

Traballo de fin
de grao

Características das rugas palatinas en individuos con Síndrome de Down

Características de las rugas palatinas en individuos con Síndrome de Down

Characteristics of palatine rugae in individuals with Down Syndrome

Autor/a: Elisa M.^a Carrera Domínguez.

Titor/a: Márcio Diniz Freitas.

Cotitor/a: Jose Ramón García Iglesias

Departamento: Cirugía y Especialidades Médico-Quirúrgicas.

(Xullo 2025)

Traballo de Fin de Grao presentado na Facultade de Medicina e Odontoloxía da Universidade de Santiago de Compostela para a obtención do Grao en Odontoloxía

“A mi familia, por creer en mí y ser refugio siempre.

*A Erin, mi compañero de vida,
por su paciencia infinita y por caminar a mi lado sin soltarme.*

*A mis compañeras, Gloria y Alba,
por enseñarme a encontrar la luz en los días grises.*

Gracias por ser tierra, agua y sol en este camino.

Ninguna flor crece sola.”

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.	4
1.1. Síndrome de Down: definición, origen y evolución histórica.	4
1.2. Epidemiología y formas genéticas del síndrome de Down	4
1.1.1. Incidencia global.	4
1.1.2. Tipos de alteraciones genéticas.	4
1.3. Características clínicas y craneofaciales.	5
1.4. Desarrollo embriológico del paladar y rugas palatinas.	7
1.5. Relevancia odontológica y forense de las rugas palatinas.	8
1.6. Clasificaciones y métodos de análisis de las rugas palatinas.	8
2. JUSTIFICACIÓN.	10
3. OBJETIVOS.	10
3.1. Objetivo principal.	10
3.2. Objetivos secundarios.	10
4. MATERIAL Y MÉTODOS.	11
4.1. Diseño del estudio.	11
4.2. Muestra.	11
4.3. Aspectos éticos y legales.	11
4.4. Técnica de recogida de datos.	11
4.4.1. Análisis de datos.	11
4.4.2. Análisis estadístico.	14
5. RESULTADOS.	14
5.1. Sujetos de estudio.	15
5.2. Variables continuas.	15
5.3. Variables cualitativas.	17
5.4. Impacto del dimorfismo sexual en las variables analizadas.	19
6. DISCUSIÓN.	20
7. CONCLUSIÓN.	24
8. BIBLIOGRAFÍA.	25
ANEXO I	29
ANEXO II	30
ANEXO III	31
ANEXO IV	32

Índice de abreviaturas:

Español:

SD: Síndrome de Down

MES: Sutura epitelial media

f β -hCG: fracción beta libre la gonadotropina coriónica humana

PAPP-A: proteína plasmática asociada al embarazo

SHAOS: Síndrome de Apnea-Hipoapnea Obstructiva del Sueño

DE: Desviación estándar

RP: Rugas palatinas

P: Papila interincisiva

Inglés:

STL: Standard Tesselltion Language

QF-PCR: Quantitative Fluorescent Polymerase Chain Reaction

HSA2: Homo sapiens autosoma 21

FISH: Fluorescence In Situ Hybridization

MES: midline epithelial seam

SHH: Sonic Hedgehog

FGF8/FGF10: Fibroblast Growth Factor 8/ Fibroblast Growth Factor 10

IOS: Intraoral Scanner

BMPs: Bone Morphogenetic proteins

Índice de tablas:

Tabla 1.	14
Tabla 2.	16
Tabla 3.	16
Tabla 4.	17
Tabla 5.	18
Tabla 6.	18
Tabla 7.	18
Tabla 8.	18
Tabla 9.	19

Índice de figuras:

Figura 1.	12
Figura 2.	12

RESUMO:

Introdución: A síndrome de Down (SD) asóciase con diversas alteracións craniofaciais e orais, entre elas, modificacións na morfoloxía do padal. As rugas palatinas son estruturas anatómicas únicas, estables ao longo do tempo e útiles en contextos clínicos e de identificación. Porén, existen poucos estudos que describan as súas características en individuos con SD mediante ferramentas dixitais tridimensionais.

Obxetivos: 1) Analizar as características morfolóxicas das rugas palatinas en individuos con SD; 2) Comparar variables cuantitativas e cualitativas cun grupo control emparellado por idade e sexo; 3) Explorar a súa aplicabilidade clínica e biométrica mediante escaneados intraorais e modelos dixitais 3D.

Material e métodos: Analizáronse 40 escaneados intraorais do maxilar superior, correspondentes a 20 individuos con síndrome de Down e 20 controis emparellados por idade e sexo. As medicións realizáronse de forma lineal empregando o software Meshmixer 3.5, unha vez delimitadas as rugas palatinas. Avaliáronse variables cuantitativas (número e lonxitude) e cualitativas (forma, grosor, dirección e patrón de unión). A análise estatística efectuouse mediante probas t de Student e chi cadrado, cun nivel de significación establecido en $p < 0,05$.

Resultados: Non se atoparon diferenzas estatisticamente significativas nas variables cuantitativas. O número total medio de rugas foi de $10,5 \pm 3,8$ no grupo control e de $9,6 \pm 3,5$ no grupo con SD ($p = 0,368$). Tampouco se observaron diferenzas significativas na lonxitude lineal das rugas. Pola contra, as variables cualitativas si amosaron diferenzas destacables. No grupo con SD observouse unha distribución máis heteroxénea de formas (curvas, rectas e circulares), mentres que nos controis predominou o patrón ondulado ($p < 0,001$). As rugas de grosor forte foron máis frecuentes no grupo con SD, especialmente nas mulleres, fronte a un maior número de rugas febles nos controis ($p < 0,001$). Ademais, o patrón de unión amosou unha maior proporción de rugas non unidas no grupo con SD en comparación co grupo control ($p < 0,001$).

Conclusións: Os individuos con síndrome de Down presentan diferenzas morfolóxicas nas rugas palatinas respecto dos suxeitos sen alteracións xenéticas, especialmente no relativo á forma, ao grosor e á unión. Estes resultados suxiren que as rugas palatinas poderían considerarse estruturas anatómicas útiles para caracterizar o fenotipo palatino nesta poboación, con posibles aplicacións clínicas e de investigación. Porén, o tamaño muestral e as limitacións inherentes ao sistema de clasificación empregado xustifican a necesidade de futuros estudos con metodoloxías máis avanzadas.

Palabras chave: Rugas palatinas, síndrome de Down, morfoloxía palatina, escáner intraoral.

RESUMEN:

Introducción: El síndrome de Down (SD) se asocia a diversas alteraciones craneofaciales y orales, entre ellas, modificaciones en la morfología palatina. Las rugas palatinas son estructuras anatómicas únicas, estables a lo largo del tiempo y útiles en contextos clínicos y de identificación. Sin embargo, existen pocos estudios que describan sus características en individuos con SD mediante herramientas digitales tridimensionales.

Objetivos: 1) Analizar las características morfológicas de las rugas palatinas en individuos con SD; 2) Comparar variables cuantitativas y cualitativas con un grupo control emparejado por edad y sexo; 3) Explorar su aplicabilidad clínica y biométrica mediante escaneados intraorales y modelos digitales 3D.

Material y métodos: Se analizaron 40 escaneados intraorales del maxilar superior, correspondientes a 20 individuos con síndrome de Down y 20 controles emparejados por edad y sexo. Las mediciones se realizaron de forma lineal empleando el software Meshmixer 3.5, una vez delimitadas las rugas palatinas. Se evaluaron variables cuantitativas (número y longitud) y cualitativas (forma, grosor, dirección y patrón de unión). El análisis estadístico se efectuó mediante pruebas t de Student y chi-cuadrado, con un nivel de significación establecido en $p < 0,05$.

Resultados: No se encontraron diferencias estadísticamente significativas en las variables cuantitativas. El número total medio de rugas fue de $10,5 \pm 3,8$ en el grupo control y $9,6 \pm 3,5$ en el grupo con SD ($p = 0,368$). Tampoco se hallaron diferencias significativas en la longitud lineal de las rugas. En cambio, las variables cualitativas sí mostraron diferencias destacables. En el grupo con SD se observó una distribución más heterogénea de formas (curvas, rectas y circulares), mientras que en los controles predominó el patrón ondulado ($p < 0,001$). Las rugas de grosor fuerte fueron más frecuentes en el grupo con SD, especialmente en mujeres, frente a un mayor número de rugas débiles en los controles ($p < 0,001$). Además, el patrón de unión mostró una mayor proporción de rugas no unidas en el grupo con SD en comparación con el grupo control ($p < 0,001$).

Conclusiones: Los individuos con síndrome de Down presentan diferencias morfológicas en las rugas palatinas respecto a los sujetos sin alteraciones genéticas, especialmente en cuanto a forma, grosor y unión. Estos resultados sugieren que las rugas palatinas podrían considerarse estructuras anatómicas útiles para caracterizar el fenotipo palatino en esta población, con posibles aplicaciones clínicas y de investigación. Sin embargo, el tamaño muestral y las limitaciones inherentes al sistema de clasificación empleado justifican la necesidad de futuros estudios con metodologías más avanzadas.

Palabras clave: Rugas palatinas, síndrome de Down, morfología palatina, escáner intraoral.

ABSTRACT:

Introduction: Down syndrome (DS) is associated with various craniofacial and oral alterations, including changes in palatal morphology. Palatal rugae are unique anatomical structures, stable over time and useful in clinical and identification contexts. However, there are few studies that describe their characteristics in individuals with DS using three-dimensional digital tools.

Objectives: 1) To analyze the morphological characteristics of palatal rugae in individuals with DS; 2) To compare quantitative and qualitative variables with a control group matched by age and sex; 3) To explore their clinical and biometric applicability through intraoral scans and 3D digital models.

Material and methods: A total of 40 intraoral scans of the maxillary arch were analyzed, corresponding to 20 individuals with Down syndrome and 20 controls matched by age and sex. Measurements were performed linearly using Meshmixer software 3.5, once the palatal rugae were delineated. Quantitative variables (number and length) and qualitative variables (shape, thickness, direction, and unification pattern) were assessed. Statistical analysis was conducted using Student's t-tests and chi-square tests, with the level of significance set at $p < 0,05$.

Results: No statistically significant differences were found in the quantitative variables. The mean total number of rugae was $10,5 \pm 3,8$ in the control group and $9,6 \pm 3,5$ in the DS group ($p = 0,368$). No significant differences were found in the linear length of the rugae either. However, the qualitative variables showed notable differences. In the DS group, a more heterogeneous distribution of shapes (curved, straight, and circular) was observed, whereas the wavy pattern predominated in the control group ($p < 0,001$). Thick rugae were more frequent in the DS group, especially among females, while thin rugae were more common in the control group ($p < 0,001$). Moreover, the unification pattern showed a higher proportion of unconnected rugae in the DS group compared to the control group ($p < 0,001$).

Conclusions: Individuals with Down syndrome exhibit morphological differences in palatal rugae compared to subjects without genetic alterations, particularly in terms of shape, thickness, and unification. These findings suggest that palatal rugae could be considered useful anatomical structures for characterizing the palatal phenotype in this population, with potential clinical and research applications. However, the sample size and the inherent limitations of the classification system used highlight the need for future studies employing more advanced methodologies.

Key words: Palatine rugae, Down syndrome, palatal morphology, intraoral scanner.

1. INTRODUCCIÓN.

1.1. Síndrome de Down: definición, origen y evolución histórica.

El síndrome de Down (SD), también conocido como trisomía del cromosoma 21 se debe a la presencia de una copia adicional, completa o parcial, de este cromosoma (HSA21). Este exceso de material genético en las células del organismo conlleva una desregulación en la expresión de ciertos genes.

