

A digitális és vizuális fogszín- meghatározás a gyakorlatban

A vizuális/fogszínkulcsos fogszín-meghatározás körülményei

A megvilágítás és a környezet kulcsfontosságú a fogszín meghatározása során. A fogszín meghatározásához használható megvilágítást adhatja mennyezeti lámpa, hordozható-asztali, kézi vagy állólámpa is. A fogak színének meghatározásához D55 vagy D65 fényjelletet tanácsos használni, amely mind minőségében mind erősségében a természetes nappali fényt reprezentálja: 5500 K vagy 6500K színhőmérséklettel, (CRI) 90 színvisszaadási indexszel. (Sproull1998) Ha a rendelőben és a laborban természetes fényben választunk fogszín, a legalkalmasabbak a fényviszonyok délelőtt 10 óra és délután 2 között. Megfelelő színekorrigált lámpákkal a rendelőben a standard nappali fényviszonyokat reprodukálni tudjuk, az árnyékok és a visszatükröződés befolyásoló hatását is elkerülhetjük. (Paravina 2002, Curd és mtsai 2006, Jasinevicius és mtsai 2009)



SZÍNKORRIGÁLT LED LÁMPA 5500K SZÍNHŐMÉRSÉKLETTEL (SMILE LITE DAYLIGHT LAMP),
TERMÉSZETES NAPPALI FÉNYNEK MEGFELELŐ MEGVILÁGÍTÁST BIZTOSÍT A FOGSZÍN
MEGHATÁROZÁSHOZ.

A megfelelő fényintenzitás érték 1000 lux -1500 lux (felületre eső fény mennyiség). Ezt a fényerő szintet a következőképpen érhetjük el: megfelelő szórt háttérvilágítás (jó); szórt

háttérvilágítás és kézilámpa (jobb); csak kézilámpa, a mennyezeti lámpák kikapcsolásával és a természetes fény kizárásával (legjobb). (Paravina 2010)

A „háttér” azt a felületet jelenti, amelyre a vizsgált tárgyat elhelyezzük ((Bergen 1985), ez a fogak esetén a szájüreg. A „környezet” pedig az ínyt, ajkakat, arcbőrt és a környező tárgyakat jelöli. A szájüreg a fogszín meghatározás közvetlen háttere, a közvetlen környezetre is figyelni kell. A nyálkendő legyen világos szürke, a rendelő és a laboratórium fogszín-meghatározáshoz használt részének falát érdemes világos, neutrális szürkére festeni, különösen akkor, ha a színválasztáshoz mennyezeti lámpák adják a fényt. Ha hordozható lámpát használunk fényforrásként és a mennyezeti lámpákat lekapcsoljuk, azzal enyhítjük a falak, a mennyezet és a padló színének befolyásoló hatását. Ha a mennyezeti megvilágítást használjuk, figyeljünk arra, hogy a páciens orra is árnyékot adhat. Az álló vagy asztali lámpák esetén az egy vagy kétoldali 45° -os megvilágítási szög és a 0°-os látószög az ideális elrendezés. (Paravina 2010)

Metameria,

A megvilágítás kapcsán a metameria jelenségére is ki kell térnünk. A metameria jelenségével találkozunk, amikor két szín azonosnak tűnik egy bizonyos fényel megvilágítva, de különbözőnek más fényviszonyok közt. Metamerizmus akkor jelentkezik, ha a fogpótlás egy bizonyos típusú fényben megegyezik a fogazat színével, de más megvilágítási körülmények között más tulajdonságokat mutat. (Chu és mtsai 2004) A metameria jelenség lényegét a páciensnek elmagyarázva fel kell hívunk figyelmét arra, hogy bizonyos körülmények között előfordulhat, hogy a fogpótlás színe nem egyezik a természetes fogak színével (pl.: disco).

