



**Universidad
Europea**

UNIVERSIDAD EUROPEA DE MADRID
MASTER UNIVERSITARIO ORTODONCIA AVANZADA

TRABAJO FIN DE MASTER

**PREDICTIBILIDAD DEL PRIMER PLAN
DE TRATAMIENTO CON
INVISALIGN® EN LA INTRUSIÓN DE
INCISIVOS SUPERIORES COMO
OBJETIVO DE SOLUCIÓN DE LA
SONRISA GINGIVAL**

Eva Ibáñez de la Puente

Tutora: Dra. Susana de la Cruz Vigo

Promoción 2020-2023

AGRADECIMIENTOS

A mis padres, pilares fundamentales en mi vida, que me han enseñado los valores importantes de la vida y gracias a ellos me he convertido en la persona que soy hoy.

Ellos son mi guía en la vida.

A mi hermano, mi compañero de vida, siempre juntos lejos o cerca.

A la Dra. Susana de la Cruz, por todo el apoyo, esfuerzo y paciencia que ha tenido para llevarme el trabajo; porque sin ella y sin sus conocimientos no habría podido realizar esta investigación.

A todos mis profesores, gracias por todo lo que me llevo de cada uno de vosotros.

A Cova, mi gran compañera en este viaje y en todos los que nos quedan por hacer juntas.

A mis compañeros de master, porque durante estos tres años hemos creado esta gran familia de futuros ortodoncistas; sin vosotros el master no hubiese sido lo mismo.

1. RESUMEN.

Propósito del trabajo: El manejo del paciente con sonrisa gingival ha cobrado cada vez una mayor relevancia en el ambiente clínico dada la creciente demanda e interés de nuestros pacientes por tener sonrisas más armónicas y que se ajusten a unos determinados cánones estéticos. En la actualidad existe un consenso al afirmar que la etiología de la sonrisa gingival es multifactorial, y que con nuestros tratamientos de ortodoncia podemos dar una solución para conseguir una correcta relación entre los dientes, tejidos gingivales y labios.

Se ha realizado un estudio observacional, retrospectivo y longitudinal en el que se evalúa la predictibilidad de la intrusión de los incisivos superiores con Invisalign® comparando el ClinCheck inicial con el ClinCheck del primer refinamiento.

Material y método: Se usan STL iniciales y del primer refinamiento de 10 pacientes tratados con alineadores transparentes Invisalign®. Se realiza una superposición de ambos STL, usando como puntos de referencia 3 puntos fijos en las rugas palatinas, mediante el programa Nemotec. Usando una cuadrícula milimetrada del programa se mide los mm de intrusión en cada incisivo superior, así como si se ha producido dicha intrusión planificada.

Resultados: Mediante el test de chi cuadrado hemos comparado la intrusión prevista y la obtenida en los cuatro incisivos superiores, encontrando que la intrusión planificada entre 1 y 2mm y mayor a 2mm no se cumple en ninguno de los 4 incisivos superiores.

Conclusiones: La intrusión planificada en los 4 incisivos superiores en el primer plan de tratamiento con Invisalign® no se cumple, por lo que no es predecible.

La corrección de la sonrisa gingival no es predecible corregirla en el primer plan de tratamiento.

2. ABSTRACT.

Purpose: The management of patients with a gummy smile has become increasingly relevant in the clinical environment given the growing demand and interest of our patients in having more harmonious smiles that conform to certain aesthetic canons. There is currently a consensus that the etiology of gummy smiles is multifactorial, and that with our orthodontic treatments we can provide a solution to achieve a correct relationship between teeth, gum tissues, and lips.

An observational, retrospective and longitudinal study was carried out in which the predictability of the intrusion of the upper incisors with Invisalign® was evaluated, comparing the initial ClinCheck with the ClinCheck of the first refinement.

Material and method: Initial STL and the first refinement of 10 patients treated with Invisalign® transparent aligners are used. A superposition of both STL is made, using 3 fixed points on the palatal rugae as reference points, using the Nemotec program. Using a millimeter grid of the program, the mm of intrusion in each upper incisor is measured, as well as if said planned intrusion has occurred.

Results: Using the chi-square test, we have compared the planned intrusion and that obtained in the four upper incisors, finding that the planned intrusion between 1 and 2mm and greater than 2mm is not fulfilled in any of the 4 upper incisors.

Conclusions: The planned intrusion in the 4 upper incisors in the first treatment plan with Invisalign® is not fulfilled, so it is not predictable.

Gummy smile correction is not predictable to correct in the first treatment plan.

ÍNDICE

1.	RESUMEN.....	3
2.	ABSTRACT.....	4
	ÍNDICE.....	5
3.	ÍNDICE DE FIGURAS.....	7
4.	ÍNDICE DE TABLAS.....	8
5.	ÍNDICE DE SIGLAS Y ABREVIATURAS.....	10
6.	JUSTIFICACIÓN.....	11
7.	INTRODUCCIÓN.....	12
7.1.	LA SONRISA GINGIVAL.....	12
7.1.1.	DEFINICIÓN DE SONRISA.....	12
7.1.2.	TIPOS DE SONRISA.....	12
7.1.3.	DIAGNÓSTICO ETIOLÓGICO DE LA SONRISA GINGIVAL. ...	14
7.1.4.	DIAGNÓSTICO ESTÉTICO DE LA SONRISA GINGIVAL.....	16
7.2.	FORMAS DE TRATAMIENTO DE LA SONRISA GINGIVAL.....	18
7.2.1.	ORTODONCIA Y/O CIRUGÍA ORTOGNÁTICA.....	18
7.3.	INTRUSIÓN CON INVISALIGN®.....	19
7.3.1.	CONCEPTO ACTUAL DE LOS ALINEADORES Y SUS CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS.....	19
7.3.2.	BIOMÉCANICA DE LOS ALINEADORES: MOVIMIENTO DE INTRUSIÓN.....	20
7.3.3.	RESUMEN Y PROTOCOLO DE INTRUSIÓN DE INCISIVOS CON INVISALIGN®.....	29

8.	HIPÓTESIS DE TRABAJO.....	31
9.	OBJETIVOS.....	32
9.1.	OBJETIVOS GENERALES.....	32
9.2.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	32
10.	MATERIAL Y MÉTODO.....	33
10.1.	TIPO DE ESTUDIO.....	33
10.2.	SELECCIÓN DE LA MUESTRA.....	33
10.2.1.	CRITERIOS DE INCLUSIÓN.....	34
10.2.2.	CRITERIOS DE EXCLUSIÓN.....	34
10.3.	MÉTODOLÓGÍA DE TRABAJO.....	35
10.3.1.	SUPERPOSICIÓN DE MODELOS DIGITALES (STL) EN EL PROGRAMA NEMOTEC.....	36
10.3.2.	MEDICIÓN SOBRE LAS SUPERPOSICIONES.....	39
10.4.	MÉTODO ESTADÍSTICO.....	40
11.	RESULTADOS.....	41
11.1.1.	ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA.....	41
11.1.2.	ESTADÍSTICA INFERENCIAL.....	51
12.	LIMITACIONES DEL ESTUDIO.....	62
13.	DISCUSIÓN.....	63
14.	CONCLUSIONES.....	71
15.	BIBLIOGRAFÍA.....	72

3. ÍNDICE DE FIGURAS.

Figura 1. Tipos de línea de sonrisa: baja, media y alta.....	12
Figura 2. Patrones de los márgenes gingivales: sinuoso, recto y antiestético.....	16
Figura 3. Evaluación según Invisalign® del movimiento de Intrusión.....	20
Figura 4. Áreas de presión optimizadas.....	21
Figura 5. Ataches de mordida profunda optimizados en premolares.....	22
Figura 6. Rampas de mordida de precisión.....	23
Figura 7. Ataches de soporte optimizados.....	23
Figura 8. Protocolo de intrusión:1. Proinclinación de la corona 2. Fuerza de intrusión 3. Retruir aplicando a la vez torque radicular lingual.....	25
Figura 9. Uso de 2 TADs y elásticos para la intrusión anterior.....	27
Figura 10. Uso de 4 TADs y elásticos para la intrusión anterior.....	28
Figura 11. T1: STL inicio tratamiento.....	34
Figura 12. T2: STL primer refinamiento.....	34
Figura 13. Importación de los STL al software NemoCast®.....	35
Figura 14. Modelo T1 orientado en los tres planos del espacio.....	36
Figura 15. Ajuste de puntos. Se definen 3 puntos fijos en las rugas palatinas.....	37
Figura 16. Superposición de ambos modelos realizado por el programa.....	37
Figura 17. Modelos superpuestos con la cuadrícula milimétrica, donde vamos a realizar nuestras mediciones.....	38

4. ÍNDICE DE TABLAS.

Tabla 1. Variable sexo.....	41
Tabla 2. Intrusión Incisivo lateral derecho respecto al sexo.....	42
Tabla 3. Pruebas chi-cuadrado diente 12.....	43
Tabla 4. Intrusión Incisivo central derecho respecto al sexo.....	43
Tabla 5. Pruebas chi-cuadrado diente 11.....	44
Tabla 6. Intrusión Incisivo central izquierdo respecto al sexo.....	45
Tabla 7. Pruebas chi-cuadrado diente 21.....	46
Tabla 8. Intrusión Incisivo lateral izquierdo respecto al sexo.....	47
Tabla 9. Pruebas chi-cuadrado diente 22.....	47
Tabla 10. Variable edad.....	48
Tabla 11. Intrusión Incisivo lateral derecho.....	49
Tabla 12. Intrusión Incisivo central derecho.....	50
Tabla 13. Intrusión Incisivo central izquierdo.....	50
Tabla 14. Intrusión Incisivo lateral izquierdo.....	51
Tabla 15. Tabla cruzada incisivo lateral derecho*incisivo lateral derecho planificado.....	52
Tabla 16. Pruebas chi-cuadrado diente 12.....	53
Tabla 17. Tabla cruzada incisivo central derecho*incisivo central derecho planificado.....	55
Tabla 18. Pruebas chi-cuadrado diente 11.....	55
Tabla 19. Tabla cruzada incisivo central izquierdo*incisivo central izquierdo planificado.....	57

Tabla 20. Pruebas chi-cuadrado diente 21	58
Tabla 21. Tabla cruzada incisivo lateral izquierdo*incisivo lateral izquierdo planificado.....	59
Tabla 22. Pruebas chi-cuadrado diente 22.....	60

5. ÍNDICE DE SIGLAS Y ABREVIATURAS.

STL – Archivos estéreo litográficos.

SG – Sonrisa gingival.

EPA – Erupción pasiva alterada.

LAC – Límite amelocementario.

AST – alineadores secuenciales transparentes.

VPS – silicona polivinilsiloxano.

VOT – Técnico de ortodoncia virtual.

HBO – Atache horizontal con bisel a oclusal.

TAD – Microtornillo de anclaje temporal.

CBCT – Tomografía computerizada de haz cónico.

6. JUSTIFICACIÓN.

William Shakespeare dijo *“es más fácil obtener lo que se desea con una sonrisa que con la punta de la espada”* y un autor anónimo *“el maquillaje que embellece más, es una sonrisa sincera”*.

La sonrisa cada vez ha ido cobrando más importancia en la sociedad siendo uno de los primeros rasgos que perciben otras personas de nosotros.

Sonreír nos hace más atractivos tanto a nivel físico como personal; las personas que sonríen se muestran más felices y seguras de sí mismas; además que una sonrisa es sinónimo de confiabilidad, sinceridad y serenidad.

Por eso hoy en día ha aumentado la demanda de los pacientes por tener sonrisas más estéticas y armónicas; siendo la solución de la sonrisa gingival un motivo de consulta de nuestros pacientes cada vez más frecuente; y gracias a los avances que se van consiguiendo cada día en la ortodoncia con alineadores podemos ofrecer a los pacientes solucionar su sonrisa gingival, devolviéndoles una sonrisa armónica con unas correctas relaciones entre los dientes, encía y labios.

7. INTRODUCCIÓN.

7.1. LA SONRISA GINGIVAL.

7.1.1. DEFINICIÓN DE SONRISA.

La sonrisa, la podemos definir como la expresión de la felicidad y el bienestar, y ha ido ganando relevancia e importancia en la sociedad en los últimos años. Según Claude Rufenacht “... *una sonrisa agradable puede producir un aurea que amplía la belleza de la cara, haciendo parte de las cualidades y virtudes de la personalidad humana.*”

Es por ello que durante las últimas décadas la sonrisa cada vez ha ido cobrando más importancia, ya que no existe entre las expresiones humanas algo más significativo que una sonrisa sincera. Sin embargo, cuando es referida al campo de la odontología, nuestra capacidad de exhibir una sonrisa agradable depende directamente de su belleza estructural, es decir, de las relaciones entre los elementos dentales, tejidos gingivales y labios, que deben estar relacionados de manera armoniosa entre ellos y dispuestos en una composición facial, que denotara su calidad. (1–3)

Por tanto, una sonrisa armónica está compuesta por tres elementos: los labios, los dientes y la encía. (2,4)

Cuando sonreímos o estamos en reposo, las relaciones dentolabiales son factores determinantes para una connotación favorable o desfavorable de la sonrisa, ya que su forma de relacionarse influye directamente en la composición de nuestro trabajo como clínicos.