Esta condición, ha sido reconocida clínicamente desde el siglo XIX. En 1838, Jean-Etienne-Dominique Esquirol describió por primera vez un conjunto de características físicas y cognitivas presentes en un grupo particular de pacientes con discapacidad intelectual, incluyendo hendiduras palpebrales ascendentes, puente nasal deprimido, lengua protuyente, talla baja y cuello corto. Posteriormente, en 1846, Edouard Séguin amplió esta descripción clínica incorporando nuevos hallazgos como la morfología lingual, la nariz pequeña y la susceptibilidad a infecciones respiratorias.

En 1866 el médico británico John Langdon Down realizó una descripción clínica y lo denominó como "*idiocia mongoloide*", término basado en una interpretación errónea con el parecido fenotípico que presentaban estos pacientes con los pobladores de los grupos étnicos mongoles. Con el avance de la genética Jérôme Lejeune en 1959 (1), descubrió que estaba causado por la presencia de un cromosoma adicional, dando lugar a la primera descripción de una anomalía cromosómica como causa directa de una discapacidad intelectual. Finalmente, en el año 1965, la Organización Mundial de la Salud oficializó el término "**Síndrome de Down**", en homenaje a John Langdon Down.

1.2. Epidemiología y formas genéticas del síndrome de Down

1.1.1. Incidencia global.

Actualmente, se reconoce como la anomalía cromosómica más frecuente en humanos y constituye la causa más común de discapacidad intelectual (DI) (2), con una incidencia global estimada por la Organización Mundial de la Salud (OMS) de entre 1 de cada 1.000 y 1 de cada 1.100 nacimientos vivos (3).

1.1.2. Tipos de alteraciones genéticas.

El síndrome de Down se clasifica en tres variantes principales, determinadas por el mecanismo mediante el cual se produce la presencia adicional de material del cromosoma 21 en las células: trisomía 21 completa, translocación y mosaicismo.

- **Trisomía completa del 21:** Es el tipo más común, y representa aproximadamente el 95 % de los casos. Se caracteriza por la presencia de tres copias completas del cromosoma 21 en todas las células del organismo, consecuencia de un error en la segregación cromosómica. Aunque esta alteración puede originarse tanto durante la formación del óvulo como del espermatozoide, se estima que más del 90 % (4) de los casos son de origen materno. El principal factor de riesgo asociado es la edad materna avanzada en el momento de la concepción, ya que, a partir de los 35 años, la probabilidad de aparición aumenta de forma proporcional con la edad (5).

- **Translocación:** Aproximadamente entre el 3 % y el 4 % de los casos se deben a una translocación, en la cual una porción del cromosoma 21 se encuentra unida a otro cromosoma, con mayor frecuencia al 14 o al 22.
- **Mosaicismo:** Es la forma menos frecuente, que afecta alrededor del 1-2 % de los individuos, y se define como la presencia de 2 o más líneas celulares en un individuo a partir de un solo óvulo fertilizado. En estos casos de mosaicismo en el SD, no todas las células tienen una copia extra del cromosoma 21, algunas conservan la línea celular normal de 46 cromosomas y otros tienen líneas celulares de 47 cromosomas con un cromosoma 21 adicional. Estos individuos pueden tener un fenotipo más leve, dependiendo de la extensión y de la distribución tisular de la línea celular normal. La mayoría de los casos de SD no son hereditarios, sino consecuencia de errores en la división celular durante el desarrollo del óvulo, del espermatozoide o del embrión.

El diagnóstico puede realizarse tanto en la etapa prenatal como en la posnatal, mediante diferentes técnicas que permiten confirmar la alteración cromosómica. En la etapa prenatal, el método más utilizado es el cribado combinado del primer trimestre, que se realiza entre las semanas 8 y 13 de gestación. Este método integra marcadores bioquímicos maternos, como la fracción beta libre de la gonadotropina coriónica humana (fβ-hCG) y la proteína plasmática asociada al embarazo (PAPP-A) junto con el grosor de la translucencia nucal fetal obtenido mediante ecografía. La combinación de estas pruebas permite estimar el riesgo de aneuploidía fetal, incluida la trisomía 21 (6,7). En función del resultado de estas pruebas y del riesgo, puede contemplarse el estudio de ADN fetal libre en sangre materna, una técnica no invasiva que ha demostrado una alta precisión en la detección de alteraciones cromosómicas (7). Para la confirmación del diagnóstico, especialmente en los casos de resultados sugestivos, se recurren a técnicas más invasivas que las anteriormente mencionadas, como la biopsia corial, la amniocentesis o la cordocentesis, que permiten obtener tejido fetal directamente para su posterior análisis genético. Las técnicas de diagnóstico genético o molecular más utilizadas en este contexto son el cariotipo convencional, la hibridación in situ fluorescente (FISH), la PCR cuantitativa fluorescente (QF-PCR) o los arrays de hibridación genómica comparativa que permiten identificar con precisión si se trata de una trisomía libre, una traslocación o un mosaicismo. En el periodo posnatal, el diagnóstico se confirma mediante un análisis genético, siendo el cariotipo en metafase la técnica de referencia, la cual permite establecer con exactitud el tipo de alteración cromosómica presente.

1.3. Características clínicas y craneofaciales.

Las personas con SD presentan un conjunto bien definido de características clínicas, orales y craneofaciales que se manifiestan con distinta intensidad, dependiendo del grado de trisomía y del contexto genético y ambiental de cada uno. A nivel sistémico, el SD se asocia frecuentemente con discapacidad intelectual de grado leve a moderado, hipotonía muscular, cardiopatías congénitas, alteraciones gastrointestinales y endocrinas, mayor susceptibilidad a infecciones, predisposición a leucemia en la infancia y aparición precoz de la enfermedad de Alzheimer (8) entre otras.

En el ámbito oral, los pacientes con SD exhiben una alta prevalencia de anomalías dentarias, como hipodoncia, microdoncia, erupción dental retardada y desgaste dentario acentuado. Estas alteraciones se asocian con un desarrollo odontogénico deficiente, una vascularización reducida

y posibles alteraciones en las líneas de defensa como los neutrófilos. Además, es habitual encontrar fisuras linguales, una lengua protruida con macroglosia aparente (9) y discrepancias en el tamaño de las bases esqueléticas. En cuanto a la salud periodontal, presentan una alta susceptibilidad a la enfermedad periodontal (EP), expresada con frecuencia con un fenotipo agresivo (10), incluso con escasa acumulación de placa bacteriana, debido a factores inflamatorios, inmunológicos, disbiosis bacteriana y a dificultades en el mantenimiento de la higiene oral, en contraposición a la menor incidencia de caries dental (11). Una revisión sistemática y metaanálisis sobre la experiencia de caries en adolescentes y niños con SD, afirma que la incidencia de caries es menor que en los pacientes sin trisomía (12).

Las alteraciones craneofaciales características del síndrome de Down (SD) constituyen un componente esencial del fenotipo clínico y poseen una repercusión directa sobre múltiples funciones orales, tales como la masticación, la deglución, la fonación y la respiración. Entre los rasgos más representativos se describen una hipoplasia del tercio medio facial, retrognatismo maxilar, acortamiento de la base craneal y un perfil facial globalmente cóncavo. A nivel esquelético, estos pacientes presentan con frecuencia una morfología palatina alterada, con un paladar en forma ojival. Tales características anatómicas, además de comprometer el equilibrio funcional de la cavidad oral, favorecen el desarrollo de maloclusiones de clase III, mordidas abiertas anteriores y mordidas cruzadas posteriores. Este patrón estructural se complementa con otros hallazgos típicos, como braquicefalia, cuello corto, implantación baja de las orejas y aplanamiento del perfil facial, conformando un fenotipo craneofacial distintivo y clínicamente reconocible (8).

Desde el punto de vista morfométrico, algunos estudios han explorado las dimensiones del paladar duro en estos pacientes. Un trabajo desarrollado en la Universidad de Santiago de Compostela, mediante imágenes obtenidas por tomografía computarizada de haz cónico (CBCT), comparó las mediciones del paladar en personas con SD frente a un grupo control sin esta condición. Los resultados revelaron una disminución estadísticamente significativa en la anchura transversal del paladar en las personas con SD, sin diferencias apreciables en la altura, ni en la longitud anteroposterior de la bóveda palatina (13). En otro trabajo en el que los investigadores midieron el paladar duro de bebés edéntulos con SD y lo compararon con un grupo control no sindrómico, también concluyeron que el paladar en el grupo de los casos era considerablemente más pequeño en las 3 dimensiones que en el grupo control (14). Estos datos matizan la clásica noción de "paladar ojival", ya que la impresión de verticalidad se debe principalmente a una disminución de la dimensión transversal del paladar, más que a un incremento real en la altura.

La reducción de la anchura palatina tiene implicaciones clínicas considerables. Además de limitar el espacio disponible para una correcta erupción dental, dificulta el establecimiento de una oclusión dental funcional. Asimismo, puede interferir con el patrón respiratorio y fonatorio, al comprometer la permeabilidad de las vías aéreas superiores y alterar la resonancia vocal, esto unido a una hipertrofia de los adenoides o unos adenoides de tamaño normal sumados a una reducción de la anatomía de la vía aérea puede desencadenar en el síndrome de apnea-hipoapnea obstructiva del sueño (SAHOS) que es un trastorno respiratorio relacionado con el sueño, producido por el colapso repetido de las vías respiratorias, siendo la obesidad y las deformaciones craneofaciales sus causas más comunes (15),16). Para entender el origen de estas alteraciones morfológicas es imprescindible considerar los eventos embriológicos implicados en la formación del paladar y otras estructuras orales.

1.4. Desarrollo embriológico del paladar y rugas palatinas.

La formación del paladar en humanos es un proceso embriológico altamente coordinado que se inicia alrededor de la cuarta semana de gestación donde las prominencias frontonasales, maxilares y mandibulares rodean la cavidad oral. Este proceso implica el desarrollo secuencial del paladar primario y secundario, estructuras que derivan de la fusión de las prominencias faciales originadas por células de la cresta neural (17). El paladar primario se forma por la fusión de los procesos nasales mediales con los maxilares, dando lugar al segmento intermaxilar, mientras que el paladar secundario se desarrolla a partir de las plataformas palatinas, que son unas proyecciones bilaterales que crecen en posición vertical a ambos lados de la lengua. Posteriormente, las plataformas palatinas crecen medialmente y se fusionan en la línea media, primero por la región anterior y después van avanzando hacia la posterior. Esta fusión forma la sutura epitelial media (MES), que posteriormente se elimina por apoptosis y transición epitelio-mesenquimatosa, permitiendo la continuidad del tejido mesenquimatoso que formará el paladar definitivo (18).

Entre la octava y la duodécima semana de gestación, se originan en la mucosa palatina unas estructuras anatómicas denominadas **rugos palatinas** (*plicae palatinae*). Estas corresponden a pliegues transversales de tejido conectivo recubiertos por epitelio escamoso estratificado, localizados bilateralmente en la porción anterior del paladar duro, justo por detrás de la papila interincisiva, a ambos lados de la línea media del rafe palatino (17).

