

FRECUENCIA DE CELDILLAS FRONTALES Y VARIABILIDAD INTEROBSERVADOR DE LA CLASIFICACIÓN INTERNACIONAL DE LA ANATOMÍA DEL SENOS FRONTAL ENTRE DIFERENTES ESPECIALIDADES

FRONT CELLS FREQUENCY AND INTER-OBSERVER VARIABILITY OF THE INTERNATIONAL CLASSIFICATION OF FRONTAL SINUS AMONG DIFFERENT SPECIALTIES

Diana C. Valencia ¹, Nathaly Hoepfner², Natalia Montes ³, Damian Martinez ⁴, Gustavo Vanegas⁵, David Bedoya⁶

¹ Residente de otorrinolaringología de la Universidad de Antioquia. ORCID: 0000-0003-1821-7358

² Residente de otorrinolaringología de la Universidad de Antioquia, ORCID: 0000-0001-8404-5502 .

³ Neurorradióloga. Ayudas diagnósticas SURA.

⁴ Magíster en ciencias clínicas, Universidad de Antioquia. ORCID: 0000-0002-6580-972X

⁵ Otorrinolaringólogo, Universidad de Antioquia. ORCID: 0000-0003-1570-5102

⁶ Otorrinolaringólogo, rinólogo. Salud Sura, Universidad de Antioquia. ORCID: 0000-0002-1009-178

RESUMEN.

Introducción: La complejidad anatómica de la vía de drenaje del seno frontal radica en la variabilidad de las celdillas frontales, en su espacio reducido y en la cercanía con estructuras intracraneanas, orbitarias y vasculares. La clasificación internacional del seno frontal (IFAC) surge buscando mayor precisión en la nomenclatura anatómica, mejor reproducibilidad y aplicabilidad quirúrgica con respecto a otras clasificaciones descritas en el pasado.

Objetivo: Determinar la variabilidad interobservador de la IFAC entre evaluadores con diferentes niveles de formación y establecer la frecuencia con la que se observan los diferentes tipos de celdillas frontales.

Diseño del estudio: Observacional, descriptivo de tipo transversal.

Métodos: Evaluación de la vía de drenaje del seno frontal de acuerdo a la IFAC en 143 tomografías computarizadas de senos paranasales por tres evaluadores con diferentes niveles de formación (rinólogo, neurorradiólogo y residente de cuarto año de otorrinolaringología). Se evaluó la variabilidad interobservador teniendo en cuenta las diferentes combinaciones de celdillas por cada compartimiento (anterior, posterior y medio).

Resultados: De las 143 tomografías (286 senos frontales), 83 (58%) fueron mujeres. Se encontró concordancia baja a aceptable entre evaluadores. La peor concordancia fue observada con las celdillas mediales (Kappa de 0,1945 en lado derecho y de 0,3073 en el lado izquierdo), y la mejor concordancia, con las celdillas posteriores (Kappa de 0,4024 en lado derecho y de 0,4313 en el lado izquierdo). El tipo de celdilla más frecuente fue la agger nassi (94% derecho - 93% izquierdo), supra bullar (93% derecho y 97% izquierdo), supra agger (53% derecho, 56% izquierdo).

Conclusiones: Nuestro estudio arroja alta variabilidad interobservador de la IFAC entre diferentes especialidades y niveles de formación, lo que sugiere que la interpretación de esta escala puede estar influenciada por múltiples factores. Entre estos, la subjetividad de cada lectura y la gran variabilidad de combinaciones que pueden surgir entre las celdillas de cada compartimiento (anterior, posterior y medio).

Palabras clave: Seno frontal, clasificación seno frontal, cirugía endoscópica nasosinusal, tomografía computarizada, receso frontal.

ABSTRACT

Introduction: The anatomical complexity of frontal sinus drainage pathway lies in the variability of the frontal cells, in their reduced space, and the proximity with intracranial, orbital, and vascular structures. The international classification of the frontal sinus (IFAC) arises looking for greater precision in the anatomical nomenclature, better reproducibility, and surgical applicability concerning the classifications described in the past.

Objective: To determine the interrater reliability of the IFAC between evaluators with different levels of training and to establish the frequency with which the different types of frontal cells are observed.

Study design: Observational, descriptive, cross-sectional.

Methods: Evaluation of the frontal sinus drainage path according to IFAC in 143 paranasal sinuses computed tomography by three evaluators with different levels of training (rhinologist, neuroradiologist, and fourth-year otolaryngology resident). The interrater reliability was evaluated considering the different combinations of cells for each compartment (anterior, posterior, and middle).

Results: Of the 143 CT scans (286 frontal sinuses), 83 (58%) were women. Low to an acceptable agreement was found between raters. The worst agreement was observed with the medial cells (Kappa of 0.1945 on the right side and 0.3073 on the left side), and the best agreement, with the posterior cells (Kappa of 0.4024 on the right side and 0.4313 on the left side). The most frequent type of cell was the agger nassi (94% right - 93% left), supra bullar (93% right and 97% left), supra agger (53% right, 56% left).

Conclusions: Our study shows high interrater reliability of the IFAC, between different specialties and levels of training, which suggests that the interpretation of this scale may be influenced by multiple factors. Among these, the different levels of training, the subjectivity of each observation, and the great variability of combinations that can arise between the cells of each compartment (anterior, posterior, and middle).

Key words: Frontal sinus, frontal sinus classification, endoscopic sinonasal surgery, computed tomography, frontal recess.

INTRODUCCIÓN

La comprensión de las variantes anatómicas del seno frontal y su vía de drenaje, así como las estructuras adyacentes, es esencial para lograr una intervención quirúrgica exitosa (1)(2)(3)(4). En términos generales, la vía de drenaje del seno frontal incluye el infundíbulo, el ostium y el receso frontal. La región más estrecha es el ostium, el cual se encuentra limitado anteriormente por el beak del frontal, una prominencia ósea de tamaño variable (5)(6). Por su parte, el receso frontal está conformado por celdillas procedentes de la porción anterosuperior del hueso etmoidal, presentando un tamaño y forma variables (6)(7). La vía de drenaje del seno frontal desembocará en diferentes zonas de acuerdo a la inserción de la porción anterior del proceso uncinado, confluyendo en el infundíbulo etmoidal cuando ésta se inserta en la base del cráneo, y en el meato medio cuando ésta se inserta en la lámina papirácea (6). El abordaje quirúrgico al seno frontal ocurre entre la órbita lateralmente, la base del cráneo posteriormente y la fosa olfatoria medialmente (1)(8), por lo que estos límites de disección y su área reducida explican un mayor riesgo quirúrgico de complicaciones y de estenosis (3)(7). Así mismo, al tratarse de una zona estrecha y con disposición variable de las celdillas que ocupan la vía de drenaje del receso frontal, la inadecuada manipulación y remoción de las mismas, constituyen una causa frecuente de falla de la intervención o recurrencia de la enfermedad (1)(9).