7.1.2. TIPOS DE SONRISA.

Observar los movimientos del labio permite la evaluación de la exposición dental durante las diversas fases del habla y de la sonrisa, y según la cantidad que se exponga tanto de los incisivos centrales superiores como de los tejidos gingivales circundantes, en relación al labio superior podemos clasificar cuatro tipos de sonrisa: (1,5–8)

1. Línea de sonrisa baja, durante la sonrisa se expone no más del 75% de la corona clínica de los dientes anteriores. (Fig. 1.1)
2. Línea de sonrisa media, durante la sonrisa se expone del 75% al 100% de la corona clínica de los dientes anteriores, así como las papilas gingivales. (Fig. 1.2)
3. Línea de sonrisa alta, durante la sonrisa se expone el total de la corona clínica de los dientes anteriores más una banda de encía, que no debe ser más de 3mm. (Fig. 1.3)

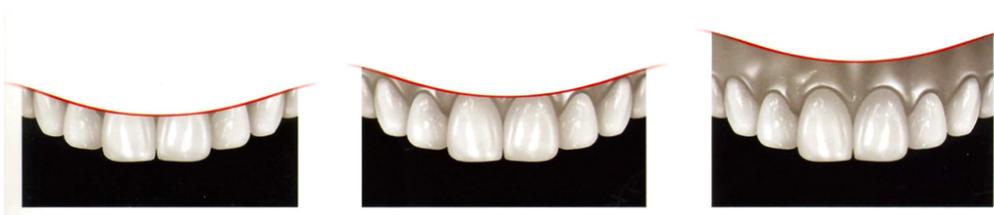


Figura 1. Tipos de línea de sonrisa: baja, media y alta.(7)

4. Sonrisa gingival, durante la sonrisa se expone el total de la corona clínica de los dientes anteriores más una banda de encía mayor de 3mm. Y según la cantidad de exposición de encía que se muestra al sonreír, la sonrisa gingival se clasifica en:(4)
 - a. Tipo I, se expone 3-4mm de encía.
 - b. Tipo II, se expone 4-8mm de encía.
 - c. Tipo III, se expone más de 8mm de encía.

Por otro lado, dependiendo de la zona de exposición, clasificamos la sonrisa gingival en:(4)

- a. Anterior, de los incisivos a los primeros premolares.
- b. Posterior, de los primeros premolares a los molares.
- c. Mixta, toda la arcada

La prevalencia de la sonrisa gingival es del 10,5-29% y tiene mayor preferencia por el sexo femenino. Y es más frecuente en pacientes jóvenes ya que con la edad la longitud del labio superior aumenta, resultando una menor exposición gingival en sonrisa.(4)

Hoy en día la demanda e interés de los pacientes por tener sonrisas más armónicas y que se ajusten a unos cánones de belleza ha aumentado, y por ello el manejo del paciente con sonrisa gingival ha cobrado una mayor importancia en el ambiente clínico.

Sabemos que la etiología de la sonrisa gingival tiene un origen multifactorial y desde una perspectiva clínica uno de los principales retos que supone el manejo de la sonrisa gingival es la toma de decisiones en un contexto tan heterogéneo, ya que las diferentes combinaciones de factores etiológicos dan lugar a una gran diversidad de escenarios clínicos, así como diferentes planes de tratamiento.

7.1.3. DIAGNÓSTICO ETIOLÓGICO DE LA SONRISA GINGIVAL.

Clasificamos los factores etiológicos de la sonrisa gingival en: (4,9–12)

1. Exceso vertical del maxilar

Su diagnóstico de presunción se realiza mediante la regla de los tercios. El paciente de frente y en la posición de reposo se trazan líneas horizontales, paralelas entre sí, a nivel de glabella, subnasal y mentón; así definimos el tercio medio y el tercio inferior facial. Si al medir estos tercios, el tercio inferior está aumentado con respecto al tercio medio, sabemos que existe una alta probabilidad de exceso vertical del maxilar. Otro signo clínico que nos puede ayudar a este diagnóstico de presunción es el solapamiento de los bordes incisales de los incisivos centrales superiores por el labio inferior durante la sonrisa. Este diagnóstico de presunción inicial se puede hacer sobre una fotografía frontal de

cara en reposo. Para confirmar el diagnóstico de exceso vertical del maxilar superior, se hará mediante mediciones cefalométricas.

2. Extrusión dentoalveolar

Cuando se observan los márgenes gingivales de los dientes anterosuperiores migrados a una posición más coronal con respecto a los posteriores, se puede hacer un diagnóstico de presunción de que existe extrusión dentoalveolar. Otro indicador que se puede observar es el desgaste de los bordes incisales de los dientes superiores o su solapamiento con el labio inferior. Para poder hacer un diagnóstico de confirmación tras haber observado dichos signos clínicos, es el estudio cefalométrico, y las diferentes opciones de tratamiento serán la cirugía ortognática y/o la ortodoncia.

3. Hipermovilidad del labio superior o hiperfunción muscular

Se diagnóstica midiendo el desplazamiento del borde inferior del labio superior entre las posiciones de reposo y máxima sonrisa. La norma es de 6-8mm en mujeres/hombres jóvenes. Si al hacer la medición supera este rango, se considera que existe hipermovilidad del labio superior. Durante este diagnóstico también hay que prestar atención a las características del labio superior como son la forma, el grosor, la simetría, la línea de la sonrisa y el comportamiento dinámico del labio, que hacen que aumenta la exposición gingival durante la sonrisa. El tratamiento de la hipermovilidad del labio superior en la actualidad incluye el uso de la toxina botulínica, de materiales de relleno como el ácido hialurónico y de técnicas quirúrgicas como la reposición labial, miotomías y desinserciones musculares. (13)

4. Labio corto

Su diagnóstico se realiza midiendo la longitud del labio superior en reposo, a nivel de la línea media facial. Se mide desde el bermellón del labio hasta el borde inferior del labio superior; y la norma es de 22-24mm en mujeres jóvenes(9). Su diagnóstico implica limitaciones en nuestros tratamientos, ya que no conocemos tratamientos eficaces y predecibles a largo plazo.

5. Erupción pasiva alterada (EPA)

Su diagnóstico consiste en analizar el grado de solapamiento que existe entre la encía y la corona anatómica de los dientes superiores. Debemos localizar la profundidad a la que se encuentra el LAC (límite amelocementario) del diente con respecto a su margen gingival. Es importante correlacionarlo con la edad del paciente.

Para su diagnóstico podemos emplear medios clínicos como la sonda periodontal, o medios radiográficos, como la técnica descrita por el autor Alpiste.(14)

7.1.4. DIAGNÓSTICO ESTÉTICO DE LA SONRISA GINGIVAL.

Además de realizar el diagnóstico etiológico de la sonrisa gingival, es muy importante conocer y analizar la estética de la sonrisa, para poder conocer así las necesidades concomitantes a nivel restaurador, funcional y de salud. Este diagnóstico estético de la sonrisa se debe realizar siguiendo una serie de parámetros, siendo tres los que siempre debemos registrar y analizar: (1,3,6,7,15)

1. Márgenes gingivales

Debemos evaluar su festoneado, textura superficial, color, simetría, paralelismo con el borde inferior del labio superior y su exposición en sonrisa; ya que el contorno y la morfología del margen gingival están entre los componentes más importantes de la composición dental. Enmarcan a los dientes en su región cervical, y dichos márgenes presentan dos contornos considerados agradables estéticamente.

- a. Patrón sinuoso, cuando el margen gingival del incisivo lateral está 0,5-1mm por debajo de la línea imaginaria que une el margen gingival del incisivo central con el canino. (Figura. 2.1)

- b. Patrón recto, cuando los márgenes gingivales del incisivo central, incisivo lateral y canino están alineados y a la misma altura. (Figura. 2.2)
- c. Cuando uno de estos dos patrones no se cumple entonces es considerado una relación de márgenes gingivales antiestético. (Figura. 2.3)

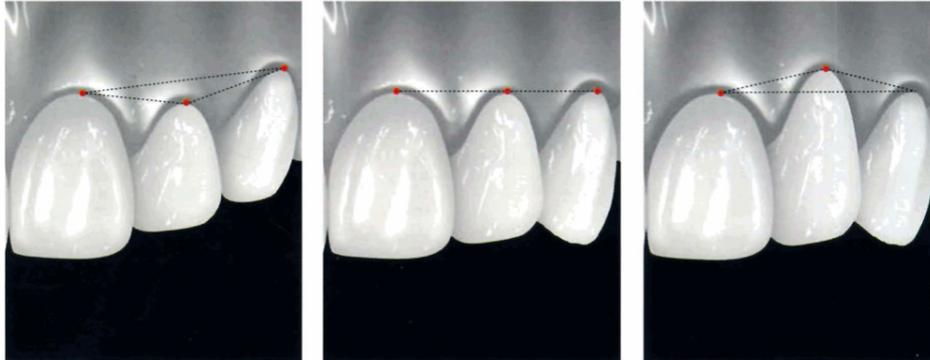


Figura 2.1 –
Patrón sinuoso

Figura 2.2 –
Patrón recto

Figura 2.3 –
Patrón antiestético

Figura 2. Patrones de los márgenes gingivales: sinuoso, recto y antiestético. (7)

2. Tamaños y proporciones dentarias

Un correcto tamaño, así como proporción dentaria nos aporta un correcto marco estético de la sonrisa; sabiendo que la longitud considerada como estándar de los incisivos centrales es 10mm, de los incisivos laterales 6,5mm y de los caninos 9mm. Y la proporción (longitud/anchura) ideal para los incisivos centrales esta descrita en un 85%. Cuando nos encontramos con una incorrecta proporción dentaria hay que analizar el margen de mejora estética que tenemos, así como su coste biológico y económico.

3. Bordes incisales

Debemos evaluar su integridad, simetría, propiedades ópticas y su relación con respecto a la línea labial inferior en sonrisa. Idealmente la línea que une los bordes incisales de los incisivos superiores debe ser paralela a la línea labial

inferior en sonrisa, estando cerca de ellos, pero sin entrar en contacto u ocultándolos.

7.2. FORMAS DE TRATAMIENTO DE LA SONRISA GINGIVAL.

Una vez realizado el diagnóstico etiológico de la sonrisa gingival, que como ya sabemos se debe a diferentes factores: exceso vertical del maxilar, extrusión dentoalveolar, hipermovilidad del labio superior labio superior corto erupción pasiva alterada o una combinación de ellos.

Los pacientes que presentan una línea de sonrisa alta no siempre van a necesitar un tratamiento de cirugía resectiva si las proporciones dentales son las adecuadas y existe un equilibrio estético.

Los tratamientos propuestos para la solución de la SG pueden ser entre otros(4,9):

- Alargamiento coronario.
- Cirugía ortognática.
- Ortodoncia.
- Reposición labial.

Ya que presentar sonrisa gingival no es sinónimo de tener un exceso vertical del hueso maxilar.

7.2.1. ORTODONCIA Y/O CIRUGÍA ORTOGNÁTICA.

- En los casos de causa de exceso óseo vertical del maxilar y/o extrusión dentoalveolar las soluciones terapéuticas serán la ortodoncia y/o la cirugía ortognática.
- Cuando la discrepancia vertical es de 2-3mm y no existen otras alteraciones esqueléticas en las dimensiones sagital o transversal que requiera cirugía

ortognática, la intrusión ortodóncica, con o sin anclaje esquelético, será el tratamiento de elección, pudiendo obtener buenos resultados.

- Cuando existen excesos verticales mayores de 3 mm u otras alteraciones esqueléticas en el plano sagital o transversal, el tratamiento de elección es la cirugía ortognática con impactación del maxilar, previa preparación ortodóncica del paciente.(4)

7.3. INTRUSIÓN CON INVISALIGN®

7.3.1. CONCEPTO ACTUAL DE LOS ALINEADORES Y SUS CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS.

Los alineadores comienzan su historia a principio del S.XX, cuando en 1997, Zhia Chishti y Kelsey Wirth, estudiantes de la Universidad de Stanford, fundaron Align Technology, Inc. (Santa Clara, California). Y en 1999 junto a dos ortodoncistas y un ingeniero informático introdujeron la técnica de Invisalign®, que se empezó a comercializar como un método ortodóntico en sí. (16)

Hoy en día existen diversos sistemas de alineadores como Spark™, Angel Aligner, ClearCorrect®, Quick Smile®, Secret Aligner® entre muchos otros.

De todos estos sistemas nos centraremos en el sistema Invisalign®, que consiste en realizar ligeros movimientos dentales mediante alineadores estéticos removibles, denominados alineadores secuenciales transparentes (AST), realizados a media a través de un sistema computerizado CAD-CAM.

Con este sistema los alineadores termoplásticos son fabricados sobre modelos estereolitográficos, basados en imágenes tridimensionales obtenidas a partir de unas impresiones de silicona de polivinilsiloxano (VPS) o de un escaneado intraoral; las imágenes estereolitográficas son modificados mediante un sistema informático con el fin de reproducir una serie de movimientos incrementales. (17)

Cada alineador realiza movimientos lineales de 0.25mm y movimientos angulares de 2° para las rotaciones y 1° para los cambios de torque de los incisivos. (16)

Desde el 2013 introdujeron el nuevo material *SmartTrack*®, material mucho más elástico lo que permite hacer fuerzas más ligeras y constantes, además de adaptarse mejor a la morfología de los dientes, los *attachments* y los espacios interproximales. Los alineadores mueven los dientes mediante fuerzas de “empuje”, y es debido a esto que el material del que está hecho el alineador cobra una gran importancia.

La representación virtual tridimensional del plan de tratamiento realizado por el ortodoncista se ve mediante el programa informático de simulación denominado *ClinCheck*®. Lo que supone una gran ventaja para el clínico ya que permite visualizar la oclusión final y los objetivos antes de iniciar el tratamiento, permitiendo hacer los cambios necesarios antes de determinar el plan de tratamiento definitivo.

Durante el tratamiento el ortodoncista debe evaluar los cambios producidos, comparando la situación clínica del paciente con la del *ClinCheck*®.

Si se observa que la situación clínica del paciente difiere del *ClinCheck*® entonces se puede optar por alargar el periodo de uso del alineador, usar técnicas auxiliares o parar el tratamiento, tomar nuevas medidas y hacer un refinamiento. (18,19)

7.3.2. BIOMÉCANICA DE LOS ALINEADORES: MOVIMIENTO DE INTRUSIÓN.

Los alineadores nos ofrecen un gran control vertical ya que nos permiten intruir un conjunto de varios dientes a la vez o programar la intrusión de cada diente de manera individual, tanto para corregir una inclinación del plano oclusal como para nivelar márgenes gingivales.

