



UNIVERSIDAD PERUANA
CAYETANO HEREDIA

**CORRELACIÓN ENTRE LA
INCLINACIÓN DE INCISIVOS Y LA
ROTACIÓN DEL PLANO OCLUSAL EN
RADIOGRAFÍAS CEFALOMÉTRICAS
DE PACIENTES TRATADOS CON
ORTODONCIA Y CIRUGÍA
ORTOGNÁTICA EN EL SERVICIO DE
ORTODONCIA Y ORTOPEDIA
MAXILAR DEL CENTRO DENTAL
DOCENTE DE LA UNIVERSIDAD
PERUANA CAYETANO HEREDIA,
2019-2022.**

**TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA
OPTAR EL GRADO DE MAESTRO EN
ORTODONCIA**

JORGE CARLOS MELGAR GUTIERREZ

LIMA-PERÚ

2023

ASESOR

Mg. Miguel Perea Paz

Departamento Académico de Estomatología del niño y adolescente

JURADO DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Mg. Leyla Delgado Cotrina

Presidente

Mg. Carlos Liñán Duran

Vocal

Mg. Pablo Chávez Alayo

Secretario

DEDICATORIA

A Dios por bendecirme con tantos momentos alegres, y por permitirme cumplir
este objetivo.

A mis padres, Jorge y Amparo, y mis hermanos por su amor y apoyo permanente.

A mi familia, Giannina, por buscar siempre mi realización personal y profesional
y mis hijos Daniel y Diego, motivo principal de nuestra vida.

AGRADECIMIENTOS

Al Dr. Miguel Perea por su permanente apoyo y orientación.

Al Dr. Abraham Meneses por su generosa disponibilidad y por ser un gran
educador, comprometido con los profesionales jóvenes.

FUENTES DE FINANCIAMIENTO.

Trabajo de investigación autofinanciado.

CORRELACIÓN ENTRE LA INCLINACIÓN DE INCISIVOS Y LA ROTACIÓN DEL PLANO OCLUSAL EN RADIOGRAFÍAS CEFALOMÉTRICAS DE PACIENTES TRATADOS CON ORTODONCIA Y CIRUGÍA ORTOGNÁTICA EN EL SERVICIO DE ORTODONCIA Y

INFORME DE ORIGINALIDAD



FUENTES PRIMARIAS

	www.cop.org.pe Fuente de Internet	2%
	repository.ucc.edu.co Fuente de Internet	1%
	journals.iztacala.unam.mx Fuente de Internet	1%
	Submitted to Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo Trabajo del estudiante	1%
	hdl.handle.net Fuente de Internet	1%
	Submitted to Universidad Catolica De Cuenca Trabajo del estudiante	1%
	josr-online.biomedcentral.com Fuente de Internet	1%

TABLA DE CONTENIDOS

	Pág.
Resumen	
Abstract	
I. Introducción	1
II. Desarrollo temático	2
II.1. Docencia universitaria estomatológica	2
II.2. Análisis crítico de literatura estomatológica	8
II.3. Proyecto de investigación en estomatología	16
III. Conclusiones	32
IV. Referencias bibliográficas	33
V. Anexos	36

RESUMEN

Introducción: El portafolio recoge un conjunto de evidencias del proceso de aprendizaje y muestra productos dentro de los distintos ámbitos desarrollados en el programa de la maestría en ortodoncia. **Desarrollo temático:** Se realizaron 3 trabajos académicos: (1) un sílabo, (2) un análisis crítico de la literatura y (3) un proyecto de investigación. Los 3 productos están relacionados y centrados dentro de un mismo eje temático, orientado a la importancia de la evaluación y manejo del plano oclusal dentro de los procedimientos ortodóntico-quirúrgicos y su relación con la inclinación de los incisivos superiores e inferiores. **Conclusiones:** Del portafolio se concluye que: la elaboración de un sílabo que cumpla con todos los parámetros de objetivos y competencias para el estudiante requiere un entendimiento profundo de las necesidades de aprendizaje de los estudiantes participantes del curso, así mismo importante realizar una lectura y revisión crítica de la literatura, dado que no siempre todos los artículos publicados cumplen con los filtros que garantizan el nivel más alto de evidencia pudiendo comprometer la calidad de la información y elaborar un proyecto de investigación que relacione la rotación del plano oclusal con la inclinación de los incisivos es fundamental para establecer su relación y brindar a los pacientes metas de tratamiento adecuadas.

Palabras clave: Plano oclusal, inclinación, incisivos, maloclusión, cirugía ortognática.

ABSTRACT

Introduction: The portfolio assessment includes a set of evidence of the learning process and shows products within the different areas developed in the master's program in orthodontics. **Thematic development:** Three academic works were developed: (1) a syllabus, (2) a critical analysis of the literature paper and (3) a research project. The 3 products were related and centered within the same thematic axis, oriented to the importance of the evaluation and management of the occlusal plane within orthodontic-surgical procedures and its relationship with the inclination of the upper and lower incisors. **Conclusions:** From the portfolio it is concluded that: the elaboration of a syllabus that meets all the parameters of objectives and competencies for the student requires a deep understanding of the learning needs of the students participating in the course, likewise it is important to carry out a critical reading and review of the literature, since not all published articles always comply with the filters that guarantee the highest level of evidence, being able to compromise the quality of the information and preparing a research project that relates the rotation of the occlusal plane with the inclination of the incisors is essential to establish their relationship and provide patients appropriate treatment goals.

Keywords: Occlusal plane, incisor inclination, malocclusion, orthognathic surgery.

I. INTRODUCCIÓN

El primer componente del portafolio corresponde a un sílabo académico orientado a la implementación de un curso de cefalometría para casos ortodóntico-quirúrgicos. El objetivo del curso planteado es que los alumnos participantes sean capaces de identificar las principales estructuras y medidas que se toman como referencia en la medición de radiografías cefalométricas de pacientes que serán sometidos a una cirugía ortognática.

El segundo componente consistió en la revisión crítica de un artículo publicado relacionado al tema central del portafolio. En este producto se identificaron características y aspectos del estudio en mención, los cuales, al analizarlas de manera objetiva, no siempre se cumplen dentro de la estructura y contenido de los artículos. Ello representa un factor fundamental en la publicación y revisión de literatura, debido que a menudo encontramos inconsistencias o vacíos que posteriormente impiden llegar a conclusiones con el nivel de evidencia y soporte adecuado.

El tercer producto realizado fue un proyecto de investigación orientado a identificar la relación entre el plano oclusal y la inclinación de incisivos superiores e inferiores, en las diferentes etapas dentro de un tratamiento ortodóntico quirúrgico. La cirugía ortognática permite la modificación del plano oclusal, componente relacionado con la estética y la función del paciente; y la inclinación de los incisivos está directamente relacionada con dicho componente,

II. DESARROLLO TEMÁTICO

II.1. Docencia universitaria estomatológica

FACULTADES DE MEDICINA, DE ESTOMATOLOGIA Y DE ENFERMERÍA
FACULTAD DE ESTOMATOLOGÍA
UNIDAD DE POSGRADO Y ESPECIALIZACIÓN
EDUCACIÓN CONTINUA

I. DATOS GENERALES

1.1.	Nombre del curso	:	Curso - Taller de cefalometría orientada a cirugía ortognática
1.2.	Código	:	
1.3.	Dirigido a	:	Residentes de los programas de ortodoncia, cirugía maxilofacial, cirujanos dentistas y bachilleres de odontología.
1.4.	Organizado por	:	Unidad de posgrado y especialización
1.5.	Semestre académico	:	2023-II
1.6.	Tipo de asignatura	:	Educación continua
1.7.	Prerrequisito	:	Ninguno
1.8.	Modalidad	:	Presencial
1.9.	Créditos	:	1 crédito Horas teóricas prácticas: 18
1.10.	Duración	:	Del 09 de agosto al 06 de setiembre de 2023
1.11.	Coordinador	:	Esp. Jorge C. Melgar Gutiérrez jorge.melgar.g@upch.pe

II. RESULTADO DE APRENDIZAJE

El estudiante será capaz de:

Aplicar el análisis cefalométrico en casos de mediana y alta complejidad con la finalidad de brindar una planificación de tratamiento ortodóntico-quirúrgico óptima, considerando las meta de tratamiento estético y funcional.

III. CONTENIDOS

Tema 1: Metas de Tratamiento ortodóntico – quirúrgico
Posicionamiento óptimo de los maxilares
Posicionamiento óptimo de los incisivos
Respuesta del perfil de tejidos blandos al movimiento dento-esquelético

Tema 2: Anatomía cefalométrica y estructuras
Reconocimiento de estructuras intracraneales
Anatomía máxilo mandibular
Práctica de reconocimiento y trazado anatómico / cefalométrico

Tema 3: Cefalometría Arnett y Burstone & Legan

Puntos y medidas cefalométricas
Interpretación de resultados
Casos clínicos y aplicabilidad
Práctica: Caso clínico

Tema 4: Cefalometría extracraneal - 6 Elementos (Andrews)
Puntos y medidas cefalométricas
Interpretación de resultados
Casos clínicos y aplicabilidad
Práctica: Caso clínico

Tema 5: Cefalometría digital 2D y 3D
Sistemas y software contemporáneos
Open access software
Práctica cefalometría digital

IV. ESTRATEGIAS DIDÁCTICAS

Clases magistrales: A cargo del docente responsable quien presentará la información más completa y actual sobre temas seleccionados en base a las competencias previstas. Asume la modalidad de exposición y diálogo.

Trabajos prácticos: Ayudarán a consolidar los conocimientos otorgados durante las actividades teóricas.

Método de caso: El estudiante realizará el análisis y discusión de un caso clínico contemplando la realización del cefalograma, interpretando los resultados, los cuales serán discutidos entre los demás estudiantes y docentes.

Revisión de la literatura: A cargo de los estudiantes y constará en la revisión (lectura) individual sobre los temas relacionados con el fin de complementar los conceptos teóricos del curso e incrementar su capacidad de análisis respecto a los tópicos vertidos.

V. EVALUACIÓN

La evaluación se efectuará de acuerdo al reglamento de evaluaciones de la universidad. Se consideran:

Aspectos ponderación:

Evaluación teórica:	20%
Desempeño en las sesiones prácticas:	50%
Método de caso:	30%

1. La nota final del curso se expresará en escala vigesimal, en valores con dos decimales.
2. hay redondeo a la cifra inmediatamente superior o inferior.
3. La nota mínima aprobatoria del curso es once (11.00).

4. A los estudiantes que no rindan el examen se les calificará con nota cero (0).
5. Los estudiantes que necesiten hacer reclamos tienen hasta 3 días para hacerlo después de la publicación de las notas ante el responsable del curso.
6. No contempla actividad remedial.

VI. CERTIFICACIÓN

Al finalizar el curso se hará entrega de un certificado.

VII. BIBLIOGRAFÍA

Libros

1. Accorsi M, Velasco L. Diagnóstico 3D en Ortodoncia. São Paulo: Editora Napoleao; 2011.
2. Andrews LF, Andrews WA. Syllabus of the Andrews orthodontic philosophy. 9na ed. San Diego; 2001.
3. Arnett W, McLaughlin R. Planeamiento Facial y Dentario para Ortodoncistas y Cirujanos Bucomáxilofaciales. São Paulo: Editorial Artes Médicas; 2004.
4. Azenha C, Macluf E. Protocolos en Ortodoncia: Diagnóstico, Planificación y Mecánica. São Paulo: Editora Napoleao; 2008.
5. Bell W, Guerrero C. Distracción Osteogénica del Esqueleto Facial. Medellín: Editorial BC Decker; 2007.
6. Capelozza L. Diagnóstico en Ortodoncia. Maringá: Editora Dental Press; 2005.
7. Dawson P. Oclusión Funcional: Diseño de la Sonrisa a partir de la ATM. Medellín: Editorial Amolca; 2009.
8. Epker B. Deformidades Dentofaciales: Integración Ortodoncia y Cirugía. St. Louis Missouri: Editorial Mosby; 1986.
9. Graber TM, Vanarsdal RL. Ortodoncia. Principios Generales y Técnicas. 4ta ed. Buenos Aires: Editorial Médica Panamericana; 2006.
10. Gregoret J, Tuber E, Escobar H, Matos Da Fonseca A. Ortodoncia y Cirugía Ortognática, Diagnóstico y Planificación. 2da ed. Buenos Aires: Editorial NM; 2008.
11. McNamara JA, Brudon WL. Tratamiento Ortodóncico y Ortopédico en la Dentición Mixta. 2da ed. Michigan: Needham Press; 1995.
12. Medeiros P, Pinho de Medeiros P. Cirugía Ortognática para el Ortodoncista. 2da ed. São Paulo: Editora Santos; 2004.
13. Okeson J. Tratamiento de Oclusión y Afecciones Temporomandibulares. 6ta ed. Madrid: Editorial Elsevier Mosby; 2008.
14. Proffit W, White R, Sarver D. Tratamiento Contemporáneo de las Deformidades Dentofaciales. São Paulo: Editora Artmed; 2005.
15. Quevedo L. Predicciones Cefalométricas para Cirugía Ortognática. Santiago de Chile: Universidad de Chile; 2004.