La formación de las rugas palatinas se inicia de manera sincrónica a la fusión de los procesos palatinos laterales derivados de las prominencias maxilares. Su desarrollo involucra una proliferación epitelial localizada, inducida por interacciones específicas entre el epitelio superficial y el mesénquima subyacente, compuesto en gran parte por células derivadas de la cresta neural (18). Esta interacción epitelio-mesenquimatosa es esencial para el establecimiento del patrón morfológico regulado por rutas de señalización molecular, entre las que destacan Sonic Hedgehog (SHH), las proteínas morfogenéticas óseas (BMPs), y los factores de crecimiento fibroblástico FGF8 y FGF10 (19).

SHH es una glicoproteína secretada que desempeña un papel crucial en el crecimiento y patrón del epitelio palatino. Durante la formación de las rugas palatinas, esta proteína se expresa en las crestas epiteliales donde emergen estas estructuras, controlando la proliferación mesenquimal subyacente y determinando el espaciamiento periódico entre las rugas. Estudios en modelos murinos han demostrado que la inhibición de SHH interrumpe la formación de las rugas, lo que resalta su papel indispensable en este proceso (20).

La disposición de las rugas palatinas no es uniforme a lo largo del eje anteroposterior del paladar. Diversos estudios han demostrado que su desarrollo responde a una segmentación molecular regional que depende de la expresión diferencial de varios genes. Entre estos, destacan *Shox2*, *Tbx22*, *Barx1* y *Meox2*, cuya actividad se distribuye de forma específica en distintos territorios del paladar y regula tanto la identidad como el comportamiento morfogenético del epitelio y del mesénquima en esas zonas (18). *Shox2* se expresa predominantemente en la región anterior del paladar, donde promueve la formación de tejido óseo, mientras que *Tbx22*, localizado en el paladar posterior, está implicado en la formación del paladar blando; mutaciones en este último se han relacionado con la aparición de fisuras palatinas submucosas y otras malformaciones craneofaciales (21).

1.5. Relevancia odontológica y forense de las rugas palatinas.

En cuanto a su utilidad, las rugas palatinas se han demostrado como un marcador anatómico valioso en la identificación humana, especialmente en el ámbito de la odontología forense. Estas características, junto con su localización protegida en la mucosa palatina, les otorgan una notable resistencia frente a condiciones postmortem adversas, como traumatismos, altas temperaturas o descomposición avanzada, lo que es muy útil en identificación humana, cuando otros métodos, como la dactiloscopia, no son viables (22). Se ha demostrado que las rugas pueden soportar temperaturas elevadas y conservar su forma en cadáveres sometidos a condiciones extremas, lo que permite su comparación con registros antemortem, como pueden ser modelos de yeso utilizados para el diagnóstico y planificación de los tratamientos de ortodoncia, escaneados digitales, o prótesis que incluyan una copia total o parcial del paladar (23).

El patrón morfológico de las rugas palatinas se establece aproximadamente entre la semana 12 y la 14 del desarrollo prenatal y permanece inalterado a lo largo de la vida. Su configuración es única en cada individuo, incluso en gemelos monocigóticos, y se conserva sin modificaciones significativas hasta la descomposición de la mucosa oral tras la muerte. Un estudio de gemelos monocigóticos, donde se realizaron escaneados digitales de los modelos de yeso para comparar las rugas palatinas, se observaron ciertas variaciones individuales en la forma, orientación y tamaño de las rugas, concluyendo que, si bien existe cierto grado de similitud entre gemelos, el patrón no es idéntico ya que se encontraron diferencias estadísticamente significativas en varios puntos anatómicos (24).

En odontología, las rugas palatinas se utilizan como estructuras de referencia por su estabilidad y localización constante en diversas áreas de la odontología. En ortodoncia, resultan especialmente útiles para evaluar los movimientos dentarios. Su morfología permanece inalterada pese a los desplazamientos dentarios, lo que permite su empleo en la superposición de modelos de estudio y en la cuantificación de movimientos anteroposteriores durante el tratamiento. Chong et al., (2020) (25) concluyeron que, si bien el tratamiento ortodóncico puede inducir ligeras variaciones posicionales, la morfología general de las rugas permanece inalterada, lo que permite su uso sistemático en evaluaciones pre y postratamiento. Esta utilidad se ha documentado en estudios con modelos pre-expansión y postexpansión maxilar, en los que las rugas mantienen su forma, aunque varíen sus posiciones relativas debido al ensanchamiento transversal del arco dental (23), por lo que el ortodoncista puede cuantificar la separación palatina después de la expansión del arco maxilar utilizando la distancia entre las rugas.

Además, estas estructuras desempeñan diversas funciones sensoriales y funcionales relevantes en la fisiología oral. Se encuentran inervadas por mecanorreceptores como los corpúsculos de Meissner y las células de Merkel, que proporcionan retroalimentación táctil y propioceptiva a la lengua durante actividades orales complejas (26). Esta información táctil fina contribuye al posicionamiento lingual preciso, facilitando funciones motoras complejas como la articulación del habla, la deglución y la manipulación del bolo alimenticio.

1.6. Clasificaciones y métodos de análisis de las rugas palatinas.

El estudio de las rugas palatinas comenzó a tomar relevancia en las primeras décadas del siglo XX, cuando distintos autores empezaron a explorar su potencial como herramienta para la

identificación de personas. Estas formaciones anatómicas, localizadas en la parte anterior del paladar duro, despertaron interés no solo por sus características morfológicas, sino también por su aparente singularidad en cada individuo. A lo largo del tiempo, surgieron diversas propuestas para clasificar su forma, orientación y disposición, muchas de las cuales se convirtieron en referentes para el desarrollo de métodos que, con el tiempo, se integrarían a las ciencias forenses y la odontología.

En 1937, Juan U. Carrea desarrolló un estudio comparativo entre rugas palatinas de felinos y primates, identificando cuatro tipos en función de la dirección que presentan con respecto al rafe palatino: anteroposterior, perpendicular, postero-anterior y con trayectorias variadas (27).

Al año siguiente, Luis Da Silva (1938) llevó a cabo la primera identificación humana. En su propuesta, clasificó las rugas en simples y compuestas, asignándoles un número en función de su forma: 1) Recta, 2) Curva, 3) Angulada, 4) Circular, 5) Ondulada y 6) Punto (28).

En 1954, Trobo Hermosa perfeccionó el sistema de Da Silva, distinguido entre rugas principales (adyacentes al rafe medio) y derivadas (originadas de las principales), y manteniendo la división entre simples y compuestas. Además, creó un sistema para representar los distintos tipos: A (punto), B (recta), C (curva), D (ángulo), E (sinuosa), F (círculo) y X para las polimorfias. Las derivadas se representaban con letras minúsculas y separadas de la ruga principal por dos puntos, por ejemplo: A: b (29).

Thomas y Kotze (1983) establecieron una clasificación que ha sido ampliamente empleada en estudios contemporáneos. Consideraron seis diseños básicos: recto, curvo, ondulado, circular, divergente y convergente (27,30).

Posteriormente, en 1997, Kapali et al. aplicaron y validaron la clasificación de Thomas y Kotze en un estudio poblacional comparativo entre australianos caucásicos y aborígenes. Además de confirmar la utilidad de las formas básicas descritas, observaron variaciones significativas según origen étnico.

G. Hauser distingue entre las crestas principales y secundarias, las cuenta y las puntúa según su fuerza, dirección, regularidad y complejidad del patrón (presencia e intensidad de la bifurcación y presencia de islotes). Al mismo tiempo, también se incluyen las estructuras de la línea media, el rafe palatino se puntúa según la presencia, fuerza y la ubicación de la bifurcación, y la papila incisiva se puntúa según su tamaño y forma (31).

Finalmente, Oscar Lozano y Andrade (1996) propusieron una división del paladar en cuatro cuadrantes (A, B, C y D), determinaron seis tipos morfológicos de rugas (rectas, curvas, angulares, circulares, sinuosas y puntos) y definieron un código numérico de seis cifras que representa la identidad rugoscópica individual, según la forma y localización de las rugas (27).

2. JUSTIFICACIÓN.

El síndrome de Down constituye la trisomía más frecuente en nacidos vivos y se asocia con un conjunto característico de anomalías craneofaciales y orales. Estas afectan tanto al desarrollo esquelético como a los tejidos blandos de la región orofacial, repercutiendo directamente en funciones esenciales. Aunque la morfología general del paladar ha sido objeto de diversos estudios en esta población, la evidencia específica sobre las rugas palatinas sigue siendo limitada.

Estas estructuras anatómicas, de configuración individual y elevada estabilidad a lo largo del tiempo, poseen un reconocido valor en ámbitos como la odontología forense y la ortodoncia, al actuar como un parámetro biométrico fiable. En este contexto, resulta pertinente investigar si las alteraciones orofaciales asociadas al SD afectan también a las rugas palatinas, ya sea en su morfología, extensión o patrón de distribución, y si existen diferencias significativas con respecto a personas no afectadas por esta alteración genética.

3. OBJETIVOS.

3.1. Objetivo principal.

Determinar si existen patrones morfológicos comunes en las rugas palatinas de individuos con síndrome de Down, y compararlos con los de individuos no sindrómicos emparejados por edad y sexo.

3.2. Objetivos secundarios.

- Analizar las diferencias cualitativas y cuantitativas de número, forma, longitud, dirección y simetría de las rugas palatinas entre ambos grupos.
- Explorar la posible aplicabilidad clínica y forense de los hallazgos obtenidos mediante el uso de escaneados intraorales y modelos digitales 3D.

4. MATERIAL Y MÉTODOS.

4.1. Diseño del estudio.

Se realizó un estudio observacional, analítico y retrospectivo de tipo casos y controles, cuyo objetivo fue comparar las características morfológicas de las rugas palatinas en individuos con SD frente a un grupo control de sujetos no sindrómicos.

4.2. Muestra.

La muestra incluyó 40 escaneados intraorales, distribuidos equitativamente entre 20 pacientes con diagnóstico de SD y 20 sin dicha condición genética, quienes conformaron el grupo control. Para minimizar posibles sesgos en el análisis, ambos grupos fueron emparejados en función de la edad y el sexo.

Los sujetos incluidos en el grupo control no presentaban antecedentes de trastornos del desarrollo ni se identificaron en ellos variantes genéticas con relevancia clínica. Asimismo, no habían sido sometidos a procedimientos quirúrgicos invasivos ni a tratamientos ortodónticos que implicaran expansión rápida del maxilar en la región palatina.

Los escaneados intraorales de la arcada maxilar superior fueron seleccionados a partir de la base de datos de pacientes atendidos en la Clínica Odontológica Universitaria y/o en la Unidad de Pacientes con Necesidades Especiales de la Facultad de Medicina y Odontología de la Universidad de Santiago de Compostela. La selección y anonimización de los escaneados fue realizada por personal externo a la investigación, garantizando la confidencialidad y el cumplimiento de la normativa ética vigente. Fueron excluidos de la muestra aquellos registros que no presentaban una digitalización completa del paladar duro o de las estructuras anatómicas objeto de análisis.

4.3. Aspectos éticos y legales.

El presente estudio fue aprobado por el Comité de Bioética de la Universidad de Santiago de Compostela, cumpliendo con los principios éticos establecidos para investigaciones con datos de origen clínico (Anexo IV). La utilización de la información se realizó conforme a los términos del consentimiento informado (Anexo I y II) previamente firmado por los pacientes o sus representantes legales en el momento de su atención en la Unidad de Pacientes con Necesidades Especiales y/o en la Clínica Odontológica Universitaria. Dicho consentimiento autoriza expresamente el uso de los datos con fines docentes e investigadores.