En este orden de ideas, la tomografía computarizada se ha convertido en la herramienta que nos permite predecir con mayor precisión la estructura tridimensional de las celdillas que conforman la vía de drenaje del seno frontal, siendo así una pieza fundamental en la creación del plan quirúrgico encaminado a la remoción de cada celdilla para una disección más completa y segura del receso frontal (3)(10)(2).

Se han descrito diversas clasificaciones intentando estandarizar los hallazgos anatómicos de la vía de drenaje del seno frontal. Una de las clasificaciones más conocidas ha sido la de Bent y Kuhn (11), la cual divide las celdillas frontales en cuatro tipos: Tipo 1: única celdilla superior al agger nasi que no se extiende dentro del seno frontal. Tipo 2: dos o más celdillas sobre el agger nasi que no se extienden dentro del seno frontal. Tipo 3: una o más celdillas sobre el agger nasi que sobrepasan el ostium del frontal. Tipo 4: celdilla aislada en el seno frontal y unida a la tabla anterior (11)(5). El inconveniente con esta clasificación es que a pesar de ser amigable, únicamente describe las celdillas anteriores. La posición europea en terminología anatómica de la nariz y senos paranasales (EPOS, del inglés: *European position paper on the anatomical terminology of the internal nose and paranasal sinuses*) (12), propone clasificar las celdillas frontales como anterior o posterior y medial o lateral, pero sin profundizar en las relaciones anatómicas entre sí, falencia importante a la hora del planeamiento quirúrgico. Posteriormente, Pianta et al. (13) propusieron la clasificación agger bullar (ABC) basándose más en compartimientos que en criterios morfológicos. Con el fin de contrarrestar estas inconsistencias y de mejorar la comunicación entre cirujanos, en el año 2016 un consenso de rinólogos expertos a nivel mundial publica la clasificación internacional del seno frontal (IFAC, del inglés: *International Frontal Sinus Anatomy Classification*) (Tabla 1) (14)

Con el presente estudio buscamos determinar la variabilidad interobservador de esta clasificación entre evaluadores con diferentes especialidades y niveles de formación, y establecer la frecuencia con la que se observan los diferentes tipos de celdillas frontales.

MATERIALES Y MÉTODOS

Diseño del estudio.

Se realizó un estudio observacional, analítico de tipo transversal, basado en las tomografías computarizadas de senos paranasales realizadas en el servicio de radiología de Sura - ayudas diagnósticas, Medellín, Colombia, durante el período de diciembre de 2019 a diciembre de 2020.

Protocolo de reclutamiento y evaluación de imágenes.

Los estudios tomográficos fueron seleccionados de forma aleatoria por un observador independiente tomando como fuente una base de datos retrospectiva de tomografías realizadas en el último año en este centro diagnóstico. Estas imágenes fueron enviadas en formato DICOM y sin datos de identificación a uno de los investigadores, quién de acuerdo a los criterios de inclusión y exclusión, eligió las tomografías requeridas para el tamaño de muestra. Se incluyeron pacientes mayores de 18 años, a quienes se les realizaron tomografías de senos paranasales con técnica de alta resolución, con cortes submilimétricos e isovolumétricos, permitiendo reconstrucciones multiplanares. Adicionalmente, se excluyeron pacientes con presencia de fracturas maxilofaciales con compromiso del seno frontal o etmoidal, tumores rinosinuales con compromiso de la vía de drenaje del seno frontal, antecedentes de cirugía endoscópica de senos paranasales, engrosamiento mucoso mayor a 2 milímetros e hipoplasia y / o aplasia del seno frontal.

La toma de imágenes se realizó con tomógrafo multidetector de 16 o 64 canales, se adquirieron imágenes axiales con un grosor de corte submilimétrico (0,5 - 0,625 mm) e isovolumétrico, desde el hueso frontal hasta el hueso maxilar superior en algoritmo y ventana para hueso, y se hizo una reconstrucción prospectiva en algoritmo y ventana para tejidos blandos. Posteriormente, se realizaron reconstrucciones multiplanares (MPR, *del inglés: multiplanar reformation*) en el plano axial (paralelo al paladar duro), en el plano sagital (de derecha a izquierda) y en el plano coronal (perpendicular al paladar duro). No se recortó nariz ni canal auditivo externo. La adquisición tridimensional (3D) se obtuvo desde las reconstrucciones de algoritmo de tejidos blandos.

Las imágenes tomográficas fueron leídas por tres evaluadores [rinólogo (DB), neurorradiólogo (NM), residente de cuarto año de otorrinolaringología (DCV)] de forma independiente, todos familiarizados con la clasificación internacional de la anatomía del seno frontal (IFAC). Para la lectura se empleó el software Horos versión 4.0 (NM y DCV) y el software Radiant versión 2020.1 (DB) en donde se realizó la evaluación con reconstrucción triplanar de las imágenes (Figura 2). Todo el proceso fue por vía electrónica y no presencial por las medidas de distanciamiento social y aislamiento durante la pandemia de la COVID-19 (*del inglés: coronavirus disease 2019*). Previo al inicio del análisis tomográfico por parte de los tres evaluadores, se hizo una prueba piloto con 10 tomografías con el fin de verificar las condiciones técnicas de las mismas, el funcionamiento del software de lectura y precisar las definiciones de la clasificación.

Este trabajo fue aprobado por el comité de ética en investigación – Ayudas diagnósticas Sura y clasificado como investigación sin riesgo, dado que no se tuvo acceso a la identificación de los pacientes ni a la historia clínica, excepto edad y género.

PLAN DE ANÁLISIS.

El cálculo del tamaño de muestra fue realizado empleando el software estadístico Epidat® para estudios de concordancia. Se consideró un Kappa esperado de 0,9 y una proporción de acuerdo entre los observadores de 80%, una confianza de 95% y un intervalo de confianza (IC) 95% 0,81 - 0,99. Estos datos fueron tomados del estudio de Villareal y colaboradores en 2018 (10).