Revistas sugeridas:

1. American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics

2. Journal Clinic of Orthodontics
3. Journal of Oral and Maxillofacial Surgery
4. Seminars in Orthodontics
5. European Journal of Orthodontics

VIII. PROFESORES DEL CURSO E INVITADOS

Grado o Título	Nombres	Apellidos	Departamento Académico	Condición Docente/Invitado	Correo electrónico
Esp.	Jorge	Melgar Gutiérrez	Departamento Académico de Estomatología del Niño y Adolescente	Contratado	jorge.melgar.g@upch.pe

IX. PROGRAMACIÓN DE ACTIVIDADES

LUGAR: Aula “B” - Sede San Isidro

DÍA Y HORA: Lunes 9 AM. - 12: PM.

N° de Sesión	Fecha	Contenido	Estrategia didáctica	Evaluación	Docente
1	03/07/2023	Metas de Tratamiento ortodóntico – quirúrgico <ul style="list-style-type: none"> ● Posicionamiento óptimo de los maxilares ● Posicionamiento óptimo de los incisivos ● Respuesta del perfil de tejidos blandos al movimiento dento-esquelético 	Clase magistral.		Jorge Melgar G.
2	10/07/2023	Anatomía cefalométrica y estructuras <ul style="list-style-type: none"> ● Reconocimiento de estructuras intracraneales ● Anatomía máxilo mandibular ● Práctica de reconocimiento y trazado anatómico / cefalométrico 	Clase magistral. Trabajo Práctico	Práctica	Jorge Melgar G.
3	17/07/2023	Cefalometría Arnett y Burstone & Legan <ul style="list-style-type: none"> ● Puntos y medidas cefalométricas ● Interpretación de resultados ● Casos clínicos y aplicabilidad ● Práctica: Caso clínico 	Clase magistral. Trabajo Práctico Revisión de Literatura	Práctica	Jorge Melgar G.
4	24/07/2023	Cefalometría extracraneal - 6 Elementos (Andrews) <ul style="list-style-type: none"> ● Puntos y medidas cefalométricas ● Interpretación de resultados ● Casos clínicos y aplicabilidad ● Práctica: Caso clínico 	Clase magistral. Trabajo Práctico Revisión de Literatura	Práctica	Jorge Melgar G.

5	31/07/2023	Cefalometría digital 2D y 3D <ul style="list-style-type: none"> ● Sistemas y software contemporáneos ● Open access software ● Práctica cefalometría digital 	Clase magistral. Trabajo Práctico Revisión de Literatura	Práctica	Jorge Melgar G.
6	07/08/2023	Evaluación final	Método de Caso. (1 h)	Evaluación teórica Método de caso	Jorge Melgar G.

II.2. Análisis crítico de literatura estomatológica

II.2.1. Información general

Información	Descripción
Título	Association of anterior and posterior occlusal planes with different Angle and skeletal classes in permanent dentitions.
Autores	Čelar A, Tafaj E, Graf A, Lettner S.
Revista	Journal of Orofacial Orthopedics (J Orofac Orthop)
Año de publicación	2018
País	Austria
Tipo de estudio	Transversal
Objetivo	
Evaluar el plano oclusal anterior y posterior en una muestra europea y compararlo con la base de cráneo y clasificación de Angle.	
Metodología	
La metodología consistió en la selección aleatoria de 230 radiografías pre tratamiento de sujetos no tratados del servicio de ortodoncia, de la escuela de odontología, de la universidad médica de Viena, en las cuales se realizó el trazado cefalométrico correspondiente del bisector del plano oclusal, plano oclusal anterior (AOP) y posterior (POP), Se realizaron pruebas estadísticas descriptivas, cuantiles y de regresión.	
Resultados	
El plano oclusal posterior promedio fue aproximadamente 6 ° más pronunciado que el plano oclusal promedio. Los planos oclusales anterior y posterior se mostraron más inclinados para los casos esqueléticos clase II y más planos para la clase III. Los pacientes clase I mostraron el plano oclusal más plano (menor inclinación). En cuanto a la relación promedio de mandíbula vertical, el indicador de profundidad de overbite (ODI) especificó que el grupo clase III de Angle y el grupo prognático eran hiperdivergentes.	
Conclusiones	
El estudio confirmó la diferencia estadística entre el patrón esquelético y la inclinación del plano oclusal posterior y también mostró esta asociación para la inclinación del plano oclusal anterior en la distribución: oclusión plana en la clase esquelética III sin tratar, inclinada en clase esquelética II sin tratar. Con la clasificación de Angle no hubo diferencias significativas entre grupos y tampoco asociaciones claras de inclinación empinada o plana del plano oclusal. No hubo efecto de la edad y género.	

II.2.2. Calidad del reporte escrito: STROBE para estudios transversales

Secciones	Item	Recomendación	Descripción	Página
Título y resumen				
Título y resumen	1	(a) Indica en el título o en el resumen, el diseño del estudio con un término habitual. (b) Proporciona en el resumen una sinopsis informativa	a) No, en el título o resumen no se especifica que es un estudio transversal, solamente retrospectivo.	1

		y equilibrada de lo que se ha hecho y lo que se ha encontrado.	b) Si, describe en el resumen los pasos a seguir, al igual que en el resumen específico los hallazgos de forma clara.	
Introducción				
Contexto/fundamentos	2	Explica las razones y el fundamento científico de la investigación que se comunica.	Si, brinda la justificación del estudio de forma adecuada, sin embargo, la introducción se aleja al mencionar aspectos genéricos de las maloclusiones.	2
Objetivos	3	Indica los objetivos específicos, incluyendo cualquier hipótesis preespecificada.	No, debido que no explica detalladamente por qué se usan cuantiles como método de evaluación al establecer los objetivos.	2
Métodos				
Diseño del estudio	4	Presenta al principio del documento los elementos clave del diseño del estudio.	Si, menciona ser un estudio retrospectivo, mas no ser transversal.	2,3
Contexto	5	Describe el marco, los lugares y las fechas relevantes, incluyendo los periodos de reclutamiento, exposición, seguimiento y recogida de datos.	Si, dado que define con minuciosidad el proceso de recolección, tiempo de las radiografías y de tomas radiográficas.	3
Participantes	6	Proporciona los criterios de elegibilidad y las fuentes y métodos de selección de los participantes.	Si, brinda la descripción adecuada de los datos de la muestra, criterios de inclusión y exclusión.	3
VARIABLES	7	Define claramente todas las variables: de respuesta, exposición, predictoras, confusoras y modificadoras del efecto. Si procede, proporciona los criterios diagnósticos.	Si, se mencionan las variables dependientes, confusores potenciales, y co-variables, más no las independientes.	4
Fuentes de datos/medidas	8	Para cada variable de interés, indica las fuentes de datos y los detalles de los métodos de valoración (medida). Si hubiera más de un grupo, especifica la comparabilidad de los procesos de medida.	No, descripción parcialmente los métodos de valoración y unidades de medida.	4
Sesgos	9	Especifica todas las medidas adoptadas para afrontar posibles fuentes de sesgo.	No, describe parcialmente el probable error de utilizar Frankfurt como línea de referencia por superposición y dificultad de trazado, por lo que fue necesario recalcular	4

			las regresiones con SN.	
Tamaño muestral	10	Explica cómo se determinó el tamaño muestral.	No, no explica cómo se seleccionaron 230 muestras, se indica que fue aleatoria la selección, pero no la cantidad, dando a entender que fue por conveniencia o disponibilidad de la muestra.	3,4
VARIABLES CUANTITATIVAS	11	Explica cómo se trataron las variables cuantitativas en el análisis. Si procede, explica qué grupos se definieron y por qué.	No, describe parcialmente el manejo de las variables cuantitativas (Indicador de displasia ánteroposterior - APDI), pero no de todas las que intervienen en el estudio.	3
MÉTODOS ESTADÍSTICOS	12	(a) Especifica todos los métodos estadísticos, incluidos los empleados para controlar los factores de confusión. (b) Especifica todos los métodos utilizados para analizar subgrupos e interacciones. (c) Explica el tratamiento de los datos ausentes (missing data). (d) Si procede, especifica cómo se tiene en cuenta en el análisis la estrategia de muestreo. (e) Describe los análisis de sensibilidad.	a) Sí, menciona pruebas estadísticas para controlar factores de confusión. Se utilizaron pruebas descriptivas, coeficientes de regresión lineal e intervalos al 95% de confianza. b) No aplica. c) No aplica. d) No aplica. e) Si, se utilizaron los coeficientes de correlación intraclase, confiabilidad interoperador, en base a 25 radiografías.	4
Resultados				
Participantes	13	(a) Indica el número de participantes en cada fase del estudio; por ejemplo, número de participantes elegibles, analizados para ser incluidos, confirmados elegibles, incluidos en el estudio, los que tuvieron un seguimiento completo y los analizados. (b) Describe las razones de la pérdida de participantes en cada fase.	a) No, por ser un estudio transversal solo especifica el número de la muestra. b) No aplica. c) No, tampoco utiliza un diagrama de flujo.	3

		(c) Considera el uso de un diagrama de flujo.		
Datos descriptivos	14	(a) Describe las características de los participantes en el estudio (por ejemplo, demográficas, clínicas, sociales) y la información sobre las exposiciones y los posibles factores de confusión. (b) Indica el número de participantes con datos ausentes en cada variable de interés.	a) No, la descripción de las unidades muestrales es muy breve, justifica que corresponde a una población europea actual mediante sistemas de adquisición de imágenes digitales. b) No aplica.	-
Datos de las variables de resultado	15	Indica el número de eventos resultado o bien proporciona medidas resumen.	Si, presenta los resultados adecuadamente según las variables de estudio.	
Resultados principales	16	(a) Proporciona estimaciones no ajustadas y, si procede, ajustadas por factores de confusión, así como su precisión (como por ejemplo intervalos del 95%). Especifique los factores de confusión por los que se ajusta y las razones para incluirlos. (b) Si categoriza variables continuas, describe los límites de los intervalos. (c) Si fuera pertinente, valora las estimaciones de los factores asociados.	a) Si, establece luego de la estadística descriptiva coeficientes de regresión con intervalos de confianza al 95%. Establece como factores de confusión al sexo, edad y ODI. b) Si, al categorizar variables continuas, establece y muestra en las tablas los límites: Variable ODI, APDI. c) No aplica.	5 6
Otros análisis	17	Describe otros análisis efectuados (de subgrupos, interacciones o sensibilidad)	No aplica.	
Discusión				
Resultados clave	18	Resume los resultados principales de los objetivos del estudio.	Si, describe los principales resultados orientados a los objetivos de tratamiento.	5
Limitaciones	19	Discute las limitaciones del estudio, teniendo en cuenta posibles fuentes de sesgo de imprecisión. Razone tanto sobre la dirección como sobre la magnitud de cualquier posible sesgo.	Si, menciona las limitaciones del estudio como porejemplo la interpretación del plano oclusal como estructura tridimensional a partir de una radiografía cefalométrica (2D)	9
Interpretación	20	Proporciona una interpretación	Si, los resultados y sobretodo	8,9

		global prudente de los resultados considerando objetivos, limitaciones, multiplicidad de análisis, resultados de estudios similares y otras pruebas empíricas relevantes.	la interpretación de estos está enmarcada dentro de un contexto integrador de resultados previos combinada con los obtenidos.	
Generalización	21	Discute la posibilidad de generalizar los resultados (validez externa).	Si, la generalización de los resultados no es factible en su totalidad, debido al tipo de muestra, presenta una validez interna, con posible consideración para otras poblaciones.	9
Otra información	22	Especifica la financiación y el papel de los patrocinadores del estudio, y si procede, del estudio previo en que se basa su artículo.	Si, describe que fue un fondo abierto de la Universidad Médica de Viena, así como estar libres de conflictos de interés. Presenta aprobación del comité de ética de la universidad de Viena.	9

II.2.3. Calidad metodológica del estudio: AXIS para estudios transversales

Introducción	Sí	No	No sé	¿Por qué?	Página
1. ¿Fueron los objetivos del estudio claros?	X			Si, los objetivos del estudio se presentaron de forma clara y concisa. Posteriormente se fue ampliando y justificando de manera detallada.	2
Métodos					
2. ¿Fue el estudio diseñado apropiadamente para los objetivos propuestos?	X			Por el tipo de estudio, el diseño se considera adecuado, debido que al ser un estudio donde se evalúa solamente la condición inicial de la maloclusión el diseño transversal es el apropiado.	3/9
3. ¿Fue el tamaño de muestra justificado?		X		No se estableció la razón por la que se obtuvo ese número de muestras y tampoco se aplicó una fórmula muestral que lo justificara.	-

