

Aeroszol képződés és kontroll a fogorvosi rendelőben

az azonos című PhD tézis értekezései

Dr. Gheorghita Dorottya

Témavezető:

Dr. habil. Antal Márk Ph.D.



Szegedi Tudományegyetem

Konzerváló és Esztétikai Fogászati Tanszék

Fogorvostudományi Kar

Klinikai Orvostudományok Doktori Iskola

Szeged

2023

A tézis alapjául szolgáló publikációk

I. **Kun-Szabó F, Gheorghita D, Ajtai T, Hodovány S, Bozóki Z, Braunitzer G, Antal MÁ.** Aerosol generation and control in the dental operator: An in vitro spectrometric study of typical clinical setups. *PLoS One.* 2021 Feb 4;16(2):e0246543. doi: 10.1371/journal.pone.0246543. PMID: 33539439; PMCID: PMC7861533.

IF: 3.752 Q1

II. **Gheorghita D, Kun Szabó F, Ajtai T, Hodovány S, Bozóki Z, Braunitzer G, Antal MÁ.** Aerosol Reduction of 2 Dental Extraoral Scavenger Devices In Vitro. *Int Dent J.* 2022 Oct;72(5):691-697. doi:10.1016/j.identj. 2022.05.007. Epub 2022 Jun 2. PMID: 35810011; PMCID: PMC9159968.

IF:3.3 Q1

Bevezetés

Az aeroszol egy jól ismert közeg, melyben a vírusfertőzések terjedni tudnak. A COVID-19 járvány során a prevenció fontossága ugrásszerűen megnőtt. Ennek fényében az aeroszokra illetve annak az orvoslás különböző területein történő vizsgálatára nagyobb figyelmet fordítottak. A fogorvoslás, az aeroszol képződés tekintetében egy magas rizikófaktorú területnek számít: a legveszélyesebb beavatkozások során turbinát, vagy ultrahangos depurátort használnak. A világjárvány kitörése előtt, az aeroszol képződését gátló, annak mennyiségét csökkentő módszerekre alig fordítottak figyelmet. Megfelelő védelemmel (arc-száj maszkok, pajzsok) képesek vagyunk a fogorvosi csapat fertőzésveszélyét csökkenteni, ám az aeroszol képződés dinamikájának és koncentráció-eloszlásának ismerete elsődleges lenne a fröccsenés útján terjedő fertőzések megelőzésében a fogorvosi rendelőben.

A legfontosabb célunk, hogy a páciensek ne fertőződhessenek meg a rendelőben légi úton terjedő vírusokkal, baktériumokkal. Miután erősebb extraorális

elszívó rendszerek jelentek meg a piacon, melyek hatékonyságáról még nem voltak pontosabb adatok elérhetők, nyilvánvalóvá vált, hogy ezen a területen kell kutatásokat végeznünk.

Kitűzött célok

A kutatásunk két, egymásra épülő részből tevődik össze, melynek célja, hogy megismerjük a fogorvosi kezelések során képződő aeroszol terjedését illetve, hogy két különböző külső elszívó rendszer hatékonyságát vizsgáljuk.

1) Az első in vitro kutatásban egy fogorvosi kezelést modellezve vizsgáltuk az aeroszol képződést, illetve annak kontrollálási lehetőségeit klinikailag releváns módszerekkel. A beállításokat a kézidarab (turbina vízhűtéssel és ultrahangos depurátor vízhűtéssel) és az alkalmazott aeroszol elszívó rendszer (hagyományos exhaustor illetve a pandémia alatt fejlesztett aeroszol exhaustor) típusa határozta meg. A turbinát és a depurátort eltérő módon használjuk: a depurátor hegyét elhagyó porlasztott víz sosem kerül közvetlenül a

levegőbe, míg a turbinából érkező vízhűtés a kezelés során változó tengelyállások és pozíciók miatt közvetve és közvetlenül is a levegőbe tud jutni.

A rendelő levegőjébe jutott aeroszol csökkentésének egy másik lehetősége a szellőztetés. Ennek hatását is vizsgáltuk az általunk modellezett viszonyok között.

Hipotézis: az aeroszol koncentráció kialakításában mind a kézidarab/vízhűtés irányának, mind az elszívó rendszer típusának meghatározó szerepe van

Hipotézis: egy átlagos, bármelyik rendelőben kivitelezhető szellőztetés elég lenne ahhoz, hogy az aeroszol koncentrációt, egy klinikai szempontból praktikusán meghatározott idő alatt, jelentősen csökkenteni tudjuk a két kezelés között.

