



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

Facultad de Medicina

División de Estudios de Posgrado

**INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL**

Unidad Médica de Alta Especialidad

Hospital de Especialidades "Dr. Antonio Fraga Mouret"

Centro Médico Nacional "La Raza"

Tesis:

---

**"Especificidad y sensibilidad de la aplicación para Smartphone  
AirCalx1 para la evaluación de la vía aérea y predicción de  
intubación difícil"**

---

Que para obtener el grado de **Médico Especialista en Anestesiología**

Presenta:

**Dr. Miguel Angel Hernandez Coutiño**

Asesor:

**Dr. Arnulfo Calixto Flores**



**Ciudad de México 2020**



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

**Hoja de Autorización de Tesis:**

---

**Dr. Benjamín Guzmán Chávez**

Profesor Titular del Curso Universitario de Anestesiología-Jefe del Servicio de Anestesiología  
U.M.A.E. Hospital de Especialidades “Dr. Antonio Fraga Mouret”  
Centro Médico Nacional “La Raza”IMSS

---

**Dr. Arnulfo Calixto Flores**

Asesor de Tesis

---

**Dr. Miguel Ángel Hernández Coutiño**

Médico Residente del Tercer Año de la Especialidad en Anestesiología  
Sede Universitaria U.M.A.E. Hospital de Especialidades “Dr. Antonio Fraga Mouret”  
Centro Médico Nacional “La Raza”IMSS

**Número de Registro CLIS: R-2019-3501--111**

## Índice

Resumen	4
Summary	5
Antecedentes específicos	6
Materiales y métodos	14
Resultados	19
Discusión	23
Conclusiones	25
Referencias bibliográficas	26
Anexos	29

## Resumen

**Introducción:** EL uso de nuevas tecnologías como la aplicación AirCalx1, puede ser utilizada de manera equiparable al Gold estándar y con un mayor grado de especificidad para valoración de vía aérea y mejorar la seguridad del paciente. **Objetivo:** Determinar la sensibilidad y especificidad de la aplicación para Smartphone AirCalx1 para la evaluación de vía aérea y predicción de intubación difícil. **Material y métodos.** Estudio experimental, descriptivo, y comparativo de 300 pacientes. Se analizaron variables demográficas y parámetros de predicción de vía difícil, tanto del Gold Estándar (valoración Ganzouri) y la aplicación Smartphone IPID. Análisis estadístico descriptivo con medidas de frecuencia absoluta y relativa. Estadística inferencial analizadas con prueba, T de Student o U de Mann Whitney y  $X^2$  (se consideró significativo  $p < 0.05$ ); La medida de fuerza de asociación para Odd ratios con intervalos de confianza del 95%). **Resultados.** Se incluyeron datos de 300 pacientes, 175 mujeres (58.3%), 125 hombres (41.7%%), edad promedio  $53.57 \pm$  años, se determinó un Grado de acuerdo para Ganzouri vs. IPID de 61% con kappa 0.26  $p < 0.001$ . La prueba diagnóstica por IPID Smartphone demostró ser más específica que el Gold estándar (66.5 vs 16.2%), sin embargo, Ganzouri demostró mayor grado de sensibilidad (96% vs 80.9 %). IPID tiene un mayor valor predictivo positivo vs Ganzouri (50.7 vs 30.2). **Conclusiones.** La prueba diagnóstica por aplicación de Smartphone IPID resulta una herramienta útil, válida, rápida, segura y efectiva, para la valoración de vía aérea.

**Palabras clave.** Seguridad del paciente, cirugía, vía aérea difícil, Tecnología, Ganzouri, IPID.

## **Abstract**

**Introduction.** The use of new technologies such as the AirCalx1 application can be used in a manner comparable to the gold standard and with a greater degree of specificity for airway evaluation and to improve patient safety.

**Objective:** To determine the sensitivity and specificity of the smartphone application: AirCalx1, for airway evaluation and prediction of difficult intubation.

**Material and methods.** Experimental, descriptive, and comparative study of 300 patients. Demographic variables and difficult path prediction parameters were analyzed, both from the Gold Standard, (Ganzouri assessment) and the Smartphone IPID application. Descriptive statistical analysis with absolute and relative frequency measurements. Inferential statistics, analyzed with test, Student's T or Mann Whitney's U and X<sup>2</sup> ( $p < 0.05$  was considered significant); The measure of association strength for Odd ratios with 95% confidence intervals).

**Results:** Data were included for 300 patients, 175 women (58.3%), 125 men (41.7 %%), average age  $53.57 \pm$  years, a degree of agreement was determined for Ganzouri vs. 61% IPID with kappa 0.26  $p < 0.001$ . The diagnostic test by IPID Smartphone proved to be more specific than the standard Gold (66.5 vs. 16.2%), however, Ganzouri showed a higher degree of sensitivity (96% vs. 80.9%). IPID has a higher positive predictive value vs Ganzouri (50.7 vs. 30.2).

**Conclusions** The diagnostic test by Smartphone IPID application is a useful, valid, fast, safe and effective tool for airway assessment.