4. ¿Fue definida claramente la población de referencia?	X			Se especificaron los criterios de elegibilidad, la locación de procedencia, y grupo al que pertenecieron.	3
5. ¿Fue el marco muestral tomado de una población de base apropiada, que represente de forma cercana la población de referencia?		X		No se muestra evidencia que registre representatividad de la población descrita.	-
6. ¿Fue el proceso de selección de participantes fue representativos de la población de referencia en investigación?		X		Se asume que la selección de la muestra fue realizada por una selección por conveniencia (no se especifica en el estudio) o por disponibilidad de la base de datos.	-
7. ¿Se tomaron medidas para afrontar y categorizar los individuos con no respuesta?				No aplica	
8. ¿Se midieron adecuadamente los factores de asociación y el resultado de acuerdo con los objetivos del estudio?	X			Se excluyeron los factores de confusión y se realizó un tratamiento adecuado de las covariables (clase esquelética, clase de Angle, APDI).	4
9. ¿Se midieron correctamente los factores de asociación y el resultado con el uso de instrumentos o medidas que hayan sido experimentadas, probadas o publicadas previamente?	X			Las pruebas son conocidas y mencionan el proceso descrito y utilizado en estudios previos, distribución con cuantiles y análisis de regresión.	4
10. ¿Está claro que se usó para determinar significancia estadística, estimadores de precisión, o ambos? (por ejemplo: valores p , intervalos de confianza)	X			La estadística utilizó análogos de R^2 , intervalos de confianza (p) basados en pruebas Wald.	4
11. ¿Fueron los métodos (incluye métodos estadísticos) suficientemente descritos para permitir que estos sean repetidos?	X			El proceso de descripción del método permite ser repetido.	4
Resultados					
12. ¿Fueron descritos adecuadamente los datos básicos?	X			La expresión de los datos de forma descriptiva mediante promedios, SD, mediana, valores	5

				máximos, mínimos, y cuantiles.	
13. ¿La tasa de respuesta aumenta las preocupaciones acerca del sesgo de no respuesta?				No aplica.	-
14. ¿Si es apropiado, la información de los individuos con no respuesta fue descrita?				No aplica.	-
15. ¿Fueron los resultados consistentes internamente?	X			Los resultados son compatibles con otros estudios similares y corroboraron hallazgos previos en poblaciones distintas, a pesar de tener otras variables de estudio. La forma de hallar la información es adecuada bajo los parámetros del tipo de estudio.	8
16. ¿Fueron los resultados presentados descritos en la metodología?	X			Los resultados fueron presentados siguiendo el plan de análisis propuesto por los autores en la fase metodológica.	4
Discusión					
17. ¿Fueron las discusiones y conclusiones de los autores justificadas por los resultados?	X			La discusión utiliza referencias de estudios base previos que coinciden en los resultados obtenidos; y justifica las diferencias realizando un análisis e interpretación de las variables.	8
18. ¿Fueron discutidas las limitaciones del estudio?	X			Se describen las limitaciones del estudio debido a la metodología (radiología digital 2D), y mencionan recomendaciones como ampliar a otras poblaciones, o utilizar imágenes 3D.	9
Otros					
19. ¿Existieron algunas fuentes de financiación o conflictos de interés que		X		Los autores describen la fuente de financiación	9

puedan afectar la interpretación de los resultados por los autores?				que es proveída por la Universidad de Viena, sin conflictos de interés.	
20. ¿Se obtuvo aprobación ética o consentimiento de los participantes?	X			El estudio cuenta con aprobación del comité ético de la Universidad Médica de Viena (Austria), pero no mencionan respecto al consentimiento de los participantes en relación a sus radiografías.	9

Adaptado de:

1. Vandembroucke JP, Von Elm E, Altman DG, Gøtzsche PC, Mulrow CD, Pocock SJ, et al. Mejorar la comunicación de estudios observacionales en epidemiología (STROBE): explicación y elaboración [Strengthening the reporting of observational studies in epidemiology (STROBE): explanation and elaboration]. Gac Sanit. 2009;23(2):158.
2. Downes MJ, Brennan ML, Williams HC, et al. Development of a critical appraisal tool to assess the quality of cross-sectional studies (AXIS). BMJ Open 2016;6:e011458.
3. Plaza-Ruiz SP. Estudios transversales analíticos. En: Barbosa-Liz DM, Pineda-Vélez EL, Agudelo-Suárez AA. Odontología basada en la evidencia: de la teoría a la práctica. Medellín: Corporación para Investigaciones Biológicas; 2020.

II.3. Proyecto de investigación en estomatología

TÍTULO

Correlación entre la inclinación de incisivos y la rotación del plano oclusal en radiografías cefalométricas de pacientes tratados con ortodoncia y cirugía ortognática en el Servicio de Ortodoncia y Ortopedia Maxilar del Centro Dental Docente de la Universidad Peruana Cayetano Heredia, 2019-2022

RESUMEN

Antecedentes: El plano oclusal es una meta del tratamiento ortodóntico y ortodóntico-quirúrgico, su variación está influenciada por sus componentes, dentro de ellos la inclinación de los incisivos. El cambio posicional de los incisivos tendrá un efecto sobre el posicionamiento final del plano oclusal, sobre la cantidad de desplazamiento esquelético y sobre el resultado final estético y funcional.

Objetivos: Determinar la correlación entre la inclinación de incisivos y la rotación del plano oclusal en radiografías cefalométricas de pacientes tratados con ortodoncia y cirugía ortognática en el Servicio de Ortodoncia y Ortopedia Maxilar del Centro Dental Docente de la Universidad Peruana Cayetano Heredia, 2019-2022. **Material y métodos:** El estudio será de tipo retrospectivo, longitudinal, observacional, y de cohorte. Se tendrá un tamaño muestral de 45 casos, siendo evaluado cada caso en 3 tiempos: inicial, prequirúrgico y postquirúrgico - final. Se analizarán las variables: inclinación de los incisivos, rotación del plano oclusal,

tiempo de evaluación, edad y sexo. El estudio se realizará en el ámbito de los pacientes atendidos en la Clínica Dental Docente de la Universidad Peruana Cayetano Heredia en el periodo 2019-2022.

Palabras clave: Plano oclusal, inclinación, incisivos, maloclusión, cirugía ortognática.

INTRODUCCIÓN

El tratamiento de las maloclusiones y de las deformidades dentofaciales exige alcanzar los objetivos y metas de tratamiento óptimos (1). Como parte de la terapia ortodóntica u ortodóntica-quirúrgica, se encuentra el obtener una adecuada inclinación de los incisivos y la mejora o corrección del plano oclusal (PO). La inclinación de los incisivos juega un papel importante tanto en la obtención de una oclusión normal y como factor de equilibrio facial de los tejidos blandos circundantes (2). A menudo, los ortodoncistas utilizan valores normativos, (principalmente lecturas cefalométricas, al tratar de posicionar estos dientes (1).

El plano oclusal es definido como el plano morfológico localizado entre la base maxilar y mandibular y representa el plano funcional central de los dientes. La determinación de la posición y angulación de esta estructura vertical es de alta importancia para el diagnóstico, planificación y tratamiento ortodóntico. Existe una interrelación cefalométrica y clínica importante entre la cirugía ortognática y la angulación del plano oclusal (1).

De manera similar, existe una relación entre la orientación del plano oclusal y la posición mandibular; por ende, sobre el posicionamiento ántero-posterior y vertical del mentón y su percepción estética. Desde el aspecto estético y facial, la modificación de la angulación del plano oclusal influye no solamente sobre el mentón, sino también sobre los componentes de la sonrisa (2-4).

Está descrito que la mecánica ortodóntica convencional puede inducir cambios muy pequeños en la angulación del plano oclusal; sin embargo, la modalidad de tratamiento que influye de manera significativa sobre el plano oclusal es el tratamiento ortodóncico-quirúrgico. Los cambios de angulación del plano oclusal en pacientes ortodóncico-quirúrgicos varían de 3° - 12° (2,4).

La rotación o inclinación del plano oclusal tiene un comportamiento diferente dependiendo de la maloclusión o de la relación esquelética (5); de manera similar y en relación directa al comportamiento del plano oclusal Kau reporta que los incisivos se inclinan en magnitudes distintas dependiendo de la maloclusión en pacientes ortodónticos (6). Igualmente, Li evaluó el plano oclusal dentro de diferentes esquemas esqueléticos hallando que el plano oclusal es más empinado en pacientes clase II, mientras que el paciente clase III presenta el plano oclusal más horizontal (7). Así mismo, con cirugía ortognática, se producen cambios significativos en la rotación del plano oclusal, como lo describe Esteves (8).

Siendo ambos componentes primordiales tanto para la funcionalidad y estética de la oclusión surge la pregunta de investigación ¿Cuál es la relación entre la

inclinación de incisivos y la rotación del plano oclusal en radiografías cefalométricas de pacientes tratados con ortodoncia y cirugía ortognática en el Servicio de Ortodoncia y Ortopedia Maxilar del Centro Dental Docente de la Universidad Peruana Cayetano Heredia, 2019-2022?

OBJETIVOS

Objetivo general

Relacionar la correlación entre la inclinación de incisivos y la rotación del plano oclusal en radiografías cefalométricas de pacientes tratados con ortodoncia y cirugía ortognática en el Servicio de Ortodoncia y Ortopedia Maxilar del Centro Dental Docente de la Universidad Peruana Cayetano Heredia, 2019-2022.

Objetivos específicos

1. Comparar la inclinación de los incisivos superiores e inferiores en radiografías cefalométricas de pacientes tratados con ortodoncia y cirugía ortognática.
2. Comparar la rotación del plano oclusal en radiografías cefalométricas de pacientes tratados con ortodoncia y cirugía ortognática.
3. Comparar el plano oclusal según la edad y el sexo en radiografías cefalométricas de pacientes tratados con ortodoncia y cirugía ortognática.

4. Correlacionar la inclinación de los incisivos superiores e inferiores y la rotación del plano oclusal en radiografías cefalométricas de pacientes tratados con ortodoncia y cirugía ortognática.

MATERIAL Y MÉTODOS

Diseño del estudio

Retrospectivo, longitudinal, observacional, cohorte.

Población

Radiografías cefalométricas de pacientes con tratamiento ortodóntico quirúrgico con maloclusión clase III atendidos en el Servicio de Ortodoncia y Ortopedia Maxilar del Centro Dental Docente de la Universidad Peruana Cayetano Heredia en el periodo 2019-2022.

Muestra

El tamaño muestral referido será de 45 casos, según referencia de un artículo de Li (7), debido que la población de estudio es limitada por ser un tratamiento quirúrgico específico. La cohorte se evaluará en tres tiempos: Tiempo de inicio (T0), tiempo prequirúrgico (T1) y tiempo postquirúrgico - final (T2). La selección será de forma no probabilística, de casos específicos de acuerdo con los criterios de selección de

pacientes que se atendieron en el Centro Dental Docente de la Universidad Peruana Cayetano Heredia en el periodo 2019-2022.

Criterios de selección

Criterios de inclusión

- Radiografías cefalométricas de pacientes con tratamiento ortodóntico quirúrgico con maloclusión clase III atendidos en el Servicio de Ortodoncia y Ortopedia Maxilar del Centro Dental Docente de la Universidad Peruana Cayetano Heredia en el periodo 2019-2022, con cirugía ortognática del maxilar superior solamente o bimaxilar.

Criterios de exclusión

- Radiografías cefalométricas de pacientes con maloclusión clase III con cirugía mandibular.
- Radiografías cefalométricas de pacientes con síndromes craneofaciales.
- Radiografías cefalométricas de pacientes edéntulos parciales, con incisivos y/o molares ausentes.
- Radiografías cefalométricas de pacientes con antecedentes de traumatismo máxilofacial.
- Radiografías cefalométricas de pacientes con tratamiento quirúrgico realizado antes del término de su crecimiento o con tratamiento ortodóntico previo.
- Radiografías cefalométricas de pacientes con secuencia radiográfica incompleta o de baja calidad de visualización.

Definición operacional de variables (Anexo 1)

Inclinación de incisivos: Magnitud de la inclinación de los incisivos superiores e inferiores medido por el ángulo formado por la línea del eje dentario con la línea de la base maxilar o mandibular. Variable cuantitativa, continua y de razón; cuyo valor es la medida en grados.

Rotación del plano oclusal: Magnitud de inclinación del plano oclusal funcional, medida como el ángulo formado por la línea Sella - Nasion (S-N) con el plano oclusal funcional. Variable cuantitativa, continua y de razón, medida según Li (7) y con valores expresados en grados.

Periodo de evaluación: Definida como el momento o tiempo en el cual se evalúa la condición de la muestra de acuerdo a la historia clínica. Variable cualitativa, politómica y ordinal. Con valores de T0: Inicio, T1: Prequirúrgico, T2: Final.

Edad: Rango de edad cronológica, definida como el tiempo transcurrido desde el nacimiento hasta la fecha actual. Variable cuantitativa, discreta y de razón. Con valores medidos en años.

Sexo: Conjunto de características físicas y biológicas diferenciadas, determinada de acuerdo al valor asignado en la historia clínica y radiografía. Variable cualitativa, dicotómica y nominal. Con valores definidos como 1: Hombre y 2: Mujer.

Procedimientos y técnicas

La presente investigación contará con los permisos y autorizaciones de la Facultad de Estomatología, del Centro Dental Docente y de la Escuela de Posgrado de la Universidad Peruana Cayetano Heredia.

Recolección de la muestra

Se recolectarán las radiografías cefalométricas laterales pre-tratamiento, pre-quirúrgicas y post-quirúrgicas de los pacientes con maloclusión clase III tratados con cirugía ortognática en los servicios de Ortodoncia y de Cirugía Oral y Maxilofacial, tomadas como parte del protocolo de tratamiento clínico de los pacientes hasta julio del 2022.

