

Gradu Amaierako Lana
Odontologiako Gradua

CAD/CAM BIDEZ EGINDAKO INPLANTEEN GAINEKO PROTESIEN DOIKETAREN BALORAZIOA

Egilea:

Aiora Segurola Errondosoro

Zuzendaria:

Miren Agurne Uribarri Echevarria

Zuzendariordea:

Eneritz Bilbao Uriarte

AURKIBIDEA

1. SARRERA	1
1.1 CAD/CAM teknologia	1
1.2 CAD/CAM-aren fluxu digitalaren pausuak	2
1.3 Aho-kanpoko eskanerrak	4
1.4 Doiketa pasiboa	8
1.5 CAD/CAM prozedurako akatsak eta honen ondorio klinikoa (“gap”)	9
1.6 Protesi eta pilarearen arteko hutsunearen ebaluazioa	9
1.7 Doiketa pasiboa ez izatean eman daitezkeen konplikazioak	12
2. HELBURUAK	13
3. MATERIAL ETA METODOAK	14
3.1. Igeltsuzko ereduak	14
3.2 Eskaneatze prozedura	15
3.3 Inplante gaineko estrukturaren fabrikazioa	19
3.4 Hutsunearen neurketa	21
3.5 Analisi estatistikoak	24
4. EMAITZAK	25
4.1 Eskaner optikoaren zehaztasuna	25
4.2 Supraestruktura eta pilarearen arteko hutsunea	26
4.3 Eskaneatze akatsaren eta supraestruktura eta pilarearen arteko hutsunearen konparaketa	32
5. EZTABAIDA	33
6. ONDORIOAK	39
7. BIBLIOGRAFIA	40

0. LABURPENA

0.1 SARRERA

CAD/CAM teknologia inplanteen gaineko protesia fabrikatzeko tresna baliagarria bada ere, bere elaborazio prozesuan akatsak eman daitezke. Akats hauen ondorio klinikoak suprastruktura eta pilare/inplantearen arteko doiketa ezegokia da. Protesiaren doikuntza falta honek etorkizun batean konplikazio biologiko zein mekanikoak eragin ditzake.

0.2 HELBURUAK

- 3Shape aho-kanpoko eskaner optikoaren zehaztasuna aztertu.
- Suprastruktura eta pilareen arteko doiketa ezegokiaren kuantifikazioa egin mikroskopio optikoaren bidez.
- Eskanerraren akatsak eta pilareen arteko hutsunea inplante kopuru, inplanteen arteko distantzia eta inplanteen arteko paralelismo aldagaiekin aztertu.

0.3 MATERIAL ETA METODOAK

5 igeltsuzko eredu ditugu inplante-erreplika bertan kokatuta. Erreplika hauek 3Shape eskaner optikoaren bidez eskaneatu eta honek eman ditzakeen akatsak ezagutzeko, CMM izeneko zehaztasun handiko eskanerrarekin lortutako emaitzekin alderatu dugu.

Suprastruktura eta pilarearen arteko hutsunea, mikroskopioaren bidez, bi neurketa metodologia erabiliz egin da: “*The one screw test*” (hortz-arkuko azken pilarea bakarrik estutu da torlojuarekin) eta “*Final fit*” (pilare guztiak estututa).

Bai eskaner akatsaren eta baita hutsunearen neurriak inplante kopuruarekin, inplanteen arteko distantziarekin eta paralelismoarekin erlazioa duten aztertu dugu.

0.4 EMAITZAK

Eskaner optikoaren zehaztasunaren azterketan, ardatz bertikalean 3µm-ko akatsa izan du, ardatz horizontalean 45µm-koa eta inklinazio akatsa 0,32°-koa. Bestalde,

eskanearen angulazio akatsa eta inplante kopuruaren artean esangurarako tendentzia dago ($p=0,061$).

Masail eta mihi aldeko hutsune bertikalaren batez bestekoari dagokionez, “*Final fit*”-ean $58\mu\text{m}$ -koa izan dugu eta “*The one screw test*”-ean $85\mu\text{m}$ -koa. Hutsunearen neurriaren eta inplante kopuruaren artean erlazioa esanguratsua bada ere, hutsunearen eta inplanteen arteko distantziaren artean “*The one screw test*”-ean bakarrik dago tendentziarako esangura eta “*gap*”-a eta inplanteen arteko paralelismoaren artean erlazorik ez dagoela ondorioztatu dugu.

Azkenik, eskaneatze akatsa eta supraestruktura eta pilarearen arteko hutsunearen arteko erlazioa ez dela esanguratsua ikusi dugu.

0.5 ONDORIOAK

- Eskaner optikoaren zehaztasuna ardatz bertikalean handiagoa da ardatz horizontalean baino.
- Gero eta inplante kopuru handiagoa orduan eta eskanerraren angulazio akatsa handiagoa.
- Hutsune bertikalari dagokionez, “*The one screw test*”-ean handiagoak dira “*Final fit*”-ean baino.
- Gero eta inplante kopuru handiagoa eta distantzia handiagoa, orduan eta hutsune handiagoa .
- Inplanteen paralelismoaren eta hutsunearen artean ez dago erlazorik.
- Eskaneatze akatsa eta hutsunearen arteko erlazioa ez da esanguratsua.

1. SARRERA

Azken urteotan, hortzen ordezeko moduan erabiltzen diren inplanteak, hortz-gabe partzialetan eta guztiz hortz-gabeko pazienteetan, aho-errehabilitaziorako ezinbesteko tresna bilakatu dira (Mericske-Stern et al., 2000; Branemark et al., 1997; Adell et al., 1981). Ikerketa batetik bestera inplanteen arrakastaren batez bestekoa aldatzen bada ere, %80 eta %96,5 artean aurkitzen da (Smeets R. et al., 2014; Simonis P. et al., 2010).

Inplanteen gainean eutsitako protesiak bi modutara egin daitezke: modu konbentzionalan eta CAD/CAM teknologiaren bidez. Gaur egun indarrean dagoen CAD/CAM sistemarekin, modu konbentzionalarekin alderatuz, zenbait pausu ekiditen dira (argizaritzea, burdinurtzea eta leunketa), aldi berean pausu hauetan ematen diren akatsak saihestuz. Honela, CAD/CAM teknologiarekin suprastrukturen doiketa hobea lortuko dugu (Katsoulis et al., 2012; Sierraalta et al., 2012). Hala ere, ez dugu ahaztu behar, nahiz eta CAD/CAM teknologiarekin eskuz burutzen diren pausu batzuk ezabatu, protesiaren fabrikazio prozesuan beste pausu batzuk barneratzen direla (ereduen eskaneatzea, diseinua eta fresaketa), hauetan ere akatsak emanaz.

Hortaz, CAD/CAM-arekin suprastrukturen fabrikazio prozesua sinplifikatu eta lan-denbora murrizten da. Hala ere, literaturan oso lan gutxi argitaratu dira modu honetan burututako suprastruktura eta pilarearen arteko doiketa aztertzen dutenak (Monteiro de Araújo et al., 2015) eta hau ikertu beharreko gai bat da; izan ere, Yannikakis et al., 2013-en arabera, doiketa egoki bat izatea inplanteen gaineko protesiaren biziraupen luzerako faktore garrantzitsuenetako bat da.

1.1 CAD/CAM TEKNOLOGIA

CAD/CAM hizkiak ingelesez “*Computer aid design/computer aid manufacturing*” esan nahi du, hau da, ordenagailuaren bidez prestatutako diseinua eta fabrikazioa. 1971. urtean, Dr. François Duret izan zen odontologia arloan CAD/CAM teknologia erabili zuen lehena (Duret et al., 1991).

Ordutik, sistema honek eboluzionatzen jarraitu du eta teknologia honekin lortutako protesiak ezaugarri paregabeak lortu dituzte, bai doiketetan eta baita ezaugarri mekaniko eta estetikoetan ere (Kapos et al., 2009).

Gaur egun, fresaketa makinak mota guztietako materialekin egiten dute lan: titanioa, kromo-kobaltoa, alumina, zirkonia, erretxina, etab. (Fasbinder DJ, 2012).

Bestalde, CAD/CAM teknologia protesi mugikor (Donovan et al., 2017; Williams et al. 2006) zein finkoak egiteko erabiltzen da, azken honen barnean hortz eta inplante gaineko protesiak ditugarik (Goodacre et al., 2012).

Errestaurazioen elaborazioaz gain, CAD/CAM-ak baditu beste aplikazio batzuk ere. Pazientearekin dugun komunikaziorako, diagnostikorako, tratamendu planerako eta kirurgia gidaturako tresna baliagarria da (Giordano et al., 2012; Noh et al., 2011).

1.2. CAD/CAM-AREN FLUXU DIGITALAREN PAUSUAK

Inplanteen gaineko protesien fabrikazioa klinikako eta laborategiko prozeduren multzoa da. Lehenik eta behin, era konbentzionalan, klinikako inprimakiak hartuko ditugu. Laborategian, inprimaki hauek igeltsuarekin hustu eta honela, laneko behin betiko ereduak lortuko ditugu. Bestela inprimaki digitalak hartu daitezke eta sortutako artxiboa zuzenean laborategira bidali. CAD/CAM teknologiaz baliatuz, inplante gaineko protesien elaborazio prozesua hasiko dugu. Azken protesia lortzeko, zenbait pausu jarraitu beharko ditugu: ereduaren digitalizazioa, protesien diseinua eta egituren elaborazioa. Pausu hauek guztiak “Fluxu digitala” izeneko prozedura osatzen dute. (Giménez et al., 2013).

1.2.1 Ereduen digitalizazioa

Ereduen eskaneatzearen bidez, objektu baten gainazalaren informazioa jaso eta honen eredu digital tridimentsional bat eraikiko dugu. Eskanerra objektutik pasatzean, “puntuaren hodeia” deritzona sortuko da. Puntu hauek kartesiar koordinatuetan posizio jakin bat izango dute eta eskaneatu nahi den objektuaren gainazala irudikatzen dute. Normalean, objektua behin bakarrik eskaneatuta ez da gainazalaren informazio osoa lortzen. Hortaz, behin eta berriz digitalizatu beharko dugu ereduak. Ondoren, erreferentziako koordinatu sistema berean, eskaneatze guzti hauek fusionatu beharko dira (Gonzalez de Villaumbrosia et al., 2014).

Inplanteetan eutsitako protesia fabrikatzeko, lehenik eta behin, igeltsuzko ereduan inplante erreplikak duen posizioa eta norabidea ezagutu behar da. Honetarako, inplante errepliketan eskaneatze gorputzak kokatzen dira; izan ere, behin eredia eskaneatzean, eskaner software-ak eskaneatze gorputz hauek ezagutu eta honen kartesiar koordinatuak kalkulatu dituzte. Ondorioz, inplante bakoitzaren kokalekuaren berri izango dugu (Fluegge et al., 2015; Holst et al., 2012,).

1.2.2 Protesien diseinua

Behin igeltsuzko eredia eskaneatu eta irudi digital tridimentsionala lortu dugula, hurrengo pausua, ordenagailu bidezko protesien diseinua (CAD) egitea izango da. CAD sistemak berak, sortu nahi dugun protesien diseinuaren informazioa duen artxibo informatiko bat sortuko du. Azken hau erreferentziatuz hartuz, protesien fabrikazioa burutuko da (Freedman et al., 2007).

1.2.3 Egituren elaborazioa

Ordenagailu bidezko fabrikazioari CAM deritza. Protesia fabrikatzeko sistema informatiko batek kontrolatzen duen makina bat erabiltzen da. Tresna honen bitartez, protesien elaborazio azkarra eta zehatza lortuko dugu (Gonzalez de Villaumbrosia et al. 2014).

Bestalde, suprastrukturak burutzeko bi teknika ezberdin daude: mekanizatua eta sinterizatua. Lehenengo teknikan materiala eliminatuz lortzen dira suprastrukturak. Honetarako, protesiak egiteko erabiltzen diren materialen bloke ezberdinak ditugu (kromo-kobaltoa, zirkonioa eta erretxina). Protesien diseinuaren informazioa duen makina batek, material-bloke honetatik, fresa baten bidez, materiala kentzen joango da. Ondorioz, guk aurrez diseinatu dugun protesien itxura duen suprastruktura eratuko dugu. Sinterizazio teknika, ordea, mekanizatuaren kontrakoa da. Prozedura honetan, suprastruktura materialen gehitzearen bidez lortzen da. Sinterizatuaren barnean hiru mota daude: urrutako materialaren gehitzea, material granulatuen gehitzea eta fotopolimerizazio bidezko gehikuntza (Serrat et al., 2017).

1.3 AHO-KANPOKO ESKANERRAK

Odontologia arloan, bi eskaner mota bereizten dira. Alde batetik, aho-barneko eskanerra dugu, non pazientearen ahoa zuzenean eskaneatzen den. Bestetik, ordea, aho-kanpokoa dugu. Kasu honetan, pazientearen ahoaren erreplika den igeltsuzko eredu eskaneatzen da (Gonzalez de Villaumbrosia *et al.* 2014).