**Keywords.** Patient safety, surgery, difficult airway, Tecnology, Ganzouri, IPID.

## **Antecedentes Específicos**

La práctica de la anestesiología, la cual es una de las especialidades de la medicina que mayores cambios ha tenido en el corto periodo de tiempo en que lleva desarrollándose, representa una compleja suma del análisis clínico detallado del paciente, un conocimiento amplio de la farmacodinamia y farmacocinética en el contexto de la cirugía a desarrollarse, así como el análisis en tiempo real del acontecer fisiológico-fisiopatológico de cada procedimiento quirúrgico analizado desde el monitoreo anestésico. Por ende, la constante investigación y búsqueda de mejoría en las condiciones quirúrgicas y el pronóstico del paciente han llevado de la mano al crecimiento de la especialidad con el uso de recursos tecnológicos.

Los avances tecnológicos aplicados a la medicina han hecho de la práctica médica un trabajo mas rápido, fácil, cómodo y productivo, con un desarrollo importante en la aplicación clínica, pero mostrando un progreso acelerado en los últimos años, sobre todo enfocado al ámbito quirúrgico y diagnóstico (1).

Por su parte, la anestesiología ha tenido un crecimiento exponencial en la utilización de herramientas electrónicas, pero este crecimiento ha sido casi homogeneizado y enfocado en el monitoreo intraoperatorio, ya que representa la mayor parte del desempeño del anestesiólogo y la toma de decisiones que moldearán el manejo individualizado de cada paciente. Cabe mencionar que a nivel mundial se han desarrollado estándares para la monitorización en tiempo real de la hemodinamia del paciente, la ventilación, el estado de vigilia, la producción de orina, la temperatura central, el grado de relajación muscular, así como otros instrumentos de monitoreo que han contribuído a la mejora de la seguridad del paciente.(2).

Por otro lado, cabe mencionar que el desarrollo de la medicina perioperatoria (la cual es un conjunto de múltiples especialidades), cuya finalidad es mejorar la eficiencia de todo el equipo de trabajo involucrado en el manejo de un paciente que está programado para un evento quirúrgico, ha demostrado que la optimización de las herramientas y análisis diagnósticos, así como la cobertura de todos los aspectos de la evaluación preoperatoria han mejorado, el estado intraoperatorio y favorecido el pronóstico posterior del paciente.

En este sentido la tecnología aplicada a los métodos de imagen, tomografía, resonancia magnética e incluso el uso de medicina nuclear son ya instrumentos ordinarios en protocolo de estudio del paciente, haciendo uso, de más y sofisticados instrumentos en el diagnóstico preoperatorio y se ha generado la necesidad de la búsqueda de tecnología superior y más sencilla de aplicar (3) Así mismo la implementación de nuevas tecnologías ofrece otro campo de estudio al cual todo médico debe involucrarse, entrenarse y actualizarse constantemente ya que desempeña un factor indispensable para el ejercicio diario del médico y sobre todo por que marca la pauta de la labor del médico con vista al futuro, en la búsqueda del bienestar del paciente (4)

Por otra parte, el monitoreo anestésico es una de las herramientas de mayor importancia en el cuidado y vigilia del paciente bajo operación, por muy rápida o escasa complejidad del procedimiento, siempre existen factores de riesgo, para lo cual se han desarrollado estándares que se deben seguir en cuanto a los recursos mínimos con los que monitorizar al paciente, se consideran los siguientes: PANI, ECG, Oximetría de pulso. Capnografía, estimulador TNM y temperatura. (5)

Para lo cual, cada día siguen implementándose nuevos modelos en todo el entorno quirúrgico y farmacológico que lleven al desarrollo de nuevas técnicas, modelos



farmacológicos o mejoría en la búsqueda de menos efectos adversos del equipo médico utilizado en la práctica de la anestesiología y sobre todo se busca minimizar los procedimientos invasivos justificados para el monitoreo del paciente crítico (6)

La mortalidad asociada a la práctica anestésica se ubica en 1 de cada 50 000 procedimientos, y se considera extremadamente segura. (7) Sin embargo a pesar de todo el conocimiento, recursos y tecnología actual, el manejo de una vía aérea difícil continúa siendo un desafío.

En Estados Unidos de Norteamérica, se han realizado múltiples análisis acerca de los aspectos médico-legales por causas, en su mayoría, del inadecuado manejo de la vía aérea y las lesiones cerebrales irreversibles y muertes asociadas durante la intubación endotraqueal (IET) difícil, la intubación esofágica y la ventilación inadecuada.(8)

Razón por la que diferentes organismo internacionales, como la American Society of Anesthesiologists (ASA, por sus siglas en inglés) han estudiado y creado grupos de trabajo con expertos en el manejo de la vía aérea difícil (VAD) y se han publicado directrices prácticas para el manejo de la vía aérea difícil (Practice guidelines for management of the difficult airway) y estas se han actualizado desde el 2003 y 2013.(9)

La importancia radica en que el impacto de la incapacidad de manejar con éxito una situación de vía aérea difícil está asociada a 600 muertes anuales y del 30% de las muertes son atribuibles al procedimiento durante la anestesia. Por ello la importancia de implementar estrategias primero para la evaluación y la predicción de complicaciones y para el manejo estandarizado y con herramientas comprobadas.(10)