Általános ajánlások

A páciens fogait meg kell tisztítani a plakktól, elszíneződésektől. A páciens ne viseljen rúzst és a szemüvegét is kérjük, hogy vegye le, mert ezek elvonják a figyelmet a fogszínről. A fogorvos a fogszín-meghatározáshoz ne viseljen színezett lencsés szemüveget vagy színes kontaktlencsét. A megfelelő megvilágítás mellett és a megfelelő technikát alkalmazva, fogorvosi lupékat lehet viselni a fogszín meghatározása során is. (Preston 1980)

A legjobb az, ha a fogorvos rögtön a páciens érkezését követően meghatározza a fogszínt. A gyors kezdéssel egyrészt a szem fáradását előzhetjük meg, illetve a páciens fogainak kiszáradásából adódó színváltozás befolyásoló hatást is kivédhetjük. A fogszínkulcs és a fog is legyen nedves, hogy a felszín textúrájából adódó különbségek ne zavarjanak. A vizsgált fog a fogorvos szemével egyvonalban legyen. A fogszínkulcsot a keresett foggal azonos síkban, és azonos szögben tartsuk. (Paravina 2000)



A FOGSZÍN KULCS HELYES POZÍCIONÁLÁSA

Figyeljünk oda az incizo-cervikális, mezio-disztális és anterio-poszterior színátmenetekre, az egyes színjellegzetességekre és a fogcsoportok, fogívek közötti variációkra. A végső választás mindig a fogorvos és a páciens közös fogszínkulcs választásán alapszik.

A translucencia, felszín durvasága, egyéni jellegzetességekre vonatkozó információkat is jelöljük a labor munkalapon. Küldjük fogszínkulcsos referencifotót a fogtechnikusnak. (Lásd: 5.2.3. Digitális fotók, a színinformációk képi megjelenítéséhez)

Oktatás, gyakorlottság és a nem befolyásoló szerepe

A fogszín meghatározás sikerét a fogorvos gyakorlottsága is meghatározza (Paravina 2002, Hammad 2003, Della Bona és mtsai 2009). Megfelelő oktatással, kontrollált körülmények között, a megfelelő módszereket alkalmazva, a színmeghatározásban elért eredmények a gyakorlással javulnak. (Hannak és Jakstat 2009, Paravina 2000, Bergen 1975)

Régóta ismert tapasztalati tény, hogy a nők jobbak a fogszín meghatározásban, mint a férfiak. A különböző kutatások az elmúlt évek során hol ezt igazoló (Haddad és mtsai 2009), hol pedig ezzel ellentétes eredményeket hoztak. A színtévesztők kérdésében egységes az álláspont, a színtévesztés a fogszín meghatározás befolyásoló tényezői közé tartozik (Barna és mtsai 1981, Moser és mtsai 1985, Davison és Myslinski 1990, Borbély 2011). A nemek közti kérdésben azt mindenképpen megállapíthatjuk, hogy ha a teljes fogorvospopulációt nézzük, a nők színválasztási eredményei jobbak, mert férfiak körében gyakoribb a vörös-zöld színtévesztés (Chamberlain és Chamberlain 1980).

A fogszínmeghatározást végző fogorvosnak ellenőriztetnie kell színlátását. A színtévesztő fogorvos éppúgy felelős a fogpótlások színhelyességéért, mint normál színlátású kollégája. A

fogszínkulcsos fogszín-meghatározáshoz a normál színlátású asszisztens és fogtechnikus segítségét érdemes figyelembe vennie és javasolt, hogy objektív színmérő műszert is alkalmazzon a színválasztás során. ((Davison és Mysilinski 1990, Borbély és mtsai 2010, Borbély 2011)



SZÍNÖSSZEHASONLÍTÁS FOGSZÍNKULCCSAL



DEUTERANÓP (SÚLYOS ZÖLD) SZÍNTÉVESZTÉS KOMPUTERES SZIMULÁCIÓJA.



PROTANÓP (SÚLYOS VÖRÖS) SZÍNTÉVESZTÉS KOMPUTERES SZIMULÁCIÓJA.