Y esto se puede planificar realizando a la vez la extrusión de los sectores posteriores o no. (20)

El movimiento de intrusión del sector anterior es considerado por muchos autores como un movimiento de alta predictibilidad, no obstante, una gran sobremordida puede influir en la precisión del movimiento de los dientes anteriores, disminuyendo su eficacia. (17,21)

Según Align Technology, Inc., el movimiento óptimo de intrusión de los incisivos y caninos superiores e inferiores se encuentra entre 0 - 2,5mm, entre 2,5 - 3,5mm lo considera moderado y mayor de 3,5mm lo considera avanzado. Para los premolares y molares superiores e inferiores el movimiento de intrusión entre 0,5 - 1mm se considera moderado y cuando excede de 1mm ya se considera avanzado. (22)

Conocer la previsibilidad de los movimientos verticales es muy importante para planificar si vamos a necesitar o no técnicas auxiliares.

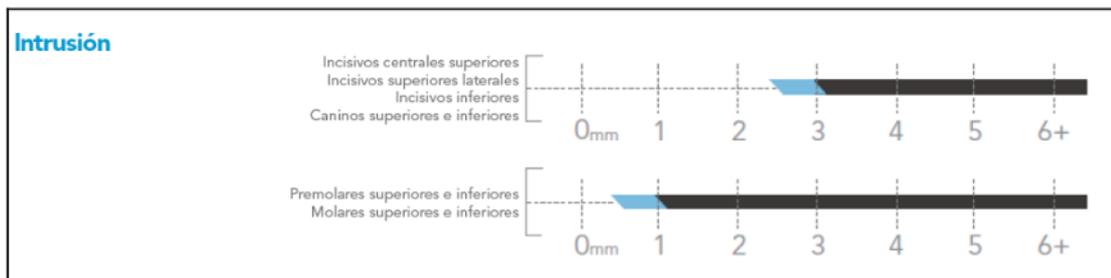


Figura 3. Evaluación según Invisalign® del movimiento de Intrusión. (22)

Los ataches son estructuras de composite que se adhieren al diente que ayudan a que se expresen los movimientos planificados con el *software ClinCheck®*.

Según su función los podemos clasificar en: (18–20)

- Pasivos o “convencionales”, con formas y tamaños estándar.
- Activos u “optimizados”, con formas y tamaños determinados por el algoritmo del *software* en función de la anatomía de cada diente, que además nos ayudan e

intervienen en el movimiento del diente. Dichos ataches no los podemos solicitar, sino que es el propio técnico de ortodoncia virtual (VOT) el que los añade cuando detecta el movimiento que los requiere.

Conociendo los diferentes tipos de ataches que existen, así como la existencia de otros tipos de fuerzas que se ubican en el plástico de los alineadores llamadas *SmartForce Features*, que nos ayudan a conseguir los movimientos deseados de manera predecible, tenemos que tener en cuenta una serie de características específicas en el movimiento de intrusión: (19,20,23)

- Áreas de presión: se ubican en la cara lingual y o palatina del alineador de los incisivos superiores o inferiores, proporcionándonos un mayor control y por tanto una mayor predictibilidad en el movimiento de intrusión al redirigir la fuerza intrusiva por el eje vertical de los dientes anteriores.

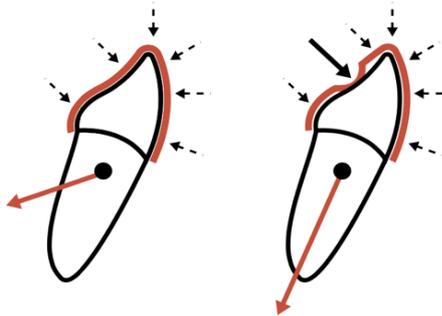


Figura 4. Áreas de presión optimizadas. (19)

- Ataches de mordida profunda optimizados: están diseñados para conseguir una intrusión más predecible de caninos e incisivos, al ejercer una fuerza contraria sobre los premolares, evitando su extrusión, así como de anclaje. Y en caso que solicitemos a su vez extrusión de premolares estos ataches vendrán activados para proporcionarnos fuerzas extrusivas.

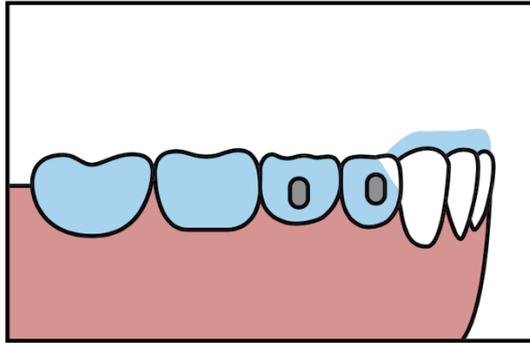


Figura 5. Ataches de mordida profunda optimizados en premolares. (19)

- Atache convencional horizontal con bisel a oclusal (HBO): estos ataches los elegimos nosotros cuando el *software* no nos coloca los ataches optimizados de mordida profunda. Son ataches horizontales biselados a oclusal, que debemos colocar en los dientes adyacentes distales a los dientes a intruir en ambas hemiarquadas para contrarrestar la fuerza de extrusión que se produce en los dientes posteriores.
- Rampas de mordida de precisión: están diseñadas para producir desoclusión de los sectores posteriores. Se colocan en la superficie palatina de los incisivos superiores o en caninos si tenemos un resalte muy aumentado. Su función es crear una desoclusión de los sectores posteriores con el objetivo de mejorar la eficacia de los movimientos de intrusión anterior, ya que las fuerzas producidas por la oclusión posterior pueden actuar en contra del movimiento deseado. Estas rampas son unas prominencias en la superficie palatina del alineador con una profundidad de 3mm. Es importante saber que no son compatibles con los puntos de presión. Además, se personalizan automáticamente para cada paciente y para cada etapa del alineador para que siempre haya contacto anterior. No se deben rellenar de composite.

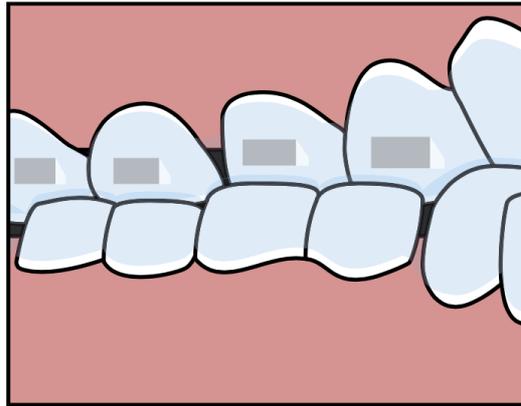


Figura 6. Rampas de mordida de precisión.(19)

- Ataches de soporte optimizados: los coloca el *software* en los incisivos laterales superiores cuando se ha planificado una intrusión de 1mm o más en el canino o incisivo central adyacente.

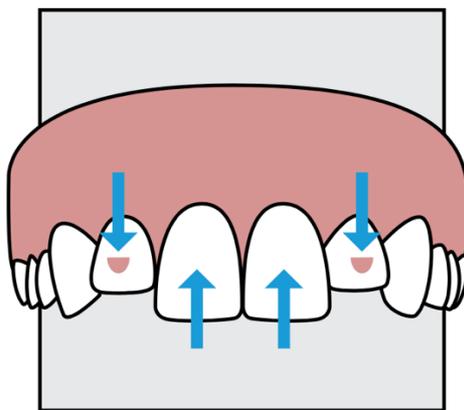


Figura 7. Ataches de soporte optimizados. (19)

El diagnóstico de la mordida profunda es fundamental para saber si podemos intruir o no los incisivos superiores y las principales causas son: (19,20,23)

- Incisivos superiores en una posición vertical o retroinclinados. En esta situación la mordida profunda tendrá un mejor pronóstico ya que lo solucionaremos pidiendo una intrusión relativa al posicionar correctamente el eje de los incisivos.
- Incisivos superiores hipererupcionados. En esta situación será necesario planificar una intrusión absoluta.

- Curva de Spee inferior aumentada. Planificaremos intrusión de los incisivos inferiores.
- Síndrome de la cara corta o patrón esquelético hipodivergente. Planificaremos también extrusión de los sectores posteriores.

Para ello es fundamental analizar y diagnosticar los siguientes puntos: (19)

1. La sonrisa; sabiendo que:
 - a. Sonrisa baja no debemos intruir los incisivos superiores, y la corrección de la mordida profunda se hará por intrusión de incisivos inferiores y extrusión de sectores posteriores.
 - b. Sonrisas altas o gingivales lo corregiremos mediante la intrusión de incisivos superiores.
2. El patrón esquelético facial:
 - a. Patrón hiperdivergente o síndrome de la cara larga, la corrección se hace por intrusión de incisivos superiores.
 - b. Patrón hipodivergente o síndrome de la cara corta, la corrección se hace mediante una combinación de intrusión de incisivos y extrusión posterior. En estos casos es muy útil planificar rampas de mordida para generar la desoclusión posterior.
3. Gravedad de la mordida profunda:
 - a. Si tenemos una mordida profunda del 100%, debemos dar prioridad sagital iniciando la proinclinación incisiva sin haber comenzado la expansión transversal.
 - b. Si tenemos una mordida profunda leve, debemos empezar el tratamiento planificando dar torque positivo a los sectores laterales y luego pasar a dar proinclinación al sector incisivo.
4. Posibilidad de desarrollo transversal de la arcada:
 - a. Cuanto mayor sea la compresión dentoalveolar de los sectores posteriores, mejor será el pronóstico para resolver la mordida profunda.

5. Torque del incisivo:

- a. Intrusión relativa: cuando la causa de la mordida profunda es debida a la retroinclinación de los incisivos superiores, la intrusión relativa que se produce al proinclinarse los incisivos nos ayudara a resolver la mordida profunda.
- b. Intrusión absoluta: cuando los incisivos tienen un torque normal, en estos debemos aplicar la intrusión absoluta, la fuerza intrusiva queremos que se dirija a lo largo del eje del diente. Para ello es necesario aplicar fuerza de intrusión a la vez que retruimos aplicando de manera simultánea torque radículo lingual a los incisivos. Es fundamental en este movimiento aliviar los puntos de contacto con tiras de IPR (reducción interproximal) además de hiper corregir el movimiento para que sea más predecible y se produzca.

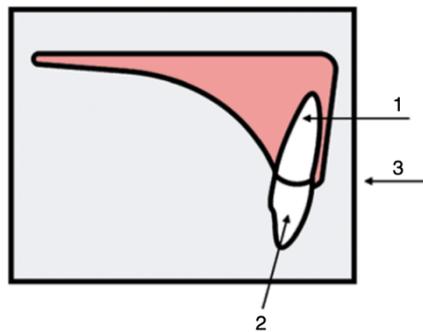


Figura 8. Protocolo de intrusión: 1. Proinclinarse la corona 2. Fuerza de intrusión 3. Retruir aplicando a la vez torque radículo lingual. (19)

Para un correcto tratamiento de la mordida profunda la debemos tratar en los tres planos:(19)

1. Plano Transversal: planificamos expansión de sectores posteriores hasta llegar a torque 0° posterior. Que el eje de los dientes quede perpendicular al hueso.
2. Plano Sagital: debemos tener en cuenta lo siguiente:

- Antes de empezar a intruir debemos tener el incisivo colocado para evitar el contacto de la raíz con el hueso cortical.
 - Debemos solicitar movimiento corono vestibular con un extra de torque radiculo palatino.
 - A la vez que solicitamos compresión de los segundos molares superiores durante el movimiento de proinclinación de los incisivos.
 - Por esto planificar Power Ridge es fundamental, ya que para corregir el torque anterior necesitamos de un par de fuerzas, por ello hay que solicitar dos Power Ridge, uno en la superficie vestibular y otro en la palatina. En estos casos no se debe planificar rampas de mordida ya que son incompatibles con los Power Ridge, además que reducen la superficie de contacto del alineador con la cara palatina del diente, lo que produce una falta de corrección del torque anterior. Por ello es preferible utilizar Power Ridge para garantizarnos la corrección del torque anterior y después planificar la intrusión y la retrusión anterior.
3. Plano Vertical: planificamos la intrusión absoluta de los incisivos superiores, con o sin extrusión simultanea de los sectores posteriores.

Y en cuanto al anclaje tenemos que tener en cuenta que cuando aplicamos fuerzas intrusivas en la zona anterior, siempre va a existir una fuerza recíproca que va a tender a levantarnos la parte posterior del alineador de los dientes.

Para evitar la 3ª Ley de Newton, debemos colocar ataches de anclaje o de extrusión en los primeros y segundos premolares para evitar la fuerza de desinserción del alineador.

Sin estos ataches la fuerza intrusiva en el sector anterior no es efectiva.

También podemos usar botones y elásticos en el sector posterior para ayudarnos a la extrusión posterior, aunque tenemos ataches optimizados de extrusión. (19)

Cuando nos encontramos con casos en los que necesitamos una intrusión absoluta mayor o igual a 4mm, hay que plantearse el uso de elementos auxiliares como los microtornillos de anclaje temporal (TAD); que nos van a facilitar el movimiento de intrusión. En estos casos tenemos dos opciones de colocación de TAD y uso de elásticos:(16,18,19)

1. Uso de 2 TADs de 8mm en el espacio inter-radicular del incisivo lateral y canino; botones estéticos cementados en el tercio gingival de la corona de los 4 incisivos superiores (Fig.9) y mediante el uso de un elástico ligero (2oz) en forma de caja se conectan los microtornillos y los 4 botones, produciendo así el efecto de intrusión (12 horas bajo los 4 incisivos y 12h bajo los incisivos centrales) Por alineador planificamos 0,25mm de intrusión. Fundamental el control radiográfico cada 6 meses para ir comprobando el estado de las raíces.