Así mismo, independientemente del uso de nuevas tecnologías e instrumentos para la evaluación y manejo de una vía aérea difícil, han surgido algoritmos de manejo que han

de hacer mas sencillo el proceder ante este tipo de complicaciones, indicando paso por paso las maniobras a realizar así como el grado de complejidad de los instrumentos a ocupar.(11)

En este ámbito se han desarrollado múltiples instrumentos que nos permiten un abordaje más adecuado de la vía aérea, sobre los que destacan los instrumentos de video laringoscopia, entre los cuales los de mayor importancia lo representan el gladescope así como el fibroscopio. Mostrando diferencias poco significativas, pero siendo superior el uso del gladescope cuando se realiza comparación entre ambos (12), por otra parte estos dos instrumentos han dado paso a la innovación y búsqueda de un mejor desempeño y comodidad desarrollando instrumentos secundarios y más avanzados.

Sin embargo, para reducir este problema de salud, en el cual no se ha logrado un impacto adecuado se debe hacer uso de un protocolo de prevención, en este caso, existen múltiples modelos de la evaluación de una posible vía aérea difícil, utilizando diversas escalas en las que destacan: el Mallampati, PatilAldreti, la distancia interincisivos, la protrusión mandibular y escala Bell House Dore. Cada una de ellas referidas en la literatura como útiles en la predicción de vía aérea difícil, el problema estriba en que la literatura mundial ofrece grados de sensibilidad y especificidad variables en cuanto a cada una de estas escalas.(13).

En respuesta a esta problemática se han propuesto y validado modelos de integración de múltiples escalas para otorgar una calificación única útil para la evaluación de la predicción de vía aérea difícil, en este caso la de mayor relevancia en nuestro país (México), es el IPID (Índice de predicción de vía aérea difícil) (14) la cual permite correlacionar un análisis clínico previo del paciente y la visualización análoga durante la

intubación, sin embargo su sensibilidad y especificidad, aunque aceptables, son bajas: Escala de Mallampati modificada por Samssoon y Young, que valora la visualización de estructuras anatómicas faríngeas con el paciente en posición sentada y la boca completamente abierta tiene una sensibilidad del 60%, especificidad del 70% y valor predictivo de acierto de un 13%; Patil-Aldreti, que valora la distancia que existe entre el cartílago tiroideos (escotadura superior) y el borde inferior del mentón, en posición sentada, cabeza extendida y boca cerrada, su sensibilidad de 60%, especificidad de 65%, predicción de un 15%; Distancia esternomentoniana, valora la distancia de un línea recta que va del borde superior del manubrio esternal a la punta del mentón, cabeza en completa extensión y boca cerrada tiene una sensibilidad de un 80%, especificidad de 85% y valor predictivo positivo de 27; Protrusión Mandibular, en esta se lleva el mentón hacia adelante lo más posible, su sensibilidad de 30%, especificidad de 85%, valor predictivo de 9%. A nivel internacional el Gold Estándar utilizado es la valoración Ganzouri, la cual muestra un sensibilidad del 71,43% y especificidad del 20% (15, 16).

Actualmente no se ha invertido en el desarrollo y uso de instrumentos tecnológicos que permitan adecuarse para la valoración de la vía aérea difícil. Hoy en día solo contamos con instrumentos tipo calculadora, los cuales solo nos permiten agregar una base de datos para obtener una puntuación estimatoria de la vía aérea.(17).

Se pretende introducir tecnología actual, la cual es de fácil accesibilidad, para fungir un proceso dinámico de valoración de vía aérea difícil, en la cual de manera sencilla se integren las escalas mencionadas, se obtenga una base de datos confiable y se estime de manera precisa la probabilidad de presentar una vía aérea difícil.

Con lo que a esto respecta, los análisis del comportamiento social de la población mundial tienden a enfocar la tecnología actual disponible, hacia necesidades comunes de la globalización actual, en este sentido el advenimiento de los dispositivos de telefonía móvil y la gran capacidad de procesamiento (smartphone) con la que cuentan actualmente. son el futuro de múltiples aplicaciones médicas útiles en el análisis clínico y diagnóstico.(18)

A su vez la recolección de datos es una de las grandes ventajas que los nuevos dispositivos electrónicos trajeron al siglo XXI. De las diversas maneras de adquisición de datos las cámaras han presentado una oportunidad para identificar y medir diversas variables. Las variables usuales son volumen, textura, color, distancia, etc. Es ésta última, la distancia la que ha cobrado relevancia para ciertas compañías y para cierto sector productivo. En el caso de la distancia, la compañía Apple, ha desarrollado sobresalientes software y hardware que, en los últimos años, han desarrollado poder medir distancia de objetos a partir de cámaras digitales.