A fogsín meghatározás távolsága

- A CIE ajánlása a látószögre vonatkozóan legalább 4° és nem kisebb, mint 2° . (CIE 1993)
- A fogat és annak színjellemzőit 25cm-es távolságról érdemes vizsgálni. A fogak méretét kb. 10-mm átmérőjű körként határozhatjuk meg, amely 2.3° -os látószögnek felel meg 25 cm távolságról nézve.
- A fogsín meghatározása összehasonlítás, a fog és fogszínkulcs együttes vizsgálatához a 33 cm távolság ad megfelelő látószöget (kisebb mint 4°). (Komatsubara 2002)

Szünetek a fogsín meghatározása során

A fogszínkulcsos színmeghatározáshoz a gyors összehasonlítások javasoltak, hogy a retinális fotoreceptorok fáradását elkerüljük. Egy-egy színösszehasonlító vizsgálat kb 5-7 másodpercig tartson (Chu és mtsai 2004). A fogszínmeghatározás során pihenésképpen szürke háttérre tekintsünk ki.

A klinikai gyakorlatban használt digitális fogszín-meghatározó eszközök

A klinikai gyakorlatban használt fogszínmeghatározó készülékek lehetnek:

- Spektrofotométerek
- Koloriméterek
- Digitális képalkotó rendszerek (RGB rendszerek)

Spektrofotométerek, a fogszín méréséhez

A spektrofotométerek a leggyakrabban és legjobb eredményekkel alkalmazott színmeghatározó mérőműszerek. A spektrofotométer olyan eszköz, amely érzékeli a tárgyról visszavert látható fényt, azt spektrum színekre bontja, és a hullámhossz kis intervallumaiban vizsgálja a fény mennyiséget egy szabvány fényforráshoz képest. A hullámhosszak intervallumai szerinti fény mennyiséget grafikus vagy digitális formában rögzíti, ezen adatok alapján megszerkeszthető az adott fogszínre jellemző spektrális remissziós görbe, mely az adott szín teljes jellemzését adja. A mérési eredményeket a készülék a fogszínkulcsoknak megfelelő értékre váltja át. (Paul és mtsai 2002, Trushkowsky 2003, Ishikawa-Nagai és mtsai 1994, Horn és mtsai 1998, Freedman 2001, Karamouzos és mtsai 2007, Ragain 2016)

- A Vita Easyshade (Vita Zahnfabrik, Bad Säckingen, Németország) vezeték nélküli, hordozható, akkumulátorral működő, pontszerűen mérő spektrofotométer. Különböző mérési módok közül választhatunk: egy ponton mér (tooth single mód), 3 ponton mér

(nyak, közép és élszín), a kerámia vagy kerámiával leplezett fogpótlás színét ellenőrző mód (világosság, telítettség, színezet összehasonlítás), és fogszínkulcsok színét méri hitelesítéshez/gyakorláshoz. (Chu és mtsai 2010, Knezovic 2015)



FOGSZÍN-MÉRÉS VITA EASYSHADE ADVANCE V SPEKTROFOTOMÉTERREL

- Shadepilot (Degudent) egy digitális kamerán keresztül van összeköttetésben egy LED-es spektrofotométerrel. LCD érintő képernyőn kell a fogat a méréshez pozícionálni. A felvételek a beépített adatbankban személyre szólóan rögzíthetők. (Chu és mtsai 2010)

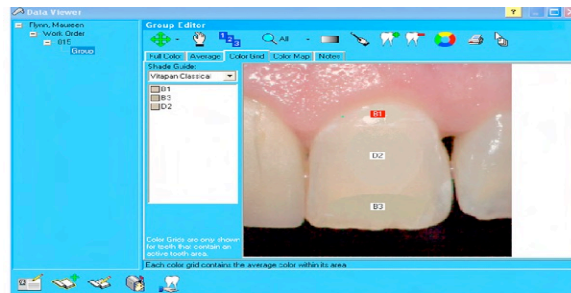


SHADEPILOT (DEGUDENT) SPEKTROFOTOMÉTER. LCD ÉRINTŐ KÉPERNYŐ SEGÍTI A FOG POZÍCIONÁLÁSÁT.