Bestalde, aho-kanpoko eskanerraren barruan mota ezberdinak aurki ditzakegu: optikoak eta mekanikoak (Persson *et al.* 2006).

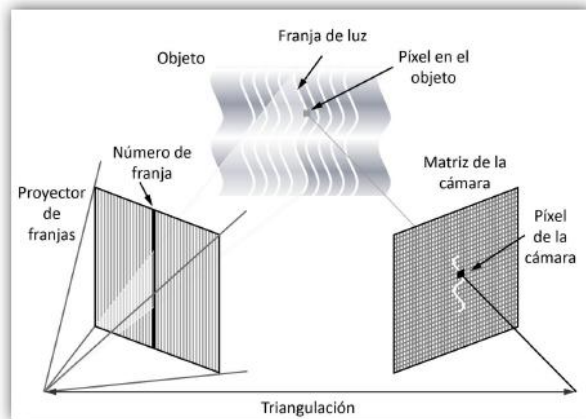
1.3.1 Eskaner optikoa

Kontakturik gabeko eskanerra da, hau da, ereduaren neurketak egiteko eskanerraren eta aztertu beharreko objektuaren artean ez dago kontakturik. Neurketa hauek erradiazio elektromagnetikoren baten bidez burutzen dira, normalean argia erabiltzen dute. Kontaktuzko eskanerrek alderatuta, eskaner optikoak azkarragoak izateaz gain, ez dute eskaneatutako gainazalen ezaugarri fisikoengan eraginik; izan ere, gainazalarekin kontaktatzen duen bakarra argia da. Gainazal zeharrargi, distiratsu eta ilunek, ordea, eskanerrak igorritako argiarengan eragina dute eta aztertu beharreko gainazalen datuak lortzea oztopatzen du. Ondorioz, neurketen zehaztasuna gal daiteke (Galhano *et al.*, 2012).

Era berean, bi motetako eskaner optikoak daude: argi estrukturatudun eskanerrak eta laser argikoak (Persson *et al.* 2006).

1.3.1.1 Argi estrukturatudun eskanerrak

Eskaner optiko mota hauek argia erabiltzen dute erradiazio iturri modura. Argi hau gainazal tridimentsional baten gainean proiektatzean, argiztapen lerroa distortsionatua agertuko da. Informazio hau eskaneatutako ereduaren gainazala hiru dimentsioetan berreraikitze erabiliko da (Gonzalez de Villaumbrosia *et al.* 2014). (**Irudia 1**)



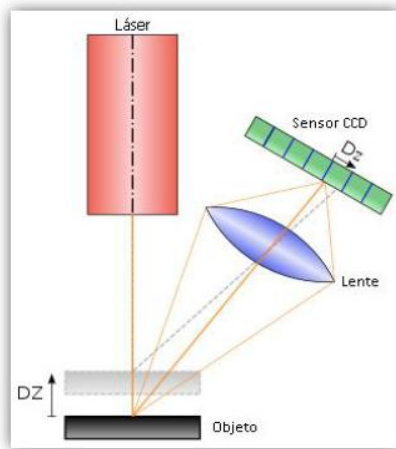
Irudia 1: argi estrukturatua duten eskanerren ekintza mekanismoa

Eskaner mota hauek, laser argikoekin alderatuz, zehatzaokak dira; izan ere, argiztapen lerro mordoa proiektatzen ditu objektuaren gainazalean angeluzio ezberdinetan. Laser argiko eskanerrek, berriz, argiztapen lerro bakarra proiektatzen dute.

1.3.1.2 Laser argiko eskanerrak

Eskaner optiko mota honek, objektuaren gainazalean argiztapen lerro bakarra proiektatuz eta triangulazio izeneko kalkulu matematiko baten bidez, objektua zein alturara kokatzen den ezagutu dezake. Eskanerraren sentsoreak, proiektatuko argia jaso eta objektuaren itxura tridimentsionala digitalki lortuko dugu (Gonzalez de Villaumbrosia et al. 2014). **(Irudia 2)**

Eskaner hauek, argi estrukturatudun eskanerrek baino argi-erreflexu gutxiago sortzen dute gainazalean. Argi-erreflexu hauek eskaneatze metodoan kaltegarritzat hartzen dira (Rudolph H et al., 2007; Rudolph H et al., 2002).



Irudia 2: Laser argiko eskaneerren ekintza mekanismoa

Odontologia arloan, laser argidun eskaneerrik erabiliena 3Shape da (Copenhague, Danimarka). Eskaner honek igeltsuzko ereduaren hiru ardatzetako mugimenduak ahalbidetzen ditu, hau da, igeltsuzko ereduaren errotazio eta translazio mugimenduak burutu ahal izango ditu. Honela, 350°-ko esfera bat eskaneatzeko ahalmena du. Gailu honen fabrikatzaileak, bere zehaztasuna 20µm-koa dela ziurtatzen du (Serrat et al., 2017). **(Irudia 3)**



Irudia 3: 3Shape eskanerra eta bere ekintza mekanismoa

Gainera, sistema irekia da, hau da, eskaneatzean lortutako STL artxiboak enkriptatu gabekoak dira. Modu honetara, eskaneatze ondorengo protesiaren diseinua eta

mekanizatua 3Shape ez den edozein aparaturekin egin daiteke. (Gonzalez de Villaumbrosia *et al.* 2014).

Gure lanean, eskaner optiko mota hau erabili dugu.

1.3.2 Eskaner mekanikoak

Kontaktuzko eskanerrak dira, hau da, tresnak duen zunda batek eskaneatu nahi den gainazalarekin kontaktatuko du puntuz puntu (Gonzalez de Villaumbrosia *et al.* 2014).

Aztertu nahi den objektuaren ezaugarri optikoez eskaner honetan eragina ez duten bezala, gainazalaren ezaugarri fisikoez bai. Esaterako, silikona bezalako objektu malgu bat zundarekin neurtzean, material honen itxura aldaketa eman daiteke eta ondorioz, irudi digital ezegokia lortuko dugu (Quaas *et al.*, 2007).

Gainera, objektu guztia eskaneatzeko, zundak puntuz puntu kontaktatu beharko du gainazalarekin. Hortaz, eskaner hauek motelak dira (Gonzalez de Villaumbrosia *et al.* 2014).

Eskaner mekanikorik erabiliena ondoren azalduko den Koordenatu bidezko neurketa makina (CMM) da.

1.3.2.1 Koordenatu bidezko neurketa makina (CMM)

Tresna hauek beso robotiko bat dute eta honen beheko muturrean, aurrez aipatutako zunda aurkitzen da. Behin eskaneatu behar den eredu behar bezala kokatzean, zunda honek gainazalarekin kontaktatuko du. Honela, momentu horretan beso robotikoak espazioan duen kokapena erregistratuko dugu, mikretan (Giménez *et al.*, 2013).

CMM-aren ezaugarriarik esanguratsuena duen zehaztasun maila da, 1-2 μ m artekoa. Honek duen zehaztasun maila kontuan izanda, tresna honekin lortutako datuak erreferentziatzen hartuko ditugu eta ondoren, eredu eskaneatu ondoren CAD diseinuan lortutako ereduaren neurriekin alderatzen dira. (Serrat *et al.*, 2017).

Gure lanean, eskaneatze optikoaren zehaztasuna kuantifikatzeko, CMM-a tresna hau erabili dugu. **(Irudia 4)**



Irudia 4: Koordenatu bidezko neurketa makina

1.4 DOIKETA PASIBOA

Doiketa pasiboa suprastruktura eta inplante edo pilarearen gainazalaren artean tentsiorik sortzen ez duen aldibereko kontaktua da. Pasibotasuna, hortaz, suprastruktura inplante/pilarearen gainean kokatzean, hezur eta inplantearen interfasearen artean sor daitekeen estresa ekidin eta osteointegrazioa mantentzeko kontuan hartu beharreko parametroa da (Monteiro de Araújo et al., 2015).

Literaturan ez dago garbi zein doiketa maila den onargarria arazo mekaniko eta biologikoak ekiditeko. Bränemark izan zen lehena doiketa pasiboa definitzen eta suprastruktura-inplante arteko $10\mu\text{m}$ -ko hutsunea onargarritzat hartu zuen. Klineberg eta Murray-ek (1985), aldiz, suprastruktura-pilare interfasearen %10 baino gehiagoko zirkunferentzian $30\mu\text{m}$ baino gehiagoko hutsunea egoteak ez zuen onargarria kontsideratzen. Jemt eta Book, 1996 eta Jemt T., 1991-en arabera, $150\mu\text{m}$ -tik gorako “gap” bertikalak etorkizunean konplikazio klinikorik sortzen ez duela diote. Beraz, klinikoki onegarriztat hartzen dute neurri hau.

Suprastruktura eta pilarearen arteko doiketa pasiboaren helburua etorkizunean eman daitezkeen konplikazio mekaniko zein biologikoak ekidin edo gutxiagotzea da. Gaur egun dugun ebidentzia zientifikoa kontuan hartuta, hutsunea eta konplikazioen artean korrelazioa dagoela baieztatzea ez da posible; izan ere, doikuntza ezegokia (μm gutxikoa bada ere) beti egongo da (Abduo J., 2014).

1.5 CAD/CAM PROZEDURAKO AKATSAK ETA HONEN ONDORIO KLINIKOA (“GAP”-a)

CAD/CAM suprastrukturen fabrikazioko fluxu digitaleko fase bakoitzean akatsak ematen dira (Koch et al., 2016).

Hasteko, eskaner digitalaren bidezko hiru dimentsioetako datuen lorpenean akatsak eman daitezke (Persson et al. 2008; Rudolph et al., 2007; Persson et al., 2006). Kontuan izan behar dugu, inplanteen gaineko protesiaren fabrikazioaren kasuan, inplanteen kokapena eta angulazioaren informazioaren transferentzia, protesiaren doiketa hobezina lortzeko faktore kritikoa dela (Karl et al., 2004).

Lortutako datu digital hauek CAD *software*-ra bidali eta bertan protesiaren diseinua burutzean ere akatsak ematen direla ikusi da (Lee et al., 2015; Guth et al., 2012; Steinhäuser-Andresen et al., 2011). Hala ere, Koch et al., 2016-en arabera, akats hau minimoa da (0,001 μm).

Halaber, disenatutako suprastrukturaren mekanizaziorako erabiltzen diren makinak, ereduaren xehetasunak sortzeko ahalmen mugatua dute. Xehetasun hauek ez dira zehaztasun osoz errepikatzen. Gainera, Koch et al., 2016-ek burututako ikerketan, CAD/CAM fase honetan akats handienak ematen direla ondorioztatzen da.

Beraz, akats hauen guztien batura eginez, protesia eta pilarearen arteko doiketa pasiboa ez da posible izango (Abduo J., 2014). Doiketa ezegoki hau, klinika mailan, suprastruktura eta pilarearena arteko hutsune moduan ikusten da.

1.6 PROTESI ETA PILAREAREN ARTEKO HUTSUNEAREN EBALUAZIOA

1.6.1 “*The one screw test*” vs “*Final fit*”

Suprastruktura eta pilarearen arteko doiketa ebaluatzeko bi metodo daude:

Alde batetik, “*The one screw test*” dugu. Suprastruktura inplanteen gainean kokatuta, hortz-arkuko azken pilarea estutzean datza, gainontzeko pilareak estutu gabe utziz. Horrela, aurrez azaldutako doiketa pasiboa dagoen edo ez aztertzen da, hau da, protesia

eta pilarearen artean tentsiorik gabeko eta aldibereko kontaktua dagoen ebaluatzen da. Katsoulis et al., 2012-ek ebaluazio teknika hau erabiltzen dute.

Bestetik, “*gap*”-aren ebaluazioa suprastrukturako torloju guztiak estutua egiten da (“*Final fit*” teknika). Hala ere, ikertzaile batzuen arabera (Hjalmarsson et al., 2010), teknika hau doiketa pasiboa ebaluatzeko ez da egokia; izan ere torlojua estutzean hutsune bertikala txikitu egingo da eta aldi berean, bai torlojuko eta inplante inguruko ehunen estresa handituko da. Hortaz, torloju guztiak estutzean, doiketa pasiboaren emaitza desegokia edota faltsua emango digu.

1.6.2 Ebaluazio metodologia

Behin torlojuak estutzeko “*One screw test*” edo “*Final fit*” teknika erabiliz, supraestruturua eta pilarearen hutsunea neurtzeko metodo ezberdinak daude. Metodori erabilienetarikoa bat mikroskopia da, hau da, supraestruturua eta pilarearen arteko hutsunearen neurketa mikroskopia bidez lortutako irudiaren gainean egiten da. Honela, ardatz horizontal eta bertikaleko neurketak egin daitezke baina ez sakonerakoak. Zenbait ikertzailek (Coehlo et al., 2007; Hecker et al., 2003; Petennò et al., 2000), mikroskopia optikoa erabiltzen dute. Doiketa aztertzeko, eredu mikroskopiaarekiko perpendikular kokatu beharko dugu. Beste ikertzaile batzuk (Katsoulis et al., 2014; Dos Santos et al., 2014; Katsoulis et al., 2012; Clayton et al., 1997), ordea, mikroskopia elektronikoaz (SEM) baliatzen dira, irudiak handipen handiagoarekin lortzeko. Honetarako, eredu elektro-sortarekiko perpendikulari kokatzen da (Vizoso et al., 2012).