En virtud de ello, se adaptó una aplicación de Smartphone, para la valoración de la vía aérea difícil y de este modo obtener el mayor beneficio y desempeño del mismo, implementando desde su movilidad, tamaño, accesibilidad, velocidad de procesamiento, acceso a cámara digital y acceso a internet.(19)

El funcionamiento básico de esta aplicación es la toma de un registro fotográfico, en el cual, se toman cuatro fotografías, la primera pidiendo al paciente la extensión máxima cuello, la segunda mirando de frente con la apertura máxima de la boca, la tercera con apertura bocal pero tomada de manera lateral al rostro del paciente (perfil) y la cuarta pidiendo al paciente la protrusión mandibular inferior, todas ellas enfocadas en la vía aérea del paciente. ya obtenidas las imágenes se utilizó un software de reconocimiento

de figuras, para identificar estructuras y correlacionarlas con la escala de Mallampati y protrusión mandibular, por otra parte, se utilizó un algoritmo de reconocimiento visual para crear un instrumento de medición (regla virtual) la cual dió una puntuación que se correlacionó con las escalas de Patil-Aldrete, distancia esterno-mentoneana, distancia interincisivos. Con lo cual se dará una calificación inmediata del grado de probabilidad de vía aérea difícil.

La base del funcionamiento de esta aplicación son las formas para medir la distancia, ya sea usando un hardware o usando generadores de pulso con láseres, ultrasonido, ondas de radio, y que su correspondiente detector pueda obtener una medición a partir del tiempo de llegada y otras variables. Sin embargo, por parte del software se han creado diversos algoritmos para poder abordar el tema de la distancia.(20) En un sentido general, el funcionamiento de este modelo de computo visual es el siguiente. Primero, se tomó una fotografía que produjo una imagen digital, el algoritmo empieza a detectar todas las características que aparecen en la imagen como el color, la textura, la geometría de los objetos, etc. Después, tomo una siguiente imagen y vuelvo a analizar las características de esta última. Mediante las diferencias que el algoritmo encuentra entre las características al tomar diferentes fotos el software rastrea estas características, al realizar el proceso un cierto número de veces se obtiene una distancia a partir de los cambios que se detectaron al cambiar de imagen(21).

Ahora, la forma usual que utiliza los sistemas SLM para detectar distancias es a partir de triangular la distancia a partir de dos puntos. Estos dos puntos son los que se obtienen de dos imágenes consecutivas que se tomen. Y, sumando los cambios en otros sensores como el acelerómetro, entonces se obtiene una distancia a partir de este método de

triangulación. Algo similar como nuestro cerebro procesa las imágenes para dar un estimado de distancias(22).

## **Materiales y Métodos**

Este estudio fue aprobado por un comité local de investigación y ética y realizado bajo las directrices STROBE para estudios observacionales y de acuerdo al Reglamento de la Ley General de Salud en materia de Investigación para la Salud y la Declaración de Helsinki y se consideró de bajo riesgo; es de tipo experimental, prospectivo, longitudinal, comparativo, descriptivo, así como prueba diagnóstica y ciego simple. Incluyó a 300 pacientes que estaban programados para procedimientos quirúrgicos electivos y fueron sometidos a valoración preanestésica, con el objetivo de determinar la vía aérea y el riesgo de vía aérea difícil para intubación orotraqueal, haciendo una comparación entre la valoración Gold Estándar ( valoración Ganzouri) y la valoración realizada con una aplicación para Smartphone AirCalx1; La cual fue diseñada y programada desde cero por los investigadores, para desarrollar una aplicación medica de cálculo, la cual a través de la toma de fotografías de la vía aérea del paciente, efectúa con tecnología de logaritmos y realidad aumentada, identificación de estructuras faciales y mediciones virtuales de longitudes corporales necesarias para integración de la valoración de vía aérea por IPID (Índice de predicción de vía aérea difícil). Incluyó a pacientes mayores de 18 años, procedimientos electivos de cualquier especialidad quirúrgica. La recolección de los datos fue realizada por un solo observador e inició en los diferentes turnos del servicio de anestesia y a partir de la programación quirúrgica; Se explico detalladamente las características del estudio a cada paciente, con la posterior invitación a participar y se requiso la firma del consentimiento informado, así mismo, se realizó el llenado de la hoja de recolección de datos, en la cual se obtuvieron las características demográficas, la clasificación del estado físico ASA del paciente, el diagnóstico y cirugía proyectada, posteriormente se realizaba la valoración convencional Gold Estándar Ganzouri, y se