4.4. Técnica de recogida de datos.

Los datos empleados en el estudio provienen de escaneados intraorales obtenidos mediante el escáner Primescan® (Dentsply Sirona, Bensheim, Alemania), bajo condiciones clínicas estandarizadas. Las imágenes tridimensionales resultantes se almacenaron y exportaron en formato STL. En todo momento se garantizó la confidencialidad, mediante la anonimización de los registros por parte de personal externo al equipo de investigación.

4.4.1. Análisis de datos.

Para el análisis morfométrico de los archivos STL, se empleó el software Meshmixer 3.5 (Autodesk Inc., San Rafael, CA, EE. UU). En una fase inicial, se realizó el recorte de la región palatina con el objetivo de eliminar estructuras anatómicas adyacentes que pudieran

comprometer el anonimato de los sujetos, especialmente en el caso de individuos con síndrome de Down, cuyas particularidades craneofaciales podrían facilitar la identificación.

La delimitación de las rugas palatinas se efectuó utilizando las herramientas integradas del programa: Select, Lasso y Create a Face Group, permitiendo aislar con precisión cada estructura de interés. Se estableció la línea media del paladar como eje de referencia anatómico para el análisis y separación de las estructuras en lado derecho e izquierdo.

La medición de la longitud de las rugas palatinas se realizó de forma lineal, considerando la distancia directa entre los puntos de inicio y finalización de cada ruga. Para ello, se configuró el sistema de unidades del software en milímetros, utilizando una cuadrícula de 4,000000 mm como referencia visual durante el proceso de medición.

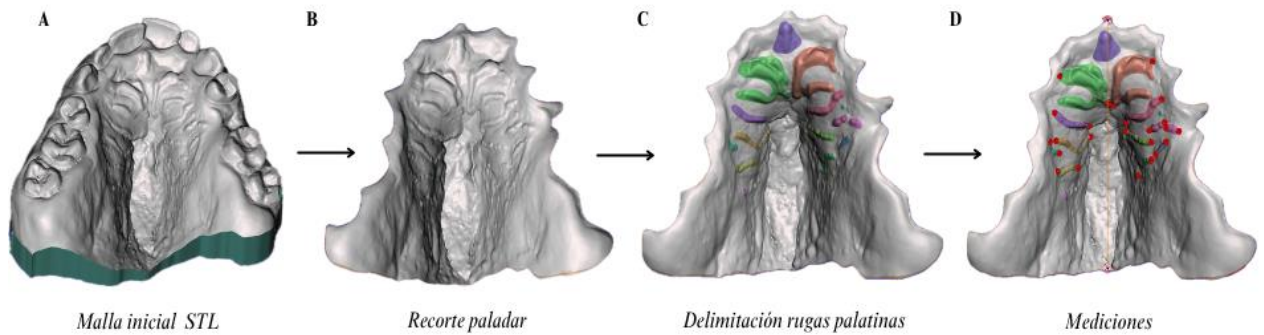


Figura 1. Flujo de análisis digital de los escaneados intraorales en formato STL. A. Malla inicial obtenida del escaneo intraoral B. Recorte del paladar para aislar la región de interés C. Delimitación de las rugas palatinas D. Registro de puntos de referencia y realización de mediciones.

Las rugas con una longitud inferior a 2 mm fueron excluidas del análisis, conforme a los criterios comúnmente aceptados en la literatura para evitar sesgos derivados de estructuras vestigiales o mal definidas (20).

Las rugas con una longitud inferior a 2 mm fueron excluidas del análisis, conforme a los criterios comúnmente aceptados en la literatura para evitar sesgos derivados de estructuras vestigiales o mal definidas (20).

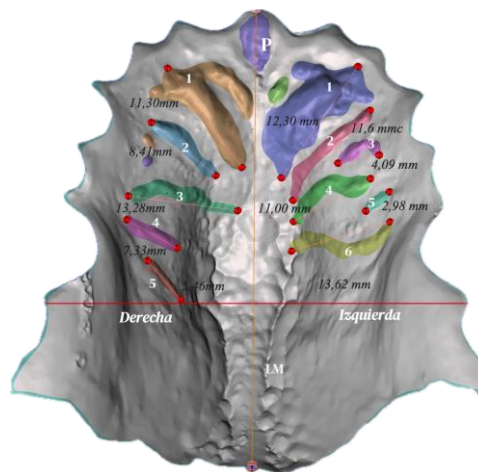


Figura 2. Modelo tridimensional del paladar con delimitación individual de las rugas palatinas y medición lineal de su longitud en milímetros (mm). Se señalan la línea media (LM) y la papila interincisiva (P) como referencias anatómicas principales. Las rugas están numeradas de forma secuencial en cada lado del paladar.

Para la categorización morfológica de las rugas palatinas se empleó la clasificación de Thomas y Kotze (1983), que contempla cinco parámetros fundamentales (*Tabla 1*):

1. **Número** (total y por lado), longitud (en milímetros) y **tipo**:
 - Primarias: > 5 mm
 - Secundarias: 3–5 mm
 - Fragmentarias: < 3 mm













2. **Forma**:
 - Ondulada: La ruga muestra una forma serpenteante, con múltiples curvas a lo largo de su recorrido.
 - Recta: La ruga sigue una línea casi directa desde su origen hasta el extremo.
 - Curva: La ruga presenta una curvatura suave, generalmente con la convexidad orientada hacia atrás.
 - Circular: La ruga forma una estructura cerrada o casi cerrada, adoptando un patrón circular.

3. **Dirección**: Ángulo formado por el eje largo de la ruga con respecto a una línea perpendicular al plano medio y pasando por el origen de la ruga. Según su orientación con respecto a la línea media, la ruga puede estar dirigida:
 - Hacia delante.
 - Perpendicular.
 - Hacia atrás.

4. **Unión**:
 - Convergente: Las rugas se originaron como dos rugas separadas, pero se fusionaron en un curso posterior.
 - Divergente: Parten de un punto común, pero se proyectan en direcciones opuestas o divergentes.
 - Sin unión (o independiente): Cuando la ruga no se conecta con ninguna otra, presentándose de forma aislada.

5. Adicionalmente, se incluyó el criterio de prominencia o **grosor** de las rugas, según la propuesta de Patil et al. (2008), que las clasifica en tres categorías según la intensidad de su relieve:
 - Débil (débilmente marcada).
 - *Medio* (elevación moderada).
 - *Fuerte* (bien definida y prominente).

Tabla 1. Criterios de clasificación según Thomas CJ, Kotze TJ. (1983) y Kapali et al. modificada.

1. LONGITUD DE LAS RUGAS	<ul style="list-style-type: none"> • PRIMARIAS Mayor a 5 mm • SECUNDARIAS Entre 3-5 mm • FRAGMENTARIAS Menor a 3 mm <p style="text-align: center;">Se descartan las rugosidades menores a 2 mm</p>
2. FORMA DE LAS RUGAS	<p>A) RECTO </p> <p>B) ONDULADO </p> <p>C) CURVAS </p> <p>D) CIRCULARES </p>
3. DIRECCIÓN DE LAS RUGAS <i>(Ángulo formado por el eje largo de la ruga con respecto a una línea perpendicular al plano medio y pasando por el origen de la ruga)</i>	<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  DIRIGIDO HACIA DELANTE </div> <div style="text-align: center;">  PERPENDICULAR </div> <div style="text-align: center;">  DIRIGIDO HACIA ATRÁS </div> </div>
4. UNIONES ENTRE RUGAS	<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> <p>CONVERGENTE</p>  Las rugas se originaron como dos rugas separadas pero se fusionaron en un curso posterior. </div> <div style="text-align: center;"> <p>DIVERGENTE</p>  Las rugas tienen el mismo origen pero luego se ramificaron. </div> </div>
5. GROSOR PROMINENCIA DE LAS RUGAS PRIMARIAS	<p>FUERTE </p> <p>MEDIO </p> <p>DÉBIL </p>

4.4.2. Análisis estadístico.

Antes de proceder al análisis estadístico de las variables morfométricas de las rugas palatinas, se evaluó la concordancia intraobservador. Para ello, se seleccionaron aleatoriamente cinco pacientes de la muestra total y se repitieron las mediciones de la longitud (en mm) de cada una de las rugas palatinas, con un intervalo de un mes entre ambas mediciones. Para cuantificar el grado de acuerdo absoluto entre las mediciones, se utilizó el coeficiente de correlación intraclase (ICC).

Para la evaluación de las diferencias morfométricas entre los sujetos con síndrome de Down y el grupo control, se aplicaron procedimientos estadísticos adecuados en función del tipo y distribución de las variables analizadas.

Las variables continuas, concretamente la longitud de las rugas palatinas, se examinaron mediante la prueba *t* de Student para muestras independientes, a partir de los valores medios, las desviaciones estándar y el tamaño muestral correspondiente. En aquellos casos en los que los datos disponibles resultaron insuficientes o la desviación estándar fue igual a cero, dicha prueba no se aplicó por no cumplirse los supuestos estadísticos requeridos.

Para las variables categóricas, como el tipo, forma, grosor, dirección y uniones de las rugas, se empleó la prueba de Chi-cuadrado de Pearson con el fin de determinar la existencia de diferencias estadísticamente significativas entre ambos grupos. Se estableció un nivel de significación del 5 % ($p < 0,05$) para todos los análisis. Los análisis fueron realizados con el programa IBM SPSS Statistics, versión 30.0. (IBM Corp., Armonk, NY, EE. UU.).

5. RESULTADOS.

5.1. Sujetos de estudio.

Se incluyeron un total de 40 sujetos, 20 pacientes con diagnóstico de SD (13 mujeres y 7 hombres), edad media $26,5 \pm 9,3$ (rango 14-50). El grupo control estuvo compuesto por 20 pacientes sin diagnóstico de SD (13 mujeres y 7 hombres), edad media $26,5 \pm 9,3$ (rango 14-50).

5.2. Variables continuas.

5.2.1. Número total de las rugas.

Se realizó un análisis del número total de rugas palatinas por sujeto de estudio, obtenido a partir de la suma de rugas presentes en el lado derecho e izquierdo del paladar entre el grupo con SD y el grupo control. Dado que se trata de una variable cuantitativa continua se empleó la prueba T de Student para muestras independientes utilizando los valores medios, las desviaciones estándar y el tamaño muestral de cada grupo como se muestra en la (Tabla 2).

En el lado derecho, el grupo control presentó una media de 5 ± 2 rugas, mientras que el grupo SD mostró una media de 4 ± 1 , sin que la diferencia resultara significativa ($t = -0,685$; $p = 0,498$). De forma similar, en el lado izquierdo, los controles mostraron una media de $5,5 \pm 2$ rugas, frente a una media de $4,5 \pm 2$ rugas en el grupo con síndrome de Down ($t = -1,318$; $p = 0,196$).

Por último, el número total de rugas tampoco difirió significativamente entre grupos ($t = -0,910$; $p = 0,368$), con una media de $10,5 \pm 3,8$ rugas presentes en toda la superficie palatina en los controles y $9,63 \pm 3,5$ rugas en el grupo SD.

5.2.2. Longitud de las rugas.

En cuanto al análisis de la longitud de las rugas palatinas de forma lineal no han revelado diferencias estadísticamente significativas entre ambos grupos de estudio en ninguna de las rugas evaluadas, tanto en el lado derecho como en el izquierdo del paladar. Los valores del estadístico t oscilaron en un rango bajo, con valores de p sistemáticamente superiores a 0,05, lo cual indica que las discrepancias observadas entre las medias de ambos grupos carecen de relevancia estadística (Tabla 3).