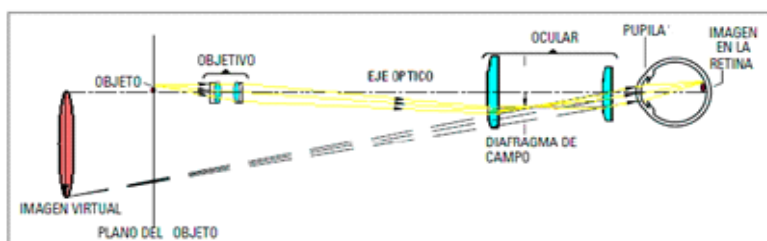
Hala ere, metodo hauek zenbait desabantaila dituzte. Horien artean aurrez aipatutakoa: neurketak ardatz bertikal eta horizontalean soilik egin daitezkeela, eta ez sakoneran. Honetaz gain, zientifikoki frogatua dago eredu kokatzen den inklinazio graduaren arabera, %15eko akatsa sortu daitekeela mikroskopiaarekin argazkia egiterakoan (Groton et al., 2000).

1.6.2.1 Mikroskopia optikoa

Mikroskopia optikoa mikroskopia mota guztien artean oinarritzakoa da. Aztertu beharreko ereduaren handipena burutzeko argia eta lenteaz baliatzen da.

Bi lente ditu tresna honek: objetiboa eta okularra. Aztertu beharreko ereduaren atzean argi iturria aurkituko da. Argi honek eredu zeharkatuko du eta objektiboan irudi bat sortuko du. Ondoren, irudi hau, lehen-mailako irudia deritzona, okularrerantz proiektatuko da. Okularrak irudia anplifikatuko du, bigarren-mailako irudia sortuz. Azken hau, irudi birtual izenez ezagutzen dena, aztertzaileak ikusiko duena izango da (Locquin et al., 1985).

Hortaz, mikroskopia optikoaren funtzionamenduan irudiaren bi anplifikazio ematen dira, bat objektiboan eta bestea okularrean. Bi anplifikazio hauen biderketa mikroskopiaarekin lortu daitekeen erabateko handipena izango da. Objektiboak beti okularrak baino handipen handiagoa sortuko du. Gainera, okularra mikroskopiaaren parte finkoa den bezala, lortu nahi dugun handipenaren arabera objektiboak aldatu egiten dira. Esaterako, 10x handipeneko okularrak estandarra eta 40x-ko objektiboarekin, 400x handipeneko irudia lortuko dugu (Locquin et al., 1985).



Irudia 5: Mikroskopia optikoaren funtzionamendua

1.6.2.2 Mikroskopia elektronikoa

Mikroskopia mota honek argiaren ordez elektroiak erabiltzen ditu. Elektroia mugitzen den uhin-luzera bere abiadurarekiko alderantzizkoa da, hau da, elektroiak abiadura handietara azeleratzen badira, uhin-luzera oso motzak lor daitezke. Kontuan izan behar dugu zenbat eta uhin-luzera laburragoa izan, irudiek bereizmen handiagoa izango dutela.

Azken batean, mikroskopia elektronikoa abiadura handietara azeleratutako elektroien iturria da. Elektroia hauek aztertu beharreko egiturekin talka egin eta hauetako elektroia

batzuk islatu egingo dira eta beste batzuk, ordea, zeharkatu egingo dute. Islatutako elektroien detekzioarekin, ereduaren irudia berreraikiko da (Locquin et al., 1985).



Irudia 6: mikroskopia elektronikoaren funtzionamendua

1.7 DOIKETA PASIBOA EZ IZATEAN EMAN DAITEZKEEN KONPLIKAZIOAK

Supraestruttura eta pilarearen arteko doiketa ezegokia denean, ondoren azalduko ditugun zenbait konplikazio mekaniko zein biologiko eman daitezke. Zenbait ikerketen arabera, konplikazio mekanikoen intzidentzia biologikoena baino altuagoa da (Goodacre et al., 2003; Berglundh et al., 2002). Hala ere, orain arte burutako ikerketa longitudinaletan ez da espresuki doikuntza ezegokiagatik eman den inplantarearen porrotik ikusi (Sahin eta Cehreli, 2001).

1.7.1 Konplikazio biologikoak

Konplikazio biologikoen artean, hortzoiaren hantura, fistula eta hezur periinplantarioaren galera ditugu (Wee et al., 1999). Hala ere, literaturan ondorio biologikoen inguruan eztabaida dago.

Abduo et al., 2014-ek egindako errebisio sistematikoaren arabera, hezur galera eta inplantarearen galtzea ezin da supraestruttura eta pilarearen arteko doikuntza

ezegokiarekin erlazionatu. Bestalde, hezur periinplantarioak suprastrukturaren doiketa ezegokia eta honek sortu dezakeen estresa jasateko ahalmena duela dio.

Hantura erreakzioari dagokionez, hau hutsunean zehar ematen den bakterioen mikrofiltrazioen ondorio da. Hala ere, aurrez aipatutako errebisio sistematiko honetan (Abduo et al., 2014) aztertu diren ikerketetan ikusi da suprastrukturaren torlojuak estututa hutsunerik ez dugula izango. Hortaz, doikuntza ezegokiak ondorio biologikorik sortzen ez duela baieztatzen du.

Hala ere, badira zenbait autore (May et al., 1997; McCartney et al., 1991; Rangert et al., 1989), supraestruturua eta pilarearen arteko doiketa falta dela eta bakterioen mikrofiltrazioa ematen dela baieztatzen dutenak, honen ondorio inplanteen inguruko hezur galera izanik. Hortaz, autore hauen arabera, doiketa egokia inplanteen biziraupenerako beharrezko faktoretzat hartzen dute.

1.7.2 Konplikazio mekanikoak

Konplikazio mekanikoen artean inplantearen galtzea, protesiaren apurketa, inplante eta pilarearen arteko hutsunearen agerpena, pilarearen galtzea eta torlojuaren lasatzea eta galtzea aurki ditzakegu (Sailer et al., 2009).

Doikuntza ezegokia dugun kasuetan, torlojuak estutzean indar gehiago egin behar da hutsunea txikitzeko. Honek inplante gaineko protesia osatzen duten egitura guztien estresa handitzen du, hauetan apurketak emateko arriskua handituz. (Abduo et al., 2014).

2. HELBURUAK

CAD/CAM teknologiaren bidez egindako inplanteen gaineko protesien doiketan hobekuntza nabariak izan baditu ere, fluxu digitalean zehar emandako akatsek, supraestruturua eta pilarearen arteko hutsunea sorrarazten dute. Hori dela eta, GRAL honen helburua doiketa ezegoki horren nondik norakoak ezagutzea da:

1. 3Shape aho-kanpoko eskaner optikoaren zehaztasuna aztertu ardatz bertikal, horizontal eta inplanteen angulazioan.

- Eskaneatze akats hauek inplante kopuruarekin, inplanteen arteko distantziarekin eta paralelismoarekin erlazioa duten aztertu.
2. Suprastrukturaren eta pilarearen arteko doiketa ezegokiaren kuantifikazioa masail-aldean, mihi-aldean eta bien arteko batezbestekoa.
 - Mikroskopia optikoa erabiliz suprastruktura eta pilareen erreplikaren arteko hutsunearen kalkulua bi modu ezberdinetan: “*The one screw test*” eta “*Final fit*”.
 - Hutsunearen neurria inplanteen kopuruarekin, inplanteen arteko distantzia eta paralelismoarekin erlazioa duten aztertu.
 3. Inplante erreplikak eskaneatzean ematen diren akatsen eta behin suprastruktura fabrikatutakoan eta inplante gainean kokatutakoan agertzen den hutsunearen artean erlazioa dagoen aztertzea.

3. MATERIAL ETA METODOAK

3.1 ITELTSUZKO EREDUAK

Lehenik eta behin, silikona pisutusia (Express™ 2 Penta Putty 3M) eta arina (Express™ 2 Regular Body 3M) erabiliz, aho-barneko 5 inprimaki hartu genituen 20°-ko pilare zuzenetan (Dentsplay Astra Tech).

Inprimaki hauen hustuketa IV motako igeltsuarekin (Fuji Rock, GC) burutu zen. Azken hauetan inplante-erreplikak kokatu ziren (Dentsplay, Astra Tech Implants OsseoSpèed Tx), pazientearen ahoan inplanteak zeuden tokian. Honela, 5 igeltsuzko eredu lortu genituen (**Irudiak 15-20**):

- 6 inplante-erreplikako eredu 1
 - Inplanteen kokalekua: 1.7; 1.4; 1.2; 2.2; 2.5; 2.6
- 4 inplante-erreplikako eredu 1
 - Inplanteen kokalekua: 4.4; 4.2; 3.2; 3.4
- 3 inplante-erreplikako 3 eredu
 - Inplanteen kokalekua:
 - 1. eredu: 2.4; 2.5; 2.6
 - 2. eredu: 3.6; 3.5; 3.4
 - 3. eredu: 1.7; 1.5; 1.3 eta 2.2; 2.4; 2.6

3.2 ESKANEATZE PROZEDURA

Inplanteen gaineko estrukturen fabrikazio egokirako, beharrezkoa da inplanteen kokaleku zehatza jakitea 3 dimentsioetan (x, y eta z ardatzetan). Honetarako, aho-kanpoko eskaneatze prozeduraz baliatu ginen.

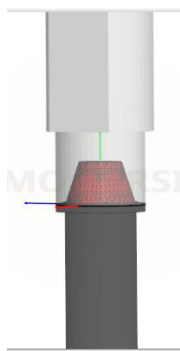
3.2.1 Eskaneatze optikoa eta kontaktuzko eskaneatzea

Lehenik eta behin, ereduetako inplante-errepliketan eskaneatze-gorputzak kokatu eta estutu genituen. Ondoren, aho-kanpoko eta kontakturik gabeko eskaner optiko honen bidez (3Shape D700L, Copenhagen, Denmark), ereduak digitalizatu ziren, azken hauen irudia argi igorle eta hartzaile baten bidez lortuz.

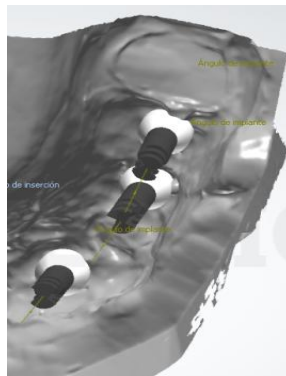


Irudia 7: eskaneatze gorputzak inplante-errepliketan kokatuta, 3Shape eskaneatze optikoaren funtzionamendurako.

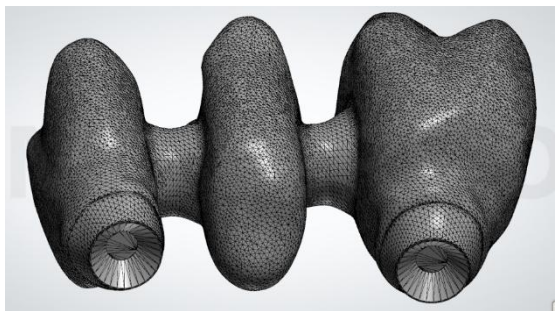
Eskaner *software*-ak (Dental Designer3Shape, Copenhagen, Denmark) eskaneatze-gorputza ezagutuko du bere tamaina eta morfologiagatik. Ondoren, dokumentu digital bat sortuko du (STL artxiboa) non inplantearen posizioaren berri emango digun x, y eta z ardatzetan eta honela, inplantearen kokapena jakinda, suprastrukturaren diseinua egin ahal izango dugu.



Irudia 8: eskaneatze gorputza inplante erreplikaren kokatuta.



Irudia 9: inplante erreplikaren ereduaren eskaneatze irudia.



Irudia 10: Suprastrukturaren diseinu digitala.

Bestalde, eskaner optikoaren bidez lortutako irudien zehaztasuna balioztatzeko **koordinatu bidezko neurketa makina (CMM)** erabili genuen, kontaktuzko eskanerra hain zuzen; izan ere, eskaneatze teknika honen bidez lortutako neurketak errealak kontsideratzen dira, aztertutako eskaneatze-gorputzaren eremuan 1 μm baino gutxiagoko akatsa baitu.

CMM kontaktu bidezko eskanerra da (Mitutoyo Crysta Apex S, Kawasaki, Japan). Tresna honek ere eskaneatze-gorputzen 3 dimentsioetako norabidea ezagutzen du, kasu honetan argiaren ordeaz 1,5x20mm-ko ukipen zunda erabiliz (Renishaw PH 6M burua, TP200 sentsorearekin, 20mm luzerako zurtoina eta 1,5mm diametroko zunda). Zunda honek eskaneatze-gorputza 24 puntutan neurtuko du. Jasotako datu hauek guztiekin, MCosmos *software*-ak (MCOSMOS, Mitutoyo Controlled Open Systems for Modular Operation Support, Kawasaki, Japan) IGES motako artxibo bat sortuko du eredueta inplante-errepliken kokapena adieraziz.