Las radiografías recolectadas serán aquellas que fueron tomadas con los equipos digitales Orthophos® XG 5 DS Ceph (Sirona Dental Systems, New York, USA) y almacenadas en un disco portátil Toshiba - Canvio Basics 1TB External USB 3.0 en formato JPG. Posteriormente serán importadas en el software de imágenes Dolphin Imaging Ceph Tracing (versión 12.0; Dolphin Imaging & Management Solutions, Chatsworth, CA, EE.UU.).

Evaluación cefalométrica

Un análisis cefalométrico personalizado será creado y los puntos de referencia utilizados en este estudio se presentan en el cuadro de líneas y ángulos

cefalométricos (Anexo 2). Todos los puntos cefalométricos serán trazados digitalmente por la identificación de las estructuras y todas las mediciones se realizarán por medio del software de Dolphin Imaging. Todos los cefalogramas serán trazados y digitalizados por un solo operador (investigador principal). Se realizará una capacitación y calibración en el uso del software con un experto en uso del Sistema, con una experiencia de 5 años.

Para este estudio se considerará la línea sellanasion (SN) como referencia para estudiar el cambio de inclinación en el plano oclusal con relación al marco esquelético, de acuerdo a las recomendaciones de Čelar (5); a razón de que durante el crecimiento, la inclinación de la línea SN se mantiene sin cambios. Adicionalmente, la base craneal anterior representada por la línea SN tiene buena precisión y repetibilidad en cefalogramas laterales. Los ángulos SNA, SNB, ANB, y MP-SN se midieron para evaluar la posición anteroposterior del maxilar y la mandíbula, así como para corroborar el caso como clase III.

Las inclinaciones del incisivo central superior (U1) y del incisivo central inferior (L1), así como, rotación (inclinación) del plano oclusal serán medidas en los 3 tiempos para evaluar los cambios en el plano oclusal. Los datos serán registrados en una ficha de recolección de datos (Anexo 3).

Plan de análisis

Cinco trazados cefalométricos serán escogidos al azar y el trazado será repetido 2 semanas después de haber realizado la primera evaluación, para evaluar la

repetibilidad intra-operador. Las medidas de error serán estimadas usando la fórmula de Dahlberg. Se utilizará el coeficiente de Houston para evaluar la confiabilidad de todas las medidas, de acuerdo con Li (7).

La información será recolectada en el software STATA v.17.0. Los datos serán analizados mediante estadística descriptiva (valores de media, desviación estándar, valores mínimo y máximo). Posteriormente, se aplicará la prueba de Shapiro Wilks para evaluar la normalidad de la muestra y determinar posteriormente el tipo de análisis a seguir (paramétrica vs no paramétrica). Dependiendo de la distribución de la muestra, la relación entre la rotación (inclinación) del oclusal y la inclinación de los incisivos será evaluada mediante el coeficiente de correlación y se ejecutará la correlación de Pearson (paramétrica) o la Correlación de Spearman (no paramétrica), el estudio contará con un nivel de confianza de 95% y un $p < 0.05$.

Aspectos éticos

El proyecto de investigación no presentará ninguna implicancia ética o riesgo para los pacientes cuyo tratamiento será evaluado a través de las radiografías cefalométricas tomadas con anterioridad y como parte de su protocolo de diagnóstico y tratamiento regular, siendo sus datos personales y de identificación codificados, manteniendo el anonimato. Se contará con la aprobación del Comité Institucional de Ética para Humanos (CIE-UPCH) y se solicitará el acceso a la información del Centro Dental Docente de la Universidad Peruana Cayetano Heredia, mediante carta al director clínico (Anexo 4).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Lamarque S. The importance of occlusal plane control during orthodontic mechanotherapy. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.*1995;107:548–58.
2. Batwa W, Hunt NP, Petrie A, Gill D. Effect of occlusal plane on smile attractiveness. *Angle Orthod.*2011;82:218–23.
3. Zimmer B, Nischwitz D. Therapeutic changes in the occlusal plane inclination using intermaxillary elastics. *J Orofac Orthop* 2012;73(5):377-86.
4. Wolford LM, Chemello PD, Hilliard F. Occlusal plane alteration in orthognathic surgery. Part I: effects on function and esthetics. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.*1994;06:304–16.
5. Čelar A, Tafaj E, Graf A, Lettner S. Association of anterior and posterior occlusal planes with different Angle and skeletal classes in permanent dentitions: A lateral cephalometric radiograph study. *J Orofac Orthop.* 2018;79(4):267-76.
6. Kau CH, Bakos K, Lamani E. Quantifying changes in incisor inclination before and after orthodontic treatment in class I, II, and III malocclusions. *J World Fed Orthod.* 2020;9(4):170-74.
7. Li JL, Kau C, Wang M. Changes of occlusal plane inclination after orthodontic treatment in different dentoskeletal frames. *Prog Orthod.* 2014 Jun 25;15(1):41.
8. Esteves LS, Ávila C, Medeiros PJ. Changes in occlusal plane through orthognathic surgery. *Dental Press J Orthod.* 2012;17(4):160–73.

PRESUPUESTO Y CRONOGRAMA

Presupuesto

Concepto	Cantidad	Precio unidad (S/.)	Precio total (S/.)
Licencia Software Cefalométrico	1	S/ 3800.00	S/ 3'800.00
Computadora	1	S/ 4 000.00	S/ 4'000.00
Disco Duro Externo	1	S/ 230.00	S/ 230.00
Transporte/movilidad	1	S/ 180.00	S/ 180.00
TOTAL (S/.)			S/ 7'800.00

Cronograma

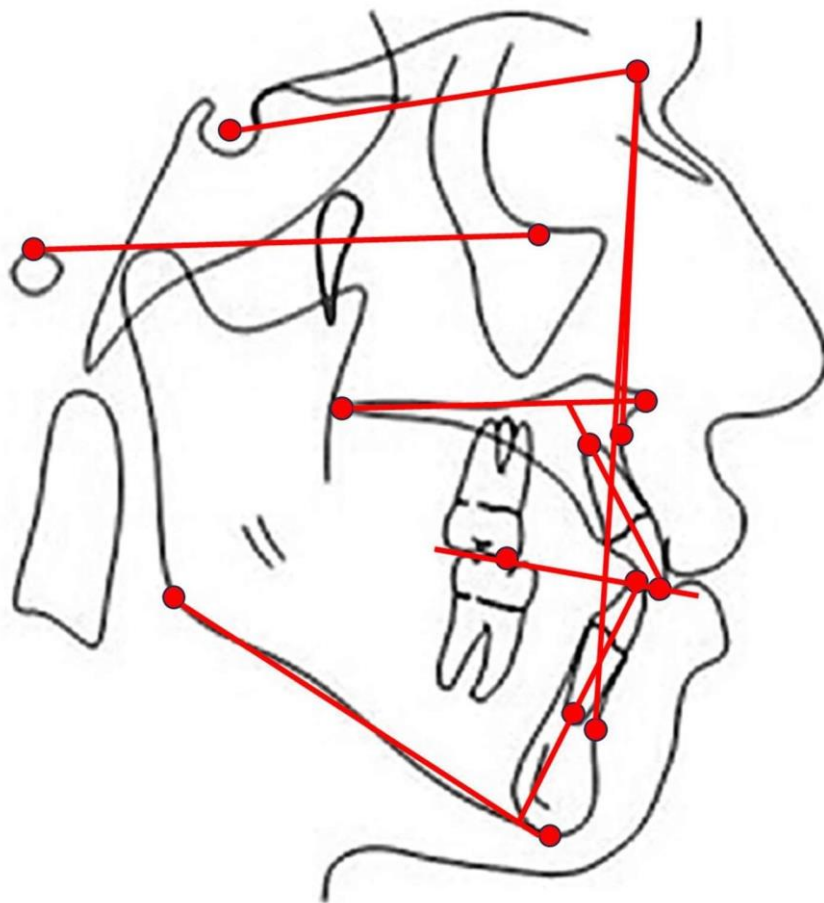
Actividades	Septiembre 2023	Octubre 2023	Noviembre 2023	Diciembre 2023	Enero 2024
Presentación del protocolo	X				
Aceptación del protocolo	X				
Recojo de datos		X			
Procesamiento de datos			X		
Análisis de los resultados				X	
Informe final				X	
Presentación de resultados					X

ANEXOS

Anexo 1. Operacionalización de variables

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Tipo	Categoría Escala	Valores
Inclinación de los incisivos	Grado de inclinación de los incisivos respecto a su base maxilar o mandibular, de acuerdo a Li J (7).	Ángulo formado por la línea del eje dentario con la línea de la base maxilar o mandibular.	Cuantitativa	Continua De razón	Grados
Rotación del plano oclusal (Inclinación)	Grado de inclinación del plano oclusal funcional, según la definición de Li J (7).	Ángulo formado por la línea S-N con el plano oclusal.	Cuantitativa	Continua De razón	Grados
Periodo de evaluación	Momento en el cual se evalúa la condición de la muestra.	Momento en el cual se evalúa la condición de la muestra de acuerdo a la historia clínica.	Cualitativa	Politémica Ordinal	T0= Inicio T1=Prequirúrgico T2=Final
Edad	Rango de edad cronológica.	Tiempo transcurrido desde el nacimiento hasta la fecha actual.	Cuantitativa	Discreta De razón	En años
Sexo	Conjunto de características físicas y biológicas diferenciadas.	Determinación de acuerdo al valor asignado en la historia clínica y radiografía.	Cualitativa	Dicotómica Nominal	1. Hombre 2. Mujer

Anexo 2. Diagrama de líneas y ángulos cefalométricos



Fuente: Elaboración propia.

Anexo 3. Ficha de recolección de datos

Código: _____

Edad: _____ Sexo: _____

Tipo de Procedimiento:	Max. Sup.	Max. Inf.	Mentón
A-P			
Vertical			
Transversal			

Mediciones	Variable	T0	T1	T2
Esqueletal	SNA ^{°a}			
	SNB [°]			
	ANB [°]			
	SN-MP [°]			
	FH-MP [°]			
Plano Oclusal	FOP-SN [°]			
Inclinación de Incisivos	U1-PP [°]			
	L1-MP [°]			
Observaciones:				

Anexo 4. Solicitud de permiso al Centro Dental Docente – UPCH

Lima 12 de Julio del 2023

Dr. José Ignacio Chávez
Director clínico
Centro Dental Docente – UPCH
Presente.-

Es grato dirigirme hacia su persona para saludarlo y manifestarle que tengo como proyecto de investigación para obtener el grado de maestro en ortodoncia evaluar la **Correlación entre la inclinación de incisivos y la rotación del plano oclusal en radiografías cefalométricas de pacientes tratados con ortodoncia y cirugía ortognática en el Servicio de Ortodoncia y Ortopedia Maxilar del Centro Dental Docente de la Universidad Peruana Cayetano Heredia, 2019-2022.**

Debido a lo expuesto anteriormente solicito su **AUTORIZACIÓN** y se me facilite el acceso a las radiografías cefalométricas de los pacientes con maloclusión clase III tratados con cirugía ortognática, atendidos en el servicio de Ortodoncia y Ortopedia Maxilar del Centro Dental Docente de la Universidad Peruana Cayetano Heredia Ortopedia; a fin de poder identificar y seleccionar la muestra descrita en el trabajo.

Se adjunta una copia del proyecto de investigación.

De antemano, agradezco su apoyo.

Saludos cordiales.

Atentamente.

Esp. CD. Jorge Carlos Melgar Gutiérrez
Programa de Maestría en Ortodoncia
Universidad Peruana Cayetano Heredia
COP 18726 DNI [REDACTED]

III. CONCLUSIONES

Del presente trabajo de investigación se concluye que:

1. Se elaboró un sílabo que cumplió con todos los parámetros de objetivos y competencias para el estudiante; lo cual requirió un entendimiento profundo de las necesidades de aprendizaje de los estudiantes participantes del curso.
2. La lectura y revisión crítica de la literatura, fue realizada pudiendo observar que no siempre todos los artículos publicados cumplen con los filtros que garantizan el nivel más alto de evidencia, pudiendo comprometer la calidad de la información.
3. Se desarrolló un proyecto de investigación que relaciona la rotación del plano oclusal con la inclinación de los incisivos, aspecto fundamental para establecer su comprender su relación y brindar a los pacientes metas de tratamiento adecuadas.

IV. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Accorsi M, Velasco L. Diagnóstico 3D en Ortodoncia. São Paulo: Editora Napoleao; 2011.
2. Andrews LF, Andrews WA. Syllabus of the Andrews orthodontic philosophy. 9na ed. San Diego; 2001.
3. Arnett W, McLaughlin R. Planeamiento Facial y Dentario para Ortodoncistas y Cirujanos Bucomáxilofaciales. São Paulo: Editorial Artes Médicas; 2004.
4. Azenha C, Macluf E. Protocolos en Ortodoncia: Diagnóstico, Planificación y Mecánica. São Paulo: Editora Napoleao; 2008.
5. Batwa W, Hunt NP, Petrie A, Gill D. Effect of occlusal plane on smile attractiveness. *Angle Orthod.*2011;82:218–23.
6. Bell W, Guerrero C. Distracción Osteogénica del Esqueleto Facial. Medellín: Editorial BC Decker; 2007.
7. Capelozza L. Diagnóstico en Ortodoncia. Maringá: Editora Dental Press; 2005.
8. Čelar A, Tafaj E, Graf A, Lettner S. Association of anterior and posterior occlusal planes with different Angle and skeletal classes in permanent dentitions: A lateral cephalometric radiograph study. *J Orofac Orthop.* 2018;79(4):267-76.
9. Dawson P. Oclusión Funcional: Diseño de la Sonrisa a partir de la ATM. Medellín: Editorial Amolca; 2009.
10. Downes MJ, Brennan ML, Williams HC, et al. Development of a critical appraisal tool to assess the quality of cross- sectional studies (AXIS). *BMJ Open* 2016;6: e011458.