En concreto, aunque algunas rugas mostraron una mayor distancia entre medias, como la ruga 5 del lado izquierdo ($t = -1,570$; $p = 0,173$) o la ruga 3 en la longitud total ($t = -1,201$; $p = 0,275$), estos valores no alcanzaron el umbral de significación. Otros casos, como la ruga 1 del lado derecho ($t = 0,043$; $p = 0,967$), reflejan una práctica igualdad entre grupos.

Estos hallazgos sugieren que la longitud de las rugas palatinas se mantiene relativamente constante entre individuos con y sin Síndrome de Down en la muestra analizada, sin evidencia de alteraciones morfométricas atribuibles a la condición genética en esta dimensión específica.

Tabla 2. Número total de rugas palatinas observadas en cada lado del paladar, en función del grupo (síndrome de Down vs. controles) y del sexo.

NÚMERO	SÍNDROME DE DOWN						CONTROLES						t estadístico	Valor p
	Mujer			Hombre			Mujer			Hombre				
	Media	DE	Rango	Media	DE	Rango	Media	DE	Rango	Media	DE	Rango		
Nº lado derecho	5	2	2-8	4	1	3-5	5	2	3-10	5	2	3-9	-0,685	0,498
Nº lado izquierdo	5	2	0-7	5	2	2-7	6	2	3-10	6	2	4-9	-1,318	0,196
TOTAL	9,83	3,51	2-15	9,43	5	5-12	10,5	3,86	4-18	11	3,86	9-18	-0,910	0,368

Tabla 3. Estadísticos descriptivos de la longitud de las rugas palatinas en el lado derecho e izquierdo del paladar, según grupo (síndrome de Down vs. controles) y sexo. DE: Desviación estándar.

		SÍNDROME DE DOWN						CONTROLES						t estadístico	Valor p
		Mujer			Hombre			Mujer			Hombre				
		Media	DE	Rango	Media	DE	Rango	Media	DE	Rango	Media	DE	Rango		
Lado derecho	1	10,2	2,56	3,0 - 12,1	12,71	1,1	11,0 - 14,1	11,1	1,6	8,4 - 14,3	11,7	1,1	9,8 - 13,2	0,43	0,967
	2	6,7	3,14	2,6 - 12,7	7,38	3,8	2,5 - 12,2	7,2	5,0	2,1 - 16,3	10,5	1,7	8,2 - 13,3	-0,739	0,488
	3	7,7	3,43	3,0 - 13,2	11,39	2,4	6,4 - 13,4	9,3	4,9	2,2 - 15,2	11,7	3,8	5,9 - 15,9	-0,370	0,726
	4	6,6	2,42	2,6 - 8,7	4,35	1,0	3,2 - 5,6	9,4	5,1	2,6 - 16,5	6,7	2,7	3,1 - 9,4	-1,207	0,293
	5	6,3	2,13	2,4 - 9,5	8,05	1,4	7,0 - 9,7	10,7	5,2	2,7 - 17,6	5,2	4,6	2,6 - 12,1	-0,306	0,776
	6	3,8	1,37	2,4 - 5,7				4,3	1,6	2,0 - 5,9	5,4	2,4	3,7 - 7,1	-0,927	0,424
	7	5,2	3,83	2,0 - 9,5				10,3		10,3-10,3	10,4		10,4-10,4		
	8	2,9		2,9 - 2,9				3,1		3,1- 3,1	2,3		2,3-2,3		
	9							6,0		6,0- 6,0	4,1		4,1- 4,1		
	10							2,7		2,7 - 2,7					
Lado izquierdo	1	11,3	1,72	8,5 - 15,0	12,53	1,4	10,5 - 14,8	10,7	2,0	7,7 - 14,8	11,4	0,9	10,4 - 12,8	0,744	0,485
	2	10,0	2,90	4,4 - 14,4	9,86	3,2	4,1 - 14,3	8,1	4,2	2,2 - 16,0	10,2	5,0	2,0 - 16,5	0,290	0,783
	3	6,6	3,64	2,1 - 14,7	6,21	5,2	2,2 - 14,8	10,2	3,9	2,5 - 14,2	10,2	3,9	3,2 - 14,7	-1,280	0,248
	4	8,2	3,56	2,4 - 11,6	7,68	3,1	2,6 - 10,0	6,7	3,9	2,0 - 13,0	7,8	2,3	4,2 - 10,2	0,281	0,788
	5	5,4	3,69	2,8 - 12,4	5,49	2,4	2,0 - 7,4	6,4	4,6	2,0 - 15,0	12,8	3,9	7,9 - 17,4	-1,570	0,173
	6	6,0	4,60	2,2 - 13,6	7,33	3,6	2,9 - 11,9	5,7	4,4	3,0 - 14,5	4,0	1,8	2,1 - 6,6	0,700	0,512
	7	3,9	1,86	2,6 - 5,3	6,18	1,2	4,9 - 7,4	6,9	3,5	3,8 - 12,8	5,9		5,91- 5,91	-0,700	0,521
	8							6,1	3,9	2,4 - 11,6	7,8		7,8- 7,8		
	9							2,1		2,1- 2,1	5,1		5,1- 5,1		
	10							4,4		4,4- 4,4					

5.3. Variables cualitativas.

Los valores absolutos de las variables morfométricas categóricas (forma, dirección, unión y grosor) evaluadas en el grupo con SD y en el grupo control se presentan en (Tabla 4, 5, 6, 7 y 8). Estas variables fueron analizadas comparativamente para identificar posibles patrones diferenciales. En relación con estas variables se observaron diferencias estadísticamente significativas entre ambos grupos en los parámetros de forma, grosor y unión.

En cuanto a la forma, las rugas palatinas onduladas fueron las más frecuentes en ambos grupos, aunque con mayor predominancia en los controles (63,2 % en hombres y 55,1 % en mujeres). En el grupo con SD se ha observado una distribución más heterogénea con porcentajes relevantes de rugas curvas, rectas y circulares. Esta diferencia en la distribución de las formas resultó estadísticamente significativa entre ambos grupos ($\chi^2 = 16,35$; $p < 0,001$).

Respecto al patrón de unión de las rugas palatinas se observó que la gran mayoría de estas en los pacientes sindrómicos no presentaban unión (95,9 % en mujeres; 87,9 % en hombres), frente a un porcentaje algo mayor de rugas divergentes en el grupo control, especialmente en los varones (22,7 %). Los resultados del análisis mostraron una asociación significativa en esta variable ($\chi^2 = 22,27$; $p < 0,001$).

Se observó una distribución claramente diferenciada entre los grupos en la variable de grosor. En el grupo con síndrome de Down predominó el patrón de rugas bien definidas (“fuerte”), especialmente entre las mujeres (52,5 %), mientras que en el grupo control fueron más frecuentes las rugas débilmente marcadas, con mayor prevalencia en los varones (46,7 %). Esta diferencia fue respaldada por los resultados estadísticos, con un valor de p menor a 0,001 ($\chi^2 = 59,12$), lo que permite rechazar la hipótesis nula con un alto grado de confianza.

Por el contrario, no se hallaron diferencias estadísticamente significativas entre los grupos en lo referente al tipo de ruga (primarias, secundarias y fragmentarias) ($\chi^2 = 4,13$; $p = 0,127$), ni en la dirección que presentan (anteroposterior, perpendicular, posterior o no definida) ($\chi^2 = 3,76$; $p = 0,288$).

Tabla 4. Valores de la variable categórica “Tipo” según su longitud (mm) y análisis estadístico de las rugas palatinas por género y grupo de estudio.

TIPO		Género	Primaria	Secundaria	Fragmentaria	Total	Chi cuadrado	Valor p
		SÍNDROME DE DOWN	Mujer		86 (74,1%)	12 (10,4%)		
Hombre			51 (71,8%)	8 (11,3%)	12 (16,9%)	71		
Total			137	20	30	187		
CONTROLES	Mujer		112 (67%)	32 (19,1%)	23 (13,7)	167		
	Hombre		65 (81,2%)	9 (11,5%)	6 (7,5%)	80		
	Total		177	41	29	247		

Tabla 5. Valores de la variable categórica “forma” y análisis estadístico de las rugas palatinas por género y grupo de estudio.

FORMA		Género	Ondulada	Recta	Curva	Circulares	Total	Chi cuadrado	Valor p
		SÍNDROME DE DOWN	Mujer	49 41,9%	32 27,4%	20 17,1%	16 13,7%		
Hombre	32 50,8%		12 19,0%	14 22,2%	5 7,9%	63			
Total	81		44	34	21	180			
CONTROLES	Mujer	81 55,1%	18 12,2%	30 20,4%	10 12,2%	139			
	Hombre	48 63,2%	12 15,8%	16 21,1%	0 0%	76			
	Total	129	30	46	10	215			

Tabla 6. Valores de la variable categórica “forma” y análisis estadístico de las rugas palatinas por género y grupo de estudio.

DIRECCIÓN		Género	No definida	Anterior	Posterior	Perpendicular	Total	Chi cuadrado	Valor p
		SÍNDROME DE DOWN	Mujer	1 8,3%	7 58,3%	2 16,7%	2 16,7%		
Hombre	0 0%		4 57,1%	0 0%	3 42,9%	7			
Total	1		11	2	5	19			
CONTROLES	Mujer	0 0%	3 23,1%	5 38,5%	5 38,5%	13			
	Hombre	0 0%	5 71,4	0 0%	2 28,6%	7			
	Total	0	8	5	7	20			

Tabla 7. Valores de la variable categórica “unión” y análisis estadístico de las rugas palatinas por género y grupo de estudio.

UNIÓN		Género	No unión	Divergente	Convergente	Total	Chi cuadrado	Valor p
		SÍNDROME DE DOWN	Mujer	117 (95,9%)	4 (3,3%)	1 (0,8%)		
Hombre	58 (87,9%)		8 (12,1%)	0 (0%)	66			
Total	175		12	1	188			
CONTROLES	Mujer	131 (86,8%)	19 (12,6%)	1 (0,7%)	151			
	Hombre	58 (77,3%)	17 (22,7%)	0 (0%)	75			
	Total	189	36	1	226			

Tabla 8. Valores de la variable categórica “grosor” y análisis estadístico de las rugas palatinas por género y grupo de estudio.

GROSOR		Género	Fuerte	Medio	Débil	Total	Chi cuadrado	Valor p
		SÍNDROME DE DOWN	Mujer	62 (52,5%)	55 (46,6%)	1 (0,8%)		
Hombre	26 (39,4%)		34 (51,5%)	6 (9,1%)	66			
Total	88		89	7	184			
CONTROLES	Mujer	50 (33,6%)	56 (37,6%)	43 (28,9%)	149			
	Hombre	19 (25,3%)	21 (28%)	35 (46,7%)	75			
	Total	69	77	78	224			

5.4. Impacto del dimorfismo sexual en las variables analizadas.

Se llevó a cabo un análisis adicional para explorar la influencia del sexo sobre las variables morfológicas analizadas. Debido al tamaño muestral reducido, los resultados no permitieron obtener significación estadística ni interpretar con fiabilidad los valores de “*p*”.

En el grupo con SD, la variable grosor fue la única que presentó diferencias estadísticamente significativas entre hombres y mujeres ($p = 0,0306$), mientras que las demás variables categóricas (tipo, forma, unión, dirección) no mostraron diferencias por sexo. En el grupo control, no se encontraron variaciones entre ambos géneros en ninguna de las variables.

5.5. Concordancia interobservador.

Se aplicó el coeficiente de correlación intraclase (ICC) para cuantificar el grado de acuerdo absoluto entre las mediciones. El resultado obtenido fue ICC =0,931 (Rango 0,757–0,997) lo cual indica una concordancia intraobservador excelente.