Koloriméterek, a fogszín méréséhez

A koloriméterek tristimulus értékeket mérnek és a fény látható spektrumának vörös, zöld és kék területeit szűrik. A koloriméterek kevésbé pontosak, mint a spektrofotométerek. (Okubo és mtsai 1998, Tung és mtsai 2002, Dancy és mtsai 2003)

- A Shade Vision (X-Rite, Grandville, MI) egy képalkotó koloriméter. A fog teljes képét a gingivális, középső és incisalis harmad képeiből rakja össze. (Chu és mtsai 2010)

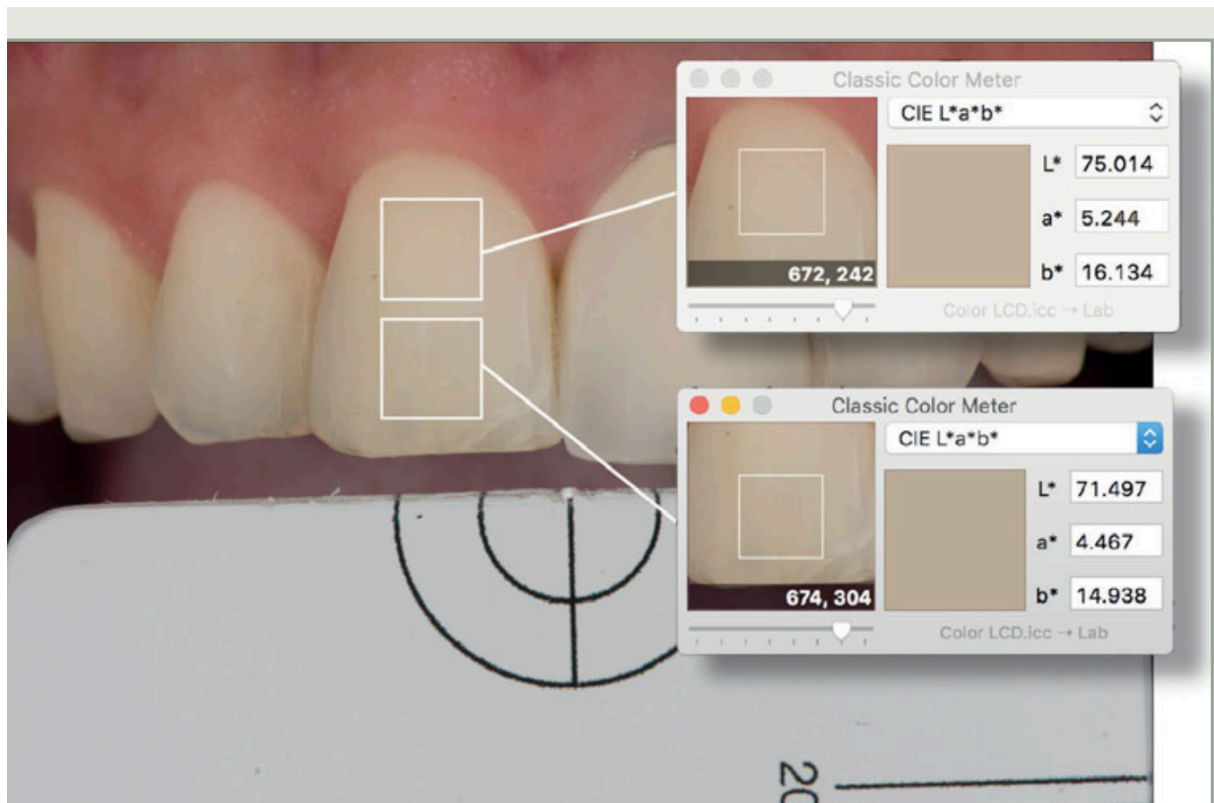


SHADE VISION (X-RITE, GRANDVILLE, MI) KOLORIMÉTER. A FOG SZÍNÉNEK ÉRTÉKELÉSE NYAK, TEST ÉS ÉLSZÍNEK SZERINT (CHU ÉS MTSAI 2010).