La información se recolectó usando un formulario diseñado para este fin. Las variables cuantitativas se sometieron a la prueba de Shapiro wilks para verificar normalidad, y descritas a través de medianas y rangos intercuartílicos; para el análisis de concordancia se calculó con el Kappa de Cohen con una ponderación de pesos cuadráticos en todas las observaciones. Se realizó un análisis inicial para múltiples observadores y múltiples categorías, calculando los intervalos de confianza para Kappa, aplicando la técnica jackknife.

Previendo alta variabilidad en las observaciones debido a las múltiples categorías que se configuraron, se planteó un análisis por parejas de observadores. Se obtuvieron Kappas ponderados por pesos cuadráticos para cada comparación y se realizó una comparación de Kappas entre las tres observaciones; neuroradiólogo frente a rinólogo, rinólogo frente a residente y residente frente a neurorradiólogo.

RESULTADOS

Se analizaron un total de 143 tomografías incluyendo 286 senos frontales de pacientes con una mediana de edad de 37 años (RIQ 16) en donde 60 (42%) fueron hombres y 83 (58%) mujeres, con una mediana de edad de 36,5 años (RIQ 19) y 37 años (RIQ 14) respectivamente. El proceso de recolección de las tomografías se expone en la figura 1.

El número total de observaciones entre los tres evaluadores fue de 429, y sobre esta cifra, se determinó la frecuencia de cada tipo de celdilla. El tipo de celdilla más frecuente fue la agger nassi (94% derecho - 93% izquierdo), seguida de la supra bullar (93% derecho y 97% izquierdo). La celdilla septal frontal fue la menos común (16% derecho y 13% izquierdo). En la tabla 2 se describe la frecuencia de observaciones por cada celdilla.

Tomando la IFAC (Tabla 1) como guía metodológica se buscó evaluar la concordancia global de la clasificación entre los tres evaluadores y seis categorías, correspondientes a los seis tipos de celdillas. Los Kappa global para cada compartimiento, con todas las posibles combinaciones entre celdillas que se configuraron en las observaciones de los tres evaluadores fueron muy bajos: 0,1721 (IC 95%; 0,2185 a 0,3712) para el compartimiento

anterior; -0,2844 (IC 95%; -0,3276 a -0,2413) para el medio y 0,0094 (IC 95%; 0,1716 a 0,3085) para el posterior .

Ante esto, se realizaron análisis de concordancia para cada compartimiento y las categorías conformadas por las combinaciones entre los diferentes tipos de celdillas, limitando a dos el número de observadores. En el proceso de determinar la frecuencia de cada tipo de celdilla y de la diferencia interobservador con base en las combinaciones derivadas de la interpretación de cada evaluador, se requirió hacer un consenso de los resultados en 48 tomografías que mostraron discrepancia en el número y tipo de combinaciones de celdillas. En 34 de estas tomografías, se definió el tipo de combinación concluyente cuando 2 de 3 evaluadores estaban de acuerdo. En las 14 tomografías restantes, en donde hubo discordancia entre los 3 evaluadores, se realizó un consenso entre los mismos.

En la Tabla 3 se presentan las observaciones con mejor concordancia y las combinaciones de celdillas más frecuentes con sus respectivas proporciones de acuerdo a los mayores Kappas observados. El mayor acuerdo se presentó entre el residente y el rinólogo para las celdillas posteriores derechas e izquierdas [Kappa 0,586 (IC95%; 0,4586 - 0,7140) y 0,6017 (IC95%; 0,4585 - 0,7450)] respectivamente. La peor concordancia fue observada con las celdillas mediales, y la mejor concordancia, con las celdillas posteriores; pero esto, después del consenso, ya que antes del mismo las celdillas que obtuvieron mejor concordancia fueron las anteriores. Por último, se compararon los Kappas de las tres observaciones para cada compartimiento con el fin de determinar si hubo diferencias significativas. (Tabla 4)

DISCUSIÓN

Se han propuesto diversos sistemas de clasificación de las celdillas del receso frontal, en su mayoría con falencias al no brindar información suficiente sobre estructuras relacionadas, al ser poco aplicables quirúrgicamente, y/o al presentar dificultades para su interpretación (14). A raíz de estas inconsistencias, surge la clasificación internacional de la anatomía del seno frontal con el fin de unificar conceptos, mejorar la comunicación entre cirujanos y aportar un mayor entendimiento de los pasos necesarios en la cirugía endoscópica del seno frontal (14)(15)(16). Sin embargo, esta clasificación no está exenta de la interpretación subjetiva, ya que si bien, con el advenimiento de las tomografías computarizadas con reconstrucciones multiplanares y volumétricas se ha logrado una estimación más precisa de las estructuras en los senos paranasales, su interpretación sigue siendo observador dependiente. (17). En el presente estudio nos planteamos determinar la variabilidad interobservador de la IFAC entre evaluadores con diferentes niveles de formación, y así mismo, estimar la frecuencia de las celdillas del receso frontal observada en las imágenes incluidas.

En nuestra investigación encontramos una alta variabilidad interobservador al emplear la IFAC. Inicialmente, al evaluar la concordancia entre los tres evaluadores, los Kappa global obtenidos fueron muy bajos. Estos resultados se debieron a que cada compartimiento (anterior, medio y posterior) puede tener sus propias combinaciones de celdillas dependiendo no solo de la variabilidad interobservador sino también de la configuración anatómica de cada paciente, haciendo muy difícil un análisis de la concordancia en general de la clasificación y sugiriendo que la IFAC se comporta más como una guía anatómica.

Aún cuando limitamos a dos el número de evaluadores, fue evidente una alta variabilidad interobservador con una concordancia de mala a aceptable. La concordancia más baja fue observada en las celdillas mediales y la más alta, en las celdillas posteriores. Este resultado se dió después del consenso realizado que buscó equiparar la discrepancia en el número y tipo de combinaciones de celdillas de varias tomografías, ya que antes de éste, las celdillas que obtuvieron mejor concordancia fueron las anteriores. Cabe mencionar que incluso llegar a común acuerdo entre los tres evaluadores durante el consenso no fue fácil, debido a que la clasificación puede dar pie a interpretaciones subjetivas sin lograr una discriminación precisa.

Una de las razones a las que se puede atribuir la menor concordancia entre las celdillas mediales, es que en un solo plano tomográfico, por lo general coronal o sagital, es frecuente encontrar celdillas semejantes a las mediales, que al ser evaluadas cuidadosamente en el plano axial, muchas de estas celdillas no se cierran completamente, lo que genera controversia al poder ser interpretadas como celdillas o como curvaturas pronunciadas de septaciones frontales. En la figura 3 exponemos un ejemplo de esto.