Tabla 9. Análisis de la concordancia intraobservador por ruga mediante el Coeficiente de Correlación Intraclase (CCI)

	Lado	Nº Ruga	CCI	Concordancia
LONGITUD	Derecha	Ruga 1	0,757	Buena
		Ruga 2	0,832	Buena
		Ruga 3	0,973	Excelente
		Ruga 4	0,921	Excelente
	Izquierda	Ruga 1	0,935	Excelente
		Ruga 2	0,978	Excelente
		Ruga 3	0,990	Excelente

6. DISCUSIÓN.

Diversas investigaciones han documentado alteraciones significativas en las dimensiones de la estructura ósea del paladar (13), la morfología dentaria (32) y otras estructuras orofaciales en individuos con trisomía del cromosoma 21, con el fin de caracterizar con mayor precisión su fenotipo craneofacial. No obstante, hasta el momento, no se ha llevado a cabo una descripción específica de las rugas palatinas en esta población, a pesar de que estas estructuras comparten localización anatómica y rutas embriológicas comunes con otras regiones del paladar que sí han evidenciado modificaciones en estos pacientes.

La rugoscopia palatina, también denominada palatoscopia, constituye una técnica especializada y orientada al análisis sistemático de las rugas palatinas, evaluando parámetros como su morfología, disposición espacial, longitud y patrón individual. Estas estructuras presentan una configuración altamente específica para cada individuo, con escasas variaciones a lo largo del tiempo, lo que las convierte en un marcador anatómico confiable. Su singularidad es tal que permite la diferenciación incluso entre gemelos idénticos, lo que ha consolidado su valor como herramienta de identificación humana en el ámbito de la odontología forense (33) y en contextos donde otras técnicas como el análisis de ADN resultan ineficaces o inviables.

En el ámbito clínico, este método de identificación implica la toma de impresiones, generalmente con alginato o siliconas por adición que posteriormente tienen que ser vaciadas en modelos de yeso. Estos procesos, aunque son ampliamente aceptados, están sujetos a distorsiones dimensionales asociadas a la contracción del material, el tiempo de fraguado o presencia de burbujas que pueden comprometer su fiabilidad. En los últimos años con la llegada de la odontología digital, se ha hecho posible digitalizar las arcadas dentales utilizando escáneres intraorales (IOS) para obtener una reconstrucción tridimensional (3D) de la anatomía de la cavidad oral (34).

Hasta la fecha, la gran mayoría de los estudios en este campo se han basado en métodos analógicos con un enfoque bidimensional (2D) o incluso muchos de los estudios que utilizan la tecnología tridimensional utilizan previamente un modelo vaciado donde se realiza el escaneado para su digitalización (35)(36). No obstante, un estudio reciente en el que se evaluaron distintas técnicas -impresión obtenida con alginato, vaciado de modelos con la impresión del paladar con un escáner intraoral y registros mediante fotografía, llegó a la conclusión de que tanto los métodos digitales como los tradicionales resultaron igualmente fiables a la hora de captar las rugas palatinas (37).

Una revisión sistemática (38) que evaluó la fiabilidad de los escáneres intraorales (IOS) en comparación con los modelos de yeso señala que los IOS destacan por su alta precisión (39) y por evitar las distorsiones asociadas al contacto con los tejidos blandos, ya que no requieren presión directa sobre las superficies escaneadas (40). A diferencia de las impresiones analógicas, que pueden alterar las estructuras blandas al aplicar presión durante el registro. En cuanto a la reproducibilidad, los escáneres intraorales han demostrado ofrecer resultados consistentes, comparables e incluso superiores a los obtenidos con modelos de yeso (41).

En el presente estudio, se ha realizado un análisis cuantitativo y cualitativo mediante escaneados tridimensionales del maxilar superior en una muestra de 40 pacientes emparejados por edad y sexo, el cual ha permitido analizar distintas características morfométricas de las rugas palatinas

en una muestra de individuos con síndrome de Down y en un grupo control sin alteraciones genéticas conocidas. Los resultados obtenidos revelan una conservación general de ciertas dimensiones estructurales, como la longitud, tipo (primarias (> 5 mm de longitud), rugas secundarias (3-5 mm) y rugas fragmentarias (2-3 mm) y el número total de rugas, mientras que otras variables cualitativas evidencian diferencias estadísticamente significativas entre los grupos.

En relación con las variables cuantitativas continuas, no se observaron diferencias estadísticamente significativas ni en el número total de rugas palatinas ni en la longitud lineal de las mismas. En el presente estudio, el número medio de rugas totales fue de $10,5 \pm 3,8$ en el grupo control y $9,6 \pm 3,5$ en el SD. Estos valores se sitúan en un rango próximo al reportado por Bansode y Kulkarni, quienes observaron una media de $11,18 \pm 2,5$ RP en una muestra de pacientes con diferentes clases de maloclusión dental (42). Sin embargo, estudios como el de Saadeh y Ghafari, realizado en una cohorte mediterránea, refieren un número ligeramente inferior de rugas, con una media total aproximada de $7,7 \pm 0,8$ (43).

Por el contrario, las variables cualitativas sí presentaron diferencias morfológicas relevantes. En cuanto a la forma de las rugas, aunque el patrón ondulado fue predominante en ambos grupos, se observó en el grupo con síndrome de Down una distribución morfológica más diversificada, con mayor representación de rugas curvas, rectas y circulares. La literatura científica actual coincide de forma generalizada en que la forma ondulada constituye el patrón predominante de rugas palatinas en poblaciones sin alteraciones genéticas, seguida por las formas curvadas, mientras que las formas rectas y circulares se presentan con una frecuencia notablemente menor, en un estudio sobre población saudí, informaron que los patrones ondulado y curvo eran significativamente más frecuentes, con escasa representación de formas rectas y nula de las circulares (44). De manera similar, otros autores también han señalado que las formas onduladas, curvas y rectas son las más comunes, mientras que las circulares y las unidas presentan una proporción menor.

Respecto al patrón de unión, los resultados obtenidos evidencian una clara diferencia entre los grupos analizados. En la población con síndrome de Down, la ausencia de unión fue la configuración más frecuente, representando el 95,9 % de los casos en mujeres y el 87,9 % en hombres. En el grupo control, aunque también predominó la ausencia de unión (86,8 % en mujeres y 77,3 % en hombres), se registró una mayor proporción de rugas con disposición divergente, especialmente en los varones (22,7 %). Estos hallazgos, si bien muestran una tendencia similar en cuanto a la predominancia de rugas no unidas, revelan una mayor heterogeneidad en el grupo control.

Al comparar estos resultados con los obtenidos por otro estudio (43), se observa una coincidencia notable, aunque en dicha investigación, la incidencia de rugas sin unificación fue casi universal, alcanzando el 99,5 % en el lado derecho y el 100% en el lado izquierdo del paladar, mientras que las formas convergentes fueron las menos frecuentes y presentaron una distribución asimétrica en cuanto a número e incidencia.

Asimismo, el análisis del grosor evidenció una clara diferencia entre grupos. En los sujetos con síndrome de Down se observó una mayor proporción de rugas de grosor marcado, especialmente en mujeres, en contraste con la mayor frecuencia de rugas débilmente definidas en los individuos control, particularmente en varones. Este predominio de rugas más gruesas

en la población sindrómica podría estar vinculado a modificaciones en la matriz extracelular o en la densidad del tejido conjuntivo subyacente.

Por el contrario, no se identificaron diferencias significativas en la dirección de las rugas ni en su clasificación según el tipo (primarias, secundarias o fragmentarias), lo que sugiere que estos aspectos específicos de la morfología palatina podrían permanecer estables independientemente de la condición genética analizada.

En cuanto al dimorfismo, se ha descrito a lo largo de la literatura que estas estructuras pueden utilizarse para diferenciar entre hombres y mujeres permitiendo su utilización como marcador complementario en procesos de identificación forense. Esta hipótesis se basa en estudios que han encontrado diferencias en el número, forma, longitud o patrón de unión de las rugas entre varones y mujeres. Sin embargo, los hallazgos obtenidos en el presente estudio no respaldan esta afirmación, ya que no se observaron diferencias estadísticamente significativas entre ambos sexos en ninguna de las variables analizadas. En concreto, tanto en el grupo control como en el grupo con síndrome de Down, las proporciones de rugas según forma, grosor, dirección, unión y longitud fueron similares entre hombres y mujeres, lo que sugiere una distribución morfológica homogénea en función del sexo.

Hallazgos concordantes han sido descritos en la literatura reciente. Sheikhi et al., concluyeron que no existen diferencias significativas entre sexos en cuanto al número, forma o longitud de las rugas, cuestionando su utilidad para la identificación sexual (45). Zhang et al., por su parte, identificaron diferencias únicamente en los patrones ondulado y circular, con una precisión del 65 % en la predicción del sexo, sin resultados significativos en el resto de las variables morfológicas (46). Asimismo, Andrade et al., en una revisión sistemática con metaanálisis acerca de los patrones morfológicos de las RP evidenciaron que, pese a resultados puntuales positivos, la sensibilidad y especificidad son insuficientes para considerar las rugas palatinas un método fiable de estimación sexual (47).

La mayor diversidad morfológica observada en los sujetos con síndrome de Down podría explicarse por un desarrollo alterado de los mecanismos que regulan la proliferación, migración y diferenciación celular durante la formación del paladar, así como por modificaciones en la organización del tejido conectivo subyacente.

Además de su valor identificativo, las rugas palatinas también cumplen funciones clave en la cavidad oral. Diversos estudios han demostrado que participan activamente en la fase de deglución actuando como superficie de contacto para el dorso de la lengua, lo que facilita la formación y propulsión del bolo alimenticio a la faringe. Cabe destacar también su intervención en la fonación proporcionando referencias táctiles que permiten la articulación precisa de sonidos linguo-palatales (48). Desde el punto de vista neurosensorial, las rugas también contribuyen a la propiocepción lingual, favoreciendo la orientación espacial de la lengua tanto en reposo como en movimiento. Estas funciones son respaldadas por estudios biomecánicos y neurofisiológicos recientes que demuestran la importancia del contacto lengua-paladar en la coordinación del habla y la deglución (35,49).

Aunque los resultados obtenidos aportan información relevante, es imprescindible reconocer ciertas limitaciones que deben tenerse en cuenta al interpretar los resultados. El tamaño de la muestra de 40 participantes es relativamente reducido por lo que puede limitar la capacidad para extrapolar los hallazgos a otras poblaciones, especialmente tratándose de un grupo clínicamente específico como es el de individuos SD.

Además, la clasificación morfológica utilizada, aunque ampliamente reconocida, presenta ciertas limitaciones. Esta no permite registrar con precisión determinadas estructuras de morfología vestigial ya que se descartan estructuras menores de 2 mm, que podrían ser relevantes en el estudio de poblaciones con alteraciones genéticas. La exclusión de estas formas atípicas podría haber condicionado el análisis y su diferenciación con el grupo control, especialmente si se consideran como posibles marcadores distintivos.