Irudia 11: Koordinatu bidezko neurketa makina (CMM)

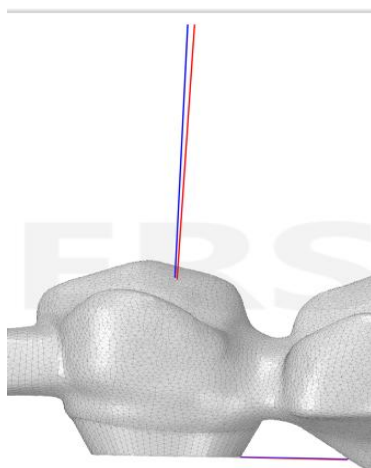


Irudia 12: Koordinatu bidezko neurketa makina. Ukipen zunda eskaneatze gorputza neurtzen.

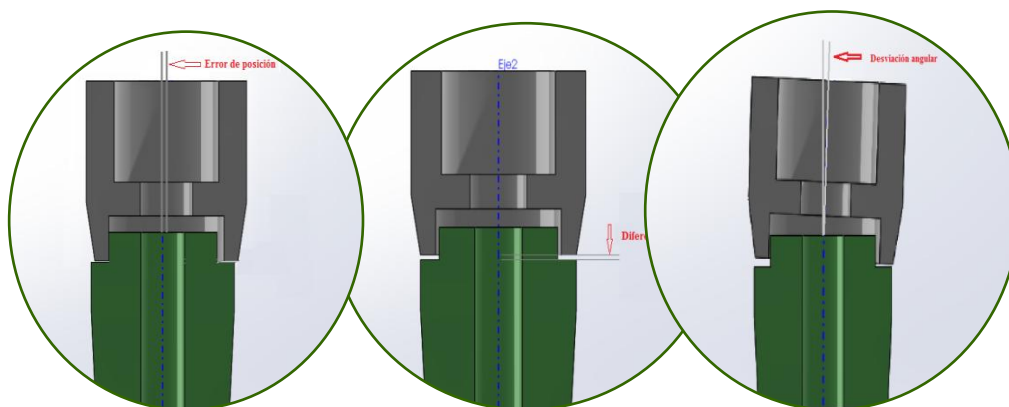
3.2.2 Datuen konparaketa eta analisisia

Eskaner optikotik eta CMM-etik lortutako datuak alderatzeko Geomagic *software*-a erabili dugu (Geomagic Qualify 12.1.2, Geomagic, Morrisville, North Carolina, USA). Hasteko, *software* honek, bi artxiboetako datuak koordinatu sistema berera eraldatzen ditu konparatu ahal izateko. Hau da, gutxieneko karratuen bidezko (LSE) algoritmo matematiko baten bidez bi artxiboak lerrokatzen ditu. Eskaneatze-gorputzaren norabidea adierazten duten bektoreek X, Y eta Z ardatzeko datuak emango dizkigu, bai eskaneatze optikoarekin eta baita CMM-arekin lortukoak. Ondoren, bi bektore hauen ezberdintasunak neurtuko dira: plano bertikal edo Z ardatzean (μm), plano horizontal edo XY ardatzetan (μm) eta angeluzioa ($^\circ$).

CMM-aren datuak erreferentziatzen hartu ditugu; izan ere, aurrez esan bezala, aztertutako eskaneatze-gorputzaren eremuan $1\ \mu\text{m}$ baino gutxiagoko akatsa ematen baitu. Laburbilduz, CMM abiapuntutzat hartuta, eskaner optikoarekin lortutako datuak aztertu ditugu.



Irudia 13: eskaneatze gorputzaren norabidea adierazten duten bektoreak (ardatz bertikal, horizontal eta angulazioan). Bektore urdinak CMM erabiliz lortutako datuak adierazten ditu. Bektore gorriak eskaneatze optikoaren bidez lortutakoak.



Irudia 14: 3Shape eskaneatze optikoaren akatsa ardatz horizontalean, bertikalean eta angulazioan, hurrenez hurren.

3.2.3 Eskaneatze prozedurarekin erlazionatutako aldagaien azterketa

- Implante kopurua
- Implanteen arteko distantzia: kalibre digital baten bidez, implante baten pilarearen goiko oinarritik beste implanteko pilarearen goiko oinarrira doan distantzia kalkulatu dugu.
- Implanteen arteko paralelismoa: honetarako, *Volume Graphics VGL Studio 2.2* programa erabili dugu. Bi implanteetan ardatz longitudinala jarraitzen duen lerro bat marraztuz, elkarren artean dagoen angeluzio neurria ezagutuko dugu.

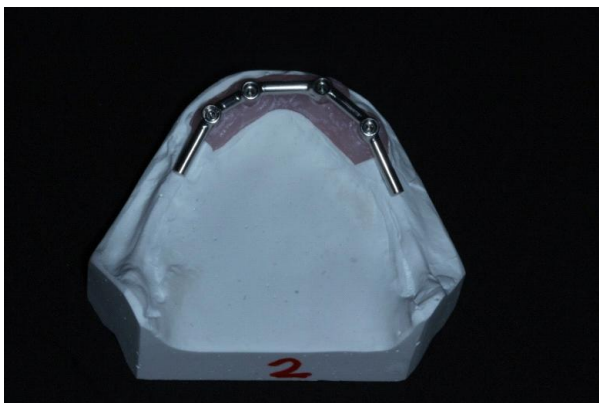
3.3 INPLANTE GAINEKO ESTRUKTURAREN FABRIKAZIOA

CAD/CAM teknologia erabili zen kromo-kobaltozko suprastrukturak egiteko. Eskaner optikoarekin (3Shape) lortutako STL artxiboa erreferentziatuz hartuz, sistema informatiko batek kontrolatutako makina, 10cm-ko lodierako kromo-kobaltozko blokeko materiala eliminatuz joango da protesiaren diseinu egokia lortuz. Supraestruturak hau modu mekanizatuan sintetizatzen erabiltzeko erabiltzeko makina Roders RXD 5, Soltau, Germany da.

Behin supraestruturak elaboratu ondoren, igeltsuzko eredu-tako pilare-errepaketan kokatuko da.



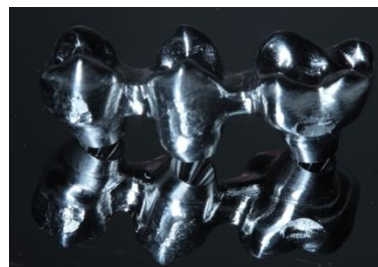
Irudia 15: 1. eredu (6 implanteetan sostengatutako supraestruturak)



Irudia 16: 2. eredia (4 inplanteetan sostengatutako barra)



Irudia 17: 3. eredia (3 inplanteetan sostengatutako suprastruktura)



Irudia 18: 3. eredia (3 inplanteetan sostengatutako suprastruktura)



Irudia 19: 4. eredia (3 inplanteetan sostengatutako suprastruktura)



Irudia 20: 5. eredua (3 inplanteetan sostengatutako 2 supraestruturak)

3.4 HUTSUNEAREN NEURKETA

3.4.1 Hutsunearen neurketa mikroskopio optikoa erabiliz

Pilare eta supraestruturaren arteko hutsunearen distantzia bertikalaren kalkulu guztiak 5 supraestruturak bakoitzaren igeltsuzko eredueta kokatuz egin dira.

Hutsunearen azterketa burutzeko bi prozedura erabili dira. Alde batetik, *“Final fit”* deritzona. *“Gap”*-aren distantzia bertikalaren neurketak, inplanteko pilare guztiak etxe komertzialak dion torkearekin (15Ncm) estutu ondoren egin genituen. Aztertutako eredu bakoitzean, torlojuak estutzeko ondorengo ordena jarraitu zen:

- 1. eredua: 1.4; 2.5; 1.7; 2.6; 1.2; 2.2
- 2. eredua: 3.4; 4.4; 3.2; 4.2
- 3. eredua: 2.4; 2.6; 2.5
- 4. eredua: 3.4; 3.6; 3.5
- 5. eredua: 1.5; 1.3; 1.7; eta 2.4 2.6; 2.2;

Bestetik, *“The one screw test”*-a (Katsoulis et al., 2012; Tan et al., 1993; Jemt, 1991) dugu: lehenik eta behin, supraestruturak eredueta kokatzen da, hortz arkuko lehen eta azken pilareak manualki estutuz. Honela, supraestruturaren mugimendu horizontala ekidingo dugu. Ondoren, azkenengo pilareak dinamometroarekin erabiliz 15Ncm-ko torkearekin estutu eta lehenengo pilareak manualki askatuko dugu. Hortaz,

supraestruktura eusten duten erreplika guztietatik azken pilarea soilik estutuko dugu etxe komertzialak dioen torkearekin. Modu honetara, supraestrukturak pilarean duen doikuntza aztertuko da. (**Taula 1**)

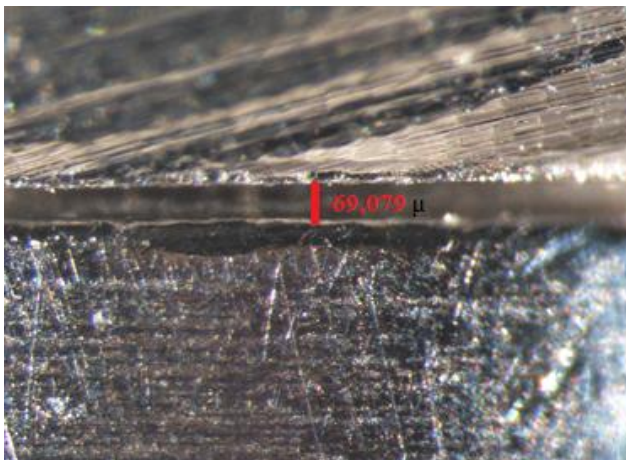
1. eredua: 6 inplanteko estruktura (1.7; 1.4; 1.2; 2.2; 2.5; 2.6)		<ul style="list-style-type: none"> • 1.7 eta 2.6 manualki estutu • 2.6 15Ncm-ko torkearekin estutu • 1.7-ko torlojua manualki askatu 	
2. eredua: 4 inplanteko estruktura (4.4; 4.2; 3.2; 3.4)		<ul style="list-style-type: none"> • 4.4 eta 3.4 manualki estutu • 3.4 15Ncm-ko torkearekin estutu • 4.4-ko torlojua manualki askatu 	
3 inplanteko estruktura	3. eredua (2.4; 2.5; 2.6)	<ul style="list-style-type: none"> • 2.4 eta 2.6 manualki estutu • 2.6 15Ncm-ko torkearekin estutu • 2.4-ko torlojua manualki askatu 	
	4. eredua (3.6; 3.5; 3.4)	<ul style="list-style-type: none"> • 3.6 eta 3.4 manualki estutu • 3.4 15Ncm-ko torkearekin estutu • 2.6-ko torlojua manualki askatu 	
	5. eredua	1.7; 1.5; 1,3	<ul style="list-style-type: none"> • 1.7 eta 1.3 manualki estutu • 1.3 15Ncm-ko torkearekin estutu • 1.7-ko torlojua manualki askatu
		2.2; 2.4; 2.6	<ul style="list-style-type: none"> • 2.2 eta 2.6 manualki estutu • 2.6 15Ncm-ko torkearekin estutu • 2.2-ko torlojua manualki askatu

Taula 1: “*The one screw test*”-ean jarraitutako prozedura 5 ereduetan.

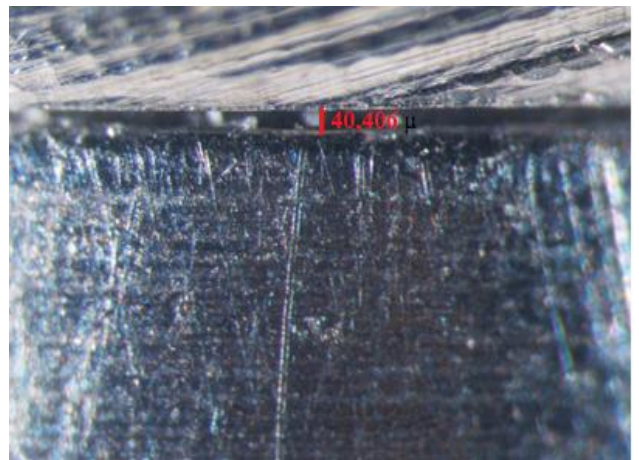
“Gap” bertikalak mikroskopia optikoarekin (Leica M9 Esteroscopic Microscope Objective PlanApo 1x) behatu ditugu 80x-ko haundipenarekin. Ondoren, kamara digital (Nikon DS-Fi1) baten bitartez, pilare erreplika-suprastruktura eremuaren 2 argazki lortu ditugu inplante bakoitzeko: masail eta mihialdeko hutsunearen argazkiak. Guztira 88 argazki. **(Irudiak 21-24)**

3.4.2. Hutsunearen neurketa FIJI/Image software-a erabiliz

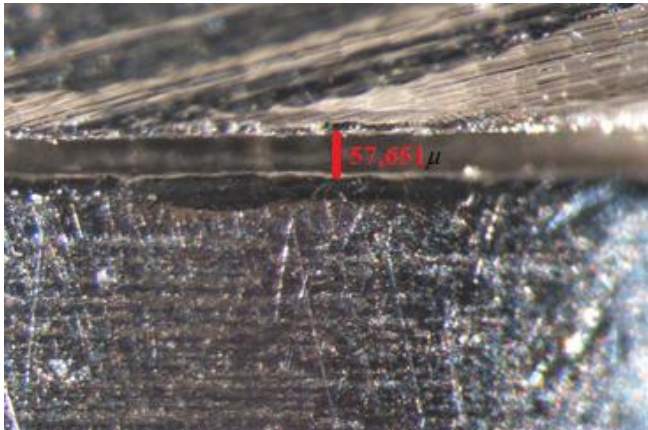
Hurrengo pausoa hutsunearen neurketa egitea izan da. Honetarako *Image analysis by FIJI/Image software*-a erabili dugu. Distantzia bertikala pilarearen goiko ertzetik eta suprastrukturaren beheko ertzetik igarotzen den lerro bat marraztuz lortu dugu. Neurketa hauek mikrometroetan (μm) egin dira. Lan hau UPV/EHU-ko Leioako kanpuseko Mikroskopia optikoko zerbitzuan burutu zen.