Digitális Képalkotó rendszerek (RGB rendszerek), a fogszín meghatározásához

A digitális kamerák és képalkotó rendszerek RGB színmodell alapján működnek, vörös, zöld és kék képinformációk összeadásával állítanak elő színes képet. (Fondriest 2003). Nagy felbontású digitális képeken a megfelelő szoftver segítségével a fog színárnyalatai a gyári fogszínkulcsok színadatbázisával hasonlíthatók össze (Chu és mtsai 2010)

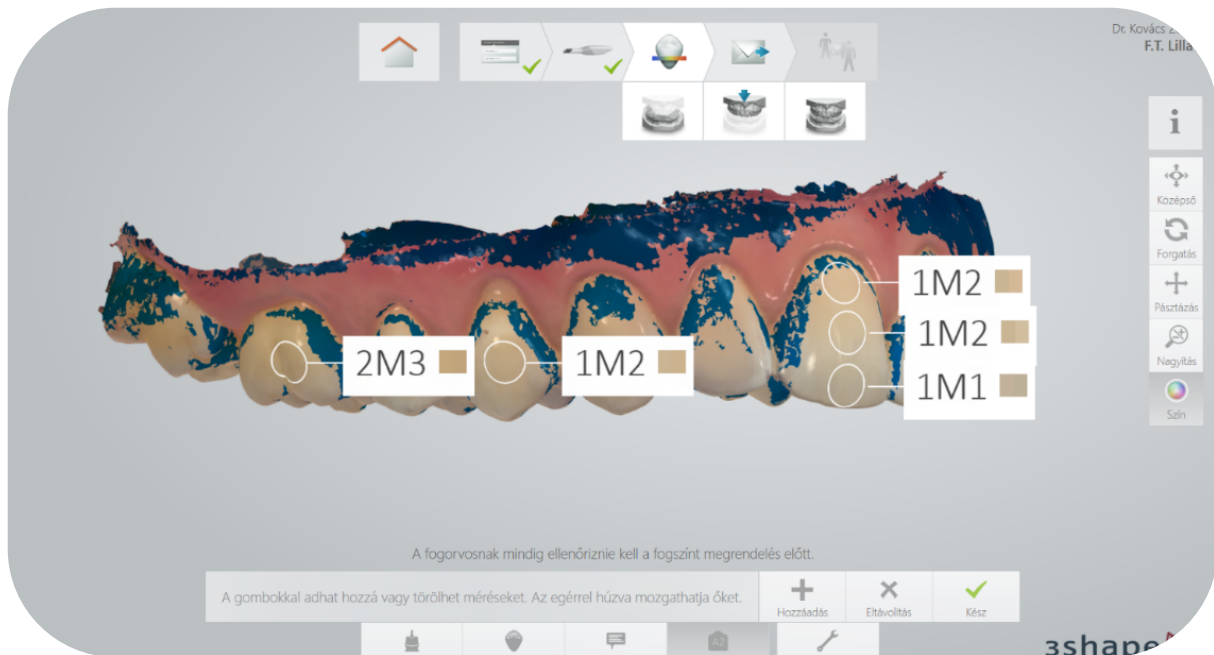
Az eLABor-aid vagy röviden eLAB eljárás során egy standardizált fénykép készül DSLR kamerával a fogról speciális szürke kártyával. A visszacsillanásokat polárszűrővel eltüntetve a .raw file képszerkesztő program segítségével kerül feldolgozásra, majd a korrigált képen az fogak $L^*a^*b^*$ színparaméterei mérhetőek. A mért értékek alapján a piacon elérhető ismert $L^*a^*b^*$ értékű kerámiából készülhet a fogpótlás. (Hein 2017, Sari 2018)



ELABOR -AID: A FOG SZÍNÉNEK LAB PARAMÉTEREI (HEIN 2017)