realizaron las pruebas predictivas conocidas como: Apertura oral y se clasifico en dos grados de acuerdo a la capacidad de apertura: 0 para más de 4 centímetros y 1 para menos de 4 centímetros; distancia tiromentoniana, evaluada con paciente en posición sedente, cabeza extendida y boca cerrada con la posterior valoración de la distancia en centímetros que existe entre el cartílago tiroides y el borde inferior del maxilar inferior, y se clasifico en grado 0 una medición mayor a 6.5 cm(fácil acceso), grado I para una medición de 6 a 6.5 cm,(moderadamente difícil), y grado II para menos de 6 cm( difícil acceso); El grado orofaríngeo (Mallampati), donde se evaluó la visión de estructuras faríngeas con la boca en máxima apertura, se clasifico en grado I cuando fue posible visualizar las estructuras: el paladar blando, las fauces, la úvula y los pilares anterior y posterior de las amígdalas, grado II= visualización de: el paladar blando, las fauces, y la úvula, grado III=paladar blando y base de la úvula, grado IV, visualización de solo el paladar duro; Movimientos de cuello, con el paciente realizando extensión y flexión del cuello, se clasifico como grado 0, una movilidad mayor o igual a 90 grados, grado I, movilidad entre 80 y 90 grados, grado II, para una movilidad menor a 80 grados; protrusión mandibular, evaluando la capacidad de movilidad de dientes inferiores para ocluir el labio superior, se clasifico grado 0,oclusión total y I oclusión parcial, Peso corporal, de acuerdo al peso en kilogramos del paciente se clasifico en grado 0 menos de 90 kg, grado I para más de 90 kg; Historia de intubación difícil, se clasifico grado 0 para casos negativos y grado I para casos positivos; posteriormente se realizaba una sumatoria de variables donde un total menor a 4 puntos es correspondiente a una vía aérea de fácil acceso, y una sumatoria mayor a 4 puntos se interpretó como una vía aérea de difícil acceso. Inmediatamente se solicitaba al paciente permitir la toma de tres fotografías las cuales eran integradas a la galería fotográfica de la aplicación médica, con



el paciente en posición sedente y con el celular con flash activado, se toma una fotografía con máxima apertura oral posicionado el celular enfocado al centro de la boca, a una distancia aproximada de 10 cm, posteriormente se pidió al paciente realizar una máxima extensión del cuello, con la boca cerrada y posicionando el celular a 20 cm de frente al paciente, con la cabeza y cuello con máxima extensión, se tomaba una segunda fotografía. Así mismo bajo esta misma posición del paciente, pero posicionando el celular a 90 grados del eje sagital del paciente se tomó una tercera fotografía, capturada a 20 cm del paciente. Posteriormente la aplicación pide ingresar datos demográficos del paciente, edad peso, talla, sexo y realiza un cálculo automático del IMC, posteriormente la aplicación pide ingresar a la sección more, donde se enlistan las variables a medir: en la opción de Mallampati, importamos la primera fotografía, arrojando un panel comparativo de las estructuras faciales a localizar y se ingresa el número de imagen comparativa que más correlacione a la imagen del paciente, se guardan los resultados obtenidos y a continuación se seleccionó la casilla de distancia esternomentoniana, se importó la segunda fotografía tomada al paciente, en esta fotografía al deslizar el cursor sobre la imagen se crea una regla virtual en la cual se delimito como extremos de tal regla la distancia entre el borde inferior del maxilar inferior y el manubrio esternal, guardando la medición, por consiguiente se seleccionó la casilla de distancia tiromentoneana y de la misma forma, se importó la segunda imagen del paciente, a través del cursor se delimito como la regla virtual a la distancia entre el borde inferior del maxilar inferior y el cartílago tiroides, guardando la medición, por consiguiente se seleccionó la casilla de distancia interincisivos y se importó la primera imagen del paciente, con el cursor se delimito la regla virtual en los bordes de la dentadura incisiva superior e inferior, guardando los resultados, por último se seleccionó la casilla de Bell House dore, se importó la tercera

fotografía del paciente y con el cursor se estableció una recta del borde del labio superior del paciente y el ángulo de la mandíbula, dibujándose una escuadra que midió el ángulo formado entre dichas estructuras, y se guardaron los datos, continuando con el análisis de datos donde la aplicación arroja los resultados de las mediciones obtenidas y las clasifica de manera independiente de acuerdo al grado de asociación a vía aérea difícil. Se estableció en la programación de la aplicación la clasificación y determinación de calificación de acuerdo a los siguientes parámetros: para Mallampati: se clasifico en grado I cuando fue posible visualizar las estructuras: el paladar blando, las fauces, la úvula y los pilares anterior y posterior de las amígdalas, grado II= visualización de: el paladar blando, las fauces, y la úvula, grado III=paladar blando y base de la úvula, grado IV, visualización de solo el paladar duro; Distancia esternomentoniana: se asigno grado 1 a una medición mayor a 13.5 cm, grado II a una medición de 12 a 13 cm, grado III de 11 a 12 cm y grado IV a una medición menor a 11 cm. Distancia tiromentoneana: se clasifico en grado 0 una medición mayor a 6.5 cm(fácil acceso), grado I para una medición de 6 a 6.5 cm,(moderadamente difícil), y grado II para menos de 6 cm( difícil acceso). Bell house dore: grado I, medición mayor 35 grados de movilidad, Grado II medición de 12 grados de movilidad, Grado III, medición 6 grados de movilidad . Grado IV no extensión. Por último se seleccionó el botón de determinación de IPID, donde la calculadora virtual realizo las sumatorias de todos los parámetros y califico la dificultad de la vía aérea de la siguiente manera: Sumatoria IPID de 5 a7 puntos como intubación fácil, sumatoria entre 8 a10 puntos como discreta dificultad, no requiere maniobras adicionales, sumatoria entre 11 a 13 puntos como franca dificultad, requiere hasta 2 intentos con ayuda de una o dos maniobras adicionales, sumatoria entre 14 a 16 puntos como gran dificultad, requiere más de dos intentos y ayuda de tres maniobras o más. Sumatoria entre 17 a 18 puntos