Nuestros resultados difieren de los obtenidos en los dos principales estudios que evaluaron la concordancia interobservador de la clasificación entre evaluadores con el mismo nivel de formación. De éstos, el estudio de Villarreal y colaboradores (10), describió la variabilidad intra e interobservador de la IFAC a través de la lectura de 42 tomografías computarizadas de senos paranasales a cargo de 15 rinólogos, encontrando un alto nivel de acuerdo interobservador [Kappa 0.7247 a 1.0, coeficiente de correlación interclase (ICC) 0.98] y muy alta reproducibilidad de los resultados intraobservador [Kappa 0.8613 a 1.0, ICC 0.98]; la metodología de lectura de las tomografías fue basada en un cuestionario donde únicamente se analizaron imágenes aisladas que tenían marcación de cada celdilla a evaluar según la IFAC (10). El otro estudio en mención es el de Choby y colaboradores (15), en donde tres otorrinolaringólogos evaluaron la anatomía del receso frontal basada en la IFAC, en población caucásica principalmente y sin patología nasosinusal. Se incluyeron 100 tomografías computarizadas de senos paranasales, en donde se reportó reproducibilidad confiable (de buena a excelente) utilizando análisis ICC por cada tipo de celdilla, siendo la celdilla supra agger la que obtuvo mayor reproducibilidad (ICC de 0.86-0.92, IC 95%), mientras que la celdilla suprabullar frontal obtuvo la menor reproducibilidad (ICC 0.63-0.77, IC 95%) (15). La discrepancia entre estos dos estudios y el nuestro puede atribuirse a las diferencias metodológicas empleadas y al tipo de formación de los evaluadores.

En el mejor de nuestro conocimiento, encontramos que el presente estudio es el único en evaluar la variabilidad interobservador de la IFAC entre diferentes especialidades y niveles de formación, basándose en los múltiples tipos de combinaciones de celdillas que pueden derivarse por cada compartimiento. Si bien, el evaluar múltiples categorías puede reducir los valores Kappa y contribuir a la baja concordancia interobservador reportada en esta investigación, también demuestra una mayor aplicabilidad clínica ya que cada paciente puede presentar diferentes combinaciones de celdillas que deben ser tenidas en cuenta en su totalidad durante el planeamiento quirúrgico.

También consideramos que otros factores como la falta de entrenamiento en la interpretación de la IFAC, así como la utilización del software de lectura radiológica diferente entre los evaluadores (Radiant por DB y Horos por NM y DCV), pudieron contribuir al bajo acuerdo interobservador, esto último explicado por las medidas de aislamiento tomadas durante la pandemia del COVID-19.

En cuanto al entrenamiento, se han realizado estudios evaluando la utilidad de los modelos tridimensionales en la enseñanza sobre la anatomía del receso frontal basada en la IFAC, reconociendo el papel del entrenamiento para la interpretación de esta escala (18)(19). Así mismo, Kholood y colaboradores, a través de cuestionarios indagan a los residentes sobre su percepción frente a la aplicabilidad clínica de la IFAC (68.8%) y sobre su actitud frente a la importancia de la comprensión de la escala (65.6%) (20).

Si bien nuestro estudio no intenta comparar el conocimiento entre varias especialidades, la mayor concordancia fue entre residente de otorrinolaringología de cuarto año y rinólogo, seguida por la encontrada entre residente de otorrinolaringología y neurorradiólogo, pero sin diferencias estadísticamente significativas.

Aunque algunas investigaciones han reportado confiabilidad y adecuada reproducibilidad de la IFAC, su validación no es posible ya que aún no se ha establecido un estándar de oro que confirme los resultados de la escala. Los sistemas de clasificación radiológicos en otras especialidades han sido validados al comparar la precisión de la clasificación en comparación con los hallazgos intraoperatorios (10)(21). Sin embargo, debido a la complejidad anatómica del receso frontal y su área reducida, la validación de los hallazgos en cirugía aun con un entrenamiento quirúrgico avanzado, no es completamente confiable (10)(21). Por lo tanto, no sería prudente hablar de una prevalencia real de los diferentes tipos de celdilla en una población basándose únicamente en la IFAC.

Empleando esta clasificación como una guía radio-anatómica, se determinó la frecuencia con la que los tres evaluadores observaron cada tipo de celdilla, encontrando que la celdilla agger nasi fue la más frecuente, seguida por la celdilla supra bullar y supra agger. La celdilla septal frontal fue la menos común. Por otro lado, cuando se hicieron las comparaciones entre dos observadores, las combinaciones reportadas más frecuentes basadas en los mejores Kappa fueron, para celdillas anteriores: celdilla agger nasi + celdilla supra agger; para celdillas posteriores: celdilla suprabullar + celdilla supra bullar frontal. Es importante aclarar que la frecuencia estimada no corresponde a la prevalencia sino al número de veces que un observador vio la celdilla al menos una vez, independiente de las combinaciones de ese compartimento

A la fecha, se han realizado algunos estudios que documentan la prevalencia de las celdillas del receso frontal de acuerdo a la IFAC, presentado variaciones importantes en cuanto a la metodología al compararlos con el nuestro. Choby et al (15), encontraron que el tipo de celdilla más prevalente fue la celdilla agger nasi en un 96.5%, seguida por celdilla suprabullar en un 72%, celdilla frontal septal en un 30%, celdilla supra agger en un 30%, celdilla etmoidal supraorbitaria en un 28.5%, celdilla supra agger frontal en un 20%, y por último la celdilla suprabullar frontal en un 5.5%(15). El estudio de Tran y colaboradores (22), utilizando el software de planificación virtual preoperatoria (*Scopis Building Blocks*), una vez escaneados por el equipo, 2 otorrinolaringólogos y un tercero en caso de no consenso en la lectura, analizaron 104 tomografías computarizadas de los senos paranasales de pacientes sin patología nasosinusal para determinar la prevalencia de celdillas frontales en una población asiática, según la clasificación de la IFAC; reportaron que el tipo de celdilla más prevalente fue la agger nasi (95.7%), seguida de la celdilla suprabullar (46.2%), celdilla etmoidal supraorbitaria (17.3%), supra agger (16.3%), supra agger frontal (13%), celdilla frontal septal (10.6%) y celdilla suprabullar frontal (4.3%), (22). Por su parte, Sommer F. et al., (16) evaluaron 249 tomografías de pacientes quienes consultaron por síntomas rinosinuales y describen que la celdilla agger nasi fue la más común (95.2%), seguida de