Figura 9. Uso de 2 TADs y elásticos para la intrusión anterior. (19)

2. Uso de 4 TADs de 8mm, se colocan 2 TADs en el espacio inter-radicular del incisivo lateral y canino por vestibular y otros 2 TADs por palatino. El elástico se coloca desde el microtornillo vestibular al palatino pasando por debajo del alineador. (Fig.10)



Figura 10. Uso de 4 TADs y elásticos para la intrusión anterior. (19)

7.3.3. RESUMEN Y PROTOCOLO DE INTRUSIÓN DE INCISIVOS CON INVISALIGN®

- El diagnóstico es fundamental, ya que, en función de la sonrisa del paciente, intruiremos incisivos superiores, en sonrisas altas o gingivales; o intruiremos incisivos inferiores junto con la extrusión posterior en sonrisas bajas y patrones braquifaciales.
- El tratamiento con Invisalign® hay que realizarlo mediante el desarrollo transversal y sagital de la arcada, la expansión y proinclinación de los incisivos superiores, siempre teniendo en cuenta la necesidad de un fuerte anclaje posterior con una correcta secuenciación de los movimientos de los incisivos.
- Secuencia de los movimientos de los incisivos:
 - Debemos solicitar movimiento corono vestibular con un extra de torque radículo palatino, para retirar las raíces del hueso cortical; y que la superficie vestibular de los incisivos este perpendicular al plano oclusal. Entonces ya podemos solicitar el movimiento de intrusión.

- Aplicamos el movimiento de intrusión, de retrusión y torque radículo palatino; todo ello de manera simultánea (TRL).
 - Hipercorregir la intrusión de los incisivos solicitando una sobremordida de 0mm.
-
- El anclaje posterior es fundamental para intruir los incisivos. Si el VOT no coloca ataches optimizados en premolares, entonces nosotros debemos colocar ataches convencionales horizontales en los dientes distales a los dientes a intruir, normalmente se colocan en premolares, y si queremos un extra de anclaje solicitar también ataches HBO en los primeros molares (que además nos ayudan en el control del torque radicular de los molares durante la expansión).
 - Si hemos solicitado rampas de mordida en el tratamiento, es importante tener en cuenta que las debemos eliminar cuando comience el movimiento de intrusión de los incisivos, para poder solicitar las áreas de presión, que nos ayudarán mucho en el movimiento de intrusión.
 - Tener en cuenta que hay que solicitar la compresión de los segundos molares para ayudar a que la proinclinación de los incisivos sea efectiva.

8. HIPÓTESIS DE TRABAJO.

Para alcanzar los objetivos planteados para este estudio, se va a realizar una metodología investigadora que nos va a ayudar a refutar la siguiente **hipótesis nula** (Ho), con el objeto de poyar hipótesis alternativas.

Ho: La intrusión planificada de los incisivos superiores con el *software* del *ClinCheck*® del sistema *Invisalign*® no es predecible en el primer plan de tratamiento para resolver la sonrisa gingival.

He: La intrusión planificada de los incisivos superiores con el *software* del *ClinCheck*® del sistema *Invisalign*® si es predecible en el primer plan de tratamiento para resolver la sonrisa gingival.

9. OBJETIVOS.

Basándonos en la hipótesis de trabajo planteada para este trabajo, establecemos los siguientes objetivos.

9.1. OBJETIVOS GENERALES.

- Evaluar la predictibilidad del *ClinCheck*® en el movimiento de intrusión de los incisivos superiores en el primer plan de tratamiento con *Invisalign*® para resolver la sonrisa gingival.

9.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

- Evaluar los mm de intrusión conseguidos de manera individual en cada uno de los incisivos superiores (incisivos centrales e incisivos laterales).
- Comparar la intrusión conseguida en los incisivos superiores según la variable sexo.

10. MATERIAL Y MÉTODO.

10.1. TIPO DE ESTUDIO.

Se trata de un estudio observacional, retrospectivo y longitudinal en el que se evalúa la predictibilidad de la intrusión de los incisivos superiores en pacientes con sonrisa gingival tratados con *Invisalign*®, en el que comparamos el STL inicial con el STL del primer refinamiento.

10.2. SELECCIÓN DE LA MUESTRA.

El estudio se realizó con pacientes de la clínica privada que fueron tratados con el sistema *Invisalign*® y que presentaban sonrisa gingival, siendo la resolución de la misma su principal objetivo de tratamiento.

Todos ellos acudieron a la clínica privada para ser tratados con el sistema de alineadores *Invisalign*®, donde se les realizó el estudio de ortodoncia previo, con una correcta historia clínica, exploración oral e intraoral, fotografías, radiografías y escaneado intraoral.

Siendo la solución de la sonrisa gingival su principal motivo de consulta, en todos los casos se planificó usar el protocolo de mordida profunda propuesto por *Invisalign*® y mejorado desde la introducción del G5. En todos los casos se planificaron ataches optimizados de mordida profunda pero no se planificó ni rampas de mordida ni áreas de presión en los incisivos superiores; sabiendo que esto puede aumentar la eficacia del alineador.

A los pacientes se les indicó que el tiempo de uso de cada alineador debía ser 22h/día, durante los siete días de la semana; y cada 10 días se debían cambiar el alineador.

10.2.1. CRITERIOS DE INCLUSIÓN.

Sobre la muestra se aplicaron los siguientes criterios de inclusión:

- Pacientes con línea de sonrisa alta o sonrisa gingival.
- Pacientes que no hayan recibido tratamiento de ortodoncia previo.
- Pacientes tratados con el sistema *Invisalign*®.
- Todos los pacientes completaron con éxito una serie inicial de alineadores y luego necesitan una fase de “refinamiento” ya que no se alcanzaron los objetivos de tratamiento.
- Pacientes tratados en la clínica privada.
- Pacientes en dentición permanente.
- Pacientes con escaneado intraoral de inicio de tratamiento y de refinamiento con una buena definición de las rugas palatinas.
- Pacientes con un buen cumplimiento en el uso de los alineadores.

10.2.2. CRITERIOS DE EXCLUSIÓN.

Los criterios de exclusión fueron:

- Pacientes con necesidad de tratamiento con cirugía ortognática.
- Pacientes con necesidad de tratamiento con sistemas de anclaje óseo auxiliar (TADs).
- Todo aquel modelo STL de la arcada superior que no tenga una buena definición de las rugas palatinas.
- Pacientes con anomalías genéticas y/o craneofaciales.
- Pacientes con enfermedades sistémicas.

10.3. MÉTODOLÓGÍA DE TRABAJO.

El material utilizado para llevar a cabo este estudio incluyó las imágenes en archivos estero litográficos (STL) de la arcada superior del inicio del tratamiento (T1) (Fig 11) y las imágenes en archivos estero litográficos (STL) de la arcada superior del primer refinamiento (T2) obtenidos a partir de un escaneado intraoral. (Fig 12).

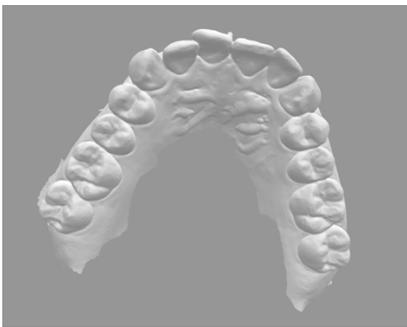


Figura 11. T1: STL inicio tratamiento.

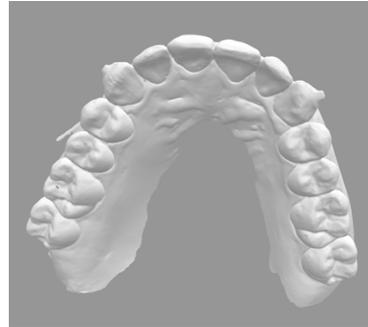


Figura 12. T2: STL primer refinamiento.

10.3.1. SUPERPOSICIÓN DE MODELOS DIGITALES (STL) EN EL PROGRAMA NEMOTEC.

Para la obtención de los modelos digitales, se extrajeron las imágenes en archivos estereolitográficos (STL) del escáner intraoral con el que se había escaneado a cada paciente del estudio.

Para realizar la superposición de los STL inicial, T1, con los STL del primer plan de tratamiento, T2, se usó el software NemoCast®.

Para ello se importaron al software NemoCast® dos STL de la arcada superior de cada paciente, T1 y T2. (Fig 13)

Al STL inicial, T1, se le da el nombre de **referencia** y al STL del refinamiento, T2, se le da el nombre de **transformable**.

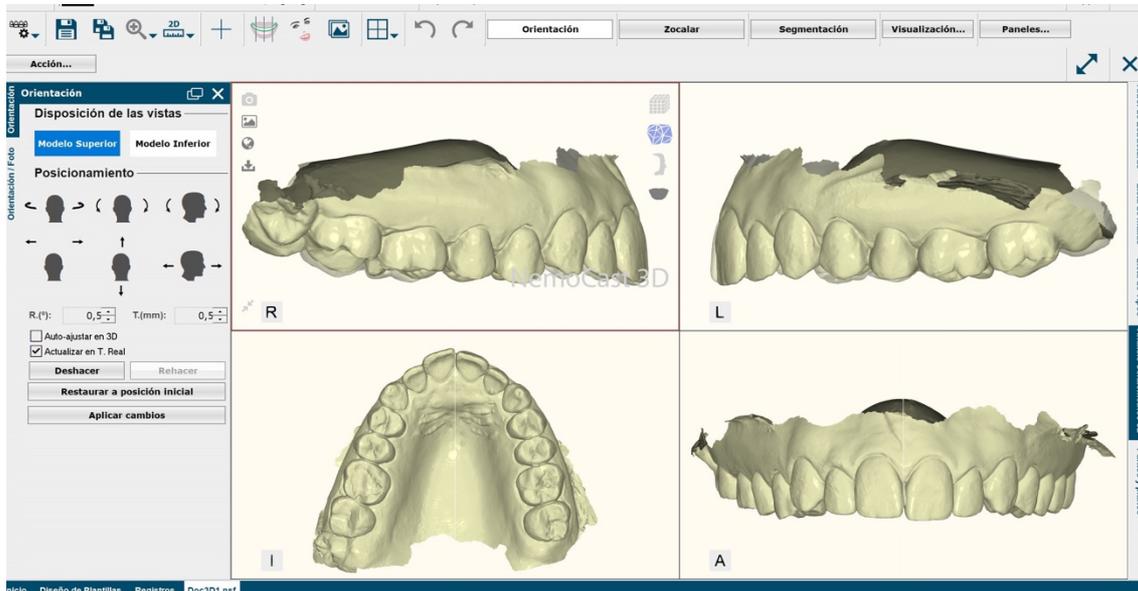


Figura 13. Importación de los STL al software NemoCast®.

Ambos modelos se orientan en los 3 planos del espacio (Fig. 14).

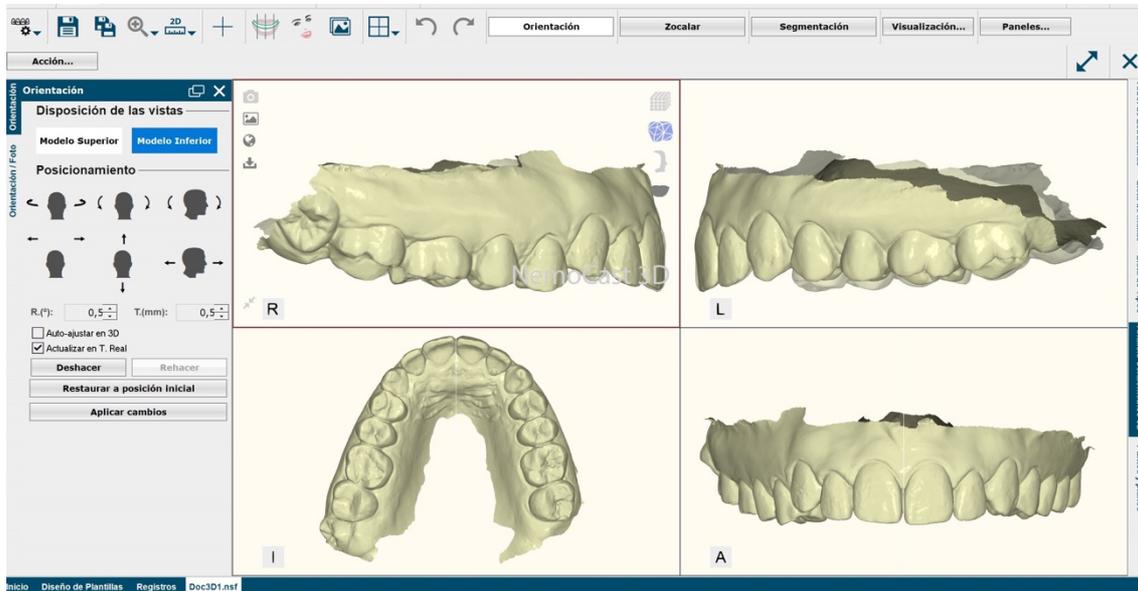


Figura 14. Modelo T1 orientado en los tres planos del espacio.

Una vez orientados en los tres planos del espacio; mediante el ajuste de puntos se definieron 3 puntos fijos en las rugas palatinas en el modelo T1, modelo referencia (Fig.15), y a continuación se localizaron los mismos 3 puntos en el modelo T2, modelo transformable y el programa realiza una superposición (Fig. 16). Para cada una de las superposiciones realizadas el preajuste de puntos debe dar un valor menor de 0.3 para considerarlo aceptable.