como intubación imposible. Al terminar el procedimiento anestésico quirúrgico se verificó en el registro anestésico si hubo registro de vía aérea difícil transoperatoria y todos los datos ingresaron a una base de datos para su análisis estadístico. Estadística descriptiva, Se incluyo medidas de tendencia central y de dispersión, las variables categóricas expresadas como medidas de frecuencia absoluta y relativa y las variables lineales como media y desviación estándar, para las variables con distribución normal. Se estimo la sensibilidad y especificidad de ambas pruebas diagnósticas así como los valores predictivos positivos y negativos correspondientes. Se realizó estadística inferencial para las variables numéricas, demográficas, se aplicó T de Student para muestras independientes y la U de Mann Whitney de acuerdo a las características de la distribución. Las variables categóricas fueron analizadas por Chi cuadrada y prueba exacta de Fisher. La medida de fuerza de asociación para estudios transversales odd ratio con intervalos de confianza del 95%. Se consideró como significativo una  $p < 0.05$

## Resultados

Se incluyó a 300 pacientes, 175 fueron mujeres (58.3%) y 125 hombres (41.7%) con una edad promedio de  $54.4 \pm 17.04$  años y  $52.18 \pm 16.9$  años (se exploraron los datos en general para determinar su normalidad con la prueba de Kolmogorov Smirnov), se encontró significancia estadística (T de student) en la muestra para el peso, talla, edad e IMC con  $p < 0.05$ . (Tabla 1)

Tabla 1.

Datos demográficos				
Variable	Media	Desviación Estándar	Mediana Percentil	Valor de P
Edad	53,48	$\pm 16,62$	55	0,000
Peso	68,61	$\pm 9,8$	69	0,000
Talla	1,61	$\pm 0,88$	1,62	0,000
IMC	26,18	$\pm 3,2$	26,12	0,000

De los diagnósticos analizados. Se determino la frecuencia de los mismos. Encontrando como diagnósticos más frecuentes las secuelas de cáncer de mama, lito renal y tumor de tiroides. Figura 1. Así mismo se determinó su frecuencia por especialidad médica y género. Siendo las especialidades más frecuentes: cirugía general, cirugía reconstructiva y urología, así como el género femenino respectivamente. **Figura 2.**

Se determino la concordancia entre el resultado arrojado por la aplicación de Smartphone AirCalx1(IPID) y el resultado evaluado con el índice Gold Estándar (Ganzouri). determinado por el Índice de Kappa. **Tabla 2.** Encontrando un Grado de acuerdo para Ganzouri vs. IPID Smartphone de 61% con  $kappa\ 0.26\ p < 0.001$



Se estimó la sensibilidad y especificidad de cada prueba diagnóstica, así como el Valor Predictivo Positivo (PPP) de la proporción de individuos con resultado “positivo” que verdaderamente tuvieron vía aérea difícil y el Valor Predictivo Negativo (PPN) de la proporción de individuos con resultado “negativo” que verdaderamente no tuvieron vía aérea difícil.

Tabla 2

Concordancia Pruebas Diagnosticas	Gold Standar (Ganzouri)		
Aircalx1 (IPID)	Bajo Riesgo	Alto Riesgo	Total
Bajo Riesgo	44 (14.7 %)	118 (39.3 %)	162 (54.0 %)
Alto Riesgo	0 (0%)	138 (46.0 %)	138 (46.0 %)
Total	44 (14.7 %)	256 (85.3 %)	300 (100%)

Encontrando para Ganzouri una sensibilidad del 96.1 % y especificidad del 16.2%. con un área ROC de 0.58. así mismo un valor predictivo positivo del 30.2 % y un valor predictivo negativo del 92.1%, intervalo de confianza del 95%. **Tabla 3.**

Tabla 3

GOLD ESTANDAR	(GANZOURI)		
	INTERVALO DE	CONFIANZA	
PREVALENCIA	30.7%	25.5%	36.2%
SENSIBILIDAD	100%	96.1%	100%
ESPECIFICIDAD	21.6%	16.2%	27.9%
AREA ROC	0.61	0.58	0.64
VALOR PREDICTIVO POSITIVO	36.1	30.2	42.3
VALOR PREDICTIVO NEGATIVO	100	92.1%	100%

Así mismo, se estimó para la valoración IPID Smartphone, una sensibilidad del 80.9 % y especificidad del 66.5%. con un área ROC de 0.77. así como un valor predictivo positivo del 50.7 % y un valor predictivo negativo del 88.9%, intervalo de confianza del 95%. **Tabla 4.**