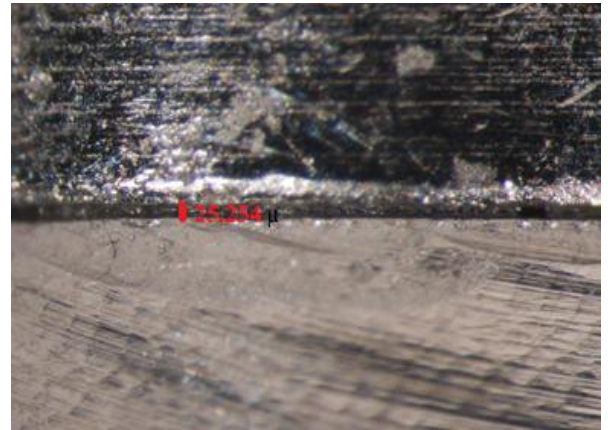
Irudia 21: 3. eredua, 2.5 hortza, masail aldea, “The one screw test”



Irudia 22: 3. eredua, 2.5 hortza, masail aldea, “Final fit”



Irudia 23: 1. eredu, 2.2. hortza, masail aldea, "The one screw test"



Irudia 24: 1. eredu, 2.2. hortza, masail aldea, "Final fit"

3.4.3 Suprastrukturaren fabrikazioarekin erlazionatuta dauden aldagaiak

- Implante kopurua
- Implanteen arteko distantzia
- Implanteen arteko paralelismoa

3.5. ANALISI ESTADISTIKOAK

Analisi estatistiko guztiak Windows-en SPSS22 pakete estatistikoarekin egin dira (SPSS/PC para Windows Inc., Chicago, IL, EE. UU.). Erabilitako esangura maila $p < 0,05$ izan da eta $0 < 0,07$ baino txikiagoa denean, esangurarako tendentzia izango duela kontsideratu dugu.

Aldagaien azterketa estatistiko deskriptiboa ondorengo lau balioen kalkuluen bidez egin dira: batez besteko balioa, desbiderapen estandarra eta balio maximo eta minimoa.

Normalitatea aztertzeko test moduan *Kolmogorov-Smirnov* erabili da, laginaren datuek banaketa normala duten edo ez frogatzeko. Aldagai ia guztiek normaltasuna errespetatzen duten banaketa dute.

Hala ere, 22 kasu aztertu ditugunez, aldagai kuantitatiboen arteko korrelazioa aztertzeko *Pearson-en froga* parametrikoa erabili da eta aldagai kuantitatibo eta kualitatiboen arteko batez besteko analisiak gauzatzeko ordea, *U Mann Whitney* froga ez parametrikoz baliatu gara.

4. EMAITZAK

4.1. ESKANER OPTIKOAREN ZEHAZTASUNA

Aho-kanpoko eskanerraren (3Shape D700L, Copenhagen, Dinamarca) ardatz bertikaleko, horizontaleko eta angulazioko akatsen datu deskriptiboak (**Taula 2**).

	Batez bestekoa	Minimoa	Maximoa	Desbiderapen estandarra
Akatsa ardatz bertikalean (μm)	3	-25	24	0,01
Akatsa ardatz horizontalean (μm)	44,59	8	170	0,03
Akatsa angulazioan ($^{\circ}$)	0,32	0,04	0,84	0,19

Taula 2: 3Shape eskaner optikoak ardatz bertikal, horizontal eta angulazioan emandako akatsen balioak mikrometro (μm) eta graduetan ($^{\circ}$) adierazita.

4.1.1 Eskaner optikoaren akatsen eta inplante kopuruaren, inplanteen arteko distantziaren eta inplanteen arteko paralelismoaren arteko korrelazioa

Pearson-en test-aren arabera, ez dago korrelazio esanguratsurik eskaner optikoaren akatsen eta inplanteen arteko paralelismo eta distantziaren artean. Baina esangurarako tendentzia dago ($p < 0,07$) eskaneoen angulazio akatsa eta inplante kopuruaren artean.

Taula 3-an ikus daitezke.

		Akatsa ardatz bertikalean	Akatsa ardatz horizontalean	Angulazio akatsa
Inplante kopurua (n=22)	Pearson-en korrelazioa	0,068	-0,054	0,406
	Esangura (p)	0,765	0,810	0,061
Paralelismoa (n=16)	Pearson-en korrelazioa	0,095	0,412	0,017
	Esangura (p)	0,727	0,113	0,949
Distantzia (n=16)	Pearson-en korrelazioa	0,069	0,096	0,143
	Esangura (p)	0,798	0,723	0,597

Taula 3: Pearson-en korrelazio analisiaren emaitzak. Korrelazioaren azterketa eskaneoptikoaren akatsak (ardatz bertikal, horizontal eta angulazioaren) eta ondorengo hiru aldagaien artean: inplante kopurua eta inplanteen arteko paralelismo eta distantzia.

4.1.2 Eskaneatze akatsa ≤ 3 edo >3 inplante ko supraestruktoretan

Inplante kopuruari dagokionez, hurrengo azterketa protesiak bi taldeetan sailkatuta egin dira: 3 inplante edo gutxiago eta 3 inplante baino gehiagoko supraestrukturak. U Mann whitney test-aren arabera, ez dago korrelazio esanguratsurik ≤ 3 edo >3 inplante dituen protesien eta eskaneatze prozedurako ardatz bertikal eta horizontaleko eta angulazioko akatsen artean. Nahiz eta esanguratsua ez izan, 3 inplante baino gehiagoko protesietan angulazio akatsa handiagoa dela ikusi da (**Taula 4**).

	Inplante kopurua	Batez bestekoa	Desbiderapen estandarra	Esangura
Akatsa ardatz bertikala	≤ 3 (n=12)	0,004	0,132	1,000
	>3 (n=10)	0,002	0,013	
Akatsa ardatz horizontala	≤ 3 (n=12)	0,050	0,043	0,628
	>3 (n=10)	0,038	0,021	
Akatsa angulazioan	≤ 3 (n=12)	0,263	0,112	0,254
	>3 (n=10)	0,403	0,247	

Taula 4: U Mann Whitney korrelazio analisiaren emaitzak 3 inplante edo gutxiago edo 3 inplante baino gehiagoko protesien eta eskaneatze prozeduran emandako akatsen artean (ardatz bertikal, horizontal eta angulazioan).

4.2 SUPRAESTRUKTURA ETA PILAREAREN ARTEKO HUTSUNEA (“GAP”)

4.2.1 Hutsunearen neurketak mikroskopia optikoarekin

Taula 5-ean mikroskopia optikoarekin egindako supraestruktura eta pilarearen arteko hutsunearen neurketen datu deskriptiboen emaitzak ikus daitezke mikrometroetan (μm). Neurketa hauek masail eta mihi aldetik egin dira eta bien arteko batez bestekoa ere atera da. Bestalde, neurketa hauek egiteko erabilitako metodologia “*Final fit*” izan da.

	Batez bestekoa	Minimoa	Maximoa	Desbiderapen estandarra
Masail aldea	54,816	16,856	86,808	15,641
Mihi aldea	60,662	32,012	104,928	16,016
Batez bestekoa	57,739	24,863	81,541	13,918

Taula 5: suprastruktura eta pilarearen erreplikaren doiketaren neurketak μm -etan mikroskopia optikoaren bidez (masail eta mihi aldeko emaitzak, baita bien arteko batez bestekoa ere). Neurketak egiteko erabilitako metodologia: “Final fit” (FF).

Taula 6-ean mikroskopia optikoarekin egindako suprastruktura eta pilarearen arteko hutsunearen neurketen datu deskriptiboen emaitzak ikus daitezke mikrometroetan (μm). Neurketa hauek masail eta mihi aldetik egin dira eta bien arteko batez bestekoa ere atera da. Bestalde, neurketa hauek egiteko erabilitako metodologia “The one screw test” izan da.

	Batez bestekoa	Minimoa	Maximoa	Desbiderapen estandarra
Masail aldea	91,630	18,533	187,019	49,305
Mihi aldea	76,845	10,952	144,898	34,463
Batez bestekoa	84,998	31,451	165,959	39,641

Taula 6: suprastruktura eta pilarearen erreplikaren doiketaren neurketak μm -etan mikroskopia optikoaren bidez (masail eta mihi aldeko emaitzak, baita bien arteko batez bestekoa ere). Neurketak egiteko erabilitako metodologia: “The one screw test” (OST).

4.2.2 “Final fit” eta “The one screw test”-aren balioen arteko ezberdintasunak

“Final fit” eta “The one screw test” neurketen arteko ezberdintasuna esanguratsua dela erakusten dute ondorengo bi kasuetan: masail aldean eta masail eta mihi aldeko batez bestekoan (**Taula 7**).

FF eta OST-aren arteko ezberdintasunak:	Esangura	Batez bestekoa	
		FF	OST
Masail aldean	0,006	54,82	91,63
Mihi aldean	0,140	60,66	76,85
Masail eta mihi aldeko batez bestekoan	0,022	57,74	85,00

Taula 7: U Mann Whitney test-aren bidez egindako “Final fit” eta “The one screw test”-aren arteko konparaketaren emaitzak (masail eta mihi aldean eta bien arteko batez bestekoan).

4.2.3 Suprastruktura eta pilarearen arteko doikuntza falta eta inplante kopuruaren, inplanteen arteko distantziaren eta paralelismoaren arteko korrelazioa

Inplante kopurua (n=22)

Doikuntza faltaren neurketa “*Final fit*” metodologia erabiliz: masail aldeko eta masail eta mihi aldeko batez bestekoaren eta inplante kopuruaren arteko korrelazioa esanguratsua da. Bestalde, mihi aldeko doikuntza falta eta inplante kopuruaren artean esangurarako tendentzia dago (**Taula 8**).

	Person-en korrelazioa	Esangura
Masail aldea	-0,423	0,050
Mihi aldea	-0,408	0,060
Batez bestekoa (masail eta mihi aldearen artean)	-0,473	0,026

Taula 8: Pearson-en korrelazio analisiaren emaitzak inplante kopurua eta “*Final Fit*” metododa erabiliz mikroskopia optikoaren bidezko neurketen artean.

Doikuntza faltaren neurketa “*The one screw test*” metodologia erabiliz: mihi aldeko doikuntza falta eta inplante kopuruaren arteko korrelazioa esanguratsua da. Halaber, masail eta mihi aldeko doikuntza faltaren batez bestekoaren arteko korrelazioari dagokionez, esangurarako tendentzia du (**Taula 9**).

	Person-en korrelazioa	Esangura
Masail aldea	0,336	0,126
Mihi aldea	0,426	0,048
Batez bestekoa (masail eta mihi aldearen artean)	0,394	0,069

Taula 9: Pearson-en korrelazio analisiaren emaitzak inplante kopurua eta *the one screw test* metododa erabiliz mikroskopia optikoaren bidezko neurketaren artean.

Inplanteen arteko distantzia (n=16)

Doikuntza faltaren neurketa “*Final fit*” metodologia erabiliz: masail eta mihi aldeko doikuntza falta eta bien arteko batez bestekoaren eta inplanteen arteko distantziaren arteko korrelazioa ez da esanguratsua (**Taula 10**).

	Person-en korrelazioa	Esangura
Masail aldea	-0,031	0,908
Mihi aldea	-0,150	0,579
Batez bestekoa (masail eta mihi aldearen artean)	-0,093	0,731

Taula 10: Pearson-en korrelazio analisiaren emaitzak inplanteen arteko distantzia eta *Final Fit* metododa erabiliz mikroskopia optikoaren bidezko neurketen artean

Doikuntza faltaren neurketa “*The one screw test*” metodologia erabiliz: masail, mihi, eta masail eta mihi aldeko doikuntza faltaren batez bestekoaren eta inplanteen arteko distantziaren arteko korrelazioa esanguratsua da (**Taula 11**).