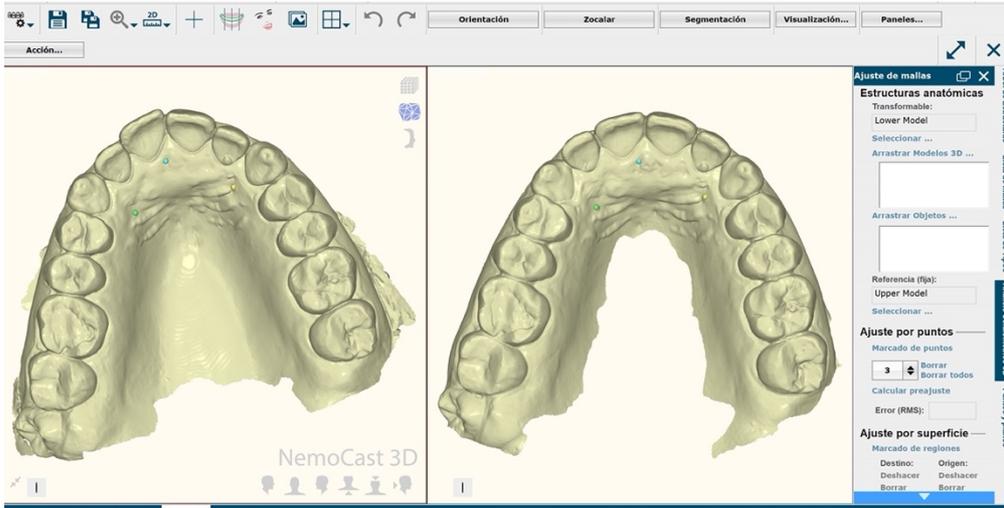


Figura 15. Ajuste de puntos. Se definen 3 puntos fijos en las rugas palatinas.

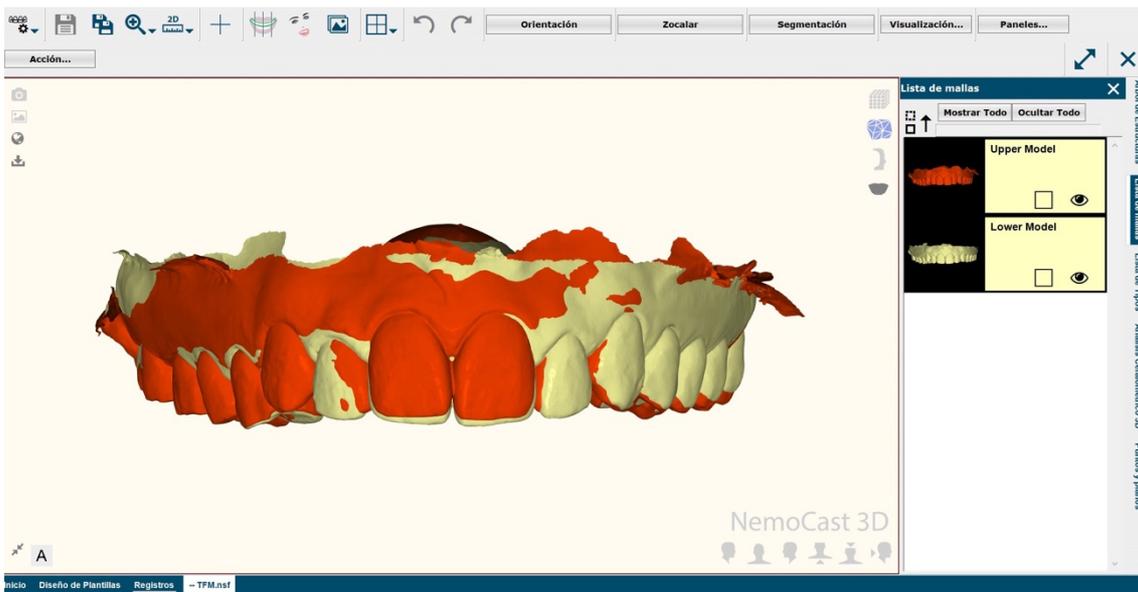


Figura 16. Superposición de ambos modelos realizado por el programa.

Al modelo T1 se le establece el color marrón y al modelo T2 el color rojo.

10.3.2. MEDICIÓN SOBRE LAS SUPERPOSICIONES.

Los modelos digitales de la arcada superior, T1 y T2, se procesaron con el software analítico NemoCast®.

Lo primero que se hizo fue orientar cada superposición en los tres planos del espacio, localizando el plano oclusal.

A continuación, se usa una cuadrícula milimétrica del programa con la que vamos a cuantificar los mm de intrusión que se producen, así como si se ha producido la intrusión planificada o si por el contrario se ha producido el efecto contrario no deseado, la extrusión. (Fig 17).

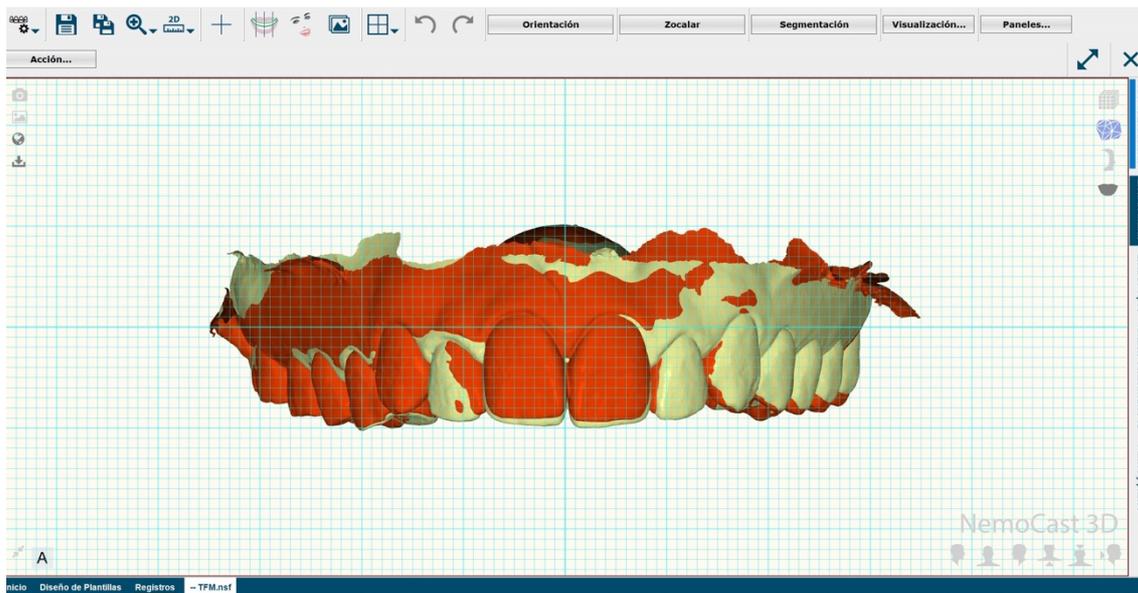


Figura 17. Modelos superpuestos con la cuadrícula milimétrica, donde vamos a realizar nuestras mediciones.

10.4. MÉTODO ESTADÍSTICO.

En este estudio se realiza un análisis estadístico que incluye un análisis de frecuencias para la descripción de las variables dependientes e independientes y un análisis inferencial de variables categóricas independientes mediante test de chi cuadrado y test de Fisher.

11. RESULTADOS.

En el estudio se incluyó a 10 pacientes de la clínica privada que fueron tratados con el sistema *Invisalign*®.

11.1.1. ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA.

- Las variables independientes estudiadas son sexo y edad.

Sexo

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Masculino	2	20,0	20,0	20,0
	Femenino	8	80,0	80,0	100,0
	Total	10	100,0	100,0	

Tabla 1. Variable sexo.

En la variable sexo tenemos 2 pacientes de sexo masculino, el 20% de la población, y de sexo femenino tenemos 8 pacientes, el 80% de nuestra población. El porcentaje acumulado en esto no tiene interés.

En las siguientes tablas comparamos la variable sexo con el resultado obtenido en la intrusión en cada uno de los dientes.

Como el tamaño total de la muestra es pequeño, realizamos test de Fisher en tablas de contingencia 2x2.

Tabla cruzada Incisivo lateral derecho * sexo

		sexo		Total	
		masculino	femenin o		
Incisivo lateral derecho	0 mm	Recuento	2	3	5
		% dentro de incisivo lateral derecho	40,0%	60,0%	100,0%
		% dentro de sexo	100,0%	37,5%	50,0%
		% del total	20,0%	30,0%	50,0%
	menos de 1 mm	Recuento	0	2	2
		% dentro de incisivo lateral derecho	0,0%	100,0%	100,0%
		% dentro de sexo	0,0%	25,0%	20,0%
		% del total	0,0%	20,0%	20,0%
	1-2 mm	Recuento	0	3	3
		% dentro de incisivo lateral derecho	0,0%	100,0%	100,0%
		% dentro de sexo	0,0%	37,5%	30,0%
		% del total	0,0%	30,0%	30,0%
Total	Recuento	2	8	10	
	% dentro de incisivo lateral derecho	20,0%	80,0%	100,0%	
	% dentro de sexo	100,0%	100,0%	100,0%	
	% del total	20,0%	80,0%	100,0%	

Tabla 2. Intrusión Incisivo lateral derecho respecto al sexo.

En la intrusión lograda en el incisivo lateral derecho:

- En ocho pacientes de sexo femenino obtuvimos:
 - 0mm de intrusión en un 37,5%.
 - Menos de 1mm de intrusión en un 25%.
 - Entre 1-2mm en un 37,5%.
- En 2 pacientes de sexo masculino obtuvimos:
 - 0mm de intrusión en un 100%.

Pruebas de chi-cuadrado

	Valor	df	Significació n asintótica (bilateral)	Significació n exacta (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	2,500 ^a	2	,287	,444
Razón de verosimilitud	3,278	2	,194	,444
Prueba exacta de Fisher	1,899			,667
N de casos válidos	10			

Tabla 3. Pruebas chi-cuadrado diente 12.

a. 6 casillas (100,0%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es ,40.

Como el tamaño muestral es pequeño, utilizamos el test de Fisher, que sale 0,667, luego no es estadísticamente significativa la intrusión del 12 en relación al sexo.

Tabla cruzada Incisivo central derecho * sexo

			sexo		Total
			masculino	femenino	
Incisivo central derecho	0 mm	Recuento	1	4	5
		% dentro de incisivo central derecho	20,0%	80,0%	100,0%
		% dentro de sexo	50,0%	50,0%	50,0%
		% del total	10,0%	40,0%	50,0%
	menos de 1 mm	Recuento	1	4	5
		% dentro de incisivo central derecho	20,0%	80,0%	100,0%
		% dentro de sexo	50,0%	50,0%	50,0%
		% del total	10,0%	40,0%	50,0%
Total	Recuento	2	8	10	
	% dentro de incisivo central derecho	20,0%	80,0%	100,0%	
	% dentro de sexo	100,0%	100,0%	100,0%	
	% del total	20,0%	80,0%	100,0%	

Tabla 4. Intrusión Incisivo central derecho respecto al sexo.

En la intrusión lograda en el incisivo central derecho:

- En ocho pacientes de sexo femenino obtuvimos:
 - 0mm de intrusión en un 50%.
 - Menos de 1mm de intrusión en un 50%.
- En 2 pacientes de sexo masculino obtuvimos:
 - 0mm de intrusión en un 50%.
 - Menos de 1mm de intrusión en un 50%.

Pruebas de chi-cuadrado					
	Valor	df	Significación asintótica (bilateral)	Significación exacta (bilateral)	Significación exacta (unilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	,000 ^a	1	1,000	1,000	,778
Corrección de continuidad ^b	,000	1	1,000		
Razón de verosimilitud	,000	1	1,000	1,000	,778
Prueba exacta de Fisher				1,000	,778
N de casos válidos	10				

Tabla 5. Pruebas chi-cuadrado diente 11.

a. 4 casillas (100,0%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es 1,00.

b. Sólo se ha calculado para una tabla 2x2

La prueba de Fisher da 0,778, siendo un resultado no estadísticamente significativo la intrusión del 11 en relación al sexo.

Tabla cruzada Incisivo central izquierdo * sexo

			sexo		Total
			masculino	femenino	
Incisivo central izquierdo	0 mm	Recuento	1	2	3
		% dentro de incisivo central izquierdo	33,3%	66,7%	100,0%
		% dentro de sexo	50,0%	25,0%	30,0%
		% del total	10,0%	20,0%	30,0%
	menos de 1 mm	Recuento	1	4	5
		% dentro de incisivo central izquierdo	20,0%	80,0%	100,0%
		% dentro de sexo	50,0%	50,0%	50,0%
		% del total	10,0%	40,0%	50,0%
	1-2 mm	Recuento	0	1	1
		% dentro de incisivo central izquierdo	0,0%	100,0%	100,0%
		% dentro de sexo	0,0%	12,5%	10,0%
		% del total	0,0%	10,0%	10,0%
	extrusión	Recuento	0	1	1
		% dentro de incisivo central izquierdo	0,0%	100,0%	100,0%
		% dentro de sexo	0,0%	12,5%	10,0%
		% del total	0,0%	10,0%	10,0%
Total	Recuento	2	8	10	
	% dentro de incisivo central izquierdo	20,0%	80,0%	100,0%	
	% dentro de sexo	100,0%	100,0%	100,0%	
	% del total	20,0%	80,0%	100,0%	

Tabla 6. Intrusión Incisivo central izquierdo respecto al sexo.

En la intrusión lograda en el incisivo central izquierdo:

- En ocho pacientes de sexo femenino obtuvimos:
 - 0mm de intrusión en un 25%.
 - Menos de 1mm de intrusión en un 50%.
 - Entre 1-2mm en un 12,5%.
 - Movimiento de extrusión en un 12,5%.

- En 2 pacientes de sexo masculino obtuvimos:
 - 0mm de intrusión en un 50%.
 - Menos de 1mm en un 50%.

Pruebas de chi-cuadrado

	Valor	df	Significación asintótica (bilateral)	Significación exacta (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	,833 ^a	3	,841	1,000
Razón de verosimilitud	1,185	3	,757	1,000
Prueba exacta de Fisher	1,776			1,000
N de casos válidos	10			

Tabla 7. Pruebas chi-cuadrado diente 21.

a. 8 casillas (100,0%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es ,20.

La prueba de Fisher da 1,000, siendo un resultado no estadísticamente significativo la intrusión del 21 en relación al sexo.