Tabla 4

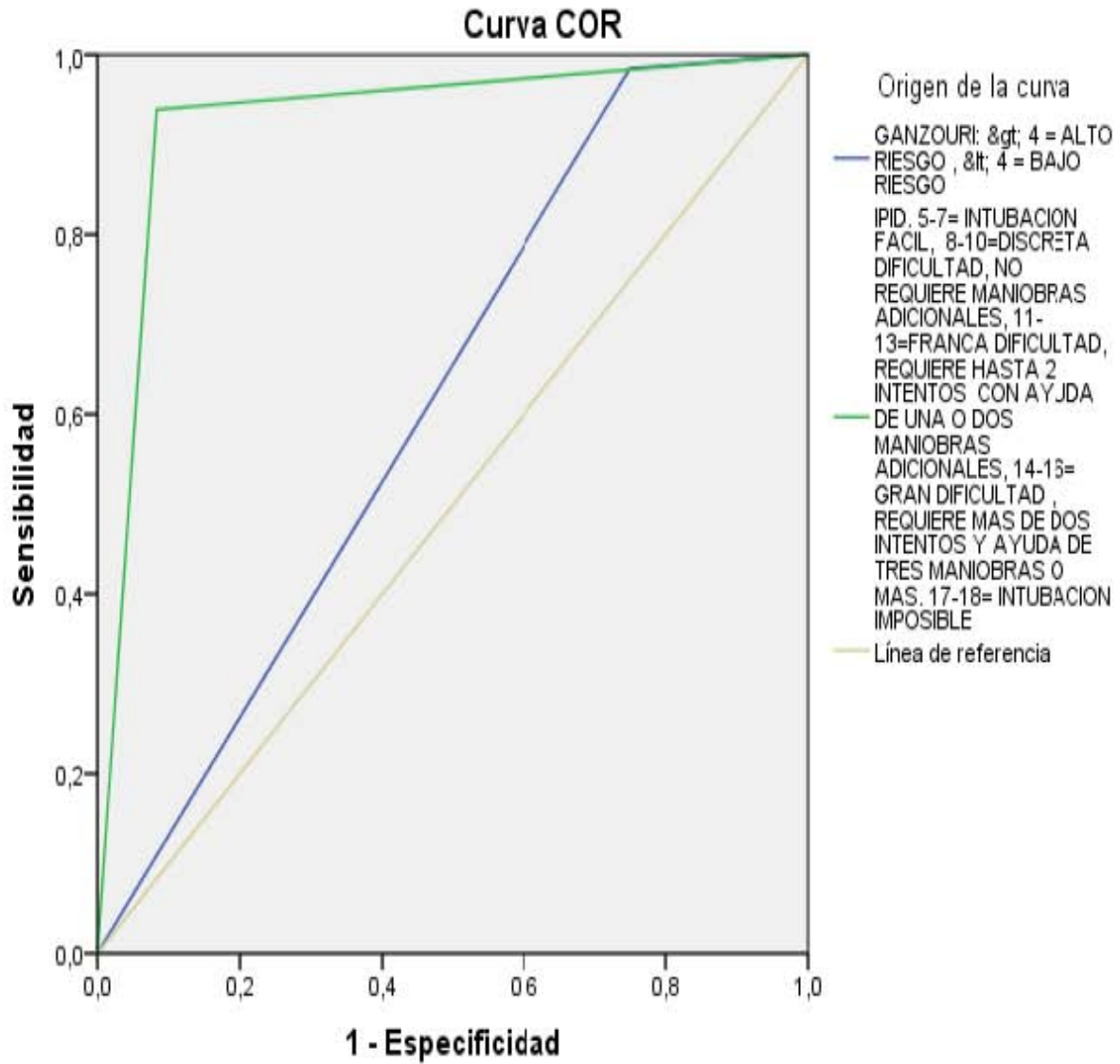
PRUEBA	(IPID) AIRCALX <sub>1</sub>		
	INTERVALO DE	CONFIANZA	
PREVALENCIA	30.7%	25.5%	36.2%
SENSIBILIDAD	89.1%	80.9%	94.7%
ESPECIFICIDAD	73.1%	66.5%	79%
AREA ROC	0.81	0.77	0.86
VALOR PREDIDCTIVO POSITIVO	59.4%	50.7%	67.7%
VALOR PREDICTIVO NEGATIVO	93.8%	88.9%	97.0%

Por otra parte, se realizó un análisis ROC entre las dos pruebas diagnósticas un área ROC para Ganzouri de 0.6082, con un error estándar de 0.0143 y un intervalo de confianza del 95%. Para IPID Smartphone. Se determinó un área ROC de 0.8110, con un error estándar de 0.0224, se aplicó la prueba Chi<sup>2</sup> para determinar su significancia y encontró  $p < 0.05$ , y un intervalo de confianza del 95%. **Tabla 5. Figura 3.**

Tabla 5

	Area bajo la curva	Error Standar	Valor de P	Sensibilidad	Especificidad
Ganzouri	0,617	0,032	0	96,1%	16,2%
Aircalx <sub>1</sub> (IPID)	0,928	0,017	0	80,9%	66,5%

Figura 5



Los segmentos de diagonal se generan mediante empates.



## Discusión

La práctica de la anestesiología, representa una compleja suma del análisis clínico detallado del paciente, en el contexto de la cirugía a desarrollarse. La mortalidad asociada a la práctica anestésica se ubica en 1 de cada 50 000 procedimientos. (7) y se considera extremadamente segura. Sin embargo, a pesar de todo el conocimiento, recursos y tecnología actual, el manejo de una vía aérea difícil continúa siendo un desafío.