Intraorális szkennerek a fogszín meghatározásához

A digitális lenyomatvételre alkalmas intraorális szkennerek szintén rendelkezhetnek színmeghatározó funkcióval. A 3Shape Trios intraorális szkennerek nagy felbontású HD kamera, LED lámpák és a megfelelő szoftver segítségével a klasszikus Vita és a Vita 3D-master rendszer szerint jeleníti meg adott fogfelszín színértékét. (Gotfredsen 2015) A szín-modul segítségével a fogszín a szkennerek a digitális lenyomatvétel során automatikusan rögzíti, majd a rendelőben vagy laboratóriumban a kijelölt (nyak, test, él) pontokon a színértékek megjeleníthetők. (Brandt 2017)



FOGSZÍN-MEGHATÁROZÁS EREDMÉNYE VITA 3D -MASTER SZERINT MEGJELÉNÍTVE A 3SHAPE TRIOS INTRAORÁLIS SZKENNEREL KÉSZÍTETT FELSŐ FOGÍV VIRTUÁLIS MODELL KIJELÖLT PONTJAIN.

Digitális fotók, a színinformációk képi megjelenítéséhez

Az objektív színmérések a környezet befolyásoló hatásait, az emberi érzékelés szubjektívitasát figyelmen kívül hagyva a fog alapszínét precízen, objektíven megadják. Az alapszínen kívül azonban még a fogszínt befolyásoló további kiegészítő információkat át kell adni a fogfelszín szerkezetéről, anatómiai eltérésekről, egyéni jellegzetességekről a fogtechnikusnak. Az emberi szem érzékeli a foganyag illetve a fog felszínének azokat a jellegzetességeit, amelyek a fénytörést megváltoztatják. Ezek a hatások, amelyek a természetes fogakon a fény játékát okozzák nem mérhetőek. Ennek előnye, hogy a gép úgy tud alapszínt meghatározni, hogy az emberi érzékelést befolyásoló hatásokat figyelmen kívül hagyja. Ugyanakkor a gép nem helyettesítheti az emberi szem érzékelési képességét. Ilyen, a géppel nem mérhető, de az összbenyomást befolyásoló hatások az incizális él fehéres, kékes, szürkés, sárgás rajzolata, a hipokalcifikációs területek, a felszín matt vagy fénylő mivolta, a zománcrepedések, a transzparens-él, transzparens zónák, a mamelonok dentin rajzolata, a perikymata-zománc appozíciót jelző horizontális csíkolat vagy a translucencia . (Ahmad 2009)

A digitális fotók az effektek rögzítésére jól alkalmazhatók. Segítik a fogfelszín tulajdonságainak és a fog szintérékének rögzítését. A fogtechnikus számára nélkülözhetetlen segítség a fogszínkulccsal készített referencia fotó (Fondriest 2003). A kamera és a fény beállításainak, illetve a kép formátumának mindig konstansnak kell maradnia a következő szin-kommunikációhoz.

A referencia fotók készítésénél fontos, hogy a fogszínkulcs és a fogak azonos síkban legyenek, mert ha fogszínkulcs közelebb van a kamerához világosabbnak, ha távolabb sötétebbnek tűnik. (Mc Laren és Chang 2006) A választott világossági csoportba tartozó fogszínkulcs mellett hasznos ha a képen a szomszédos csoportba tartozó kulcsot is fotózzuk, hogy a fogtechnikus is össze tudja hasonlítani a világosságfokozatokat. A helyes világossági csoport kiválasztásában hasznos segítség a fekete-fehér kép. Különböző telítettségű értékű fogszínkulcsokkal készített fotók is segítenek a pontos színinformációk átadásában

Hasznos információkat hordoznak a vakura rögzíthető szűrővel készített reflektív keresztpolarizációs technikával készített képek. A polárszűrők eltűntetik a zavaró visszacsillanásokat, tükröződéseket, a felületi morfológiát és kiemelik a dentin színét, a translucenciát, segítenek elemezni a fog színét (Lazar 2019)



REFERENCIAFOTÓ SZOMSZÉDOS VILÁGOSSÁGI CSOPORTBA TARTOZÓ KULCSOKKAL.