Tabla cruzada Incisivo lateral izquierdo * sexo

		sexo		Total	
		masculino	femenin o		
Incisivo lateral izquierdo	0 mm	Recuento	2	3	5
		% dentro de incisivo lateral izquierdo	40,0%	60,0%	100,0%
		% dentro de sexo	100,0%	37,5%	50,0%
		% del total	20,0%	30,0%	50,0%
	menos de 1 mm	Recuento	0	3	3
		% dentro de incisivo lateral izquierdo	0,0%	100,0%	100,0%
		% dentro de sexo	0,0%	37,5%	30,0%
		% del total	0,0%	30,0%	30,0%
	1-2 mm	Recuento	0	2	2
		% dentro de incisivo lateral izquierdo	0,0%	100,0%	100,0%

	% dentro de sexo	0,0%	25,0%	20,0%
	% del total	0,0%	20,0%	20,0%
Total	Recuento	2	8	10
	% dentro de incisivo lateral izquierdo	20,0%	80,0%	100,0%
	% dentro de sexo	100,0%	100,0%	100,0%
	% del total	20,0%	80,0%	100,0%

Tabla 8. Intrusión Incisivo lateral izquierdo respecto al sexo.

En la intrusión lograda en el incisivo lateral izquierdo:

- En ocho pacientes de sexo femenino obtuvimos:
 - 0mm de intrusión en un 37,5%.
 - Menos de 1mm de intrusión en un 37,5%.
 - Entre 1-2mm en un 25%.
- En 2 pacientes de sexo masculino obtuvimos:
 - 0mm de intrusión en un 100%.

Pruebas de chi-cuadrado

	Valor	df	Significació n asintótica (bilateral)	Significació n exacta (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	2,500 ^a	2	,287	,444
Razón de verosimilitud	3,278	2	,194	,444
Prueba exacta de Fisher	1,899			,667
N de casos válidos	10			

Tabla 9. Prueba chi-cuadrado dientes 22

a. 6 casillas (100,0%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es ,40.

La prueba de Fisher da 0,667, siendo un resultado no estadísticamente significativo la intrusión del 22 en relación al sexo.

Edad

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	10-20	1	10,0	10,0	10,0
	31-40	2	20,0	20,0	30,0
	41-50	3	30,0	30,0	60,0
	51-60	3	30,0	30,0	90,0
	más de 60	1	10,0	10,0	100,0
	Total	10	100,0	100,0	

Tabla 10. Variable edad.

La variable edad se categorizó de la siguiente forma:

- 10- 20 años: con una frecuencia del 10% de nuestra población.
- 21-30 años: con un 0% de frecuencia.
- 31-40 años: con una frecuencia de 20%.
- 41-50 años: con frecuencia del 30%.
- 51-60 años: con una frecuencia del 30%.
- Mas de 60 años: siendo el 10% la frecuencia presentada.

Según el porcentaje acumulado:

- El 10% tiene menos de 20 años.
- El 30% tiene menos de 40 años.
- El 60% tiene menos de 50 años.
- El 90% tiene menos de 60 años.

- Las variables dependientes son la intrusión de los incisivos superiores: 12, 11, 21, 22. Estas variables las hemos categorizado en:
 - o 0 mm de intrusión.
 - o Menos de 1 mm de intrusión.
 - o Entre 1-2 mm de intrusión.
 - o Mas de 2 mm de intrusión.
 - o Extrusión.

- Las variables dependientes estudiadas son la cantidad de intrusión planificada de manera individual para cada incisivo superior.

Y según las tablas de frecuencias mirando los dientes de manera individual no hay prácticamente intrusión, independientemente de la intrusión planificada.

		Incisivo lateral derecho			
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	0 mm	5	50,0	50,0	50,0
	menos de 1 mm	2	20,0	20,0	70,0
	1-2 mm	3	30,0	30,0	100,0
	Total	10	100,0	100,0	

Tabla 11. Intrusión del Incisivo lateral derecho.

Valorando de forma individual el 12 se puede observar que en el 50% de los casos no se intruye nada aun habiendo planificado su intrusión.

La intrusión menor a 1 mm se consigue en el 20% de los casos y la intrusión entre 1-2mm se consigue en el 30% de los casos.

Incisivo central derecho

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	0 mm	5	50,0	50,0	50,0
	menos de 1 mm	5	50,0	50,0	100,0
	Total	10	100,0	100,0	

Tabla 12. Intrusión Incisivo central derecho.

Valorando de forma individual el 11 se puede observar que hay un 50% de los casos en los que si se produce intrusión, aunque no mayor a 1mm; y en el otro 50% de los casos no se produce nada de la intrusión planificada.

Incisivo central izquierdo

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	0 mm	3	30,0	30,0	30,0
	menos de 1 mm	5	50,0	50,0	80,0
	1-2 mm	1	10,0	10,0	90,0
	extrusión	1	10,0	10,0	100,0
	Total	10	100,0	100,0	

Tabla 13. Intrusión Incisivo central izquierdo.

Valorando de forma individual el 21 se puede observar que en el 50% de los casos si se ha producido el movimiento de intrusión, menor a 1mm; y entre 1-2 mm solo en le 10% de los casos. En el 30% de los casos no se produce la intrusión planificada e incluso se observa en los resultados que un 10% sufre el movimiento contrario, no deseado, de extrusión.

Incisivo lateral izquierdo

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	0 mm	5	50,0	50,0	50,0
	menos de 1 mm	3	30,0	30,0	80,0
	1-2 mm	2	20,0	20,0	100,0
	Total	10	100,0	100,0	

Tabla 14. Intrusión Incisivo lateral izquierdo.

Valorando de forma individual el 22 se observa que, al igual que para su contralateral en el 50% de los casos no se intruye nada, pero si conseguimos intrusión entre 1-2mm en el 20% de los casos y menor de 1mm en el 30% de los casos.

11.1.2. ESTADÍSTICA INFERENCIAL.

Tabla cruzada incisivo lateral derecho*incisivo lateral derecho planificado

			Incisivo lateral derecho planificado			Total
			menos de 1mm	1-2 mm	más de 2mm	
12 - Incisivo lateral derecho.	0 mm	Recuento	1	2	2	5
		% dentro de incisivo lateral derecho	20,0%	40,0%	40,0%	100,0%
		% dentro de incisivo lateral derecho planificado	25,0%	50,0%	100,0%	50,0%
		% del total	10,0%	20,0%	20,0%	50,0%
menos de 1 mm		Recuento	2	0	0	2
		% dentro de incisivo lateral derecho	100,0%	0,0%	0,0%	100,0%

	% dentro de incisivo lateral derecho planificado	50,0%	0,0%	0,0%	20,0%
	% del total	20,0%	0,0%	0,0%	20,0%
1-2 mm	Recuento	1	2	0	3
	% dentro de incisivo lateral derecho	33,3%	66,7%	0,0%	100,0%
	% dentro de incisivo lateral derecho planificado	25,0%	50,0%	0,0%	30,0%
	% del total	10,0%	20,0%	0,0%	30,0%
Total	Recuento	4	4	2	10
	% dentro de incisivo lateral derecho	40,0%	40,0%	20,0%	100,0%
	% dentro de incisivo lateral derecho planificado	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
	% del total	40,0%	40,0%	20,0%	100,0%

Tabla 15. Tabla cruzada incisivo lateral derecho*incisivo lateral derecho planificado

En la intrusión planificada para el diente 12 (Tabla 1):

- En 5 de los 10 casos se había planificado conseguir menos de 1 mm de intrusión en el 20% de los casos, entre 1-2mm de intrusión en el 40% de los casos y más de 2mm de intrusión en el 40% de los casos y en todos ellos no se ha conseguido intruir nada.
- En 2 de los 10 casos se había planificado intruir menos de 1mm y en estos casos si se ha conseguido la intrusión planificada, por lo que obtenemos un 100% de la intrusión planificada en estos casos.

- En 3 de los 10 casos se había planificado conseguir intruir menos de 1mm en el 33,3% de los casos y entre 1-2mm de intrusión en el 66,7% de los casos, por lo que solo se consigue la intrusión planificada en el 66,7% de los casos.

Pruebas de chi-cuadrado

	Valor	df	Significación asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	5,667 ^a	4	,225
Razón de verosimilitud	6,730	4	,151
Asociación lineal por lineal	1,218	1	,270
N de casos válidos	10		

Tabla 16. Pruebas chi-cuadrado diente 12.

Para evaluar la significación estadística del diente 12 hemos realizado una prueba chi-cuadrado, y no es estadísticamente significativo ya que sale una $p=0.22$, habiendo utilizado una p de referencia <0.05 . (Tabla 2)

Tabla cruzada incisivo central derecho*incisivo central derecho planificado

		incisivo central derecho planificado			Total	
		menos de 1 mm	1-2 mm	más de 2 mm		
incisivo central derecho	0 mm	Recuento	0	3	2	5
		% dentro de incisivo central derecho	0,0%	60,0%	40,0%	100,0%
		% dentro de incisivo central derecho planificado	0,0%	42,9%	100,0%	50,0%
		% del total	0,0%	30,0%	20,0%	50,0%
menos de 1mm		Recuento	1	4	0	5
		% dentro de incisivo central derecho	20,0%	80,0%	0,0%	100,0%
		% dentro de incisivo central derecho planificado	100,0%	57,1%	0,0%	50,0%
		% del total	10,0%	40,0%	0,0%	50,0%
Total		Recuento	1	7	2	10
		% dentro de incisivo central derecho	10,0%	70,0%	20,0%	100,0%
		% dentro de incisivo central	100,0%	100,0 %	100,0%	100,0%

derecho planificado				
% del total	10,0%	70,0%	20,0%	100,0%

Tabla 17. Tabla cruzada incisivo central derecho*incisivo central derecho planificado.

En la intrusión planificada para el diente 11(Tabla 9):

- En 5 de los 10 casos se había planificado intruir entre 1-2mm de intrusión en el 60% de los casos y más de 2mm en el 40% de los casos y en todos ellos no se ha conseguido intruir nada.
- En 5 de los 10 casos se había planificado intruir menos de 1mm en el 20% de los casos y entre 1-2 mm en el 80% de los casos y en todos ellos se ha conseguido intruir menos de 1mm, por lo que solo en el 20% se consigue la intrusión planificada.

Pruebas de chi-cuadrado

	Valor	df	Significación asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	3,143 ^a	2	,208
Razón de verosimilitud	4,302	2	,116
Asociación lineal por lineal	2,793	1	,095
N de casos válidos	10		

Tabla 18. Pruebas chi-cuadrado diente 11.

Para evaluar la significación estadística del diente 11 hemos realizado una prueba chi-cuadrado, y no es estadísticamente significativo ya que sale una $p=0.20$, habiendo utilizado una p de referencia <0.05 . (Tabla 10)

Tabla cruzada incisivo central izquierdo*incisivo central izquierdo planificado

		incisivo central izquierdo planificado			Total	
		menos de 1 mm	1-2 mm	más de 2 mm		
Incisivo central izquierdo	0 mm	Recuento	0	2	1	3
		% dentro de incisivo central izquierdo	0,0%	66,7%	33,3%	100,0%
		% dentro de incisivo central izquierdo planificado	0,0%	28,6%	50,0%	30,0%
		% del total	0,0%	20,0%	10,0%	30,0%
	menos de 1 mm	Recuento	1	3	1	5
		% dentro de incisivo central izquierdo	20,0%	60,0%	20,0%	100,0%
		% dentro de incisivo central izquierdo planificado	100,0%	42,9%	50,0%	50,0%
		% del total	10,0%	30,0%	10,0%	50,0%
	1-2 mm	Recuento	0	1	0	1
		% dentro de incisivo central izquierdo	0,0%	100,0%	0,0%	100,0%
		% dentro de incisivo central izquierdo planificado	0,0%	14,3%	0,0%	10,0%
		% del total	0,0%	10,0%	0,0%	10,0%
extrusión	Recuento	0	1	0	1	
	% dentro de incisivo central izquierdo	0,0%	100,0%	0,0%	100,0%	
	% dentro de incisivo central izquierdo planificado	0,0%	14,3%	0,0%	10,0%	
	% del total	0,0%	10,0%	0,0%	10,0%	

	% del total	0,0%	10,0%	0,0%	10,0%
Total	Recuento	1	7	2	10
	% dentro de incisivo central izquierdo	10,0%	70,0%	20,0%	100,0%
	% dentro de incisivo central izquierdo planificado	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
	% del total	10,0%	70,0%	20,0%	100,0%

Tabla 19. Tabla cruzada incisivo central izquierdo*incisivo central izquierdo planificado.

En la intrusión planificada para el diente 21(Tabla 11):

- En 3 de los 10 casos se había planificado intruir entre 1-2mm, en el 66,7% de los casos y más de 2mm en el 33, 3% de los casos, y en todos ellos no se ha conseguido intruir nada.
- En 5 de los 10 casos se había planificado intruir menos de 1mm en el 20% de los casos, entre 1-2mm en el 60% de los casos y más de 2mm en el 20% de los casos. Y solo en el 20% de los casos se consigue la intrusión planificada, menos de 1mm.
- En 1 de los 10 casos se había planificado intruir entre 1-2mm y se consigue la intrusión planificada en el 100%.
- En 1 de los 10 casos se había planificado intruir entre 1-2mm y sin embargo lo conseguido es la reacción opuesta, se produce extrusión.

Pruebas de chi-cuadrado

	Valor	df	Significación asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	2,000 ^a	6	,920
Razón de verosimilitud	2,715	6	,844
Asociación lineal por lineal	,291	1	,590
N de casos válidos	10		

Tabla 20. Pruebas chi-cuadrado diente 21.