2) Az első vizsgálatot folytatva, a második kutatás 2 eltérő külső elszívó rendszer (EOS) aeroszol csökkentő hatékonyságát hasonlítja össze. A vizsgálat során csak olyan beállítással dolgozunk, amikor a turbinából a vízhűtés közvetlenül a rendelő légkörébe jut.

Hipotézis: mindkét EOS rendszer szignifikánsan csökkenteni fogja a levegőbe jutó aeroszol mennyiségét.

Anyag és módszer

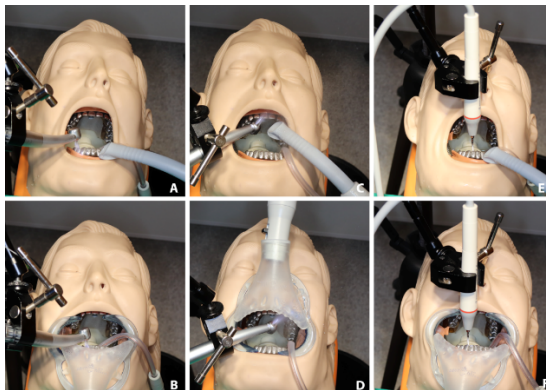
1) Az aeroszol képződést az adott eszköz (turbina vízhűtéssel vagy ultrahangos depurátor vízhűtéssel) és az elszívó rendszer (exhausztor vagy aeroszol exhausztor-AE) által meghatározott modellben vizsgáltuk. A kezelés utáni szellőztetés eredményességét szintén minden beállításnál megvizsgáltuk. A kísérleti modellt egy átlagos fogorvosi rendelőben hoztuk létre (4,15 m x 2,6 m), melynek egy ablaka és egy ajtaja volt.

A páciens pozícióját fekvő helyzetben szimuláltuk. A turbinát és a depurátort egy tartószerkezethez rögzítettük. Az exhausztor illetve az AE ugyan ehhez a fogorvosi egységkészülékhez volt csatlakoztatva. A méréseket a Scanning Mobility Particle Sizer (SMPS-3938) spektrométerrel végeztük (TSI, Minnesota, USA), melynek a mérőfejét 20 cm-rel a bábú feje felett rögzítettük.

A méréseket a rendelő intenzív szellőztetése és 12 órán át tartó légtisztítása előzte meg. Ezt egy alapértékeket rögzítő mérés követte, a különböző beállításoknak megfelelően. A levegő aeroszol koncentrációjának

csökkentését igyekeztünk minden mérés után alapos szellőztetéssel elérni.

A következő beállításokat vizsgáltuk: a) turbina, direkt spray, exhausztor (DS-HVE); b) turbina, indirekt spray, exhausztor (IS-HVE); c) turbina, direkt spray, aeroszol exhausztor (DS-AE); d) turbina, indirekt spray, aeroszol exhausztor (IS-AE); e) ultrahangos depurátor, exhausztor (US-HVE); f) ultrahangos depurátor, aeroszol exhausztor (US-AE).



Minden egyes beállításnál 3 mérést végeztünk. 1 mérés 326 mp-ig tartott, és minden 3 mérést követően szellőztettünk. A szellőztetés során mértük az aeroszol mennyiségének csökkenését, míg az ablak és az ajtó is

nyitva volt, illetve egy ventilátorral az ablak felé irányítottuk a légáramlást. A statisztikai analízishez mindhárom mért adatot felhasználtuk.

2) A két EOS összehasonlítása során ugyanazt a rendelői modellt vettük alapul, mint az első vizsgálat során. A méréseket az Engine Exhaust Particle Sizer (EEPS-3090) spektrométerrel (TSI, Minnesota, USA) végeztük.

Az 1. számú kísérlet során (NO EOS), nem használtunk EOS rendszert a korábban említett turbina pozíció használatakor. A 2. számú vizsgálatnál a Dental Aerosol System-et (EOS A), illetve az Eighteeth VacStationt (EOS B) használtuk. Mind a 4 modellenél 3-3 mérési ciklust rögzítettünk. Minden ciklus 5 percig tartott – melynek során 10 konszekutív felvételt készítettünk (30 mp-es gyakorisággal). Az aeroszol koncentrációját minden mérés után szellőztetéssel csökkentettük.