A HELYES VILÁGOSSÁGI CSOPORT KIVÁLASZTÁSÁHOZ HASZNOS SEGÍTSÉG A FEKETE-FEHÉR KÉP.



KÜLÖNBÖZŐ TELÍTETTSÉGI ÉRTÉKŰ ÉS VILÁGOSSÁGI FOKOZATÚ FOGSZÍNKULCSOKKAL
KÉSZÍTETT FOTÓK SEGÍTENEK A PONTOS KIÉRTÉKELÉSBN



REFLEKTÍV KERESZTPOLARIZÁCIÓS TECHNIKÁVAL KÉSZÍTETT KÉP. A ZAVARÓ

VISSZACSILLANÁSOKAT POLÁRSZŰRŐVEL ELTŰNTETVE A FOG SZÍNE TÖKÉLETESEBBEN
KIÉRTÉKELHETŐ

A megfelelő színű fogpótlás legfontosabb jellemzője a megfelelő világosság, a világosságot a felszíni jellegzetességek nagyban befolyásolják. A felszín simaságától függően veri vissza a fényt. Sima felszínnek világosabb érzetet keltenek, míg a durva felszínnek a fényt különböző irányba szórva sötétebbnek tűnnek. A fog felszíni jellegzetességeinek reprodukciója éppen olyan fontos, mint a helyesen választott szín. A felszín élethű képének visszaadásához az egyoldali megvilágítással készített fotók hasznos információkat szolgáltatnak. Az egyedi jellegzetességek (halo jelenség, mamelonrajzolat, éli transzparencia) értékeléséhez kontraszterrel (sötét háttér) tanácsos a képet készíteni. (Bengel W, Devigus A 2006)



EGYOLDALI MEGVILÁGÍTÁSSAL KÉSZÍTETT DIGITÁLIS FOTÓ A FOG FELSZÍNI
JELLEGZETESSÉGEINEK KIÉRTÉKELÉSÉHEZ.



KONTRASZTERREL KÉSZÍTETT DIGITÁLIS FOTÓ AZ EGYÉNI JELLEGZETESSÉGEK ÉRTÉKELÉSÉHEZ.

6. Reprodukció

Megfelelő módszerek, eljárások kellene ahhoz, hogy egy fogat természetűen helyreállítsunk, a szomszédos fogakkal összhangot teremtsünk. A sikeres fogpótláshoz a felhasznált anyagok rövid és hosszútávú optikai tulajdonságainak ismerete is szükséges. Az elmúlt évtizedben az esztétikai fogászat anyagai számos változáson mentek át optikai tulajdonságok tekintetében. (Paravina 2010)

A modern anyagokkal szemben támasztott optikai követelmények:

1. kiváló szinkompatibilitás a természetes fogakkal

A szín kompatibilitás azt jelenti, hogy az A2 színjelölés gyártótól és anyagtól függetlenül A2 színnek megfelelő megjelenést biztosít. Sajnos a fogászatban használt azonos színűnek szánt anyagok szinkompatibilitása nagyon eltérhet.

2. jó színtabilitás a fogpótlás készítése közben, átadáskor és átadás után

A fogpótlások készítése során egyes anyagok színváltozáson mennek át. A színváltozás az égetésnek, fényreégetés hőmérsékletének és a fogászati kerámia kondenzációs technikájának tudható be. (Rosenstiel és mtsai 1989, Crispin és mtsai 1991, Evans és mtsai 1990) Bizonyos tényezők mint, az öregedés, elszíneződés, fehérités a már elkészült restaurációk színét változtathatják meg, míg más anyagok-mint pl. a kerámiák - átadás után nagyon jó színtabilitást mutatnak.