	Person-en korrelazioa	Esangura
Masail aldea	0,633	0,008
Mihi aldea	0,660	0,005
Batez bestekoa (masail eta mihi aldearen artean)	0,683	0,004

Taula 11: Pearson-en korrelazio analisiaren emaitzak inplanteen arteko distantzia eta eta *the one screw test* metododa erabiliz mikroskopia optikoaren bidezko neurketaren artean

Inplanteen arteko paralelismoa (n=16)

Doikuntza faltaren neurketa “*Final fit*” metodologia erabiliz: masail eta mihi aldeko doikuntza falta eta bien arteko batez bestekoaren eta inplanteen arteko paralelismoaren arteko korrelazioa ez da esanguratsua (**Taula 12**).

	Person-en korrelazioa	Esangura
Masail aldea	-0,060	0,826
Mihi aldea	-0,315	0,234
Batez bestekoa (masail eta mihi aldearen artean)	-0,192	0,476

Taula 12: Pearson-en korrelazio analisiaren emaitzak inplanteen arteko paralelismoa eta *Final Fit* metododa erabiliz mikroskopia optikoaren bidezko neurketen artean

Doikuntza faltaren neurketa “*The one screw test*” metodologia erabiliz: masail eta mihi alde eta masail eta mihi aldeko desdoikuntzaren batez bestekoaren eta inplanteen arteko paralelismoaren arteko korrelazioa ez da esanguratsua (**Taula 13**).

	Person-en korrelazioa	Esangura
Masail aldea	0,339	0,199
Mihi aldea	0,441	0,088
Batez bestekoa (masail eta mihi aldearen artean)	0,385	0,141

Taula 13: Pearson-en korrelazio analisiaren emaitzak inplanteen arteko paralelismoa eta eta *the one screw test* metodoa erabiliz mikroskopia optikoaren bidezko neurketaren artean.

4.2.4 Doikuntza falta ≤ 3 edo >3 inplanteko supraestrukturretan

Taula 14 eta Taula 15-ean ≤ 3 edo >3 inplanteko supraestrukturetako doikuntza faltaren estatistika deskribatzaileak ditugu, lehenengo taulan “*Final fit*” neurketa metodologia erabiliz eta bigarrenean “*The one screw test*”. Honetaz gain, U Mann Whitney test-aren bitartez, inplanteen bi talde hauen (≤ 3 eta >3) eta supraestruktura eta pilarearen doikuntzaren desberdintasuna aztertu dira.

Analisiaren helburua, 3 inplante baino gehiagoko estrukturretan doikuntza falta handiagoa den edo ez jakitea da eta frogatu da ez dagoela korrelazio esanguratsurik inplante kopuru eta supraestruktura eta pilarearen arteko doikuntza faltaren artean.

“*Final fit*” metodoarekin, doikuntza falta handiagoa da 3 inplante edo gutxiagoko estrukturretan (**Taula 14**).

Bestetik, “*The one screw test*” metodoarekin doikuntza falta handiagoa da 3 inplante baino gehiagoko estroktoretan (**Taula 15**).

	Inplante kopurua	Batez bestekoa	Desbiderapen estandarra	Esangura
Masail aldea	≤3 (n=12)	58,982	17,232	0,107
	>3 (n=10)	49,815	12,528	
Mihi aldea	≤3 (n=12)	64,249	16,026	0,080
	>3 (n=10)	56,358	15,712	
Batez bestekoa (masail eta mihi aldearen artean)	≤3 (n=12)	61,616	14,176	0,123
	>3 (n=10)	53,087	12,741	
Batez bestekoa – Z escaneado	≤3 (n=12)	61,612	14,180	0,123
	>3 (n=10)	53,085	12,742	

Taula 14: ≤3 edo >3 inplanteko supraestrukturako desdoikuntzaren estatistika deskribatzaileak eta U Mann Whitney testaren emaitzak inplante kopurua eta doikuntza faltaren arteko desberdintasuna aztertuz. Guztia “*Final fit*” neurketa metodologia erabiliz burutua.

	Inplante kopurua	Batez bestekoa	Desbiderapen estandarra	Esangura
Masail aldea	≤3 (n=12)	78,095	34,434	0,254
	>3 (n=10)	107,873	60,710	
Mihi aldea	≤3 (n=12)	67,381	26,088	0,123
	>3 (n=10)	88,202	40,947	
Batez bestekoa masail eta mihi aldearen artean	≤3 (n=12)	72,738	28,952	0,140
	>3 (n=10)	99,709	46,918	

Taula 15: ≤3 edo >3 inplanteko supraestrukturako desdoikuntzaren estatistika deskribatzaileak eta U Mann Whitney testaren emaitzak inplante kopurua eta doikuntza faltaren arteko desberdintasuna aztertuz. Guztia “*The one screw test*” neurketa metodologia erabiliz burutua.

4.3 ESKANEATZE AKATSAREN ETA SUPRAESTRUKTURA ETA PILAREAREN ARTEKO HUTSUNEAREN KONPARAKETA

4.3.1 Eskaneatze akatsaren ardatz bertikalean eta hutsune/doikuntza faltaren arteko korrelazioa

Bai “*Final fit*” (Taula 16) eta baita “*The one screw test*”-ean (Taula 17), eskaneatze akatsa ardatz bertikalean eta hutsunearen artean ez dago korrelazio esanguratsurik.

	Person-en korrelazioa	Esangura
Masail aldea	-0,248	0,265
Mihi aldea	-0,147	0,513
Batez bestekoa	-0,224	0,316

Taula 16: eskaneatze akatsa ardatz bertikalean eta hutsunearen arteko Pearson-en korrelazio analisiaren emaitzak. Mikroskopia optikoarekin egindako neurketak “*Final fit*”-ekin egin dira.

	Person-en korrelazioa	Esangura
Masail aldea	0,003	0,989
Mihi aldea	0,081	0,721
Batez bestekoa (masail eta mihi aldeen artean)	0,006	0,979

Taula 17: eskaneatze akatsa ardatz bertikalean eta hutsunearen arteko Pearson-en korrelazio analisiaren emaitzak. Mikroskopia optikoarekin egindako neurketak “*The one screw test*”-arekin egin dira.

4.3.2 Eskaneatze akatsaren ardatz horizontalean eta hutsune/doikuntza faltaren arteko korrelazioa

Bai “*Final fit*” (Taula 18) eta baita “*The one screw test*”-ean (Taula 19), eskaneatze akatsa ardatz horizontalean eta hutsunearen artean ez dago korrelazio esanguratsurik.

	Person-en korrelazioa	Esangura
Masail aldea	-0,005	0,982
Mihi aldea	-0,054	0,812
Batez bestekoa	-0,034	0,881

Taula 18: eskaneatze akatsa ardatz horizontalean eta hutsunearen arteko Pearson-en korrelazio analisiaren emaitzak. Mikroskopia optikoarekin egindako neurketak “*Final fit*”-ekin egin dira.

	Person-en korrelazioa	Esangura
Masail aldea	-0,097	0,666
Mihi aldea	-0,166	0,460
Batez bestekoa (masail eta mihi aldeen artean)	-0,124	0,583

Taula 19: eskaneatze akatsa ardatz horizontalean eta hutsunearen arteko Pearson-en korrelazio analisiaren emaitzak. Mikroskopia optikoarekin egindako neurketak “*The one screw test*”-arekin egin dira.

4.3.3 Eskaneatze akatsaren angulazioan eta hutsune/doikuntza faltaren arteko korrelazioa

Bai “*Final fit*” (**Taula 20**) eta baita “*The one screw test*”-ean (**Taula 21**), eskaneatze akatsa angulazioan eta hutsunearen artean ez dago korrelazio esanguratsurik.

	Person-en korrelazioa	Esangura
Masail aldea	-0,086	0,705
Mihi aldea	-0,183	0,416
Batez bestekoa	-0,153	0,496

Taula 20: eskaneatze akatsa angulazioan eta hutsunearen arteko Pearson-en korrelazio analisiaren emaitzak. Mikroskopia optikoarekin egindako neurketak “*Final fit*”-ekin egin dira.

	Person-en korrelazioa	Esangura
Masail aldea	-0,126	0,576
Urrun aldea	-0,201	0,371
Batez bestekoa (masail eta mihi aldeen artean)	-0,066	0,772

Taula 21: eskaneatze akatsa angulazioan eta hutsunearen arteko Pearson-en korrelazio analisiaren emaitzak. Mikroskopia optikoarekin egindako neurketak “*The one screw test*”-arekin egin dira.

5. EZTABAIDA

Inplanteen gainean eraikitako protesien fabrikazioa burutzeko erabilitako CAD/CAM teknologiaren aurrerapenarekin batera, suprastruktura eta inplantearen arteko doiketan hobekuntzak egon dira. Literaturan, protesiaren fabrikazio konbentzionala eta CAD/CAM-aren zehaztasunaren inguruko lan ugari argitaratu dira (Torsello et al., 2008; Monteiro de Araújo et al., 2015; Katsoulis et al., 2014; Sierralta et al., 2012), azken fabrikazio mota honekin emaitza hobeak lortuz; izan ere, modu konbentzionaletan

jarraitutako pauso bakoitzean, eskuz burututako akatsen gehikuntzak bukaerako doikuntza falta handiagoa dakar. Hala ere, CAD-CAM egiturak lortzeko jarraitutako fluxu digitaleko faseetan (ereduen digitalizazioa, protesiaren diseinua eta suprastrukturaren mekanizazioa) eskuz egindako akatsak gutxiagotzen badira ere (Abduo et al., 2011; Ortop et al., 2003), teknologia digitalak ere ezkutuko akatsak sortzen ditu. Gure lanean, CAD/CAM prozedurako eskaneatze akatsen identifikazioan eta honek maila klinikoan inplante eta suprastrukturaren artean sortzen duen doikuntza ezegokiaren azterketan zentratuko gara.

ESKANER OPTIKOAREN ZEHAZTASUNA

Lehenengo fasea eredu-tako inplante erreplikak eskaneatzean datza, hauen 3 dimentsioetako kokalekua ezagutzeko helburuarekin. Gure lanean eskaneatze akatsak 2 planotan aztertu ditugu, ardatz bertikal eta horizontalean, batez besteko emaitza 3 eta 45 μm artekoa izanik, hurrenez hurren. Holst et al., 2012-ek lortutako emaitzak (kasu honetan espazioko 3 ardatzetan aztertutako akatsak), ordea, gureak baino baxuagoak dira: 2 eta 9 μm artekoak. Koch et al., 2016-en lanean fluxu digitaleko fase bakoitzaren akatsak aztertu dira, batez besteko eskaneatze akatsa 21 μm -koa izanik.

Aipagarria da, bai gure lanean eta baita azken bi lanetan jarraitutako metodologia eta erabilitako gailuak ezberdinak izan direla. Koch et al., 2016 lanean, esaterako, aho-barneko eskaneatzailea erabili den moduan, gu aho-kanpoko eskaneatzaile optikoaz baliatu gara. Bestalde, gure lanarekin alderatuz, Holst et al., 2012-ek aztertutako inplante kopurua baxuagoa izan da (5 inplante) eta Kock et al., 2016-en lanean inplante-ereduaren ordeaz, hortz-eredua erabili da. Honetaz gain, gure lanean eskaneatze akatsak 2 planotan aztertu ditugu eta azken bi lan hauetan, berriz, 3 ardatzetan. Hortaz, ez da posible hiru lan hauetako emaitzak elkarren artean behar bezala alderatzea. Hori dela eta, beharrezkoa da aurrerantzean burutzen diren lanen homogeneizazioa.

Gure lanean eskaneatze akatsa ardatz bertikal eta horizontalean neurtzeaz gain, angulazio-akatsa ere aztertu da. Lan askotan angulazio akatsari buruz hitz egiten ez bada ere, beste lan batzuetan nabarmendu egiten da, honek duen garrantzi kliniko kontuan hartuta. Honen adibide dugu Winter et al., 2010-en lana. Protesiarentzat kaltegarriena angulazio-akatsa dela dio. Eskaneatzean, $0,083^\circ$ baino handiagoa den

angulazio akatsa $3\mu\text{m}$ -ko supraestruktura eta inplantearen arteko “gap”-arekin bat datorrela azaltzen da. Datu hau gure lanera estrapolatzen badugu, hutsune handiago baten aurrean aurkituko gara; izan ere, eskaneatzean gure batez-besteko angulazio akatsa $0,326^\circ$ -koa da. Halaber, Manzella et al., 2016-en arabera, arazo klinikoak angulazio akatsa 1° baino handiagoa denean bakarrik agertzen dira. Horrenbestez, klinika mailan arazoak agertzeko angulazio akatsaren balio zehatzik ez dakigu orain arte.