11. Epker B. Deformidades Dentofaciales: Integración Ortodoncia y Cirugía. St. Louis Missouri: Editorial Mosby; 1986.
12. Esteves LS, Ávila C, Medeiros PJ. Changes in occlusal plane through orthognathic surgery. Dental Press J Orthod. 2012;17(4):160–73.
13. Graber TM, Vanarsdal RL. Ortodoncia. Principios Generales y Técnicas. 4ta ed. Buenos Aires: Editorial Médica Panamericana; 2006.
14. Gregoret J, Tuber E, Escobar H, Matos Da Fonseca A. Ortodoncia y Cirugía Ortognática, Diagnóstico y Planificación. 2da ed. Buenos Aires: Editorial NM; 2008.
15. Kau CH, Bakos K, Lamani E. Quantifying changes in incisor inclination before and after orthodontic treatment in class I, II, and III malocclusions. J World Fed Orthod. 2020;9(4):170-74.
16. Lamarque S. The importance of occlusal plane control during orthodontic mechanotherapy. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 1995;107:548–58.
17. Li JL, Kau C, Wang M. Changes of occlusal plane inclination after orthodontic treatment in different dentoskeletal frames. Prog Orthod. 2014, 25;15(1):41.
18. McNamara JA, Brudon WL. Tratamiento Ortodónico y Ortopédico en la Dentición Mixta. 2da ed. Michigan: Needham Press; 1995.
19. Medeiros P, Pinho de Medeiros P. Cirugía Ortognática para el Ortodoncista. 2da ed. São Paulo: Editora Santos; 2004.
20. Okeson J. Tratamiento de Oclusión y Afecciones Temporomandibulares. 6ta ed. Madrid: Editorial Elsevier Mosby; 2008.

21. Plaza-Ruiz SP. Estudios transversales analíticos. En: Barbosa-Liz DM, Pineda-Vélez EL, Agudelo-Suárez AA. Odontología basada en la evidencia: de la teoría a la práctica. Medellín: Corporación para Investigaciones Biológicas; 2020.
22. Proffit W, White R, Sarver D. Tratamiento Contemporáneo de las Deformidades Dentofaciales. São Paulo: Editora Artmed; 2005.
23. Quevedo L. Predicciones Cefalométricas para Cirugía Ortognática. Santiago de Chile: Universidad de Chile; 2004.
24. Vandembroucke JP, Von Elm E, Altman DG, Gøtzsche PC, Mulrow CD, Pocock SJ, et al. Mejorar la comunicación de estudios observacionales en epidemiología (STROBE): explicación y elaboración [Strengthening the reporting of observational studies in epidemiology (STROBE): explanation and elaboration]. Gac Sanit. 2009;23(2):158.
25. Wolford LM, Chemello PD, Hilliard F. Occlusal plane alteration in orthognathic surgery. Part I: effects on function and esthetics. Am J Orthod Dentofacial Orthop.1994;06:304–16.
26. Zimmer B, Nischwitz D. Therapeutic changes in the occlusal plane inclination using intermaxillary elastics. J Orofac Orthop 2012;73(5):377-86.

V. ANEXOS

Anexo. Artículo empleado para el análisis crítico de literatura estomatológica

J Orofac Orthop (2018) 79:267–276
<https://doi.org/10.1007/s00056-018-0139-z>

ORIGINAL ARTICLE



Association of anterior and posterior occlusal planes with different Angle and skeletal classes in permanent dentitions

A lateral cephalometric radiograph study

Aleš Čelar¹ · Ekrem Tafaj¹ · Alexandra Graf² · Stefan Lettner³

Received: 30 March 2017 / Accepted: 25 March 2018 / Published online: 17 May 2018
© The Author(s) 2018

Abstract

Objectives Malocclusions affect about two-thirds of the population and orthodontic treatment is justified in 65% of these. However, the associations between anterior and posterior occlusal plane (AOP, POP) inclinations and Angle classification are lacking.

Patients and methods In a retrospective study, lateral cephalometric radiograph tracings of 230 previously untreated Caucasians, aged 13 to 49 years, yielded inclines of the bisector occlusal plane, AOP, and POP. All inclinations were referenced to the Sella-Nasion line and the Frankfort horizontal and were assigned to the Angle classification as well as skeletal groups (retrognathic, neutral, prognathic). Quantile regressions were calculated.

Results In the skeletal groups the angles between Sella-Nasion line and both AOP and POP were significantly different between the groups ($p < 0.01$), showing steep inclines in skeletal class II and flat inclines in skeletal class III. The angles Frankfort horizontal-to-POP and Frankfort horizontal-to-AOP showed the same trends but only the latter differed significantly between the groups ($p = 0.02$). Among the Angle groups, AOP inclinations did not differ significantly for both reference planes whereas POP inclinations were significantly different ($p = 0.01$ to Frankfort horizontal, $p = 0.02$ to Sella-Nasion). Angle class I patients showed the flattest POP.

Conclusion Occlusal plane inclines, measured to Sella-Nasion, were more consistent than those referenced to Frankfort horizontal. Sella-Nasion related anterior and posterior occlusal plane inclinations were steep in skeletal class II and flat in skeletal class III patients over all quantiles. Using the Angle classification, anterior and posterior occlusal plane inclinations did not follow this principle.

Keywords Anterior occlusal plane · Posterior occlusal plane · Malocclusion · Skeletal pattern · Angle classification

✉ Aleš Čelar
ales.celar@meduniwien.ac.at

¹ University Clinic of Dentistry, Orthodontics, Medical University of Vienna, Sensengasse 2a, 1090 Vienna, Austria

² Center for Medical Statistics, Informatics and Intelligent Systems, Medical University of Vienna, Spitalgasse 23, 1090 Vienna, Austria

³ Austrian Cluster for Hard Tissue and Biomaterial Research, Karl Donath Laboratory, Medical University of Vienna, Sensengasse 2a, 1090 Vienna, Austria

Zusammenhang von anteriorer bzw. posteriorer Okklusionsebene mit Angle- bzw. skelettaler Klasse im bleibenden Gebiss

Eine Studie an Fernröntgenseitbildern

Zusammenfassung

Ziele Etwa zwei Drittel der Bevölkerung sind von Malokklusionen betroffen, wobei eine kieferorthopädische Therapie bei 65% der Patienten indiziert ist. Bislang stehen jedoch keine Daten für die Beziehung zwischen anteriorer bzw. posteriorer Okklusionsebene (AOP bzw. POP) und Angle-Klassifikation zur Verfügung.

Patienten und Methoden In einer retrospektiven Studie lieferten die Durchzeichnungen lateraler Fernröntgenseitbilder von 230 unbehandelten Europäern (Alter 13 bis 49 Jahre) Neigungswinkel der gemittelten Okklusionsebene, der AOP und POP. Als Referenzebene dienten die Sella-Nasion-Linie und die Frankfurter Horizontale. Die Neigungen der Okklusionsebenen wurden sowohl zur bestehenden Angle-Klasse als auch zum skelettalen Muster (retrognath, neutral, prognath) in Beziehung gesetzt und mittels Quantilsregressionen analysiert.

Ergebnisse In den skelettalen Klassen bestanden signifikante Gruppenunterschiede für die Winkel zwischen Sella-Nasion-Linie und AOP als auch POP ($p < 0.01$). Steile Okklusionsebenen neigten die skelettale Klasse II, flache die skelettale Klasse III. Zur Frankfurter Horizontalen zeigten AOP und POP dieselben Trends, jedoch bestanden signifikante Gruppenunterschiede nur für die Neigung der AOP zur Frankfurter Horizontalen ($p < 0.01$). Bei Einteilung nach der Angle-Klassifizierung fanden sich für AOP und POP unabhängig von der Referenzebene keine signifikanten Gruppenunterschiede.

Schlussfolgerung Die Untersuchung bestätigte die Assoziation zwischen skeletalem Muster und der Neigung der POP über drei Quantile und zeigte diese Assoziation auch für die AOP-Neigung. Sella-Nasion-Messungen verdeutlichten steilere AOP und POP bei Patienten mit skelettaler Klasse II und eine flache Ausrichtung bei skelettaler Klasse III. Bei Einteilung nach der Angle-Klassifizierung bestand dieses Neigungsprinzip jedoch nicht. Kephalometrische Messungen mit Bezug zur Frankfurter Horizontalen sollten mit Zurückhaltung eingesetzt werden, SN-bezogene Messungen sind dagegen als verlässlicher einzuschätzen.

Schlüsselwörter Anteriore Okklusionsebene · Posteriore Okklusionsebene · Malokklusion · Skelettales Muster · Angle-Klassifikation

Introduction

Malocclusions affect approximately two thirds of the population and orthodontic treatment can be justified in up to 65% of malocclusions [4, 19, 29]. Their etiology involves genetics, congenital abnormalities and syndromes, medical diseases, orofacial dysfunctions, habits, trauma, caries, anomalies of tooth number, tooth size and shape, and jaw size [20]. In the lateral aspect, the inclination of the occlusal plane can also influence the extent of anterior-posterior malocclusions, namely by the magnitude of the curve of Spee [5, 27] and the rotation of the occlusal plane. Prognathic mandibles showed flat occlusal planes [16, 23], whereas retrognathic mandibles showed an accentuated curve of Spee [1, 7, 18, 25].

Straight lines classically depict the occlusal plane in cephalometric tracings. For a better characterization of the sagittal curve of occlusion [17], Fushima et al. [7] divided the maxillary occlusal plane at the cusp tip of the maxillary second premolar into anterior and posterior occlusal planes (AOP, POP). Their inclinations were referenced to the Frankfort horizontal (FH) and showed a significantly steep POP in girls with skeletal class II.

Regarding the FH, variation in identifying orbitale and porion caused more error than tracing the sella-nasion line (SN) [30]. This aspect has not been considered in any study on the inclinations of the bisector occlusal plane, AOP, and POP, nor regarding the question of image quality of lateral cephalometric x-rays when measuring these inclinations. Furthermore, previous studies related AOP and POP to samples showing mandibular retrognathia and prognathia [2, 7, 28] but did not analyze the association of AOP and POP with the Angle classification.

Therefore, the aims of the present study were (1) to evaluate AOP and POP on high quality digital lateral cephalometric x-rays of a contemporary European sample, (2) to also reference the AOP and POP inclinations to SN, (3) to analyze the relationship of these inclinations with the skeletal pattern and the Angle class, and (4) to use quantile regressions for exploration of data beyond means.

Materials and methods

Our retrospective investigation was approved by the ethical board of the university and included pretreatment digital

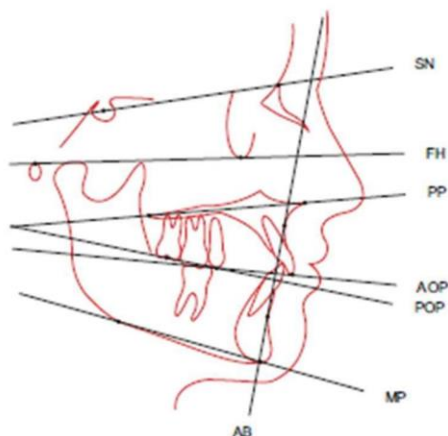


Fig. 1 Illustration of the cephalometric tracings. SN sella-nasion, FH Frankfort horizontal, PP palatal plane, AOP anterior occlusal plane, POP posterior occlusal plane, MP mandibular plane, AB line between points A and B

Abb. 1 Darstellung der kephalometrischen Durchzeichnungen. SN Sella-Nasion, FH Frankfurter Horizontale, PP Palatinalleben, AOP anteriore Okklusionsebene, POP posteriore Okklusionsebene, MP Unterkieferebene, AB Linie zwischen den Punkten A und B

lateral skull radiographs of 230 previously untreated individuals, selected randomly from the files of the orthodontic department of the dental school, Medical University of Vienna, Austria. Radiographs and dental casts had been made for orthodontic treatment planning. X-rays had been taken between 2004 and 2014 on a Philips Bucky Diagnost VS (Philips Healthcare, Eindhoven, The Netherlands) using 66–70 kV and 25–40 mAs at a 4 m focus receptor distance. The dose-area product ranged from 3–5 cGycm². We used Fujifilm FCR XG-1 (Fuji Photo Film Co Ltd, Tokyo, Japan) for digital image visualization.

Appropriate participants had to meet the following eligibility criteria: complete permanent dentition without consideration of third molars and no former orthodontic treatment. Exclusion criteria were patients with a combination of unilateral Angle class II with class III occlusion, cleft lip or palate, craniofacial anomalies, oligodontia, previous orthodontics or orthognathic surgery, and prosthetic restorations with fixed partial dentures or implants.