3. színelcsönhatások, amelyek a színelteréseket elleplezik, mint a beolvadás, rétegzés

A fogak és a fogászati anyagok közötti kölcsönhatások a rétegzési technikák és kaméleon effektus révén kívánatosak. (O'Brien és mtsai 1994) A beolvadás hatás (a fogászati zsargonban csak "kaméleon effektus"ként ismert) olyan színeltérés csökkenést jelöl, amely akkor következik be, ha az anyag a keményszövetek közé kerül, összehasonlítva azzal, ha a tömőanyagot és a fogszövetek színét izolálva külön vizsgáljuk. A beolvadás hatás nagy segítség a fogászatban: azok az anyagok, amelyek jól beolvadnak kompenzálják azt a színpontatlanságot, ami vagy emberi hibából vagy azért adódott mert az anyag fogszínkulcs készletében nem volt a természetes foggal teljesen azonos szín. (Paravina és mtsai 2006)

Fogszín -meghatározás protokoll

A helyesen alkalmazott színválasztási protokoll célja a kiszámítható esztétikai eredmény. A legjobb eredményt a különböző módszerek kombinációjával érhetjük el: alkalmazzuk a fogszínkulcsos vizuális színmeghatározást, a digitális eszközöket és a jó minőségű digitális fotókat együtt (McLaren és mtsai 2003, Chu és mtsai 2004, Paravina és mtsai 2005, Baltzer és Kaufmann –Jinoian 2005, Chu és mtsai 2010).

A fogszínválasztási protokoll lépései

- Színhelyes kezelési terv készítése
- Fogszín meghatározása és egyeztetése a pácienssel
- Kommunikáció a laboratóriummal
- Színinformáció értékelése a laborban
- Ellenőrzés

Színhelyes kezelési terv

A fogpótlások készítésénél az optimális esztétikai eredmény eléréséhez színhelyes kezelési tervre, a használni kívánt anyag és technológia pontos ismeretére, megfelelő indikációjára van szükség. A színhelyes kezelési terv felállításához a következő szempontokat javasolt figyelembe venni: (Chu és mtsai 2004)

- A fog nyak, test és élszínében lévő differenciák rögzítése az élethű reprodukció érdekében.
- A páciens fogának transzlucens vagy opak kategorizálása.

- A fogpótlás anyagának megválasztása az optimális esztétikai eredménynek megfelelően.

Fogszín meghatározás

A legjobb eredményt úgy érhetjük el ha a különböző módszereket együtt alkalmazzuk. A fogszínkulcsok, digitális mérőeszközök, referencia fotók együttes használata pontos, precíz színmeghatározást tesz lehetővé.

Kommunikáció

Általában nagyon kevés információt adunk a technikusnak: kicsit sötétebb, mint A3 és nagyon sokat várunk el. Pontos és részletes információk nélkül szinte lehetetlen azt várni, hogy a laboratórium a természetes fogakkal harmonizáló esztétikus fogpótlást készítsen. A színmeghatározás során gyűjtött információkat a laboratóriumba kell juttatnunk. A kommunikációs útvonalakat nagyban megkönnyíti, hogy a digitális mérések eredményei számítógépre menthetőek és a digitális fotókkal, referencia képekkel, kiegészítő információkkal, rajzos útmutatókkal együtt emailben könnyen továbbíthatók. (Chu és mtsai 2004)

Színinformáció értékelése a laborban

A laboratóriumnak a kapott színinformációt le kell fordítania. A referencia fotók értelmezik a választott fogszínkulcs színeket, a világosság és telítettség variációkat, a digitális szintérképek pontos leírást adnak a színek elhelyezkedéséről. A technikus a használt kerámiarendszer nyelvezésre fordítja le a kapott információt, olyan térképet készít, amin jelöli, hogy a színezéshez, karakterek és egyedi struktúrák kialakításához a speciális effekteket, belső festékeket, egyéni rétegzési technikát hogyan kell alkalmaznia. (Chu és mtsai 2004)

Ellenőrzés

A fogpótlás színének leellenőrzése a laboratóriumban történhet hagyományosan a fogszínkulccsal, vagy digitális eszközzel is vissza lehet mérni a színt. Ilyenkor külső festéssel még van mód színtkorrekcióra. (Chu és mtsai 2004)