Azpimarragarria da, bestalde, eskaneatze akatsen balio maximo ($24\mu\text{m}$ ardatz bertikalean, $170\mu\text{m}$ ardatz horizontalean eta $0,84^\circ$ -ko angulazio akatsa) eta batez besteko balioen artean ($3\mu\text{m}$ ardatz bertikalean, $45\mu\text{m}$ ardatz horizontalean eta $0,326^\circ$ -ko angulazio akatsa) ezberdintasun handia dagoela. Posible da zenbait aldagai egotea eskaneatze akats balio handi horiek ematea eragiten dutenak. Hau dela eta, gure lanean eskaneatze akatsa eta 3 aldagaien (inplante kopurua, inplanteen arteko distantzia eta paralelismoa) arteko korrelazioa aztertu dugu. Erlazioa angulazio akatsa eta inplante kopuruaren artean bakarrik dagoela ondorioztatu dugu, hau da, zenbat eta inplante gehiago izan, eskaneatzean ematen den angulazio akatsa handiagoa izango da. Konkretuki, 3 inplante baino gehiagoko supraestrukturretan (≤ 3 inplanteekin alderatuz), akatsa ia bikoitza dela frogatu dugu. Beraz, posible da $0,84^\circ$ -ko angulazio akatsa (balio maximoa) 3 inplante baino gehiagoko protesian eman izana.

Gure lanean, inplanteen arteko distantzia eta eskaneatze akatsaren arteko erlaziorik aurkitu ez badugu ere, Del Corso et al., 2009-ren artikuluan, inplanteen arteko distantzia handitzean, eskaneatze akatsa (x, y eta z ardatzetan) handitzen dela ikusi da. Konkretuki, hortz arkuko lehen bi inplanteak eskaneatzean, $9,18\mu\text{m}$ -ko eskaneatze akatsa izan dute. Inplante hauen arteko distantzia handitzean (distantzia bikoitza aurrekoarekin alderatuz), lortutako eskaneatze akatsa ere ia bikoitza izan da ($17,91\mu\text{m}$).

SUPRAESTRUKTURA ETA PILAREAREN ARTEKO HUTSUNEA

Fluxu digitalean emandako akatsen emaitza klinikoa supraestruktura eta inplantearen arteko hutsunea da eta gure lanean “gap”-aren azterketa bi egoeratan aztertu dugu: “*The one screw test*” (Dos Santos et al., 2015; De França et al., 2015; Katsoulis et al., 2012; Hjalmarsson et al., 2010) protesiak duen doiketa pasiboa ebaluatze asmoz eta “*Final*

fit” (Dos Santos et al., 2015; De França et al., 2015), torloju guztiak estututa amaieran duen doiketa aztertzeko. Hjalmarsson et al., 2010-en lanaren arabera, ebaluazio metodo hau ez da egokia; izan ere, torloju guztiak estututa, hutsune bertikala murrizten da (aldi berean torlojuko eta ehun periinplanatarioko tentsioa handituz) eta honela, pasibotasun altuko emaitza faltsuak lortuko ditugu.

Gure lanean, hortz-arkuko azken pilarea bakarrik estutuz lortutako hutsune bertikalaren batez besteko balioa $85\mu\text{m}$ -koa den bitartean, torloju guztiak estutua emaitza baxuagoa lortu dugu ($58\mu\text{m}$), desberdintasuna esanguratsua izanik; izan ere, doikuntza ezegokia duen supraestruktura estutzean, torlojuak duen estresa/tentsioa handitu eta aplikatzen zaion prekargaren parte bat supraestruktura eta pilarea elkarrengandik gerturatzeko erabiliko da, “*gap*”-a txikituz. (Abduo et al. 2014).

Gure emaitzak beste bi artikuluetan (Dos Santos et al., 2015; De França et al., 2015) lortutako emaitzekin alderatu ditugu; izan ere, hauetan bi neurketa metodologiak aldi berean erabili dira: bai “*The one screw test*” eta baita “*Final fit*”. Alde batetik, Dos Santos et al., 2015-en lana dugu. “*The one screw test*”-arekin lortutako emaitza gure lanean lortutakoaren parekoa bada ere ($81\mu\text{m}$; gure lanean $85\mu\text{m}$), “*Final fit*”-eko balioa nabarmenki txikiagoa da ($26\mu\text{m}$; gure lanean $58\mu\text{m}$). Bestetik, De França et al., 2015-en artikuluan torloju guztiak estututa $1\mu\text{m}$ -ko hutsune bertikala lortu dute eta hortz-arkuko azken pilarea bakarrik estutuz, $107\mu\text{m}$ -koa. Kontuan izan behar dugu 3 lan hauetan jarraitutako metodologia ez dela bera izan. Esaterako, gure lanarekin alderatuta, nahiz eta guztietan supraestrukturaren material bera erabili (kromo kobalto), Dos Santos et al., 2015 eta De França et al., 2015 lanean aztertutako inplante kopurua txikiagoa da (2 eta 3, hurrenez hurren) eta gainera, lehenengo ikerketan supraestruktura eta pilarearen distantzia bertikala kalkulatu den bitartean, bigarrenengan, supraestruktura eta inplantearen arteko neurketak burutzen dira. Hortaz, hutsune bertikalaren emaitzetan desberdintasunak izatean, ikerketaren diseinuko beste zenbait parametro ere kontuan izan beharko ditugu.

Klinikoki onargarritzat hartzen diren hutsune bertikalaren balioak erreferentziatzat hartuz ($91\text{-}150\mu\text{m}$) (Jemt T., 1991), bai gure lanean eta baita azken bi artikuluetan lortutako balioak txikiagoak dira eta ondorioz, etorkizunean konplikazio klinikoak emateko arriskua txikia dela esan daiteke. Hala ere, kontuan izan behar dugu hutsune

hau kolonizatu dezakeen diametro txikiena duen bakteriak $0,1\mu\text{m}$ dituela (Rack et al., 2010). Beraz, protesi eta inplante arteko doikuntza ezegoki hori minimoa bada ere, mikrofiltrazio arriskua beti egongo da.

Ondorioztatu dugun beste puntu bat “*Final fit*” eta “*The one screw test*” neurketen arteko ezberdintasuna esanguratsua dela da. Lan gehienek diote nahiz eta torlojuak estutu gabeko hutsune bertikala handia izan, torlojuak estutzean “gap” hori desagertu egiten dela (Abduo J. et al., 2012; Hegde R. et al., 2009; Jemt T. et al., 1998). Mellington eta Leung., 1995-ek, ordea, $500\mu\text{m}$ baino gehiagoko hasierako hutsune bertikalarekin, torlojuak estutzean $55\mu\text{m}$ -ko “gap”-a geratuko dela dio. Gure lanean ere pilarea estutzean, “gap”-aren neurria txikiagoa bada ere (estututakoarekin alderatuz), hutsunea badago.

Hutsune bertikala eta protesia sostengatzen duen inplante kopuruaren arteko erlazioari dagokionez, inplante kopurua handitzean, “gap”-aren dimentsio bertikala ere handitzen dela ikusi dugu. Hortaz, arku osoko suprastrukturak, 2 protesi partzialekin alderatuta esaterako, doiketa okerragoa izango duela ondorioztatu dezakegu. Hala ere, beste lan batzuetan (Sierraalta M. et al. 2012; Abduo J. et al. 2012) inplante kopuruak (suprastrukturaren luzerak) protesien doikuntzan ez duela eragiten agertzen da.

Bestalde, hertz-arkuko azken pilarea bakarrik estutuz, 3 inplante baino gehiagoko suprastrukturetan (3 inplante edo gutxiagorekin alderatuz) hutsune handiagoa aurkitu dugu. Katsoulis et al., 2014-en artikuluan ere, “*The one screw test*” metodologiarekin, 6 inplanteetan sostengatutako suprastrukturaren ordez 3 inplanteko 2 partzial fabrikatuta, protesiak inplantearekiko izango duen doiketa hobea dela ondorioztatzen da. Hala ere, doiketa hau neurri txiki batean bakarrik hobetzen dela dio.

Aztertu dugun hurrengo gaia inplanteen arteko distantziak hutsunearen neurrian eragina duen ala ez da. Gure lanaren arabera, pilare guztiak estututa daudenean, inplanteen arteko distantzia handitzean, “gap”-a ez dela handitzen ondorioztatu dugu; izan ere, torlojuak pairatzen duen estresak “gap”-hori murriztea eragiten duela uste dugu. Hau da, prekgaren zati bat egiturak gerturatzeko erabiliko da. Hala ere, kontuan izan beharko dugu suprastruktura eta pilarearen doiketa faltagatik, torloju honen estresa handitu egingo dela funtzioarekin batera eta probabilitate handiagoa izango duela

apurtzeko, torlojuaren erroka higatzeko, torlojua inguratzen duen plastikoa itxuraldatzeko edo torlojua galtzeko (Abduo et al., 2014). Kasu honetan, “*gap*”-aren handitzea emango dela deritzogu.

Hala ere, hortz-arkuko azken pilarea bakarrik estutuz, inplanteen arteko distantzia handitzen badugu, hutsunea handitu egiten da sortzen den palanka indarrak direla eta. Era berean, inplanteen arteko paralelismoa eta doikuntza ezegokiaren artean ez dugu erlazorik ikusi. Literaturan, ez dugu ez inplanteen arteko distantzia eta paralelismoa eta hutsunearen neurria erlazionatzen dituen artikulurik aurkitu. Beraz, etorkizuneko lanetan aztertu beharreko gaiak direla deritzogu.

Orain arte aipatutako supraestruturak eta pilarearen arteko hutsunea protesien fabrikazioko fluxu digital osoan (ereduen digitalizazioa, protesien diseinua eta egituren elaborazio edo mekanizazioa) zehar emandako akatsen batura da. Koch et al., 2016 artikuluan, 3 pauso horietako bakoitzean emandako akatsak aztertzen dira, protesien diseinuan emandako akatsa $1\mu\text{m}$ -koa izanik. Guk gure lanean azken hau kalkulatu ez badugu ere, datu hau erreferentziatzat hartuz, gure supraestruturaren mekanizazioan emandako akatsa kalkulatu dezakegu; izan ere, angulazio-akatsa kalkulatu dugu (amaierako hutsunearen batez bestekoa – eskaneatze akatsa – protesien diseinuko akatsa = mekanizatuaren akatsa). Gure lanean pilare guztiak estutua lortutako batez besteko mekanizazio akatsa $56\mu\text{m}$ -koa den bitartean, hortz-arkuko azken pilarea soilik estutuz lortutako emaitza $85\mu\text{m}$ -koa da.

Gure lanean lortutako mekanizatuaren akatsa Koch et al., 2016-en lanean lortutakoak baino txikiagoa da ($98\mu\text{m}$). Kontuan izan behar dugu, bi lan hauetan jarraitutako metodologia ezberdina dela (Koch et al., 2016-ek hortz ereduak erabiltzen ditu, gurean berriz inplante ereduak).

ESKANEATZE AKATSA ETA HUTSUNEAREN ARTEKO KORRELAZIOA

Gure lanean eskaneatze akatsaren (ardatz bertikal, horizontal eta angulazioan) eta hutsunearen artean erlazorik aurkitu ez badugu ere, Winter et al., 2010-en artikuluan eskaneatzean angulazio akatsa handitzean, hutsunearen neurria handitzen dela ikusi da ($0,083^\circ$ -ko angulazio akatsak $3\mu\text{m}$ -ko “*gap*”-a ematen badu, angulazio akatsa handitzean, hutsunearen balioa ere handituko litzateke).

Amaitzeko, ez dugu ahaztu behar, suprastruktura eta inplantearen arteko doiketan protesiarren fabrikazio prozesuaz gain, beste zenbati faktorek ere eragina dutela. Horien artean, inpresioak hartzeko erabilitako metodo eta materiala eta igeltsuzko ereduaren egonkortasun dimentsionala ditugu (Yannikakis S. et al., 2013), baita eskaneatze-gorputzen itxura, materiala eta tamaina (Fluegge) eta inguruaren egoera ere (Holst et al., 2012), besteak beste. Hortaz, suprastrukturaren elaborazioaren aurretik burututako pausuetan ere akatsak txikiagotzen saiatuko gara, protesiarren doiketa egokia lortzeko helburuarekin.

6. ONDORIOAK

- 3 Shape aho-kanpoko eskaner optikoaren ardatz bertikaleko akatsa ardatz horizontalarena baino txikiagoa da.
- Gero eta inplante gehiago izan, eskaneatze angulazio-akatsa handiagoa da. Honela, 3 inplante baino gehiago eskaneatzean, angulazio akatsa ia bikoitza da 3 inplante edo gutxiago eskaneatzean baino.
- Inplanteen arteko distantzia eta paralelismoa ez da eskaneatze akatsekin erlazionatzen.
- Inplante kopurua eta hutsunearen artean erlazioa dago “*Final fit*” eta “*The one screw test*” eretan neurtzean.
- “*The one screw test*”-ean hutsunearen eta inplanteen arteko distantziaren artean erlazioa dago.
- Inplanteen arteko paralelismoa eta hutsunearen artean ez da erlazorik ikusi.
- Eskaneatze akatsa eta hutsunearen artean ez dago erlazorik.

