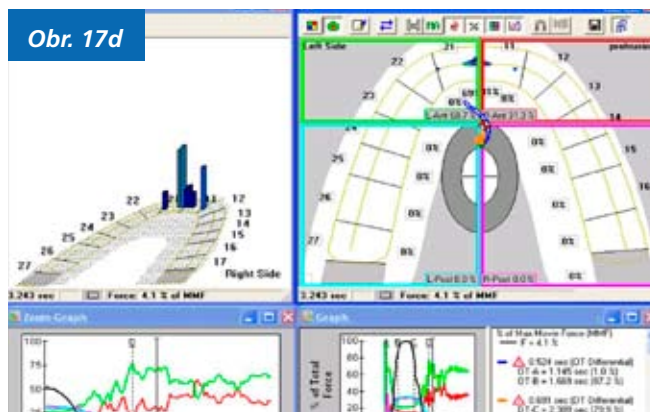
Obr. 17a



Obr. 17b



Obr. 17c



Obr. 17d

Obr. 17a: Značky získané artikulačním papírem zaznamenávající protruzní pohyb na konci ošetření.

Obr. 17b: Upravená předčasná protruze po ošetření.

Obr. 17c: Upravená středová protruze po ošetření.

Obr. 17d: Upravená koncová protruze po ošetření.

21letá pacientka se dostavila kvůli výměně šesti frontálních fazet s viditelnými prasklinami materiálu (obr. 13). Staré fazety byly odstraněny, na zubech byla provedena mírná preparace a bylo umístěno šest nových fazet z Empress II (Ivoclar-Vivadent) (obr. 14).

Poté, co byly fazety vytvrzeny, a byl odbroušen zbytek cementu, byla provedena hrubá úprava okluzy, která měla pacientce navrátit původní vertikální rozměry okluzy. Ačkoli byly linguální okraje fazet na frontálních zubech skloněny incizálně vůči původním vertikálním zarážkám, bylo kvůli zachování vertikálních rozměrů potřeba místy odstranit přebytočný fixační cement.

Dále byly pomocí systému T-Scan analyzovány odchylky při protruzi a laterotruzi, zda jsou na incizálních hranách nebo na linguální funkční straně fazet přítomny extrémní síly. Linguální plošky frontálních zubů horní čelisti mají lišty zajišťující dentální přenos žvýkacího tlaku z dolních frontálních zubů, které po nich sklouzávají při odchylkách pohybu dolní čelisti. Kontrola nad extrémními silami na lingválních lištách fazety pomáhá prodloužit životnost keramiky.

Dynamické odchylky se zjišťují tak, že je pacient instruován, aby skousl snímač T-Scan v poloze maximální interkuspidace (MIP), vydržel ve skusu jednu až dvě sekundy a poté udělal pohyb čelistí do stran v rozsahu, jaký umožňují vodící lišty zubů.²⁰⁻²⁰ Pravo-levé a protruzní odchylky lze zaznamenat a

využít k analýze sil. Zde se budou řešit pouze protruzní odchylky. Na obr. 15a je zachyceno označení protruzního pohybu prvním artikulačním papírem vznikajícího tím, jak se dolní řezáky odchylojí od MIP a posunují se směrem k incizální hraně. Všimněte si, že na disto-incizální straně zubu 12 je patrná dlouhá tmavá protruzní dráha, na distální části zubu 11 je dráha kratší a na incizální hraně zubu 11 dráha horizontální. Bez ohledu na vzhled těchto označení neposkytuje artikulační papír žádné údaje o tom, zda se v této oblasti vyskytuje vůbec nějaká velká síla.

Obrázky 15b a 15c popisují pohyb tak, jak byl zaznamenán T-Scan III. Vzhledem k tomu, že k odchýlení dochází poté, co se pacient odchýlí od polohy MIP (obr. 15b) a vzhledem k přechodu na frontální zuby, vznikají v okolí incizální hrany zubu 11 velké síly (vysoký růžový sloupec sil), protože protruzní pohyb má sklon zahrnovat pouze řezáky (obr. 15c). Pokud by se situace neupravila, mohlo by dojít v důsledku extrémních sil působících při každém posunu dolní čelisti k případnému zlomení distální incizální hrany této fazety.

K úpravě této nadměrné protruzní síly došlo na základě zaznamenaných údajů o síle. Disto-incizální dráha označená artikulačním papírem byla v oblasti okluzy upravena středně hrubým diamantovým brouskem chlazeným vodou. Po této první úpravě byl získán nový záznam zjišťující nové síly a změny v časové posloupnosti vyplývající z předchozí úpravy. Tyto nové síly a časové odchylky byly izolovány, označeny a upra-

veny. Tento postup se opakoval, dokud nebyly v průběhu protruzního odchýlení odstraněny všechny extrémní žvýkácí síly a mezi vodíci lištami a incizálními hranami se rozkládaly pouze mírné až slabé síly.

Obrázky 16 a 17a zachycují průběh ošetření a konečné značky získané artikulačním papírem při protruzním pohybu. Všimněte si, že na **obrázcích 15a, 16 a 17a** neposkytují značky získané artikulačním papírem žádné měřitelné síly nebo informace o čase, které by vedly k nápravným opatřením. **Obrázky 17b** až **d** dokládají, že při upraveném konečném protruzním pohybu jsou přechody sil mezi zuby 11 a 21 rozkládány po celou dobu pohybu. Výsledkem využití počítačově řízené analýzy jsou protruzní kontakty, které nebudou mít nikdy potenciálně škodlivou úroveň sil, jaká byla přítomna před ošetřením (**obr. 15b**).