Considerando las limitaciones metodológicas del presente estudio, así como el avance de nuevas herramientas tecnológicas, resulta pertinente proponer nuevas líneas de investigación orientadas a superar estas barreras y mejorar la caracterización morfométrica de las rugas palatinas. En este contexto el análisis fractal (FA) representa una alternativa metodológica de interés. Se trata de un método matemático que permite cuantificar la complejidad geométrica de una estructura a través de su dimensión fractal, lo cual resulta especialmente útil en estructuras anatómicas irregulares o que no siguen un patrón definido. A diferencia de las clasificaciones cualitativas tradicionales, el FA proporciona una medida continua y objetiva de la morfología, permitiendo detectar variaciones sutiles que podrían pasar desapercibidas con otros métodos. Esta herramienta ha sido utilizada en campos como la ortodoncia para evaluar cambios morfológicos del paladar (50) o incluso en la evaluación de la microestructura del hueso alveolar (51), y podría ofrecer una mayor precisión en estudios sobre patrones atípicos, como los observados en individuos con síndrome de Down.

Por otro lado, la incorporación de tecnologías basadas en inteligencia artificial (IA) representa una oportunidad prometedora. Estas técnicas permitirían procesar grandes volúmenes de datos morfométricos de forma más eficiente y con mayor precisión, abriendo nuevas posibilidades tanto en el ámbito de la investigación como en su aplicación clínica y forense.

7. CONCLUSIÓN.

Este trabajo ha permitido profundizar en el análisis morfológico de las rugas palatinas mediante el uso de modelos tridimensionales, con el objetivo de identificar posibles diferencias estructurales entre individuos con síndrome de Down y sujetos sin alteraciones genéticas. La comparación entre ambos grupos ha evidenciado diferencias relevantes en ciertas variables cualitativas, mientras que las cuantitativas no mostraron variaciones estadísticamente significativas.

En particular, el grupo con SD presentó una mayor diversidad morfológica, con mayor presencia de rugas curvas, rectas y circulares, así como un menor número de uniones y una tendencia hacia patrones de dirección divergente y con grosores prominentes. Estos resultados sugieren la existencia de características morfológicas propias en esta población, lo que podría tener implicaciones en ámbitos como la identificación forense o la investigación antropométrica.

No obstante, deben considerarse ciertas limitaciones, como el tamaño muestral y la clasificación morfológica utilizada, que podrían condicionar la capacidad discriminativa del análisis. Por ello, se propone que futuras investigaciones incorporen metodologías más avanzadas, como el análisis fractal o el uso de inteligencia artificial, que permitan una evaluación más precisa, objetiva y automatizada de estas estructuras anatómicas.

8. BIBLIOGRAFÍA.

1. Kaczorowska N, Kaczorowski K, Laskowska J, Mikulewicz M. Down syndrome as a cause of abnormalities in the craniofacial region: a systematic literature review. *Adv Clin Exp Med*. 2019;28:1511–7.
2. World Health Organization. Birth defects [Internet]. Geneva: WHO; 2024 [cited 2025 Apr 13]. Available from: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/birth-defects>
3. Naciones Unidas. Día Mundial del Síndrome de Down. 21 de marzo [Internet]. 2020 [cited 2025 Apr 13]. Available from: <https://www.un.org/es/observances/down-syndrome-day>
4. Hassold T, Hall H, Hunt P. The origin of human aneuploidy: where we have been, where we are going. *Hum Mol Genet*. 2007;16(Suppl 2):R203–8.
5. Ghosh S, Feingold E, Dey SK. Etiology of Down syndrome: evidence for consistent association among altered meiotic recombination, nondisjunction, and maternal age across populations. *Am J Med Genet A*. 2009;149:1415–20.
6. Sociedad Española de Ginecología y Obstetricia (SEGO). Guía de práctica clínica: diagnóstico prenatal de los defectos congénitos. Cribado de anomalías cromosómicas. Diagnóstico prenatal. *Prog Obstet Ginecol*. 2013;24:57–72.
7. Nicolaidis KH. Screening for fetal aneuploidies at 11 to 13 weeks. *Prenat Diagn*. 2011;31:7–15.
8. Díaz-Quevedo AA, Castillo-Quispe HML, Atoche-Socola KJ, Arriola-Guillén LE. Evaluation of the craniofacial and oral characteristics of individuals with Down syndrome: a review of the literature. *J Stomatol Oral Maxillofac Surg*. 2021;122:583–7.
9. Guimaraes CV, Donnelly LF, Shott SR, Amin RS, Kalra M. Relative rather than absolute macroglossia in patients with Down syndrome: implications for treatment of obstructive sleep apnea. *Pediatr Radiol*. 2008;38:1062–7.
10. Fernández Casado M. Susceptibilidad genética a la enfermedad periodontal en personas con Síndrome de Down [thesis]. Santiago de Compostela: Universidade de Santiago de Compostela; 2023.
11. Willis JR, Iraola-Guzmán S, Saus E, Ksiezopolska E, Cozzuto L, Bejarano LA, et al. Oral microbiome in Down syndrome and its implications on oral health. *J Oral Microbiol*. 2020;13:1865690.
12. da Silva MCPM, Lyra MCA, de Almeida HCR, de Alencar Filho AV, Heimer MV, Rosenblatt A. Caries experience in children and adolescents with Down syndrome: a systematic review and meta-analysis. *Arch Oral Biol*. 2020;115:104715.
13. Outumuro Rial M. Análisis morfométrico de la bóveda palatina y los dientes maxilares de las personas con síndrome de Down, mediante tomografía computarizada de haz de cono [thesis]. Santiago de Compostela: Universidade de Santiago de Compostela; 2014.
14. Klingel D, Hohoff A, Kwiecien R, Wiechmann D, Stamm T. Growth of the hard palate in infants with Down syndrome compared with healthy infants: a retrospective case control study. *PLoS One*. 2017;12:e0182728.
15. Tipold A, Vazifedan T, Baldassari CM. Efficacy of adenoidectomy for the treatment of mild sleep apnea in children. *Otolaryngol Head Neck Surg*. 2021;164:657–61.
16. Liu P, Kong W, Fang C, Zhu K, Dai X, Meng X. Hypoglossal nerve stimulation in adolescents with Down syndrome and obstructive sleep apnea: a systematic review and meta-analysis. *Front Neurol*. 2022;13:1037926.

17. Hammond NL, Dixon MJ. Revisiting the embryogenesis of lip and palate development. *Oral Dis.* 2022;28:1306–26.
18. Bush JO, Jiang R. Palatogenesis: morphogenetic and molecular mechanisms of secondary palate development. *Development.* 2012;139:231–43.
19. Rodrigues AR, Yakushiji-Kaminatsui N, Atsuta Y, Andrey G, Schorderet P, Duboule D, et al. Integration of Shh and Fgf signaling in controlling Hox gene expression in cultured limb cells. *Proc Natl Acad Sci U S A.* 2017;114:3139–44.
20. Rice R, Connor E, Rice DP. Expression patterns of Hedgehog signalling pathway members during mouse palate development. *Gene Expr Patterns.* 2006;6:206–12.
21. Pauws E, Hoshino A, Bentley L, Prajapati S, Keller C, Hammond P, et al. Tbx22 null mice have a submucous cleft palate due to reduced palatal bone formation and also display ankyloglossia and choanal atresia phenotypes. *Hum Mol Genet.* 2009;18:4171–9.
22. De Angelis D, Riboli F, Gibelli D, Cappella A, Cattaneo C. Palatal rugae as an individualising marker: reliability for forensic odontology and personal identification. *Sci Justice.* 2012;52:181–4.
23. Patil MS, Patil SB, Acharya AB. Palatine rugae and their significance in clinical dentistry: a review. *J Am Dent Assoc.* 2008;139:1471–8.
24. Taneva E, Evans C, Viana G. 3D evaluation of palatal rugae in identical twins. *Case Rep Dent.* 2017;2017:1.
25. Chong JA, Mohamed AMFS, Pau A. Morphological patterns of the palatal rugae: a review. *J Oral Biosci.* 2020;62:249–59.
26. Doyle ME, Premathilake HU, Yao Q, Mazucanti CH, Egan JM. Physiology of the tongue with emphasis on taste transduction. *Physiol Rev.* 2023;103:1193–1246.
27. Blanco L, Bollini G, Atencio JP. Nueva propuesta de clasificación, codificación y análisis de las rugas palatinas. *La Zaranda Ideas.* 2019;17:53–65.
28. Bhayana G, Kumar A, Atreja G, Atreja G, Juneja A. Palatoscopy: a novel tool in human identification. *Am J Oral Med Radiol.* 2015;2:37–9.
29. Fonseca GM, Flórez CDR. Propuesta de codificación y análisis de rugosidades palatinas para su aplicación en odontología antropológica y forense. *Oral.* 2009;10:518–23.
30. Nanda A, Singh J. *Forensic odontology: a handbook for human identification.* Sharjah: Bentham Science Publishers; 2023.
31. Hauser G, Daponte A, Roberts MJ. Palatal rugae. *J Anat.* 1989;165:237–49.
32. Matabuena Rodríguez M, Diz Dios P, Cadarso-Suárez C, Diniz-Freitas M, Outumuro Rial M, Abeleira Pazos MT, et al. Reassessment of fluctuating dental asymmetry in Down syndrome. *Sci Rep.* 2017;7:16679.
33. Gupta AA, Kheur S, Alshehri A, Awadh W, Ahmed ZH, Feroz SMA, et al. Is palatal rugae pattern a reliable tool for personal identification following orthodontic treatment? A systematic review and meta-analysis. *Diagnostics (Basel).* 2022;12:418.
34. Willmann C, Deschamps A, Taddei-Gross C, Musset A, Lai C, Etienne O. Intraoral optical impression versus conventional impression for fully edentulous maxilla: an in vivo comparative study. *Int J Comput Dent.* 2024;27:19–26.
35. Shetty RM, Pashine A, Shetty S, Mishra H, Walia T, Shetty SR, et al. Minor physical anomalies including palatal rugae pattern and palatal dimensions in children with sickle cell disease: a cross-sectional analytical study. *Heliyon.* 2024;10:e24623.
36. Taneva ED, Johnson A, Viana G, Evans CA. 3D evaluation of palatal rugae for human identification using digital study models. *J Forensic Dent Sci.* 2015;7:244–52.