la suprabullar (88.8%), supra agger (49%), celdilla septal interfrontal (27.7%), suprabullar frontal (26.5%), supra agger frontal (24.9%) y finalmente, la supraorbitaria (9.2%) (16). Por último, Ospina et al (17) en el año 2020, reportaron la frecuencia de las variables anatómicas del seno frontal y realizan un estudio radioanatómico en población colombiana con características similares a la nuestra. En la lectura participaron observadores de diferentes especialidades (otorrinolaringología, rinología, neurorradiología y medicina general), quienes evaluaron 406 tomografías computarizadas de senos paranasales y reportan que la celdilla más frecuente fue la suprabullar (59.61%), seguida de la supra agger (57.88%), la etmoidal supraorbitaria (34.98%), supra agger frontal (25.12%), frontal intersinusal (24.14%), siendo la supra bullar frontal la menos frecuente (22.16%); no se reporta la frecuencia de la celdilla agger nasi (17). Ninguno de estos estudios, analiza la variabilidad interobservador entre diferentes niveles de formación y diferentes especialidades.

Los estudios que más se asemejan al nuestro son el de Somer et al (16), aunque con diferencias en la frecuencia de SOEC y FSC, y el de Ospina et al (17), en donde observamos similitud en la frecuencia de las celdillas anteriores, pero con diferencias en las proporciones de las celdillas posteriores y las mediales.

Algunas publicaciones previas han relacionado las diferentes celdillas frontales y la enfermedad inflamatoria sinusal, basándose en clasificaciones anteriores. Uno de los estudios más grandes al respecto, fue el de Meyer et al (23) en 2003 en donde se evaluaron 768 tomografías aplicando la clasificación de Kuhn, reportando que individuos con celdillas tipo III y IV tuvieron un aumento estadísticamente significativo de engrosamiento mucoso comparado con individuos sin este tipo de celdillas frontales, concluyendo que la presencia de esta configuración de celdillas frontoetmoidales no necesariamente contribuye a la rinosinusitis pero puede contribuir a la obstrucción mecánica del receso frontal (23). Así mismo, House y colaboradores (24), en 2017 revisaron 602 tomografías basándose en la clasificación de Kuhn, encontrando también que las celdillas tipo III y IV se asociaron más frecuentemente con enfermedad sinusal frontal, e igualmente, reportan mayor proporción de hombres con celdillas tipo IV y con presencia de rinosinusitis (24). Langille y colaboradores (25) también reportan asociación significativa de celdillas frontales de acuerdo a la clasificación de Kuhn con la presencia de engrosamiento mucoso en el seno frontal (25). No obstante, reportan un bajo acuerdo interobservador con dicha clasificación. Somer y colaboradores (16) evaluaron la coincidencia de signos radiológicos de opacificación con la presencia de variaciones anatómicas del receso frontal de acuerdo con la IFAC. En su estudio, no se pudo concluir una relación estadísticamente significativa entre la opacificación radiológica y las variantes anatómicas de las celdillas del receso frontal (16).

En nuestra búsqueda no encontramos estudios que correlacionen los diferentes tipos de celdillas según la IFAC con sintomatología nasosinusal, ni tampoco con los resultados quirúrgicos endoscópicos en esta localización. Esta es una oportunidad para desarrollar futuras investigaciones.

CONCLUSIONES

Un entendimiento tridimensional de la anatomía de la vía de drenaje del seno frontal es indispensable para la realización de procedimientos quirúrgicos seguros y exitosos. La IFAC brinda un entendimiento más detallado de la anatomía del receso frontal en comparación con clasificaciones previas, sin embargo, a diferencia de otros estudios que reportan una baja variabilidad interobservador, nuestro estudio arrojó baja concordancia entre evaluadores. Esto advierte sobre la subjetividad de las interpretaciones de cada observador. Dentro de nuestros hallazgos no encontramos diferencias estadísticamente significativas de la concordancia entre diferentes especialidades y niveles de formación. Por otra parte, al haber considerado en nuestra metodología las diferentes combinaciones de celdillas por compartimiento (anterior, posterior y medio), se aporta mayor confiabilidad en la medición de la concordancia y aplicabilidad clínica. Aunque no podemos hablar de prevalencia, la medición de la frecuencia de los diferentes tipos de celdillas en nuestro estudio, contribuye al entendimiento anatómico del receso frontal en nuestra población. Este estudio además nos invita a unificar conceptos entre radiólogos y otorrinolaringólogos para mejorar la comunicación y reconocer la diversidad de variantes que podemos encontrar a este nivel.