The sample's age ranged from 13–49 years (average 20.9±8.7 years), comprising 95 males (mean age 20.1±8.3 years, median 16.5 years) and 135 females (mean 21.5±8.9 years, median 18.4 years). Forty-one individuals were Angle class I (18 male, 23 female), 107 Angle class II (45 male, 62 female), and 82 Angle class III (32 male, 50 female). The Angle class was determined on

plaster casts oriented in maximum intercuspation without reconstruction to a former time point as fully dentate arches should have prevented mesial molar movement. This approach justified the comparison of the present Angle class with the present AOP and POP inclinations. In individuals with unilateral class I, we considered the malocclusion of the other side for group assignment.

Two operators made manual cephalometric tracings of the skull radiographs on acetate sheets with a drop-action pencil (lead width 0.5 mm). The light table (Just Normlicht, article no. 28860, Weilheim/Teck, Germany) was located in a silent, dimmed investigation room. As shown in Fig. 1, the operators identified SN, FH, the palatal plane (PP) from anterior nasal spine to posterior nasal spine, the mandibular plane (MP) from tangential gonion to menton, the nasion-pogonion line (NPg), and the line between points A and B (AB). The bisector occlusal plane (OP) was constructed by averaging the incisor and permanent first molar overbites [3]. AOP connected the maxillary incisal edge and the averaged cusp tip of the maxillary second premolar. POP linked the averaged cusp tip of the maxillary second premolar and the midpoint between the averaged cusp tips of the maxillary second molar [6, 28].

Further measurements encompassed Wits appraisal [9], overbite depth indicator (ODI) [11], angles FH-OP, FH-AOP, FH-POP, SN-AOP, SN-POP, and anteroposterior dysplasia indicator (APDI) [12]. For accurate determination, we measured the APDI as the posteriorly downward oriented angle between PP and AB instead of using the sum of three angles originally described by Kim [12].

The APDI value designated the sagittal maxillomandibular skeletal pattern for assignment to a neutral group (APDI between 77.5 and 85, $n=109$), mandibular retrognathia (APDI<77.5 $n=64$), and prognathia (APDI>85, $n=57$) [12, 26]. Overall Kendall's τ equalled 0.50 for the association between Angle classification and skeletal pattern.

Because of the retrospective character of the study, we assessed the reliability of the cephalometric measurements by comparison of our data with the original entries in the treatment planning data sheets. Discrepancies varied within 2.5° and 2 mm. In case of discrepancies above 1° or 1 mm, the operator measured the parameter in question again and selected the appropriate value. The intrarater reliability was assessed on 25 randomly selected x-rays, repeatedly measured after 12 days. The intraclass correlation coefficients (ICCs) of SN-AOP, SN-POP, FH-AOP, FH-POP, APDI, and ODI ranged from 0.85–0.99. The interrater reliability was computed on the base of 37 radiographs and yielded ICCs between 0.86 and 0.97.

The data were then transferred to Microsoft Excel 2011 version 14.6 and checked for errors. Statistical computing and graphics were carried out in R (Version 3.2.4, R Core Team 2015a, R Foundation for Statistical Computing, Vi-

Table 1 Descriptive statistics of the three skeletal groups: neutral (N, n = 109), mandibular retrognathia (Re, n = 64), and mandibular prognathia (Pro, n = 57)**Tab. 1** Deskriptive Statistik der drei skelettalen Gruppen: neutral (N, n = 109), mandibuläre Retrognathie (Re, n = 64) und mandibuläre Prognathie (Pro, n = 57)

	Skeletal group	Mean	SD	Median	IQR	Min	Max	Q1	Q3	P
Age	N	21.8	9.7	17.5	12	13	49.5	14	26	0.14
	Re	19.4	8	15.3	9.4	13	49.2	14	23.4	–
	Pro	20.7	6.9	18.4	10.7	13	41	15.3	26	–
FH-OP	N	7.5	4.9	8	5.5	–4	22.7	5	10.5	0.03
	Re	8.6	4.7	8.8	5	0	22.5	6.2	11.3	–
	Pro	6	4.6	6	6	–4.5	19	3	9	–
FH-AOP	N	9.1	5.1	9	6.5	–1.8	21	5	11.5	<0.01
	Re	11	5.3	11	8	0	22	7	15	–
	Pro	6.6	4.4	6.5	5	–6	16	4	9	–
FH-POP	N	14.6	5.5	14	7.5	1	27	11	18.5	0.14
	Re	16	6.6	16	8.5	2	31.3	12.1	20.6	–
	Pro	14.2	5.6	13	6.5	2	27	11.5	18	–
SN-AOP	N	17.5	6	18	7	1	31	14.5	21.5	<0.01
	Re	19.8	5	20	5.6	6	30	17	22.6	–
	Pro	15.1	4.8	15	7.2	4	24.5	11.5	18.7	–
SN-POP	N	23.1	5	23	6.5	11	37.5	20	26.5	<0.01
	Re	25.1	5.6	25.2	7.6	13	38	22	29.6	–
	Pro	22.4	4.7	22	6.8	10.5	35	19.2	26	–
ODI	N	73.4	7.1	74	10	55	91.8	68.3	78.3	<0.01
	Re	74.6	9	73	11.2	47	94.7	68.9	80.1	–
	Pro	64.6	8.1	63	12	49.5	80.6	58	70	–
APDI	N	80.9	2.1	81	3.6	77.5	85	79	82.6	<0.01
	Re	73.1	3.3	74	4.4	62	77	71.2	75.6	–
	Pro	91.4	3.4	91	4	86	101	89	93	–
Wits	N	0.5	3	0	3.5	–6	9	–1.5	2	<0.01
	Re	3.6	3.2	3	4.2	–5	10	1	5.2	–
	Pro	–5.5	4.1	–5	6	–16	1	–8	–2	–

SD standard deviations, IQR interquartile ranges, Min minima, Max maxima, Q1, Q3 0.25 and 0.75 quantiles
P-values refer to difference of medians between the skeletal groups according to Wald tests

enna, Austria), i.e., for descriptive statistics, quantile regressions and linear quantile mixed models with the operator as random effect to account for measurements from two observers [8, 14]. The results of the mixed model were similar to those of the model without random factor. Quantile regressions for the quantiles 0.25 (Q1), 0.5 (Q2) and 0.75 (Q3) were estimated for each of the dependent variables FH-OP, FH-AOP and FH-POP, including age, gender, and ODI as potential confounders and either skeletal class, Angle class, or APDI as covariates. Analogs of R^2 were computed as proposed by Koenker and Machado [15]. Considering that FH values could be prone to measurement error, we recalculated our regressions for SN values as dependent variables and compared the results with respect to effect sizes and signs. Confidence intervals were computed by inverting rank tests. In the statistical models p -values are based on Wald tests as described by Koenker and Bassett [13] and were calculated with respect to the above-men-

tioned confounders. P -values given in Tables 1 and 2 are not conditioned on confounders and based on univariable models. ICCs are given according to Shrout and Fleiss [26].

Results

The average POP was approximately 6° steeper than the average AOP. Means and medians of the measurements FH-OP, FH-AOP, FH-POP, SN-AOP, and SN-POP differed 0–2.3° between the Angle groups and 0.4–5° between the skeletal groups. Between-group differences of Q1 and Q3 ranged from 0–3° (Angle classification) and 0.5–6° (skeletal type). Tables 1 and 2 show the descriptive statistics separately for the Angle and the skeletal classifications. Table 3 lists the coefficients of regression and confidence intervals, and Table 4 the analogs of the coefficient of determination. The ICCs for repeated measurements yielded 0.99 for SN-

Table 2 Descriptive statistics for the groups Angle class I ($n=41$), class II ($n=107$), class III ($n=82$)
Tab. 2 Deskriptive Statistik für die Gruppen Angle-Klasse I ($n=41$), II ($n=107$) und III ($n=82$)

	Angle class	Mean	SD	Median	IQR	Min	Max	Q1	Q3	P
Age	I	20.9	9.2	16.5	11.7	13	49.1	14	25.7	0.92
	II	21.3	9.4	16.9	12.5	13	49.5	14	26.5	–
	III	20.3	7.3	17.5	9.4	13	46.9	14.3	23.8	–
FH-OP	I	8	4.1	7	6	1	17	5	11	0.62
	II	7	4.9	7.8	6.2	-4.5	21	3.8	10	–
	III	7.8	5.2	7	5.4	-4.5	22.7	5	10.4	–
FH-AOP	I	10.3	5.3	9	7	1.5	21	7	14	0.35
	II	9.1	5.5	9.5	8.2	-2.5	22	4.8	13	–
	III	8.3	4.8	8	6.2	-6	21	4.8	11	–
FH-POP	I	13.6	6.1	12.5	8	1	27	10	18	0.24
	II	14.9	5.7	14	6.1	2	31.3	12	18.1	–
	III	15.5	6	14.8	7.9	2	27	12	19.9	–
SN-AOP	I	18.3	6.1	19	7	1.3	30	15	22	0.35
	II	17.7	5.9	18	7.1	1	31	14	21.1	–
	III	17.1	5.1	17	7.9	4	28	13.1	21	–
SN-POP	I	22.4	5.5	22.3	10	13	31	18	28	0.54
	II	23.6	5.3	23.2	7.2	11	38	19.8	27	–
	III	24	5	24	5.9	10.5	37.5	21	26.9	–
ODI	I	73.6	7	74	7	58.9	91.8	70	77	<0.01
	II	74.7	8.2	75	10.2	47	94.7	69.8	80	–
	III	66.3	8.1	66.5	11.6	49.5	84	60.1	71.8	–
APDI	I	80.7	5.1	80.5	4	66	91.5	78	82	<0.01
	II	77.4	5.6	77.8	7	62	91	74	81	–
	III	86.7	6.7	86.6	10.7	69	101	81.7	92.4	–
Wits	I	0.2	2.8	0	3.5	-6.5	8	-1.5	2	<0.01
	II	2.5	3.6	2.5	4.5	-7	10	0.5	5	–
	III	-3.7	4.5	-2.8	5.5	-16	5	-6	-0.5	–

SD standard deviation, IQR interquartile ranges, Min minima, Max maxima, Q1, Q3 0.25 and 0.75 quantiles
 P-values refer to difference of medians between the Angle groups according to Wald tests

AOP, 0.95 for FH-AOP, 0.96 for SN-POP, and 0.86 for FH-POP.

In the Angle groups the FH-AOP and SN-AOP means were greatest in class I patients and lowest in the class III group. The highest FH-POP and SN-POP means and medians were found in the class III group, the lowest FH-POP and SN-POP means and medians in the Angle class I group. Between-group differences of the FH-OP, FH-AOP, FH-POP, SN-AOP, and SN-POP medians were not significantly different within the Angle classification.

Assigned to the skeletal pattern, the group with mandibular retrognathia showed the highest means, medians, Q1 and Q3 values for FH-OP, FH-AOP, FH-POP, SN-AOP, and SN-POP, whereas the prognathic group displayed the lowest ones with one exception (Q1 for FH-POP was lowest in the neutral group). The medians' between-group differences of OP, AOP, and POP were significantly different ($p < 0.05$) except FH-POP.

Regarding the average vertical jaw relationship, the ODI specified that the Angle class III group and the prognathic

group were hyperdivergent. The neutral and retrognathic groups as well as the Angle class I and class II groups were normodivergent. The Wits appraisal values conformed to the skeletal group assignment by APDI (Pearson's $r = -0.78$).

Bisector occlusal plane quantile regressions

In order to broaden the statistical evaluation beyond means and medians, we added the $\tau = 0.25$ (Q1) and $\tau = 0.75$ quantiles (Q3) for the presentation of our regressions. Age had a slight but significant negative effect on FH-OP only in the lower quantiles (low FH-OP values decreased with age) but no significant effect on FH-OP in the middle and high spectrum of the distribution. Gender played practically no role. FH-OP slightly increased with ODI without significance.