Tento případ ukazuje použití počítačově řízené analýzy okluze při aplikaci adhezivních náhrad s cílem minimalizovat nadměrné žvýkácí síly, k nimž dochází po umístění celokeramických náhrad, které se připevňují ještě před veškerými úpravami okluze. Tento opačný postup tradičního způsobu nasazování náhrad (bez možnosti úprav sejmuté náhrady) může vést k významným chybám na okluzi, které jsou pomocí artikulačního papíru obtížně zjistitelné. Počítačově řízená analýza okluze poskytuje lékaři přesnost, izolaci žvýkáčích sil a předvídatelnou kontrolu nad chybami, k nimž dochází na okluzi náhrady, čímž napomáhá prodloužení životnosti celokeramických náhrad.

Závěr

MICD nabízí systémy počítačově řízené analýzy okluze údaje o měřitelném tlaku, silách a časové posloupnosti kontaktů, které lze využít jako vodítko při úpravách okluze náhrady a upřesnit měřitelné konečné body kontaktu.^{2,3} Tyto konečné body kontaktu zajišťují rovnoměrné rozložení sil, jejich souměrnost a měřitelné okamžité oddálení, a minimalizují škodlivé účinky koncentrovaných, nadměrných, izolovaných žvýkáčích sil. Vyloučením potenciálně destruktivního intraorálního použití chrání celý takto upravený průběh okluze použité keramické materiály a zajišťuje jejich dlouhodobou životnost.

Konečně, úpravy okluze, které se řídí technologií T-Scan, představují základ MICD, protože lékař ošetřuje skutečně jen to, co je nutné ošetřit a neprovádí namátkové subjektivně posouzené úpravy okluze zakládající se na prostém posouzení označení artikulačním papírem pouhým okem. Naměřená žvýkácí síla a časová posloupnost směřují lékaře tak, že upravuje pouze místa s nadměrnými silami, zatímco oblasti s naměřenými slabými žvýkáčimi silami nechává nedotčené. Kosmetické výplně a struktura zubu tedy zůstává zachována a minimalizuje se invazivnější ošetření. Klinické uplatnění této technologie odráží základní poselství filozofie „neudělat žádnou škodu“.

Použitá literatura:

1. Yamaga R, Nishino M, Yoshida S, Yokomizo I. Diammine silver fluoride and its clinical application. *J Osaka Univ Dent Sch* 1972;12:1–20.
2. Houpt M, Fukus A, Eidelman E. The preventive resin (composite resin/sealant) restoration: nine-year results. *Quintessence Int* 1994;25(3):155–9.
3. Smales RJ, Yip HK. The atraumatic restorative treatment (ART) approach for the management of dental caries. *Quintessence Int* 2002;33(6):427–32.
4. Munshi AK, Hegde AM, Shetty PK. Clinical evaluation of Carisolv in the chemico-mechanical removal of carious dentin. *J Clin Pediatric Dent* 2001;26:49–54.
5. World Dental Federation. Minimal Intervention in the management of dental caries. FDI policy statement 2002.
6. Koirala S. Minimally invasive cosmetic dentistry— Concept and treatment protocol. *Cosmetic Dentistry* 2009(4):28–33.
7. Carey JP, Craig M, Kerstein RB, Radke J. Determining a relationship between applied occlusal load and articulation paper mark area. *The Open Dentistry Journal* 2007;1:1–7.
8. Saad MN, Weiner G, Ehrenberg D, Weiner S. Effects of load and indicator type upon occlusal contact markings. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater* 2008; 85(1):18–22.
9. Millstein P, Maya A. An evaluation of occlusal contact marking indicators. A descriptive quantitative method. *J Am Dent Assoc* 2001;132(9):1280–6.
10. Glickman I. *Clinical Periodontics*. Saunders and Co 1979(5):951.
11. Reiber T, Fuhr K, Hartmann H, Leicher D. Recording pattern of occlusal indicators. I. Influence of indicator thickness, pressure, and surface morphology. *Dtsch Zahnartzl Z* 1989;44(2):90–3.
12. Dawson, PE. *Functional occlusion: from TMJ to smile design*. Mosby, Inc 2007(1):347.
13. McNeil, C. *Science and practice of occlusion*. Quint - essence Publishing 1997:421.
14. Okeson J. *Management of temporomandibular disorders and occlusion*. CV Mosby and Co 2003(5):416, 418, 605.
15. Kleinberg I. *Occlusion practice and assessment*. Knight Publishing 1991:128.
16. Smukler, H. *Equilibration in the natural and restored dentition*. Quintessence Publishing 1991:110.
17. Maness WL. *Force movie. A time and force view of occlusion*. *Compend Contin Educ Dent* 1989(10):404–8.
18. Kerstein RB, Grundset K. Obtaining measurable bilateral simultaneous occlusal contacts with computer-analyzed and guided occlusal adjustments. *Quin Int* 2001;32(1):7–18.
19. Kerstein RB. *Tekscan-Computerized Occlusal Analysis*. In: Maciel RN. *Bruxismo*. Editora Artes Medicas Ltda. Sao Paolo, Brazil 2010.
20. Kerstein RB. Reducing chronic masseter and temporalis muscular hyperactivity with computer-guided occlusal adjustments. *Compendium of Contin Educ Dent* 2010;31(7):530–43.
21. Kerstein RB. Combining technologies: A computerized occlusal analysis system synchronized with a computerized electromyography system. *Cranio* 2004; 22(2):96–109.
22. Kerstein RB, Chapman R, Klein M. A comparison of ICAGD (immediate complete anterior guidance development) to mock ICAGD for symptom reductions in chronic myofascial pain dysfunction patients. *Cranio*, 1997;15(1):21–37.