Bibliografía

1. Folbe AJ, Svider PF, Eloy JA. Anatomic Considerations in Frontal Sinus Surgery. *Otolaryngol Clin North Am* [Internet]. 2016;49(4):935–43. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.otc.2016.03.017>
2. Wormald PJ, Bassiouni A, Callejas CA, Kennedy DW, Citardi MJ, Smith TL, et al. The International Classification of the radiological Complexity (ICC) of frontal recess and frontal sinus. *Int Forum Allergy Rhinol*. 2017;7(4):332–7.
3. Wormald PJ. Three-dimensional building block approach to understanding the anatomy of the frontal recess and frontal sinus. *Oper Tech Otolaryngol - Head Neck Surg*. 2006;17(1):2–5.
4. Vázquez A, Baredes S, Setzen M, Eloy JA. Overview of Frontal Sinus Pathology and Management. *Otolaryngol Clin North Am* [Internet]. 2016;49(4):899–910. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.otc.2016.03.014>
5. Friedman M, Bliznikas D, Vidyasagar R, Landsberg R. Frontal sinus surgery 2004: Update of clinical anatomy and surgical techniques. *Oper Tech Otolaryngol - Head Neck Surg*. 2004;15(1):23–31.
6. Daniels DL, Mafee MF, Smith MM, Smith TL, Naidich TP, Brown WD, et al. The frontal sinus drainage pathway and related structures. *Am J Neuroradiol*. 2003;24(8):1618–26.
7. Adam S, DeConde, Timothy L. Smith, MD. Outcomes after Frontal Sinus Surgery: An Evidence-Based Review. *Otolaryngol Clin North Am*. 2016 August ; 49(4): 1019–1033
8. Dassi CS, Demarco FR, Mangussi-Gomes J, Weber R, Balsalobre L, Stamm AC. The frontal sinus and frontal recess: Anatomical, radiological and surgical concepts. *Int Arch Otorhinolaryngol*. 2020;24(3):364–75.
9. Philpott CM, Mckiernan DC, Javer AR. Selecting the Best Approach to the Frontal Sinus. *Indian J Otolaryngol Head Neck Surg*. 2011;63(1):79–84.
10. Villarreal R, Wrobel BB, Macias-Valle LF, Davis GE, Prihoda TJ, Luong AU, et al. International assessment of inter- and intrarater reliability of the International Frontal Sinus Anatomy Classification system. Vol. 9, *International Forum of Allergy and Rhinology*. 2019. p. 39–45.
11. Bent JP, Cuijty-Siller C, Kuhn FA. The Frontal Cell as a Cause of Frontal Sinus Obstruction. *Am J Rhinol*. 1994;8(4):185–92.
12. Rimmer J. European position paper on the anatomical terminology of the internal nose and paranasal sinuses-a free resource. *Otorhinolaryngologist*. 2016;9(3):108–10.
13. Pianta L, Ferrari M, Schreiber A, Mattavelli D, Lancini D, Bottazzoli M, et al. Aggerbullar classification (ABC) of the frontal sinus drainage pathway: validation in a preclinical setting. Vol. 6, *International Forum of Allergy and Rhinology*. 2016. p. 981–9.
14. Wormald PJ, Hoseman W, Callejas C, Weber RK, Kennedy DW, Citardi MJ, et al. The International Frontal Sinus Anatomy Classification (IFAC) and Classification of the Extent of Endoscopic Frontal Sinus Surgery (EFSS). Vol. 6, *International Forum of Allergy and Rhinology*. 2016. p. 677–96.
15. Choby G, Thamboo A, Won T Bin, Kim J, Shih LC, Hwang PH. Computed tomography analysis of frontal cell prevalence according to the International Frontal Sinus Anatomy Classification. Vol. 8, *International Forum of Allergy and Rhinology*. 2018. p. 825–30.
16. Sommer F, Hoffmann TK, Harter L, Döscher J, Kleiner S, Lindemann J, et al. Incidence of anatomical variations according to the International Frontal Sinus Anatomy Classification (IFAC) and their coincidence with radiological sings of

- opacification. *Eur Arch Oto-Rhino-Laryngology* [Internet]. 2019;276(11):3139–46. Available from: <https://doi.org/10.1007/s00405-019-05612-4>
17. Ulloque H, D DT, Peñaranda A, Useche N, Ramírez E, Moreno S, et al. Evaluación radio-anatómica del receso del seno frontal en población colombiana. *Acta de Otorrinolaringología & Cirugía de Cabeza y Cuello* 2020;48(7):53–61.
 18. Chen PG, McMains KC, Tewfik MA, Aden JK, Brown S, Weitzel EK. Teaching frontal sinus anatomy using the frontal sinus masterclass 3- D conceptualization model. *Laryngoscope*. 2018;128(6):1294–8.
 19. Low CM, Morris JM, Matsumoto JS, Stokken JK, O'Brien EK, Choby G. Use of 3D-Printed and 2D-Illustrated International Frontal Sinus Anatomy Classification Anatomic Models for Resident Education. *Otolaryngol - Head Neck Surg (United States)*. 2019;161(4):705–13.
 20. Assiri K, Alroqi A, Aldrees T, Almatrafi S. Assessment of International Frontal Sinus Anatomy Classification among senior residents through inter- And intra-rater reliability. *Saudi Med J*. 2020;41(5):466–72.
 21. Li HM, Liu WF. Research on designing optimum asphalt aggregate ratio of asphalt mixture by direct shear method. *Appl Mech Mater*. 2014;505–506(9):215–8.
 22. Tran L V., Ngo NH, Psaltis AJ. A Radiological Study Assessing the Prevalence of Frontal Recess Cells and the Most Common Frontal Sinus Drainage Pathways. *Am J Rhinol Allergy*. 2019;33(3):323–30.
 23. Meyer TK, Kocak M, Smith MM, Smith TL. Coronal computed tomography analysis of frontal cells. *Am J Rhinol*. 2003;17(3):163–8.
 24. House LK, Stringer SP, Seals S. Correlation of frontal sinus recess anatomy with ethnicity, gender, and pathology. *Am J Otolaryngol - Head Neck Med Surg* [Internet]. 2017;38(4):452–5. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.amjoto.2017.04.003>
 25. Langille M, Walters E, Dziegielewski PT, Kotylak T, Wright ED. Frontal sinus cells: Identification, prevalence, and association with frontal sinus mucosal thickening. *Am J Rhinol Allergy*. 2012;26(3):107–10.

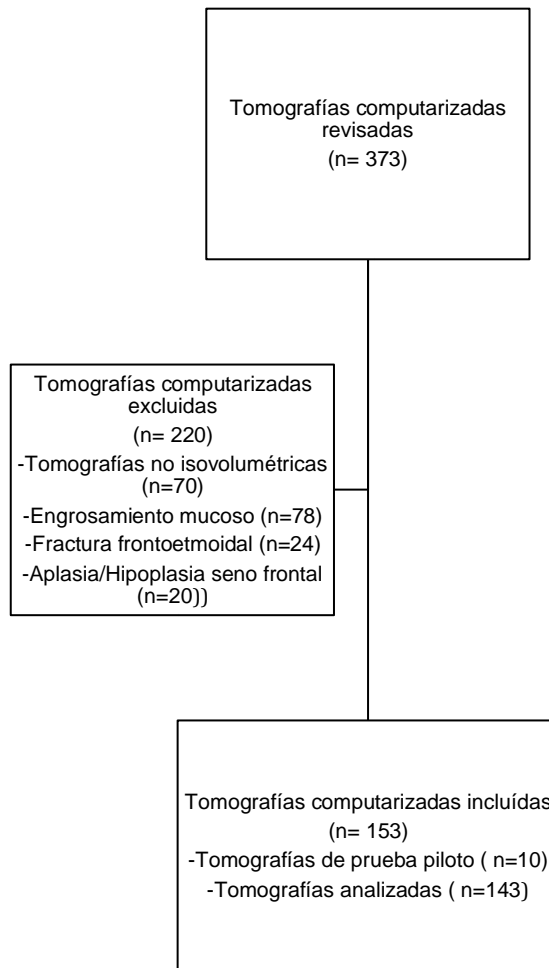


Figura 1. Proceso de recolección de tomografías.