There was a statistically significant effect of the APDI on FH-OP at the median ($p = 0.01$). Comparing $\tau = 0.25$, 0.5, 0.75, the relation between APDI and FH-OP was not significantly different over the distribution. Mandibular prog-

Table 3 Regression coefficients and 95% confidence intervals (limits in parentheses) for the FH-POP, SN-POP, BH-AOP, and SN-AOP at tical models at the 0.25, 0.5, and 0.75 quantiles (Q1, Q2, Q3)
Tab. 3 Regressionskoeffizienten und 95%-Konfidenzintervalle (Grenzen in Klammern) der statistischen Modelle für FH-POP, SN-POP, BH-AOP und SN-AOP bei den Quantilen 0.25, 0.5 und 0.75 (Q1, Q2, Q3)

Covariates	FHPOP			SNPOP			BHPOP			SNAPOP		
	Q1	Q2	Q3	Q1	Q2	Q3	Q1	Q2	Q3	Q1	Q2	Q3
OX, interparitika und progredna												
- Intercept	12.67 (4.36, 19.99)	17.61 (4.64, 23.44)	20.77 (10.92, 32.62)	33.067 (20.27, 37.73)	27.91 (22.29, 35.22)	28.09 (26.77, 47.80)	-0.7 (-7.91, 2.63)	2.61 (-4.23, 12.53)	2.61 (-4.23, 12.53)	19.96 (7.06, 22.52)	16.40 (14.24, 20.65)	24.04 (17.26, 31.23)
- Age (10 year increase)	0.51 (0.06, 1.71)	0.29 (-0.07, 1.03)	-0.37 (-0.88, 1.15)	0.41 (-0.6, 1.40)	0.17 (-0.65, 0.98)	-0.53 (-2.1, 0.73)	-0.48 (-1.48, 0.33)	-0.3 (-1.15, 0.7)	-0.3 (-1.15, 0.7)	-1.06 (-2.62, -0.54)	-0.42 (-1.71, 0.87)	0 (-0.83, 1.24)
- Gender (m)	-1.11 (-2.28, 0.83)	-0.29 (-1.47, 1.0)	1.04 (-0.98, 2.29)	-2.72 (-3.67, -1.40)	-0.97 (-2.11, 0.93)	-0.4 (-2.45, 1.64)	0.48 (-0.23, 1.79)	0.22 (-0.28, 1.33)	0.22 (-0.28, 1.33)	0.12 (-0.13, 0.37)	-0.53 (-1.71, 0.62)	-0.37 (-1.15, 0.42)
- ODI	-0.02 (-0.11, 0.09)	-0.06 (-0.16, 0.13)	-0.13 (-0.17, 0.1)	-0.17 (-0.24, -0.07)	-0.07 (-0.13, 0.03)	-0.13 (-0.17, -0.01)	0.09 (0.06, 0.19)	0.14 (0.06, 0.21)	0.14 (0.06, 0.21)	0.13 (0.08, 0.21)	-0.01 (-0.05, 0.16)	-0.03 (-0.11, 0.06)
- Religiosity	0.09 (0.07, 3.66)	1.37 (-0.33, 4.2)	2.14 (0.17, 2.84)	1.19 (0.16, 2.23)	1.19 (0.16, 2.23)	1.89 (0.31, 4.99)	1.4 (-0.31, 4.9)	1.92 (0.83, 3.7)	2.21 (-0.04, 4.5)	2.61 (0.18, 3.19)	2.37 (0.16, 3.59)	1.21 (-0.04, 3.27)
- Pragmatik	-0.26 (-1.55, 1.59)	-1.07 (-2.97, 2.87)	-0.57 (-1.67, 0.94)	-1.06 (-3.72, -0.38)	-0.84 (-2.97, 0.65)	-2.73 (-5.07, 0.34)	-0.12 (-2.01, 1.53)	-1.89 (-3.26, -0.66)	-1.81 (-4.08, 0.23)	-2.78 (-3.97, -1.60)	-2.34 (-4.32, -1.12)	-2.6 (-5.53, 0.69)
OX, Anglikana II, and Anglikana III												
- Intercept	9.69 (1.44, 14.77)	10.01 (0.64, 18.10)	10.84 (0.87, 22.90)	26.47 (13.36, 21.06)	21.04 (17.16, 3.60)	32.46 (25.09, 41.67)	-2.79 (-4.1, 2.10)	-5.22 (-10.17, 1.63)	-5.22 (-10.17, 1.63)	11.71 (1.06, 24.29)	16.44 (8.26, 19.50)	18.82 (10.72, 24.15)
- Age (10 year increase)	0.1 (-0.31, 1.1)	0.49 (-1.14, 0.83)	-0.04 (-1.1, 1.24)	-0.04 (-0.83, 0.83)	-0.01 (-0.83, 0.63)	-0.37 (-1.23, -0.67)	-0.9 (-1.81, -0.67)	-0.3 (-2.11, 0.9)	-0.3 (-2.11, 0.9)	0.04 (-0.74, -0.77)	-0.04 (-0.74, -0.77)	-0.39 (-0.82, 0.31)
- Gender (m)	-0.06 (-0.72, 0.83)	-0.02 (-0.21, 1.31)	0.05 (-0.13, 2.94)	-2.65 (-3.46, -0.94)	-1.34 (-2.51, -0.16)	-0.08 (-2.11, 1.12)	0.2 (-0.02, 1.2)	-0.01 (-1.33, 1.60)	-0.01 (-1.33, 1.60)	-0.01 (-1.33, 1.60)	0.3 (-1.96, 1.4)	-0.53 (-1.5, 0.43)
- ODI	0 (-0.03, 0.13)	0.02 (-0.08, 0.1)	0.1 (-0.12, 0.15)	-0.09 (-0.14, 0.09)	0.02 (-0.12, 0.08)	-0.35 (-0.17, 0.09)	0.15 (0.1, 0.22)	0.2 (0.11, 0.29)	0.2 (0.11, 0.29)	0.23 (0.16, 0.28)	0.04 (-0.01, 0.18)	0.05 (0.01, 0.11)
- Anglikana II	2.07 (0.27, 2.40)	1.4 (-0.25, 2.97)	0.06 (-2.75, 3.12)	1.49 (-0.16, 3.12)	1.52 (-0.61, 2.9)	-1.29 (-2.25, -0.69)	-1.64 (-2.27, -0.69)	0.1 (-2.27, 2.69)	0.1 (-2.27, 2.69)	0.42 (-4.13, 1.69)	-0.77 (-3.11, 1.19)	-0.15 (-0.21, 0.52)
- Anglikana III	1.92 (-0.34, 3.87)	1.92 (-0.34, 3.87)	3.18 (-4.67, 6.55)	1.26 (-0.58, 3.30)	1.86 (-4.61, 3.41)	-2.02 (-3.13, 2.20)	-0.19 (-2.24, 1.30)	1.11 (-1.54, 3.33)	1.11 (-1.54, 3.33)	0.27 (-4.55, 1.97)	-1.53 (-3.63, 2.23)	-0.54 (-2.83, 0.70)
OXI and APOI												
- Intercept	25.02 (9.23, 36.44)	34.05 (10.24, 44.37)	34.92 (15.1, 66.73)	46.92 (36.4, 57.62)	52.27 (36.92, 66.23)	54.51 (38.37, 72.80)	8.6 (-6.01, 16.43)	15.97 (13.8, 25.13)	15.97 (13.8, 25.13)	32.55 (-4.56, 41.45)	39.28 (27.58, 52.90)	34.49 (24.91, 57.28)
- Age (10 year increase)	0.56 (0.26, 1.49)	0.4 (-0.19, 1.05)	0.73 (-0.18, 0.97)	0.77 (-0.25, 0.87)	-0.19 (-0.58, 0.58)	-0.52 (-1.25, 0.6)	-0.54 (-1.07, 0.02)	-0.54 (-1.07, 0.06)	-0.54 (-1.07, 0.06)	-0.37 (-0.84, 0.13)	-0.79 (-2.5, -0.23)	-0.2 (-0.67, 0.09)
- Gender (m)	-1.36 (-2.87, 0.32)	-0.31 (-1.3, 1.91)	0.32 (-0.97, 1.49)	-2.47 (-3.66, -1.40)	-0.83 (-2.37, 0.68)	-0.18 (-2.19, 1.30)	0.62 (-0.82, 1.3)	-0.08 (-0.67, 1.1)	-0.08 (-0.67, 1.1)	-0.62 (-1.81, 0.55)	-0.11 (-2.1, 0.83)	-0.29 (-1.28, 1.02)
- ODI	-0.08 (-0.16, 0.06)	-0.08 (-0.13, 0.06)	-0.06 (-0.13, 0.07)	-0.19 (-0.26, -0.11)	-0.06 (-0.16, -0.07)	-0.12 (-0.23, -0.02)	0.07 (0.04, 0.10)	0.12 (0.04, 0.16)	0.12 (0.04, 0.16)	0.1 (-0.06, 0.12)	0.1 (-0.06, 0.12)	0.02 (-0.14, 0.07)
- APOI	-0.15 (-0.19, -0.01)	-0.18 (-0.24, -0.05)	-0.14 (-0.23, -0.05)	-0.16 (-0.23, -0.08)	-0.07 (-0.13, -0.01)	-0.21 (-0.28, -0.12)	-0.09 (-0.16, 0.07)	-0.17 (-0.23, -0.11)	-0.17 (-0.23, -0.11)	-0.21 (-0.28, -0.05)	-0.21 (-0.28, -0.11)	-0.17 (-0.24, -0.08)

Values in bold-face and italicized are in the confidence intervals and indicate statistical significance. "Intercept" refers to the expected mean of the imaginary parameter base values are zero (Age 0 years, APOI 0, ODI 0). ODI written in bold-face indicates APOI atmosphere dynamic indicator.

Table 4 Analogs of R^2 as approximation to the coefficients of determination of all statistical models for FH-POP, SN-POP, FH-AOP, and SN-AOP at the 0.25, 0.5 and 0.75 quantiles Q1, Q2, Q3

Tab. 4 Analoga von R^2 als Approximation der Determinationskoeffizienten aller statistischen Modelle für FH-POP, SN-POP, FH-AOP und SN-AOP bei den Quantilen 0,25, 0,5 und 0,75 (Q1, Q2, Q3)

	Q1	Q2	Q3
FH-AOP (APDI)	0.06	0.09	0.1
SN-AOP (APDI)	0.08	0.06	0.04
FH-POP (APDI)	0.03	0.01	0.01
SN-POP (APDI)	0.07	0.05	0.05
FH-AOP (Angle class)	0.06	0.05	0.08
SN-AOP (Angle class)	0.05	0.02	0.02
FH-POP (Angle class)	0.02	0.01	0.02
SN-POP (Angle class)	0.06	0.02	0.01
FH-AOP (skeletal group)	0.06	0.1	0.1
SN-AOP (skeletal group)	0.09	0.07	0.04
FH-POP (skeletal group)	0.02	0.01	0.02
SN-POP (skeletal group)	0.07	0.05	0.05

Parameter of interest in parentheses (APDI value, Angle class, skeletal maxillomandibular relationship)

nathism lowered and mandibular retrognathism increased FH-OP consistently for all quantiles.

Inclusion of the Angle class instead of the skeletal pattern did not yield significant effects of age, gender, and ODI. There was no significant influence from the Angle groups on FH-OP over the quantiles.

Anterior occlusal plane quantile regressions

The effects of age and gender on FH-AOP were negligible. ODI had a strong positive association with FH-AOP values at all quantiles in the skeletal and Angle groups ($p < 0.01$) but a not significant association with SN-AOP. ODI did not significantly affect SN-AOP ($p = 0.5$) in the Angle groups.

The skeletal groups showed small effects for FH-AOP, though significant for the median ($p < 0.01$ at $\tau = 0.5$) and similar over the quantiles ($p = 0.39$ comparing $\tau = 0.25, 0.5, 0.75$). The retrognathic group yielded higher values for SN-AOP and the prognathic group lower values at all quantiles without different effects ($p < 0.01$ for $\tau = 0.5, p = 0.38$ comparing $\tau = 0.25, 0.5, 0.75$).

The Angle groups did not affect FH-AOP or SN-AOP. The APDI showed effects on FH-AOP ($p < 0.01$ for $\tau = 0.5, p = 0.22$ comparing $\tau = 0.25, 0.5, 0.75$) and SN-AOP ($p < 0.01$ for $\tau = 0.5, p = 0.41$ comparing $\tau = 0.25, 0.5,$

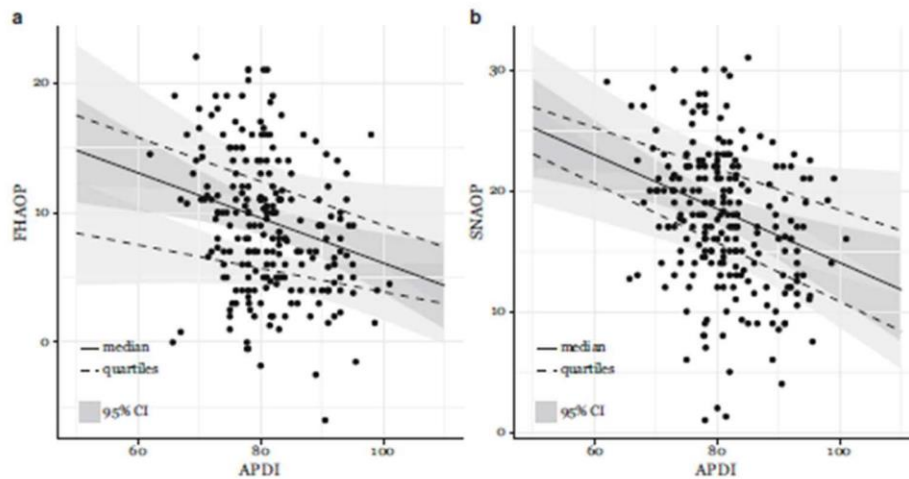


Fig. 2 Graphic comparison of the linear estimates for the lower and upper quantiles (dashed lines), medians (solid line), and 95% confidence intervals (95% CI, grey areas). FHAOP Frankfurt horizontal-anterior occlusal plane, APDI anteroposterior dysplasia indicator, SNAOP sella-nasion-anterior occlusal plane

Abb. 2 Graphischer Vergleich der linearen Schätzungen für die oberen und unteren Quantilen (gestrichelte Linien), Mediane (durchgezogene Linie) und 95%-Konfidenzintervalle (95%-KI, graue Bereiche). FHAOP Frankfurter Horizontale – anteriore Okklusionsebene, APDI anteroposteriorer Dysplasielndikator, SNAOP Sella-Nasion – anteriore Okklusionsebene

0.75). Fig. 2 depicts the relations between APDI and FH-AOP as well as APDI and SN-AOP.