7. BIBLIOGRAFIA

- Abduo, J., Lyons, K., Bennani, V., Waddell, N. & Swain, M. (2011). Fit of screw-retained fixed implant frameworks fabricated by different methods: a systematic review. *International Journal of Prosthodontics* 24: 207-220.
- Abduo J, Lyons K. Effect of vertical misfit on strain within screw-retained implant titanium and zirconia frameworks. *J Prosthodont Res* 2012;56:102-109.
- Abduo J. Fit of CAD/CAM implant frameworks: a comprehensive review. *J Oral Implantol*. 2014 Dec;40(6):758-66.
- Adell, R., Lekholm, U., Rockler, B. & Branemark, P.I (1981). A 15-year study of osseointegrated implants in the treatment of the edentulous jaw. *International Journal of Oral Surgery* 10:387-416.
- Berglundh T, Persson L, Klinge B. A systematic review of the incidence of biological and technical complications in implant dentistry reported in prospective longitudinal studies of at least 5 years. *J Clin Periodontol* 2002;29:197-212.
- Branemark, P.I., Hansson, B.O., Adell, R., Breine, U., Lindstrom, J., Hallen, O. & Ohman, A. (1997). Osseointegrated implants in the treatment of the edentulous jaw. Experience from a 10-year period. *Scandinavian Journal of Plastic and Reconstructive Surgery Supplement* 16: 1-132.
- Clayton GH, Driscoll CF, Hondrum SO. The effect of luting agents on the retention and marginal adaptation of the CeraOne implant system. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1997;12:660-665.
- Coelho AL, Suzuki M, Dibart S, DA Silva N, Coelho PG. Cross-sectional analysis of the implant-abutment interface. *J Oral Rehabil*. 2007;34(7):508-16.
- Del Corso M, Abà G, Vazquez L, Dargaud J, Dohan Ehrenfest DM. Optical three-dimensional scanning acquisition of the position of osseointegrated implants: an in vitro study to determine method accuracy and operational feasibility. *Clin Implant Dent Relat Res*. 2009 Sep;11(3):214-21.

- Donovan TE, Becker W, Brodine AH, et al. Annual review of selected dental literature: Report of the Committee on Scientific Investigation of the American Academy of Restorative Dentistry. *J Prosthet Dent* 2007;98(1):36-67.
- Dos Santos M, A. Caldas R., M. Zen B., Bacchi A. Correr-Sobrinho L. Adaptation of overdenture-bars casted in different metals and their influence on the stress distribution-A Laboratory and 3D FEA. *Journal of Biomechanics* 48 (2015) 8-13.
- Duret F, Preston JD. CAD/CAM imaging in dentistry. *Curr Opin Dent* 1991;1:150-54.
- Fasbinder DJ. Chairside CAD/CAM: an overview of restorative material options. *Compend Contin Educ Dent* 2012;33(1):50, 52-8.
- Fluegge, T., Att, W., Metzger, M., Nelson, K. 2015. A novel method to evaluate precision of optical implant impressions with commercial scan bodies- an experimental approach. *J prosthodont* 10.1111/12362.
- Freedman M, Quinn F, O'Sullivan M. Single unit CAD/CAM restorations: a literature review. *J Ir Dent Assoc* 2007;53(1):38-45.
- Galhano GÀ PE, Mazaro JV. Optical impression systems for CAD-CAM restorations. *J Craniofac Surg.* 2012;23(6):575-9.
- Giménez B, Özcan M, Martínez Rus F, Pradíes, G. Accuracy of a Digital Impression System Based on Active Wavefront Sampling Technology for Implants Considering Operator Experience, Implant Angulation, and Depth. *Clin Implant Dent Relat Res.* 2015 Jan;17 Suppl 1:e54-64.
- Giordano M, Ausiello P, Martorelli M. Accuracy evaluation of surgical guides in implant dentistry by non-contact reverse engineering techniques. *Dent Mater* 2012;28(9):e178-85.
- Gonzalez de Villambrosia, P., Pradíes Ramiro, G.J., Martínez Rus, F. 2014. Estudio experimental in vitro de la fiabilidad de seis escaneros extraorales utilizados en tecnología CAD/CAM.
- Goodacre CJ, Bernal G, Rungcharassaeng K, Kan JY. Clinical complications with implants and implant prostheses. *J Prosthet Dent* 2003;90:121-132.

- Goodacre CJ, Garbacea A, Naylor WP, et al. CAD/CAM fabricated complete dentures: concepts and clinical methods of obtaining required morphological data. *J Prosthet Dent* 2012;107(1):34-46.
- Groton M, Axmann D, Probdter L, Weber H. Determination of the minimum number of marginal misfit measurements required for practical in vitro testing. *J Prosthet Dent* 2000;83(1):40-49.
- Guth JF, Keul C, Stimmelmayer M, Beuer F, Edelhoff D. Accuracy of digital models obtained by direct and indirect data capturing. *Clin Oral Investig* 2012;17:1201-8.
- Hecker DM, Eckert SE. Cyclic loading of implant-supported prostheses: changes in component fit over time. *J Prosthet Dent*. 2003;89(4):346-51.
- Hedge R, Lemons JE, Broome JC, McCracken MS. Validation of strain gauges as a method of measuring precision of fit of implant bars. *Implant Dent* 2009;18:151-161.
- Hjalmarsson L, Ortorp A, Smedberg JI, Jemt T. Precision of fit to implants: a comparison of CrescoTM and Procera[®] implant. *Clin Implant Dent Relat Res* 2010;12:271-280.
- Holst S, Persson A, Wichmann M, Karl M. 2012. Digitalizing implant position locators on master casts: comparison of a noncontact scanner and a contactprobe scanner.
- Jemt T. Failures and complications in 391 consecutively inserted fixed prostheses supported by Bränemark implants in edentulous jaws: first annual checkup. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1991;6:270-276.
- Jemt T, Book K. Prosthetic misfit and marginal bone loss in edentulous implant patients. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1996;11:620-625.
- Jemt T, Lekholm U. Measurements of bone and framework deformations induced by misfit of implant superstructures. A pilot study in rabbits. *Clin Oral Implants Res* 1998;9:272-280.

- Kapos T, Ashy L.M., Gallucci G.O., Weber H.P., Wismeijer D. 2009. Computer-aided design and computer-assisted manufacturing in prosthetic implant dentistry. *Int J Oral Maxillofac Implants*:24:110-117.
- Karl M, Winter W, Taylor T.D. & Hechmann S.M. (2004). In vitro study on passive fit in implant-supported 5-unit fixed partial dentures. *The International Journal of Oral Maxillofacial Implants* 19: 30-37.
- Katsoulis J, Mericske-Stern R, Rotkina L, Zbären C, Enkling N, Blatz MB. Precision of fit of implant-supported screw-retained 10-unit computer-aided-designed and computer-aided-manufactured frameworks made from zirconium dioxide and titanium: an in vitro study. *Clin Oral Implants Res.* 2012 Feb;25(2):165-74.
- Katsoulis J, Müller P, Mericske-Stern R, Blatz MB. CAD/CAM fabrication accuracy of long- vs. Short span implant-supported FDPs. *Clin. Oral Impl. Res.* 26, 2014, 245-249.
- Klineberg IJ, Murray GM. Design of superstructures for osseointegrated fixtures. *Swed Dent J Suppl* 1985;28:63-69.
- Koch GK, Gallucci GO, Lee SJ. Accuracy in the digital workflow: From data acquisition to the digitally milled cast. *J Prosthet Dent.* 2016;115(6):749-54.
- Lee SJ, Betensky RA, Gianneschi GE, Gallucci GO. Accuracy of digital versus conventional implant impressions. *Clin Oral Implants Res* 2015;26:715-9.
- Locquin M; Langeron M: *Manual de microscopia*. Editorial Labor, S.A., Barcelona, 1985.
- Manzella C, Bignardi C, Burello V, Carossa S, Schierano G. Method to improve passive fit of frameworks on implant-supported prostheses: An in vitro study. *J Prosthet Dent.* 2016;116(1):52-8.
- May Kb, Edge MJ, Russell MM, Razzoog ME, Lang BR. The precision of fit at the implant prosthodontic interface. *J Prosthet Dent* 1997; 77:497-502.
- McCartney J. Intraoral connection of individual abutment attachments for osseointegrated implant-supported prosthesis. *J Prosthet Dent* 1991; 66:799-803.

- Mericske-Stern, R.D, Taylor, T.D. & Belser, U. (2000). Management of the edentulous patient. *Clinical Oral Implants Research* 11 (Suppl 1): 108-125.
- Millington ND, Leung T. Inaccurate fit of implant superstructures. Part 1: Stresses generated on the superstructure relative to the size of fit discrepancy. *Int J Prosthodont* 1995;8:511-516.
- Monteiro de Araújo G., Bernardo de França DG, Silva Neto JP, Seabra Barbosa GA. Passivity of conventional and CAD/CAM fabricated implant framework. *Brazilian Dental Journal* (2015) 26 (3): 277-283.
- Noh H, Nabha W, Cho JH, Hwang HS. Registration accuracy in the integration of laser-scanned dental images into maxillofacial cone-beam computed tomography images. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2011;140(4):585-91.
- Ortop, A., Jemt, T., Back, T. & Jalevik, T. (2003). Comparisons of precision of fit between cast and edentulous mandible. *International Journal of Prosthodontics* 16: 194-200.
- Persson A, Andersson M, Oden A, Sandborgh-Englund G. A three-dimensional evaluation of a laser scanner and a touch-probe scanner. *J Prosthet Dent* 2006;95(3):194-200.
- Pettenò D, Schierano G, Bassi F, Breciano M, Carossa S. Comparison of marginal fit of 3 different metal-ceramic systems; an in vitro study. *Int J Prosthodont* 2000; 13(5):405-408.
- Quaas S, Rudolph H, Luthardt RG. Direct mechanical data acquisition of dental impressions for the manufacturing of CAD/CAM restorations. *J Dent* 2007;35(12):903-8.
- Rack A, Rack T, Stiller M, Riesemeier H, Zabler S, Nelson K. In vitro synchrotron-based radiography of micro-gap formation at the implant-abutment interface of two-piece dental implants. *J synchrotron Radiat*. 2010;17121:289-94.
- Rangert B, Jemt T, Jorneus L. Forces and moment on Branemark implants. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1989;4:241-247.

- Rudolph H, Quaas S, Luthardt RG. Matching point clouds: limits and possibilities. *Int J Comput Dent* 2002;5(2-3):155-64.
- Rudolph H, Luthardt RG, Walter MH. Computer-aided analysis of the influence of digitizing and surfacing on the accuracy in dental CAD/CAM technology. *Comput Biol Med* 2007;37(5):579-87.
- Sahin, S., Cehreli, M.C., 2001. The significance of passive framework fit in implant prosthodontics: current status. *Implant Dent.* 10, 85-92.
- Sailer I, Philipp A, Zembic A, Pjetursson BE, Hämmerle CHF, Zwahlen M. A systematic review of the performance of ceramic and metal implant abutments supporting fixed implant reconstructions. *Clin. Oral Impl. Res.* 20 (Suppl. 4), 2009; 4–31. doi: 10.1111/j.1600-0501.2009.01787.
- Serrat M, Costa S, Cabratosa J. 2017. Evaluación *In vitro* de la precisión de los escáneres de uso en la odontología digital para la confección de estructuras para prótesis sobre implantes.
- Sierraalta M, Vivas JL, Razzoog ME, Wang RF. Precision of fit of titanium and cast implant frameworks using a new matching. *Int. J Dent* 2012;2012:1-9.
- Simonis P, Dufour T, Tenenbaum H. Long-term implant survival and success: a 10-16-year follow-up of non-submerged dental implants. *Clin Oral Implants Res.* 2010;21(7):772-7.
- Smeets R, Henningsen A, Jung O, Heiland M, Hammächer C, Stein JM. Definition, etiology, prevention and treatment of peri-implantitis--a review. *Head Face Med.* 2014;10:34.
- Steinhauser-Andresen S, Detterbeck A, Funk C, Krumm M, Kasperl S, Holst A, et al. Pilot study on accuracy and dimensional stability of impression materials using industrial CT technology. *J Orofac Orthop* 2011;72:111-24.
- Torsello F, Torresanto VM, Ercoli C, Cardaro L. Evaluation of the marginal precision of one-piece complete arch titanium. *Clin Oral Implants Res* 2008;19:772-779.

- Vizoso Noval, B., Suárez García, M^a.J., Gonzalo Íñigo, E. Evaluación in vitro de la precisión de ajuste de pilares sobre implantes con conexión hexagonal interna.
- Wee, A.G., Aquilino, S.A., Schneider, R.L., 1999. Strategies to achieve fit in implant prosthodontics: a review of the literature. *Int. J. Prosthodont.* 12, 167-178.
- Williams RJ, Bibb R, Eggbeer D, Collis J. Use of CAD/CAM technology to fabricate a removable partial denture framework. *J Prosthet Dent* 2006;96(2):96-9.
- Winter W, Mohrle S, Holst S, Karl M. Bone loading caused by different types of misfits of implant-supported fixed dental prostheses: a three-dimensional finite element analysis based on experimental results. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2010;25(5):947-52.
- Yannikakis S, Prombonas A. Improving the fit of implant prosthetics: an in vitro study. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2013;28:126-134.