Proceso de recolección de tomografías exponiendo el total de tomografías incluidas y excluidas con sus respectivas razones.

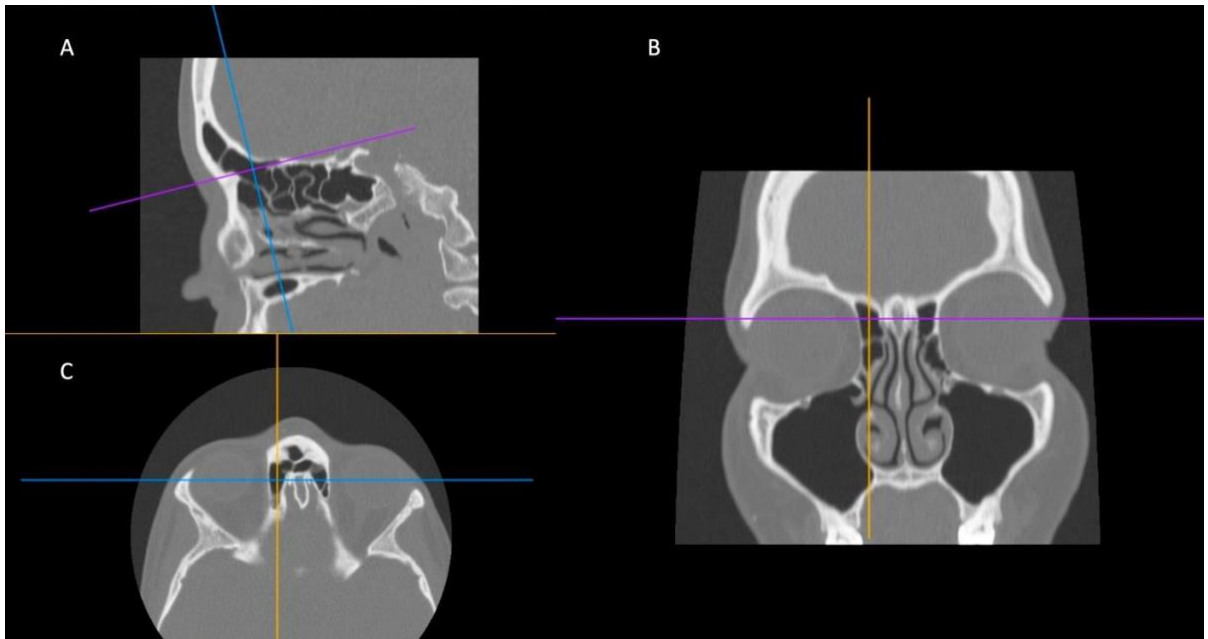


Figura 2. Reconstrucción triplanar.

Tomografía computarizada con reconstrucción triplanar en donde se señala la celdilla suprabular frontal derecha. A. sagital, B. coronal, C. axial

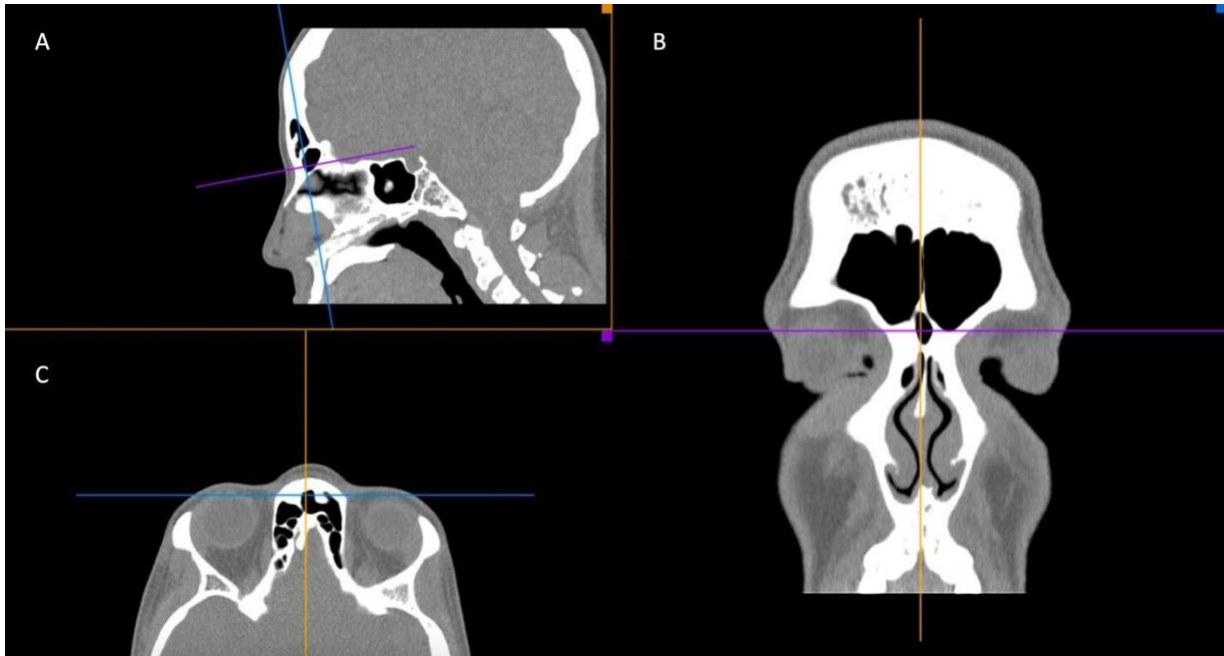


Fig. 3. Tomografía computarizada con baja concordancia entre evaluadores en celdillas mediales.
Tomografía computarizada en tres planos. A. sagital, B. coronal, C. axial que ejemplifica una aparente celdilla medial en el plano sagital y coronal, pero que se abre en el plano axial. Esto puede ser motivo de controversia y una de las posibles razones del bajo acuerdo en el compartimiento medial.