Statisztikai vizsgálat

A statisztikai elemzésekhez az SPSS (IBM, USA) 23.0 és 26.0 szoftvereket használtuk. A statisztikai próbák teljes körű leírásától ezen a helyen terjedelmi okokból eltekintünk, azonban ezeket a leírásokat az érdeklődő olvasó a disszertációban és a disszertáció alapjául szolgáló közleményekben is teljes terjedelemben megtalálja

Eredmények

1) Az aeroszol kontroll tekintetében, a legjobban kontrollálható szituációk az US-AE és az US-HVE modellek voltak, melyeket az IS-HVE, IS-AE, DS-AE és a DS-HVE követtek- ez utóbbi esetén volt a legkevésbé hatásos az elszívás. Ezek alapján úgy gondoljuk, hogy a használt eszköz/vízhűtés iránya (DS/IS/US) elsődleges jelentőséggel bír az aeroszol kontrollálását illetően. Az aeroszol kontroll önmagában egyik paraméter esetében sem okozott szignifikáns eltérést.

2) A fogászati kézidarab típusa és a vízpermet iránya szerint meghatározott csoportokon belüli összehasonlítás

során az aeroszol szabályozást illetően az derült ki, hogy az elszívó rendszernek csak a nagysebességű turbinával végzett közvetett permetezésnél volt jelentős hatása, és ebben az esetben a HVE volt a hatékonyabb módszer.

3) Az aeroszol koncentráció változásának dinamikája a szellőztetés során határozott csökkenést mutatott 5 és 10 perc között minden kísérleti modellnél, kivéve a DS-HVE beállítást. 15 perc után a TNC érték a kiindulási értékhez közeli volt (kivéve a DS-HVE csoportot).

4) A kritikus 60.4-392.4 TNC mérettartományban, az EOS A és EOS B hasonló eredményt adott, mely a NO EOS-hoz képest szignifikáns aeroszol redukciót tudott létrehozni.

Megbeszélés

Kutatásunk célja az aeroszol részecskék koncentrációjának vizsgálata volt, melyek a két leggyakrabban használt vízűtéssel működő fogászati eszköz használata során keletkeznek, illetve hogy mennyire hatásosan tudjuk ennek az aeroszolnak a képződését meggátolni a két ismert elszívó rendszer

segítségével. Erre irányuló kvantitatív vizsgálatot korábban nem végzett senki, a tudományos dokumentáltság igen hiányos a témában. Ahhoz, hogy a kapott adatokat helyesen értelmezhesük, értenünk kell, hogy a való életben a vízűtés soha nem csak és kizárólag befelé vagy kifelé mutat, hiszen az eszközt folyamatosan mozgatjuk, esetenként egy pillanatra meg is szakítjuk a működését. Azt feltételeztük, hogy mind az eszköz/annak használati módja és az elszívó rendszer típusa jelentős hatással bír az aeroszol koncentrációját illetően.

A fogászati eszköz típusa illetve használati módja valóban kulcsfontosságú az aeroszol képződést tekintve. A depurátor termelte a legkevesebb aeroszolt, ezt a turbina követte indirekt spray, majd direkt spray beállítással. Ugyanakkor, egyes korábbi kutatások pont a depurátor vízűtését találták a legproblémásabbnak, mely ellentmond a mi eredményeinknek.

Az általunk használt elszívó rendszerek nem mutattak szignifikáns eltérést egyik beállításnál sem, kivéve a turbina indirekt spray pozíciójánál – itt az exhausztorral történő elszívás volt a legeredményesebb.

A kezelések közötti szellőztetésekre vonatkozóan azt feltételeztük, hogy a hagyományos szellőztetés is elég lenne ahhoz, hogy az aeroszol mennyiségét lecsökkentsük annyira, hogy az a biztonságos tartományban legyen. Ezt pedig egy, a berendelési rutinba jól beilleszthető időtartam alatt is el tudnánk érni. Az eredmények alapján, a kívánt csökkenést minden klinikai szituációban létre tudtuk hozni – kivéve a turbina direkt spray csoportnál. A mért adatok alapján minimum 15 perces szellőztetési periódus beiktatása javasolt a kezelések között. Egyéb kiegészítő szellőztetési, légtisztítási technikák (pl. beépített szellőztetés) alkalmazásával vélhetően rövidebb szellőztetési intervallum is elegendő lehet.