37. Roselli L, Mele F, Suriano C, Santoro V, Catanesi R, Petruzzi M. Palatal rugae assessment using plaster model and dental scan: a cross-sectional comparative analysis. *Front Oral Health*. 2024;5:1456377.
38. Farronato M, Begnoni G, De Boodt L, Thevissen P, Willems G, de Llano-Pérula MC. Are palatal rugae reliable markers for 3D superimposition and forensic human identification after palatal expansion? a systematic review. *Forensic Sci Int*. 2023;351:111814.
39. Vag J, Stevens CD, Badahman MH, Ludlow M, Sharp M, Brenes C, et al. Trueness and precision of complete arch dentate digital models produced by intraoral and desktop scanners: an ex-vivo study. *J Dent*. 2023;139:105028.
40. Yang Z, Xu T, Jiang R. Deviations in palatal region between indirect and direct digital models: an in vivo study. *BMC Oral Health*. 2019;19:251.
41. Mikolicz A, Simon B, Gáspár O, Shahbazi A, Vag J. Reproducibility of the digital palate in forensic investigations: a two-year retrospective cohort study on twins. *J Dent*. 2023;135:104562.
42. Fatima F, Fida M, Shaikh A. The association between palatal rugae pattern and dental malocclusion. *Dent Press J Orthod*. 2019;24:39.e1–7.
43. Saadeh M, Ghafari JG, Haddad RV, Ayoub F. Palatal rugae morphology in an adult Mediterranean population. *J Forensic Odontostomatol*. 2017;35:21–32.
44. Thomas T, Thomas JT, Karthiga KS, Aldhuwayhi S, Alroomy R, Uthappa R, et al. Application of calcorrugoscopy for assessing variations in palatal rugae pattern among the native population of Riyadh province in Saudi Arabia. *Indian J Sci Technol*. 2022;15:243–52.
45. Sheikhi M, Zandi M, Ghazizadeh M. Assessment of palatal rugae pattern for sex and ethnicity identification in an Iranian population. *Dent Res J (Isfahan)*. 2018;15:50–6.
46. Zhang T, Yu J, Shangguan H, Kyung H, Wu X, Bing L. Correlation between the anatomical morphology of palatal rugae and sex. *Int J Morphol*. 2022;40:98–101.
47. Andrade RNM, de Andrade Vieira W, de Macedo Bernardino Í, Franco A, Paranhos LR. Reliability of palatal rugoscopy for sexual dimorphism in forensic dentistry: a systematic literature review and meta-analysis. *Arch Oral Biol*. 2019;97:25–34.
48. Alvarez-Solarte H, Sierra-Alzate V, Sanchez-Garzon J, Botero-Mariaca P. Palate shape and size and palatal rugae morphology of children with anterior open bite and normal vertical overbite. *J Forensic Odontostomatol*. 2018;36:34–43.
49. Shieh WY, Wang CM, Cheng HYK, Imbang TI. A multisensor analytic model for evaluating tongue pressure and swallowing coordination. *Sensors (Basel)*. 2021;21:2603. doi:10.3390/s21082603.
50. Makrygiannakis MA, Konstantonis D, Vastardis H, Athanasiou AE, Halazonetis DJ. Palatal rugae change shape following orthodontic treatment: a comparison between extraction and non-extraction borderline cases using fractal analysis and 3D superimposition. *Eur J Orthod*. 2024;47:1–9.
51. Soler Alcaraz S. Comparación de la dimensión fractal radiográfica periimplantaria usando la ostectomía convencional o la de baja velocidad, y análisis de la evolución de la dimensión fractal en los biomateriales utilizados en elevaciones sinusales e implantes dentales inmediatos [thesis]. Murcia: Universidad de Murcia; 2023.

ANEXO I



Formulario de consentimiento informado

D/Da. [REDACTED], con DNI [REDACTED] o [REDACTED], con DNI [REDACTED] como su tutor/a en pleno uso de mis facultades, libre y voluntariamente,

Declaro,

1. Que he sido informado/a y comprendo la necesidad y fines de ser atendido/a por los/las **Facultativos/as del Grado en Odontología** de la Facultad de Medicina y Odontología de la Universidad de Santiago de Compostela.
2. Que he sido informado/a de las alternativas posibles del tratamiento.
3. Que acepto la realización de cualquier prueba diagnóstica necesaria para el tratamiento odontológico, incluyendo estudios radiográficos, fotografías, interconsultas o cualquier otro método que sea propuesto para conocer el estado de salud general y establecer el diagnóstico odontológico (si bien algunas pruebas complementarias de diagnóstico podrían requerir de un formulario específico de consentimiento informado).
4. Que comprendo la necesidad de realizar, si es preciso, procedimientos odontológicos tanto de carácter conservador como quirúrgico, que pueden requerir la administración de anestesia local y eventualmente sedación farmacológica, y/o técnicas de estabilización protectora siempre bajo el criterio y la supervisión de los/las Facultativos/as.
5. Que comprendo los posibles riesgos y complicaciones derivados de los procedimientos odontológicos, y que en el presente caso su duración e intensidad pueden ser variables y excepcionalmente irreversibles. Comprendo también que la Odontología no es una ciencia exacta, por lo que no existen garantías sobre el resultado exacto de los tratamientos proyectados.
6. Que además de esta información que he recibido, seré informado/a de la evolución de los procesos de manera verbal y/o escrita si fuera necesario, y siempre a criterio del/la odontólogo/a responsable.
7. Que si surgiese cualquier situación inesperada o sobrevenida durante la intervención o tratamiento, autorizo a los/las integrantes del equipo odontológico a realizar cualquier procedimiento o maniobra distinta de las proyectadas o usuales que a su juicio estimase oportuna para la resolución, en su caso, de la complicación surgida.
8. Que se me ha sido explicado que durante la realización del tratamiento y para prolongar su posterior conservación, es imprescindible mantener una higiene oral escrupulosa y efectuar visitas periódicas de control (clínico, radiográfico, fotográfico o aplicando otras pruebas complementarias de diagnóstico). La omisión de estas medidas puede provocar resultados inesperados y empobrecer el pronóstico del tratamiento efectuado.
9. Que todos los registros, pruebas diagnósticas, procedimientos y resultados relacionados con la atención odontológica de mi representado/a, podrán ser utilizados por a los docentes/investigadores/alumnado (bajo supervisión) del Grado en Odontología en cualquier tipo de soporte audiovisual con fines docentes, investigadores o divulgativos.

DOY EL CONSENTIMIENTO a los docentes/investigadores/alumnado (bajo supervisión) de la Facultad de Medicina y Odontología y por extensión a sus colaboradores, para realizar el tratamiento pertinente, entendiendo que puedo retirar ese consentimiento cuando así lo desee.

En Santiago de Compostela, a [REDACTED]

El Paciente: [REDACTED]
El/la tutor/a: [REDACTED]
El facultativo: [REDACTED]

ANEXO II



Formulario de consentimiento informado

D/Da. [REDACTED], como tutora de la paciente [REDACTED] [REDACTED]
[REDACTED], con NIF [REDACTED] en pleno uso de mis facultades, libre y voluntariamente,

Declaro,

1. Que he sido informado/a y comprendo la necesidad y fines de ser atendido/a por los/las **Facultativos/as de la Unidad de Odontología para Personas con Necesidades Especiales** de la Facultad de Medicina y Odontología de la Universidad de Santiago de Compostela.
2. Que he sido informado/a de las alternativas posibles del tratamiento.
3. Que acepto la realización de cualquier prueba diagnóstica necesaria para el tratamiento odontológico, incluyendo estudios radiográficos, fotografías, interconsultas o cualquier otro método que sea propuesto para conocer el estado de salud general y establecer el diagnóstico odontológico (si bien algunas pruebas complementarias de diagnóstico podrían requerir de un formulario específico de consentimiento informado).
4. Que comprendo la necesidad de realizar, si es preciso, procedimientos odontológicos tanto de carácter conservador como quirúrgico, que pueden requerir la administración de anestesia local y eventualmente sedación farmacológica, y/o técnicas de estabilización protectora siempre bajo el criterio y la supervisión de los/las Facultativos/as.
5. Que comprendo los posibles riesgos y complicaciones derivados de los procedimientos odontológicos, y que en el presente caso su duración e intensidad pueden ser variables y excepcionalmente irreversibles. Comprendo también que la Odontología no es una ciencia exacta, por lo que no existen garantías sobre el resultado exacto de los tratamientos proyectados.
6. Que además de esta información que he recibido, seré informado/a de la evolución de los procesos de manera verbal y/o escrita si fuera necesario, y siempre a criterio del/la odontólogo/a responsable.
7. Que si surgiese cualquier situación inesperada o sobrevenida durante la intervención o tratamiento, autorizo a los/las integrantes del equipo odontológico a realizar cualquier procedimiento o maniobra distinta de las proyectadas o usuales que a su juicio estimase oportuna para la resolución, en su caso, de la complicación surgida.
8. Que se me ha sido explicado que durante la realización del tratamiento y para prolongar su posterior conservación, es imprescindible mantener una higiene oral escrupulosa y efectuar visitas periódicas de control (clínico, radiográfico, fotográfico o aplicando otras pruebas complementarias de diagnóstico). La omisión de estas medidas puede provocar resultados inesperados y empobrecer el pronóstico del tratamiento efectuado.
9. Que todos los registros, pruebas diagnósticas, procedimientos y resultados relacionados con la atención odontológica de mi representado/a, podrán ser utilizados por los facultativos de la Unidad de Odontología para Personas con Necesidades Especiales en cualquier tipo de soporte audiovisual con fines docentes, investigadores o divulgativos.

DOY EL CONSENTIMIENTO a los miembros de la Unidad de Odontología para Personas con Necesidades Especiales de la Facultad de Medicina y Odontología y por extensión a sus colaboradores, para realizar el tratamiento pertinente, entendiendo que puedo retirar ese consentimiento cuando así lo desee.

En Santiago de Compostela, a [REDACTED]

El Paciente [REDACTED]

El/la tutor/a: [REDACTED]

El facultativo: [REDACTED]

ANEXO III

COMPROMISO DE CONFIDENCIALIDAD (Anexo 3)

D.Elisa María Carrera Domínguez con... D.N.I./NIF/NIE. [REDACTED] en la condición estudiante de 5º curso del Grado de Odontología de la USC:

Declara que,

1. Reconoce que los pacientes tienen derecho al respeto de su personalidad, dignidad humana e intimidad y a la confidencialidad de toda la información relacionada con su proceso.
2. También reconoce que los pacientes tienen derecho a que se respete el carácter confidencial de los datos referentes a su salud, y a que nadie pueda acceder a ellos sin previa autorización.
3. De acuerdo con el artículo 10 de la Ley Orgánica 15/1999, de 13 de diciembre, de Protección de Datos de Carácter Personal, reconoce que tiene el deber de mantener secreto respecto a la información a la que acceda en el desarrollo de su actividad, comprometiéndose a prestar el máximo cuidado y confidencialidad en el manejo y custodia de cualquier información/documentación durante su periodo formativo y una vez concluido el mismo.
4. Reconoce que no procede transferir, duplicar o reproducir todo o parte de la información a la que tenga acceso con motivo de su actividad en el Centro, no pudiendo utilizar los datos proporcionados por el mismo para finalidades distintas a la formación, o aquellas otras para las que fuera autorizado por la dirección del Centro.
5. Conoce y acepta el Protocolo mediante el que se determinan pautas básicas destinadas a asegurar y proteger el derecho a la intimidad del paciente por los alumnos relacionados con las Ciencias de la Salud.
6. Está enterado de que es responsable personal de acatar el deber de confidencialidad y de que su incumplimiento puede tener consecuencias penales, disciplinarias o incluso civiles.

Por todo ello se compromete a que su conducta en el Centro Sanitario se adecue a lo previsto en los apartados anteriores de esta declaración responsable, que se suscribe por duplicado,

En,...Santiago de Compostela a,11.... de.....Febrero de...2025

Fdo.:



ANEXO IV



COMITÉ DE ÉTICA EN INVESTIGACIÓN DA USC

Tel. 982823558

Correo electrónico: comite.etica.investigacion@usc.es

Visto o informe realizado por D./Da **Julián Álvarez Escudero**, responsable da **Comisión do Traballo Fin de Grao en Odontoloxía da Facultade de Medicina e Odontoloxía**, órgano responsable da revisión e informe previo das propostas de traballos académicos do tipo proxecto de investigación e/ou intervención con seres humanos, as súas mostras e os seus datos das titulacións adscritas a este Centro en canto o cumprimento das condicións e requisitos esixidos para ser informado favorablemente polo Comité de Ética na Investigación da USC

O Comité de Ética na Investigación da USC da o visto e praxe a proposta titulada **“Características de las rugas palatinas en individuos con Síndrome de Down”** presentada por D./Da. **Elisa María Carrera Domínguez**, baixo a titorización de D./Da. **Márcio Diniz Freitas**.

Lugo, 6 de marzo de 2025

O Presidente do Comité de Ética na Investigación da USC

Asdo. J. Manuel Cifuentes Martínez