Posterior occlusal plane quantile regressions

Age and gender did not significantly influence FH-POP or SN-POP. ODI had a small but not significant effect on SN-POP when accounting for the skeletal groups ($p=0.15$), which did not show substantial effects on FH-POP as well (neither for $\tau=0.5$ nor $\tau=0.25, 0.5, 0.75$). The effects of the skeletal group on SN-POP were more pronounced and statistically significant for the median and homogenous over three quantiles. The mandibular prognathia group and the neutral group resulted in lower SN-POP values and the mandibular retrognathia group in higher ones ($p<0.01$).

Using the Angle groups FH-POP remained almost the same at the lower quantiles. In the mid and higher quantiles, the Angle class II and Angle class III groups were associated with higher but not significant FH-POP values ($p=0.2$ for $\tau=0.5$, $p=0.6$ comparing $\tau=0.25, 0.5, 0.75$). SN-POP yielded similar results ($p=0.46$). When tested for APDI, SN-POP resulted in a strong negative association ($p<0.01$ for $\tau=0.5$) and significantly stronger effects for higher quantiles ($p=0.01$ comparing $\tau=0.25, 0.5, 0.75$). Testing FH-POP and APDI, we observed a high negative association with increasing FH-POP values as well ($p=0.03$ for $\tau=0.5$) but not significant differences of effects over the distribution ($p=0.96$ comparing $\tau=0.25, 0.5, 0.75$).

Discussion

The cant of the occlusal plane describes a vertical morphologic trait, which then may affect the anteroposterior jaw position. In the present study significant between-group differences of FH-AOP, SN-AOP, and SN-POP confirmed what Fushima et al. [7] and Tanaka and Sato [28] had found for the POP in their skeletal groups: steep POP in skeletal class II, flat POP in skeletal class III. While former studies had only used the Frankfurt horizontal as the plane of reference [7, 23, 28, 31], we added the sella-nasion line for a second set of data. The SN-referenced measurements not only endorsed the significant association between skeletal pattern and orientation of the bisector occlusal plane or the POP but also showed it for the AOP. At almost all quantiles SN-AOP and FH-AOP followed the same principles of inclination as POP if a skeletal classification was used.

Conversely the Angle groups did not respect the principles of occlusal plane steepness or flatness and did not show statistically significant between-group differences. Also in the regressions, the Angle classes did not significantly affect the occlusal plane inclinations.

The quantile computations demonstrated constant effects of the skeletal groups over the whole distribution of SN-AOP and SN-POP. Contrarily widespread unambiguous trends did not exist for the ODI. Despite some significant ODI effects on FH-AOP and SN-POP, steeper occlusal planes for higher ODI prevailed mostly in the higher quantiles, whereas lower APDIs were associated with steeper occlusal planes over all quantiles. Using ANOVA and post hoc tests, also Tanaka and Sato did not describe significant effects of the ODI on the cant of the occlusal plane in mature permanent dentitions [28]. Their and our results suggest a greater impact of the anteroposterior skeletal pattern on the inclinations of OP, AOP, and POP, although the vertical dimension has been thought to mainly influence the occlusal plane inclination [24].

Flat POPs of the Angle class I group resembled the POPs of the skeletal class III group in our study. This analogy could be ascribed to minor differences of the dentoalveolar structure between some Angle class I and some skeletal class III patients. Reyes et al. [21] compared normal occlusion in 5- to 16-year-old Caucasians with untreated class III Caucasians of the same age. The dentoalveolar differences between class I and class III subjects were sporadic and the main dentoalveolar finding was a larger extrusion of class III maxillary molars at ages 11–15 years. More maxillary molar eruption fits the flat POPs of our skeletal class III group but not the steep POPs of our Angle class III group.

Different outcomes between Angle classification and skeletal pattern indicate a certain independence of the molar relationship from the facial skeleton. The correlation between these two classifications was moderate in our study. Keeling et al. [10] matched the features of occlusion and craniofacial morphology and found a poor association in 9- to 16-year-olds, i.e., specific skeletal types did not show typical occlusal categories or combinations. Furthermore, occlusion did not reflect the sagittal position of either the maxilla or mandible, and the highest correlations between molar relation and skeletal measurements explained 31% of the variance [10]. Regarding the extent of the curve of Spee, cephalometric measurements explained 34% of its total variance [5]. Consequently, other factors than craniofacial shape might influence the cant of the occlusal plane, for example myofunction, jaw function, extent of tooth eruption, and anterior or posterior dental crowding [21–23, 25].

Based upon geometric morphometrics of lateral cephalometric tracings, the cranial shapes of individuals with normal occlusion and malocclusion overlapped without formation of distinct clusters [6]. In other words, extensive variation of cranial shape did not substantiate a tight relation between craniofacial morphology and occlusal pattern. We consider biological variation and the aforementioned

conditions to contribute to the differences of occlusal plane inclinations between Angle groups and skeletal groups.

In the quantile computations, the FH-related measurements showed considerably more uncertain behavior than the SN-referenced data. The confidence intervals of the SN measurements were often smaller than the FH referenced ones, and the ICCs of repeated measurements of SN-AOP and SN-POP higher than those of FH-AOP and FH-POP. Fig. 2 shows an increasingly negative relationship of SN-AOP with APDI over the quantiles, while FH-AOP shows the most extreme association in the middle quantile. This constellation could be explained by the potential weakness of FH-related measurements [30]. The identification of porion may have created more noise. In general measurements referenced to SN were more consistent and allowed easier interpretation. The exclusive use of FH-referenced data may also have precluded former studies from detecting an association between AOP and skeletal traits [7, 28].

From a clinical perspective, orthodontic treatment of the anteroposterior component of malocclusions could aim at changing the occlusal plane inclination, possibly facilitating the adaptation of the mandible toward a therapeutic position. The orientation of the occlusal plane should not dogmatically be considered as unchangeable because we found a range of occlusal plane angles up to 30°. However, esthetically undesirable occlusal plane angulations should be avoided [18] and the therapeutic change of the occlusal plane inclination necessitates further studies.

Limitations of the present investigation include the retrospective cross-sectional design, evaluation of the three-dimensional (3D) occlusal plane in two dimensions, and potential bias from averaging bilateral structures to single outlines. A two-dimensional lateral cephalometric radiograph will not fully explain the association between occlusal plane, facial skeletal traits, and Angle class. Asymmetric occlusal inclinations might alter the spatial position of the mandible because of transverse forces and resultant mandibular lateral deviation [2]. The 3D issues, the alteration of the occlusal plane angulation for channeling therapeutic goals, and consequences of such alterations on posttreatment stability should be addressed in further studies.

Conclusions

Our study confirmed the association between skeletal pattern and the posterior occlusal plane inclination over three quantiles and also showed this association for the anterior occlusal plane inclination over the distribution: flat occlusion in untreated skeletal class III, steep in untreated skeletal class II. Within the Angle classification, there were no significant between-group differences and no unambiguous

associations of steep or flat occlusal plane inclination, neither for the bisector occlusal plane nor the anterior or posterior occlusal planes. The effects of age and gender on the cant of the occlusal plane segments were small and almost negligible. Cephalometric measurements, which are related to the Frankfort horizontal, should be used with caution, whereas sella-nasion referenced measurements can be considered more reliable.

Funding Open access funding provided by Medical University of Vienna.

Conflict of interest A. Čelar, E. Tafaj, A. Graf and S. Lettner declare that they have no competing interests.

Ethical standards This contribution depicts a retrospective investigation which does not interfere with therapy. It was approved by the ethical board of the Medical University of Vienna, Austria.

Open Access This article is distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International License (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided you give appropriate credit to the original author(s) and the source, provide a link to the Creative Commons license, and indicate if changes were made.

References

- Braun S, Legan H (1997) Changes in occlusion related to the cant of the occlusal plane. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 111:184–188
- Coro JC, Velasquez RI, Coro JM, Wheeler TT, McGorray SP, Sato S (2016) Relationship of maxillary 3-dimensional posterior occlusal plane to mandibular spatial position and morphology. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 150:140–152
- Downs WB (1956) Analysis of the dentofacial profile. *Angle Orthod* 26:191–212
- Emrich RF, Broadie AG (1965) Prevalence of class I, class II, and class III malocclusions (Angle) in an urban population. An epidemiological study. *J Dent Res* 44:947–953
- Farella M, Michelotti A, van Eijden TM, Martina R (2002) The curve of Spee and craniofacial morphology: a multiple regression analysis. *Eur J Oral Sci* 110:277–281
- Freudenthaler J, Čelar A, Ritt C, Mitteroecker P (2017) Geometric morphometrics of different malocclusions in lateral skull radiographs. *J Orofac Orthop* 78:11–20
- Fushima K, Kitamura Y, Mita H, Sato S, Suzuki Y, Kim Y (1996) Significance of the cant of the posterior occlusal plane in Class II division I malocclusions. *Eur J Orthod* 18:27–40
- Geraci M, Bottai M (2014) Linear quantile mixed models. *Stat Comput* 24:461–479. <https://doi.org/10.1007/s11222-013-9381-9>
- Jacobson A (1975) The “Wits” appraisal of jaw disharmony. *Am J Orthod* 67:125–138
- Keeling SD, Riolo MI, Martin RE, Ten Have TR (1989) A multivariate approach to analyzing the relation between occlusion and craniofacial morphology. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 95:297–305
- Kim YH (1974) Overbite depth indicator with particular reference to anterior open-bite. *Am J Orthod* 65:586–611
- Kim YH, Vietas JJ (1978) Anteroposterior dysplasia indicator: an adjunct to cephalometric differential diagnosis. *Am J Orthod* 73:619–633

13. Koenker R, Bassett G (1982) Tests of linear hypotheses and L_1 estimation. *Econometrica* 50:1577–1584
14. Koenker R (2005) Quantile regression. Cambridge University Press, Cambridge
15. Koenker R, Machado JAF (1999) Goodness of fit and related influence processes for quantile regression. *J Am Stat Assoc* 94:1296–1310
16. Labori M, Nagrath R, Malik N (2013) A cephalometric study on the relationship between the occlusal plane, Ala-Tragus and Camper's lines in subjects with Angle's class I, class II and class III occlusion. *J Indian Prosthodont Soc* 13:494–498
17. Marshall SD, Caspersen M, Hardinger RR, Franciscus RG, Aquilino SA, Southard TE (2008) Development of the curve of Spee. *Am J Orthod* 134:344–352
18. Priest G, Wilson MG (2017) An evaluation of benchmarks for esthetic orientation of the occlusal plane. *J Prosthodont* 26:216–223. <https://doi.org/10.1111/jopr.12524>
19. Proffit WR, Fields HW Jr, Moray LJ (1998) Prevalence of malocclusion and orthodontic treatment need in the United States: estimates from the NHANES III survey. *Int J Adult Orthodon Orthognath Surg* 13:97–106
20. Proffit WR, Fields HW (1999) Contemporary orthodontics, 3rd edn. Mosby, St. Louis, pp 125–137
21. Reyes BC, Bacetti T, McNamara JA Jr (2006) An estimate of craniofacial growth in class III malocclusion. *Angle Orthod* 76:577–584
22. Sato M, Motoyoshi M, Hirabayashi M, Hosoi K, Mitsui N, Shimizu N (2007) Inclination of the occlusal plane is associated with the direction of the masticatory movement path. *Eur J Orthod* 29:21–25
23. Sato S (1987) Alteration of occlusal plane due to posterior discrepancy related to development of malocclusion—introduction to denture frame analysis. *Bull Kanagawa Dent Coll* 15:115–123
24. Schudy FF (1963) Cant of the occlusal plane and axial inclinations of the teeth. *Angle Orthod* 33:69–82
25. Shaughnessy T, Shire LH (1988) Etiology of class II malocclusions. *Pediatr Dent* 10:336–338
26. ShROUT PE, Fleiss JL (1979) Intraclass correlations: uses in assessing rater reliability. *Psychol Bull* 86:420–428
27. Smith RA (1939) The etiology of angle class II division I malocclusion. *Angle Orthod* 9:15–19
28. Tanaka EM, Sato S (2008) Longitudinal alteration of the occlusal plane and development of different dentoskeletal frames during growth. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 134:602.e1–602.e11
29. Thilander B, Pena I, Infante C, Parada SS, de Mayorga C (2001) Prevalence of malocclusion and orthodontic treatment need in children and adolescents in Bogota, Colombia. An epidemiological study related to different stages of dental development. *Eur J Orthod* 23:153–167
30. Trpkova B, Major P, Prasad N, Nebbe B (1997) Cephalometric landmarks identification and reproducibility: a meta analysis. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 112:165–170
31. Ye R, Wang S, Pei J, Zhao M (2012) Cephalometric analysis of the relationship between occlusal plane and sagittal position of the mandible. *Hua Xi Kou Qiang Yi Xue Za Zhi* 30:610–614