A pandémia hatására hirtelen megjelentek és egyre elterjedtebbé váltak nagyteljesítményű külső elszívó rendszerek (EOS). A különböző gyártók termékeinek hatékonyságát soha nem hasonlították össze, mindössze arról van adat, hogy elszívó teljesítményük jobb a hagyományos exhausztorokénál. Míg bizonyos kutatások szerint a használatuk nem szükséges a megfelelő aeroszol szint fenntartásához, az irodalmi adatok alapján abban mindenki egyet ért, hogy hatásosak, és növelik a rendelő

biztonságosságát. A saját eredményeink alapján, kijelenthetjük, hogy a különböző készülékeknek eltér az aeroszol elszívó képessége, illetve a szemcseméret tartomány is, amelyben a leghatékonyabbak. Méréseink szerint a TNC a 60,4-392,4 nm-es tartományban mindkét EOS csoportban (EOS A és EOS B) a kiindulási koncentráció kétszerese, míg az EOS készülék használata nélkül 6 szoros értéket mutatott. Ezen eredményeket alátámasztja a Nulty és munkatársai által végzett kutatás eredménye is. Szerintük a külső elszívó rendszer hatékonyan tudja csökkenteni a SARS-CoV-2 fertőzés rizikóját klinikai viszonyok között. Mindazonáltal nincs egységes álláspont arról sem, hogy az elszívó rendszert hova helyezzük, vagy milyen távolságban legyen a munkaterülettől fogászati beavatkozások alatt. Ezen paramétereket mindenképpen célszerű lenne további vizsgálatokkal meghatározni.

Következtetés és Új eredmények

A tézisben igyekeztünk az aeroszol témakörében jobban elmélyülni, hiszen a pandémia alatt igencsak előtérbe került. A fogorvosi rendelő egy kiemelten

fertőzésveszélyes terület, ha a légúton történő fertőzéseket vesszük figyelembe. A kutatásunk alapján kijelenthetjük, hogy mind a fogászati kézidarab típusa, mind annak használati módja kulcsfontosságú az aeroszolképződés tekintetében. Az ultrahangos depurátor generálja a legkevesebb aeroszolt, melyet a turbina követ az indirekt irányú vízhűtéssel, és a legrosszabb eredményt a turbina direkt irányú vízhűtésénél kaptuk. Vizsgálataink alapján azonban az aeroszol elszívó rendszer típusának nincs szignifikáns hatása. A legtöbb modellnél az exhausztor volt az, ami a leghatékonyabb elszívást biztosította. A leggyakoribb kezelési szituációkat követően már 10 perc szellőztetéssel a biztonságos szintig le lehet csökkenteni az aeroszol koncentrációját a rendelőben (ha a nyitott ablak és ajtó mellett egy közönséges ventilátort is használunk). Amennyiben a kezelés során kifejezetten sok aeroszol képződik vagy jut direkt a levegőbe, 15 perces szellőztetést javasolnánk. Különböző beépített elszívó rendszerek ezt az idő intervallumot esetleg lerövidíthetik. EOS készülékek használatával jelentősebb koncentrációcsökkenést érhetünk el, mind az aeroszol kiterjedést illetően, mind a szemcseméreték terén – mintha

nem használnánk EOS rendszert. Az eredményeink alátámasztják azt a feltételezést, miszerint az EOS rendszerek használatával csökken az aeroszol mennyisége a fogászati rendelőkben, ily módon növelhetjük a biztonságot és csökkenthetjük a fertőzőbetegségek terjedésének kockázatát.

Köszönetnyilvánítás

Elsőként, témavezetőmnek, Dr. Antal Márknak szeretném megköszönni az évek során nyújtott segítségét, támogatását és szakmai irányítását. Az aeroszolt vizsgálni a pandémia idején különösen sok odafigyelést és munkát igényelt.

Köszönettel tartozom Dr. Braunitzer Gábornak a statisztikai számítások és nyelvi korrekciók terén nyújtott segítségéért.

Kutató társaim nélkül, akik más tudományterületek ismeretével segítették vizsgálatainkat, nem jöhetett volna létre munkásságunk. Köszönöm a Szegedi Tudományegyetem Optikai és Kvantumelektronikai

Tanszék munkatársainak segítségét, ötleteit és fáradtságos munkájukat.

Hálás köszönettel tartozom Dr. Nagy Eszternek a nyelvi szerkesztésért és fordítási segítségéért, tanácsaiért.

A családom és közeli barátaim belém vetett hite és támogatása nélkül ez a disszertáció sosem készült volna el.