Tipo de celdilla	Nombre de la celdilla	Definición	Abreviación
Celdillas anteriores <i>Llevan la vía de drenaje del frontal en dirección medial, posterior o posteromedialmente</i>	Celdilla agger nasi	Celdilla que se sitúa anterior al origen del cornete medio o se sitúa directamente por encima de la inserción más anterior del cornete medio dentro de la pared nasal lateral.	ANC
	Celdilla supra agger	Celdilla etmoidal anterior, localizada por encima del agger nasi sin extenderse por encima del ostium del frontal	SAC
	Celdilla supra agger frontal	Celdilla etmoidal anterolateral que se extiende dentro del seno frontal.	SAFC
Celdillas posteriores <i>Llevan la vía de drenaje del frontal en dirección anterior</i>	Celdilla suprabullar	Celdilla por encima de la bulla etmoidal que no entra al seno frontal.	SBC
	Celdilla supra bullar frontal	Celdilla que se origina en la región suprabullar y se neumatiza a lo largo de la base del cráneo dentro de la región posterior del seno frontal.	SBFC
	Celdilla etmoidal supra orbitaria	Celdilla etmoidal anterior que se neumatiza alrededor, anterior o posterior a la arteria etmoidal anterior sobre el techo de la órbita. Frecuentemente forma parte de la pared posterior de un seno frontal extensamente neumatizado, pudiendo estar separada del seno frontal solo por un septo óseo.	SOEC
Celdillas mediales <i>Desvían la vía de drenaje en dirección lateral y/o posterior</i>	Celdilla septal frontal	Celdilla unida o localizada en el septum interfrontal.	FSC

Tabla 1. Clasificación Anatómica Internacional del Seno Frontal (IFAC, del inglés: *International Frontal Sinus Anatomy Classification*).

Definición de las celdillas de acuerdo a la clasificación anatómica internacional del seno frontal. Modificado de: Wormald P-J, Hoseman W, Callejas C, et al. The International Frontal Sinus Anatomy Classification (IFAC) and Classification of the Extent of Endoscopic Frontal Sinus Surgery (EFSS). *Int Forum Allergy Rhinol.* 2016;6(7):677-696. ANC = celdilla agger nasi; FSC = celdilla septal frontal; SAC = celdilla supra agger; SAFC = celdilla supra agger frontal; SBC = celdilla supra bullar; SBFC = celdilla supra bullar frontal; SOEC = celdilla etmoidal supra orbitaria.

Tipo de celdilla	Derechas	Izquierdas
Celdillas Anteriores		
Celdilla Agger Nasi	94%	93%
Celdilla Supra Agger	53%	56%
Celdilla Supra Agger Frontal	23%	21%
Celdillas Posteriores		
Celdilla Supra Bullar	93%	97%
Celdilla Supra Bullar Frontal	31%	38%
Celdilla Etmoidal Supraorbitaria	25%	27%
Celdillas Mediales		
Celdilla Septal Frontal	16%	13%

Tabla 2. Frecuencia de observaciones por cada celdilla

Frecuencia en proporciones de cada tipo de celdilla según las observaciones de los evaluadores en nuestro estudio.

Tipo de celdilla	Observadores	Mayor Kappa observado; IC (95%), Valor P.	Categorías; (Proporción)
Celdillas anteriores derechas	Neuroradiólogo y Rinólogo	0.4496;(0.1017 - 0.2503),0.6489	Celdilla agger nasi (33,57%) Celdilla agger nasi, Celdilla supra agger (11,19%) Celdilla agger nasi, Celdilla supra agger frontal (4,9%) Celdilla agger nasi, Celdilla supra agger, Celdilla supra agger frontal (0,7%) Celdilla supra agger frontal (1,4%) Ninguna (2,8%)
Celdillas anteriores izquierdas	Neuroradiólogo y Residente ORL	0.4851;(0.1001 - 0.2889),0.6812	Celdilla agger nasi (22,38%) Celdilla agger nasi, Celdilla supra agger (18,88%) Celdilla agger nasi, Celdilla supra agger frontal (2,1%) Celdilla agger nasi, Celdilla supra agger, Celdilla supra agger frontal (1,4%) Celdilla supra agger frontal (1,4%) Ninguna (2,8%)
Celdillas posteriores derechas	Rinólogo y Residente ORL	0.5863;(0.0651 - 0.4586),0.7140	Celdilla supra bullar (33,57%) Celdilla supra bullar frontal (0,70%) Celdilla supra bullar frontal, Celdilla etmoidal supraorbitaria (1,4%) Celdilla supra bullar, Celdilla etmoidal supraorbitaria (9,79%) Celdilla supra bullar, Celdilla supra bullar frontal (12,59%) Celdilla supra bullar, Celdilla supra bullar frontal, Celdilla etmoidal supraorbitaria (10,49%)
Celdillas posteriores izquierdas	Rinólogo y Residente ORL	0.6017;(0.0731 - 0.4585),0.7450	Celdilla etmoidal supraorbitaria (0,7%) Celdilla supra bullar (31%) Celdilla supra bullar frontal (1,4%) Celdilla supra bullar frontal, Celdilla etmoidal supraorbitaria (0,7%) Celdilla supra bullar, Celdilla etmoidal supraorbitaria (9,79%) Celdilla supra bullar, Celdilla supra bullar frontal (18,18%) Celdilla supra bullar, Celdilla supra bullar frontal, Celdilla etmoidal supraorbitaria (11,89%) Ninguna (0,7%)
Celdillas mediales derechas	Rinólogo y Residente ORL	0.2572;(0.0968 - 0.0675),0.4469	Celdilla septal frontal (7,69%) Ninguna (69,23%)
Celdillas mediales izquierdas	Neuroradiólogo y Residente ORL	0.3196;(0.1166 - 0.0910),0.5481	Celdilla septal frontal (4,2%) Ninguna (85,52%)

Tabla 3. Combinaciones de celdillas más frecuentes

Combinaciones de celdillas más frecuentes con sus respectivas proporciones de acuerdo a los mayores Kappa observados por pareja de evaluadores.

Grupo de Celdillas	Estadístico Kappa	IC 95%	Valor p
Celdillas Anteriores Derechas	0,3859	0,2773 - 0,4946	0,3476
Celdillas Anteriores Izquierdas	0,4156	0,2956 - 0,5357	0,6267
Celdillas Posteriores Derechas	0,4024	0,3295 - 0,4753	0,0026
Celdillas Posteriores Izquierdas	0,4313	0,3546 - 0,5080	0,0201
Celdillas Mediales Derechas	0,1945	0,0875 - 0,3015	0,6429
Celdillas Mediales Izquierdas	0,3073	0,1848 - 0,4298	0,9768

Tabla 4. Comparación de Kappas entre los tres evaluadores.
Comparación del estadístico Kappa de las tres observaciones para cada compartimento.