Para evaluar la significación estadística del diente 21 hemos realizado una prueba chi-cuadrado, y no es estadísticamente significativo ya que sale una $p=0.92$, habiendo utilizado una p de referencia <0.05 . (Tabla 6)

Tabla cruzada incisivo lateral izquierdo*incisivo lateral izquierdo planificado

		incisivo lateral izquierdo planificado			Total	
		menos de 1mm	1-2 mm	más de 2mm		
Incisivo lateral izquierdo	0 mm	Recuento	3	1	1	5
		% dentro de incisivo lateral izquierdo	60,0%	20,0%	20,0%	100,0%
		% dentro de incisivo lateral izquierdo planificado	60,0%	25,0%	100,0%	50,0%
		% del total	30,0%	10,0%	10,0%	50,0%
	menos de 1mm	Recuento	2	1	0	3
		% dentro de incisivo lateral izquierdo	66,7%	33,3%	0,0%	100,0%
		% dentro de incisivo lateral izquierdo planificado	40,0%	25,0%	0,0%	30,0%
		% del total	20,0%	10,0%	0,0%	30,0%
	1-2 mm	Recuento	0	2	0	2
		% dentro de incisivo lateral izquierdo	0,0%	100,0%	0,0%	100,0%
		% dentro de incisivo lateral izquierdo planificado	0,0%	50,0%	0,0%	20,0%
		% del total	0,0%	20,0%	0,0%	20,0%
Total	Recuento	5	4	1	10	
	% dentro de incisivo lateral izquierdo	50,0%	40,0%	10,0%	100,0%	
	% dentro de incisivo lateral izquierdo planificado	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	

% del total	50,0%	40,0%	10,0%	100,0%
-------------	-------	-------	-------	--------

Tabla 21. Tabla cruzada incisivo lateral izquierdo*incisivo lateral izquierdo planificado.

En la intrusión planificada para el diente 22 (Tabla 13):

- En 5 de los 10 casos se había planificado conseguir intruir menos de 1mm en el 60% de los casos, entre 1-2mm en el 20% de los casos y más de 2mm en el otro 20% restante de los casos, y en todos ellos no se ha conseguido nada de intrusión.
- En 3 de los 10 casos se había planificado conseguir intruir menos de 1mm en el 66,7% de los casos y entre 1-2mm en el 33,3% de los casos, y solo se produce la intrusión planificada de menos de 1mm en el 66,7% de los casos.
- En 2 de los 10 casos se había planificado conseguir intruir entre 1-2mm y en estos casos si se ha conseguido la intrusión planificada, por lo que obtenemos un 100% de la intrusión planificada en estos casos.

Pruebas de chi-cuadrado

	Valor	df	Significación asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	4,600 ^a	4	,331
Razón de verosimilitud	5,545	4	,236
Asociación lineal por lineal	,215	1	,643
N de casos válidos	10		

Tabla 22. Pruebas chi-cuadrado diente 22.

Para evaluar la significación estadística del diente 22 hemos realizado una prueba chi-cuadrado, y no es estadísticamente significativo ya que sale una $p=0.33$, habiendo utilizado una p de referencia <0.05 . (Tabla 14)

12. LIMITACIONES DEL ESTUDIO.

Como limitaciones del estudio, nos encontramos que una de las razones por las que la prueba de chi-cuadrado no sale estadísticamente significativo es debido a que el tamaño muestral es muy pequeño, ya que solo se compone de diez pacientes. No pudiendo por tanto sacar ningún resultado estadísticamente significativo.

Todos los pacientes de este estudio continuaron el tratamiento con un refinamiento después de haber completado la primera etapa de alineadores. Lo cual nos indica que los objetivos del tratamiento para conseguir la intrusión de los incisivos superiores no se logran por completo en el primer plan de tratamiento. Por lo que estos resultados no deben generalizarse a todos los pacientes que sean sometidos a tratamiento con alineadores transparentes con el objetivo de disminuir la exposición de encía al sonreír.

Se podría valorar diseñar un estudio prospectivo controlado, en el que se utilizase un mismo protocolo clínico en todos los pacientes, lo cual maximizaría el uso del sistema Invisalign®; ya que este estudio ha sido retrospectivo en el que puede haber fallos en el control del cumplimiento por parte de los pacientes así como en las modificaciones en el tratamiento realizadas por cada doctor, lo cual hace que probar la eficacia del movimiento de intrusión de incisivos con Invisalign® sea más complicado.

13. DISCUSIÓN.

Después de realizar este estudio observacional retrospectivo en el que el principal objetivo de tratamiento es la resolución de la sonrisa gingival, hemos podido observar que en el primer plan de tratamiento con Invisalign® no se puede plantear dicho objetivo de tratamiento ya que la intrusión de los incisivos superiores no se produce tal y como se planifica en el software de Invisalign®.

En 2009, Kravitz et al. (21) realizaron el primer estudio clínico prospectivo sobre Invisalign® (Align Technology, Santa Clara, California) para evaluar la eficacia y precisión de los movimientos de los dientes anteriores.

Las mediciones se realizaron superponiendo los modelos digitales ClinCheck planificados sobre las posiciones dentales logradas tomando una impresión al finalizar el tratamiento.

Los dos modelos se superpusieron sobre los premolares y molares utilizando la herramienta ToothMeasure, el software de medición de dientes de Align. Se comparó la cantidad de movimiento dental planificado con la cantidad de movimiento dental lograda después del tratamiento.

Los tipos de movimiento dental estudiados fueron varios, y entre ellos se estudió el movimiento de intrusión de los incisivos superiores.

En sus resultados obtuvieron que la precisión media general de Invisalign® para todos los movimientos dentales fue del 41 % y la precisión media de la intrusión en la región anterior fue del 41,3% con una precisión de intrusión de los centrales superiores del 45% y de los incisivos laterales superiores del 33%.

Concluyeron que los milímetros de intrusión verdadera para los incisivos superiores que se lograba como promedio fue de 0,72mm.

Krieger et al. (24,25) publicaron dos estudios en 2011 y 2012 en los cuales afirmaron que los movimientos en el plano vertical eran más difíciles de realizar que los transversales o sagitales. Y que para este tipo de movimientos se debía planificar en el ClinCheck final una sobrecorrección o realizar refinamientos, así como tener en cuenta la necesidad de

planificar ataches biselados horizontales o recomendar el uso de elásticos con componente vertical.

Descubrieron que la sobremordida era el parámetro más difícil de predecir y corregir.

En sus estudios examinaron los movimientos dentales de 35 pacientes, midiendo sobre los ClinCheck inicial y final, mediante la herramienta de medición ToothMeasure del software Invisalign®. El software les permitió medir imágenes virtuales aplicando una cuadrícula de medición virtual sobre diferentes planos en cada modelo ClinCheck. La escala ajustable iba de 1mm a 50mm. Eligieron la escala más baja posible de 1mm.

En sus resultados concluyeron que las mayores desviaciones en su investigación aparecieron para el parámetro sobremordida, ya que la medición fue mucho más difícil de realizar utilizando la cuadrícula y también concluyen que mover los dientes en el plano vertical es mucho más complicado utilizando Invisalign®.

Otro estudio retrospectivo realizado por Orfeas et al. (26) estudia sobre una muestra que incluye 20 pacientes adultos Clase I, la precisión de los movimientos dentales específicos, y entre ellos la intrusión de los incisivos superiores cuando completan su primera serie de alineadores para identificar las posibles razones de necesitar un refinamiento. Ellos hacen dos superposiciones: una en la que superponen el modelo inicial sobre el modelo pronosticado, ambos obtenidos del software ClinCheck; y otra superposición del modelo inicial sobre el modelo logrado tras haber completado la primera serie de alineadores. Para la superposición utilizan como puntos de referencia fijo los sectores posteriores y usan el software de código abierto de análisis tridimensionales Slicer CMF para realizar las mediciones. En sus resultados encuentran que los movimientos verticales, y en particular la intrusión de los incisivos centrales superiores eran muy poco precisos, con una diferencia mediana de 1,5mm ($P < 0,001$).

Si comparamos los resultados de los estudios comentados previamente (21,24–26) con los resultados obtenidos en nuestro estudio podemos observar que llegamos a conclusiones muy similares, siendo el movimiento de intrusión para los incisivos superiores un movimiento poco predecible con una fiabilidad igual o menor del 50%.

Si comparamos nuestro estudio con los estudios hechos por Kravitz et al. (21) y Krieger et al. (24,25) en cuanto al tamaño de la muestra la suya fue significativamente mayor,

pero en cuanto al material y método ellos utilizan como posición final la planificación digital del software ClinCheck siendo menos preciso que comparar registros STL iniciales y finales del primer plan de tratamiento superpuestos utilizando las rugas palatinas como punto de referencia, sabiendo que son numerosos los autores(27) que han demostrado la gran capacidad de localización al ser individuales para cada persona ya que sufren muy pocos cambios en el crecimiento y se mantienen estables en el adulto y no los dientes, sabiendo que no podemos descartar completamente los movimientos relativos que se pueden producir debido al anclaje periodontal. Todo esto nos permite otorgar un grado de fiabilidad a nuestros resultados, que en cuanto a la precisión de intrusión de los incisivos superiores es menor del 50%.

Sin embargo, en el estudio realizado por G. Bilelli et al. (28) obtuvieron tamaños de muestra significativos para la intrusión de los incisivos superiores, y registran que la previsibilidad media fue del 98%, siendo la intrusión altamente predecible hasta 2mm; siempre y cuando la planificación y diagnóstico haya sido el correcto, y le dan una gran importancia al uso de elementos auxiliares como a la necesidad de refinamientos, para poder llegar a conseguir los 2mm de intrusión.

En este estudio observacional prospectivo analizan 10 pacientes tratados con Invisalign®. Superponen tres modelos digitales: 1. modelo de pretratamiento, 2. modelo de postratamiento real, 3. modelo de postratamiento ideal según el set-up; los tres modelos 3D fueron adquiridos como archivos STL a través de CEREC Omnicam y superpuestos por un solo operador sobre puntos de referencia estables a través del software Meshlab. Utilizan el plano oclusal como la referencia principal para las superposiciones, ya que ellos analizan ambas arcadas y no solo la superior, por ello descartan usar los pliegues palatinos como método de superposición. Utilizaron el software Rhinoceros (Robert McNeel & Associates, EE. UU.) para examinar las medidas lineales y angulares de cada diente en una cuadrícula cartesiana 3D. Cada medición fue realizada por dos operadores diferentes, y en el movimiento de intrusión de los incisivos superiores registraron que su predictibilidad media fue del 92%, y no encontraron diferencias estadísticamente significativas entre el movimiento planificado y el real en la mayoría de los casos, aunque si encontraron que algunas posiciones finales eran significativamente diferentes de las previstas, entre otros en la intrusión de los incisivos laterales superiores, con valores de $p < 0,05$.

En nuestro estudio sin embargo la intrusión planificada de los incisivos superiores de 1 a 2mm es solo predecible en el 50% de los casos, teniendo en cuenta que nosotros solo hemos analizado hasta la finalización de la primera serie de alineadores, lo que nos ayuda a concluir que el refinamiento en el movimiento de intrusión de los incisivos superiores es necesario, si queremos conseguir el objetivo final; sabiendo que conseguir más de 2mm de intrusión sin la ayuda de elementos auxiliares como los TAD's no es predecible.(28–30)

Otro método de medición para es el propuesto por Khosravi R. et al. (31) usando la telerradiografía lateral de cráneo. En su estudio estratifican la muestra en 3 grupos en función de la sobremordida previa al tratamiento medida en las cefalometrías:

- Sobremordida normal, 0mm a 4mm (68 pacientes).
- Mordida profunda >4mm (40 pacientes).
- Mordida abierta o sobremordida negativa. (12 pacientes).

Realizan telerradiografía lateral de cráneo antes y después del tratamiento, y las importan a un software Dolphin donde realizan el análisis cefalométrico. Marcan diecisiete puntos de referencia y el software calculó las medidas lineales y angulares.

En sus resultados obtienen que el sistema Invisalign® reduce la sobremordida en pacientes con mordida profunda y observan una mediana de apertura de sobremordida de 1,5mm; pero según ellos el principal mecanismo responsable de reducir la sobremordida no es tanto por la intrusión de los incisivos superiores sino por la proinclinación de los incisivos inferiores, aunque algo de intrusión de los incisivos superiores dicen que se produce además de extrusión de los molares inferiores, siendo todo ello en conjunto la principal fuente de corrección de la mordida profunda. A esta conclusión también llegan en la revisión sistemática realizada por Papadimitriou A. et al. (32) en la que en tres estudios retrospectivos mostraron la capacidad moderada de Invisalign® para manejar la sobremordida, y su corrección parcial es mediante la proinclinación de los incisivos inferiores.

Esto no podemos contrastarlo con nuestro estudio ya que solo analizamos la arcada superior, sin tener en cuenta los movimientos que se producen en la arcada inferior.

Otro método de medición más innovador y que seguramente en los próximos años cobrará cada vez mayor relevancia es el uso de la tomografía computerizada de haz cónico (CBCT). En el artículo de Al-Balaa M et al. (33) comparan las medidas de intrusión de los dientes anteriores previstas con las medidas de intrusión clínicas reales utilizando el CBCT como herramienta.

¿Por qué usar el CBCT?

Los estudios con imágenes en 3D pueden proporcionar información valiosa para la planificación eficaz del tratamiento con el ClinCheck. Por ejemplo, si se conoce el porcentaje de precisión de un movimiento dental específico, corregirlo en exceso en la cantidad adecuada puede dar como resultado el objetivo deseado. La tomografía computerizada de haz cónico (CBCT) permite a un ortodoncista crear de forma rápida y precisa modelos de software 3D específicos del paciente que se pueden usar para diagnósticos, planificación de tratamientos y evaluaciones. Se pueden realizar mediciones precisas para cualquier parte de la anatomía y se pueden medir los tamaños de los dientes. Por lo tanto, se pueden determinar las verdaderas medidas anatómicas de cada paciente.

En el estudio de Al-Balaa M et al. (33) tuvieron como objetivo comparar las mediciones de intrusión de los dientes anteriores previstas con las mediciones de intrusión clínica reales utilizando el CBCT. Comprender la precisión del software al anticipar los cambios puede ayudarnos a predecir la necesidad de sobrecorrección, reduciendo así la necesidad de modificaciones a mitad de curso, como el tiempo de tratamiento.

Su estudio estuvo compuesto por 22 pacientes, de los cuales 14 presentaban una sobremordida aumentada con una media de 4,18mm. El estudio se centró únicamente en la primera serie de alineadores sin incluir ningún refinamiento. Los escaneos CBCT fueron obtenidos por NewTom VGI. Los datos de volumen se exportaron en formato DICOM para el software Dolphin Imaging para realizar un análisis 3D con líneas de referencia y puntos de referencia para su evaluación.

Los escaneos CBCT tomados antes y después de la primera serie de alineadores se superpusieron para evaluar los planos de referencia y las posiciones de los puntos de referencia.

En sus resultados el movimiento de intrusión para los incisivos laterales y centrales superiores diferían significativamente de los valores reales, con una $p < 0,001$ y una $p < 0,0001$ respectivamente.

La mayor precisión de intrusión la obtienen los incisivos laterales superiores 58,12%, y para los incisivos centrales superiores obtienen un 51,83%. Por lo que la media de intrusión verdadera que obtienen es de 0,90mm.

Los resultados de este artículo confirman los resultados de nuestro estudio, aunque en nuestro caso las mediciones se hayan hecho sobre imágenes bidimensionales, ya que nosotros también obtenemos una mayor precisión de intrusión para el incisivo lateral superior, de un 66,7%; y una precisión menor para el incisivo central superior de un 20%.

El estudio de Khosravi R. et al. (31) fue realizado antes de la introducción de la tecnología G5 de Invisalign®, diseñada específicamente para tratar pacientes con mordida profunda. Si analizamos el estudio retrospectivo sobre 24 pacientes que realizó Shahabuddin N. et al (34) concluyen que el uso del protocolo G5 desarrollado por Invisalign® mejora la corrección de la mordida profunda, al introducir áreas de presión, ataches optimizados y rampas de mordida. En este estudio la intrusión de los incisivos centrales superiores resultó ser el movimiento menos preciso, con un 1,5mm de diferencia entre el movimiento predicho y el movimiento logrado. Y el tratamiento con alineadores transparentes Invisalign® mostró una corrección de la sobremordida del 33%. Para realizar dicho estudio y llegar a estas conclusiones usaron modelos digitales exportados desde el ClinCheck, el modelo inicial y el modelo final del refinamiento. Los modelos se superpusieron sobre las superficies oclusales del primer premolar y segundo molar. El cambio vertical se midió en las puntas de las cúspides de los caninos y en el punto medio de los bordes incisales de los dientes anteriores. Todos los pacientes del estudio tenían una sobremordida previa al tratamiento $>4\text{mm}$ o más. Y en sus resultados concluyen que existe una gran discrepancia entre los movimientos planificados (3,35mm de intrusión) y los logrados (1,15mm de intrusión) con un 33% de precisión después de completar una primera etapa de alineadores. En general los movimientos ocurrieron en la dirección planificada excepto para los incisivos centrales y laterales superiores, que, aunque se planificó un promedio de 1,14mm de intrusión se produjo 0,41mm de extrusión para los incisivos centrales; y 1,04mm de intrusión se planificó para los incisivos laterales y se produjo 0,13mm de extrusión.

En nuestro estudio el movimiento de extrusión también se produce, pero solo en el incisivo lateral, y en un 10% de los casos. Por lo que nosotros podemos si podemos concluir que los movimientos se produjeron en la dirección planificada.

Artículos de revisión recientes publicados por Galan-Lopez L. et al. (35) y Robertson L, et al (36) respaldan que las mordidas profundas son difíciles de corregir con el sistema Invisalign®, con una corrección que varía entre 0,75mm y 1,5mm de intrusión.

Para superar la baja precisión de la corrección de la mordida profunda con el sistema Invisalign®, por norma general se recomienda un sobretratamiento en la oclusión final en el software ClinCheck, lo que incluye una mordida abierta anterior o ligeramente abierta, una curva de Spee inversa en el arco mandibular y fuertes contactos oclusales posteriores.

El uso de ataches y la reducción interproximal pueden afectar a la precisión de varios movimientos dentales, pero la evidencia no es clara. Las rampas de mordida anteriores podrían prevenir el efecto de bloqueo de mordida. Esta característica de Invisalign® puede tener un impacto significativo en la corrección de la mordida profunda y valdría la pena estudiarla por separado. (37,38)

Numerosos estudios, incluido el nuestro, han investigado la predictibilidad del movimiento de intrusión de los incisivos superiores, pero no los mecanismos biomecánicos que usan los alineadores, así como evaluar las fuerzas impartidas por los mismos durante dicho movimiento. El estudio in vitro realizado por Liu Y, et al. (39) pretende responder a esta pregunta. Para ello usaron cinco juegos de alineadores removibles termoplásticos, todos del mismo grosor, diseñados para diferentes procedimientos de intrusión; y mediante un sistema de medición transductor fuerza/torque de múltiples ejes en tiempo real midieron las fuerzas de intrusión.

Cada grupo constaba de 11 alineadores:

1. Alineadores G0 como grupo de control, sin activación.
2. Alineadores G1 para intrusión de caninos 0.2mm.
3. Alineadores G2 para intrusión de incisivos 0.2mm

4. Alineadores G3 para intrusión de caninos e incisivos todos al mismo tiempo con una activación de 0.2mm.
5. Alineadores G4 para intrusión de caninos e incisivos con diferentes cantidades de activación: 0.1mm, 0,15mm y 0.2mm respectivamente.

Se cementaron ataches rectangulares convencionales en los primeros y segundos premolares y en los primeros molares.

Se imprimieron modelos de resina fotosensible y los alineadores se fabricaron mediante una máquina de termoformado, con material termoplástico de 0,8mm de espesor.

Y según sus resultados ellos sugieren que no se debe realizar la intrusión de los dientes anteriores usando diferentes activaciones simultáneamente, ya que esto tiene a crear fuerzas extrusivas en los incisivos laterales y caninos.

14. CONCLUSIONES.

1. La predictibilidad del ClinCheck® en el movimiento de intrusión de los cuatro incisivos superiores en el primer plan de tratamiento no se cumple según lo planificado, por lo que no es predecible. Y por tanto no es predecible corregir la sonrisa gingival durante el primer plan de tratamiento.
2. Los mm conseguidos de intrusión de manera individual para cada incisivo superior han sido evaluados, llegando a la conclusión que en ningún de los cuatro incisivos se consigue más de 2mm de intrusión pura; siendo la intrusión predecible en menos del 50% de los casos para cada diente evaluado de manera individual.
3. Los mm conseguidos de intrusión respecto a la variable sexo no han podido ser evaluados como resultados estadísticamente significativos debido al pequeño tamaño muestral, no llegando a resultados concluyentes sobre si el sexo influye o no en los mm de intrusión obtenidos.

15. BIBLIOGRAFÍA.

1. Davis NC. Smile Design. *Dental Clinics of North America*. 2007; 51:299–318.
2. Parrini S, Rossini G, Castroflorio T, Fortini A, Deregibus A, Debernardi C. Laypeople’s perceptions of frontal smile esthetics: A systematic review. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2016 Nov 1;150(5):740–50.
3. Machado AW. 10 commandments of smile esthetics. *Dental Press J Orthod*. 2014 Jul 1;19(4):136–57.
4. Flores J, Mesquita P, Gurrea J, Óscar González-Martín /, Ávila-Ortiz G, Fernando Mesquita P, et al. *Revista científica de Sepa Manejo del paciente con sonrisa gingival*. 2022; 22:30-55.
5. Hunt O, Johnston C, Hepper P, Burden D, Stevenson M. The influence of maxillary gingival exposure on dental attractiveness ratings. *European Journal of Orthodontics*. 2002; 24:199–204.
6. Fradeani M. *Rehabilitación Estética en Prosthodontia Fija Análisis Estético*. Quintessence p.53-103
7. Kina S, Bruguera A. *Invisible. Restauraciones estéticas cerámicas*. Artes Médicas 2008, p.29-79.
8. Christensen GJ, Guyer SE, Lefkowitz W, Malone WFP, Sproull RC, Tjan AHL, et al. Some esthetic factors in a smile. *Periodontology 2000*. 1996;11:18-28.
9. Rijktose CJ. Lip posture and its significance in treatment planning. *Journal Orthodontics*. 1967; 53(4):262-284.
10. Ricketts RM. Esthetics, environment and the law of lip relation. *Journal Orthodontics*. 1968;54(4).
11. Peck S, Peck leena, Kataja matti. The Gingival smile line. *The Angle Orthodontics*. 1992;62(2).

12. Dym H, Pierre R. Diagnosis and Treatment Approaches to a “Gummy Smile.” *Dental Clinics of North America*. 2020, 64:341–9.
13. Bastidas JA. Surgical Correction of the “Gummy Smile.” *Oral and Maxillofacial Surgery Clinics of North America*. 2021, 33:197–209.
14. Alpiste-Illueca F. Morphology and dimensions of the dentogingival unit in the altered passive eruption. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal*. 2012 Sep 1;17(5).
15. Vig G. RDDS, Brundo GCDDS. The Kinetics of anterior tooth display. *Journal of Prosthetic Dentistry*. 1978;39(5):502–4.
16. Carlos J, Lesmes R, Román Jiménez M. La técnica Invisalign. *Revisión Histórica*. p:369-351.
17. Boyd RL, Vlaskalic V. Three-Dimensional Diagnosis and Orthodontic Treatment of Complex Malocclusions with the Invisalign Appliance. *Seminars in Orthodontics*, 2001;7(4):274-293.
18. F, Mendoza BS. Universidad de Sevilla "Predictibilidad de la expansión con el sistema Invisalign® ". Tesis doctoral.
19. Palma Moya S, Lozano Zafra J. Aligner techniques in orthodontics. *Lisarmed Editorial* 2022.
20. Sandra Tai BM. *Clear Aligner Technique*. Quintessence 2015.
21. Kravitz ND, Kusnoto B, BeGole E, Obrez A, Agran B. How well does Invisalign work? A prospective clinical study evaluating the efficacy of tooth movement with Invisalign. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2009 Jan;135(1):27–35.
22. Página web Invisalign. www.invisalign.com
23. Pasciuti E, Coloccia G, Inchingolo AD, Patano A, Ceci S, Bordea IR, et al. Deep Bite Treatment with Aligners: A New Protocol. *Applied Sciences (Switzerland)*. 2022 Jul 1;12(13).

24. Krieger E, Seiferth J, Saric I, Jung BA, Wehrbein H. Accuracy Of Invisalign Treatments In the. Anterior Tooth Region. *Journal of Orofacial Orthopedics*. 2011 Apr;72(2):141–9.
25. Krieger E, Seiferth J, Marinello I, Jung BA, Wriedt S, Jacobs C, et al. Invisalign®- Invisalign® treatment in the anterior region Were the predicted tooth movements achieved? *Journal of Orofacial Orthopedics*. 2012 Sep;73(5):365–76.
26. Charalampakis O, Iliadi A, Ueno H, Oliver DR, Kim KB. Accuracy of clear aligners: A retrospective study of patients who needed refinement. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2018 Jul 1;154(1):47–54.
27. Hemanth M, Vidya M, Shetty N, Karkera B. Identification of individuals using palatal rugae: Computerized method. *J Forensic Dent Sci*. 2010;2(2):86.
28. Bilello G, Fazio M, Amato E, Crivello L, Galvano A, Currò G. Accuracy evaluation of orthodontic movements with aligners: a prospective observational study. *Prog Orthod*. 2022 Dec 1;23(1).
29. Rossini G, Parrini S, Castroflorio T, Deregibus A, Debernardi CL. Efficacy of clear aligners in controlling orthodontic tooth movement: A systematic review. *Angle Orthodontist*. 2015, 85:881–9.
30. Ng J, Major PW, Heo G, Flores-Mir C. True incisor intrusion attained during orthodontic treatment: A systematic review and meta-analysis. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2005;128(2):212–9.
31. Khosravi R, Cohanim B, Hujuel P, Daher S, Neal M, Liu W, et al. Management of overbite with the Invisalign appliance. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2017 Apr 1;151(4):691-699.e2.
32. Papadimitriou A, Mousoulea S, Gkantidis N, Kloukos D. Clinical effectiveness of Invisalign® orthodontic treatment: a systematic review. *Progress in Orthodontics*. Springer Berlin Heidelberg; 2018, 19.

33. Al-balaa M, Li H, MA Mohamed A, Xia L, Liu W, Chen Y, et al. Predicted and actual outcome of anterior intrusion with Invisalign assessed with cone-beam computed tomography. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2021 Mar 1;159(3):275–80.
34. Shahabuddin N, Kang J, Jeon HH. Predictability of the deep overbite correction using clear aligners. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2023; 20:340-365.
35. Galan-Lopez L, Barcia-Gonzalez J, Plasencia E. A systematic review of the accuracy and efficiency of dental movements with invisalign®. *Korean J Orthod*. 2019 May 1;49(3):140–9.
36. Robertson L, Kaur H, Fagundes NCF, Romanyk D, Major P, Flores Mir C. Effectiveness of clear aligner therapy for orthodontic treatment: A systematic review. *Orthodontics and Craniofacial Research*. Blackwell Publishing Ltd; 2020; 23:133–42.
37. Pasciuti E, Coloccia G, Inchingolo AD, Patano A, Ceci S, Bordea IR, et al. Deep Bite Treatment with Aligners: A New Protocol. *Applied Sciences (Switzerland)*. 2022 Jul 1;12(13).
38. Haouili N, Kravitz ND, Vaid NR, Ferguson DJ, Makki L. Has Invisalign improved? A prospective follow-up study on the efficacy of tooth movement with Invisalign. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2020 Sep 1;158(3):420–5.
39. Liu Y, Hu W. Force changes associated with different intrusion strategies for deep-bite correction by clear aligners. *Angle Orthodontist*. 2018 Nov 1;88(6):771–8.