En Estados Unidos de Norteamérica, se han realizado múltiples análisis acerca de los aspectos médico-legales por causas, en su mayoría, del inadecuado manejo de la vía aérea, las lesiones cerebrales irreversibles y muertes asociadas durante la intubación endotraqueal (IET) difícil, la intubación esofágica y la ventilación inadecuada (8).

La importancia médica, radica en el impacto de la incapacidad de manejar con éxito una situación de vía aérea difícil está asociada a 600 muertes anuales y del 30% de las muertes son atribuibles al procedimiento durante la anestesia. (10) Por ello la relevancia de implementar estrategias para la evaluación y la predicción de complicaciones.

Se deben establecer algoritmos de manejo y diagnóstico, útiles para una predicción de vía aérea difícil, que sean fáciles de aplicar, rápidos, eficientes y con herramientas validadas para su aplicación clínica.

Diferentes organismos internacionales, como la American Society of Anesthesiologists (ASA, por sus siglas en inglés) han estudiado y creado grupos de trabajo con expertos en el manejo de la vía aérea difícil (VAD) y se han publicado directrices prácticas para el manejo de la vía aérea difícil (Practice guidelines for management of the difficult airway) (9) y estas se han actualizado, utilizado escales multivariables como el Gold Estándar Ganzouri, para aumentar la sensibilidad y especificidad de las pruebas diagnósticas disponibles. Sin embargo, a un sin encontrar una escala predictiva más eficiente en sensibilidad y especificidad (9).

Nuestros resultados demostraron que ambas pruebas diagnósticas, Tanto el Gold Estándar Ganzouri y el IPID por aplicación Smartphone AirCalx1, pueden ser utilizadas para la valoración de vía aérea y predicción de una vía aérea difícil, (13) coincidiendo los niveles de sensibilidad y especificidad con los reportados por la literatura internacional del Gold Estándar. (15-16),

Así mismo, se determinó un Grado de acuerdo para Ganzouri vs. IPID de 61% con kappa 0.26  $p < 0.001$ .

Por otra parte, La prueba diagnóstica por IPID Smartphone demostró ser más específica que el Gold estándar (66.5 vs 16.2%), Sin embargo, Ganzouri demostró mayor grado de sensibilidad (96% vs 80.9 %).

Demostrando que la valoración Smartphone por IPID tiene un mayor valor predictivo positivo que Ganzouri (50.7 vs 30.2). Por lo cual es posible validar la nueva prueba diagnóstica por su concordancia con el Gold Estándar.

La ventaja se establece al integrar una herramienta diagnóstica al alcance de todo el personal médico, a través de los dispositivos móviles, y haciendo uso de todas las características con las que cuentan los Smartphone actuales, nos permite la posibilidad de la creación de algoritmos de reconocimiento anatómico, con capacidad de análisis, integración y cálculo, diseñados para la valoración de vía aérea del paciente programado a cirugía de cualquier rama quirúrgica.

No existe otra aplicación médica para Smartphone disponible la cual sea integral y dinámica en la estimación de vía aérea difícil. Actualmente solo existen aplicaciones médicas de referencia o con función de calculadora para integrar escalas. (17). Por lo cual AirCalx1 constituye una innovación tecnológica en el área de diagnóstico y anestesiología.

De esta manera, la valoración pre anestésica, y la correspondiente evaluación integral del paciente, será más precisa, rápida y eliminando las posibilidades del sesgo de apreciación interpersonal, lo cual que representa la desventaja actual de la valoración convencional.

Así mismo se abre un campo de oportunidad para el desarrollo tecnológico aplicable a las áreas médicas de especialidad, enfocando las necesidades propias de cada servicio y la resolución de la problemática a la cual se enfrenta el especialista día con día. De esta manera se reducirán costos en métodos diagnósticos, se aumentará la eficacia y productividad de la labor médica, con el inherente aumento a la seguridad del paciente quirúrgico.

## **Conclusiones**

Introducir tecnología innovadora al entorno clínico y quirúrgico, la cual sea de fácil accesibilidad y portabilidad como una aplicación de Smartphone para fungir un proceso dinámico de valoración preoperatoria y vía aérea difícil, en la cual de manera sencilla se integran las escalas multivariadas, se obtiene una base de datos confiable y disponible en sistema, y que cumple con el objetivo validado de estimar de manera precisa la probabilidad de presentar una vía aérea difícil representa un avance en seguridad preoperatoria del paciente quirúrgico.

Con lo que a esto respecta, los análisis del comportamiento social de la población mundial, tienden a enfocar la tecnología actual disponible, hacia necesidades comunes de la vida diaria, así como objetivos laborales y profesionales, en este sentido, el advenimiento de los dispositivos de telefonía móvil (Smartphone) y la gran capacidad de procesamiento con la que cuentan, representan el futuro de múltiples aplicaciones médicas útiles en el análisis clínico y diagnóstico.

## **Bibliografia**

1. Aggarwal LM. Advances in Medical Technology and its Impact on Health Care in Developing Countries. *Int J Radiol Radiat Ther Adv.* 2017;2(02):55–6.
2. Doyle DJ, Dahaba AA, Lemanach Y. Advances in anesthesia technology are improving patient care , but many challenges remain. 2018;(May):1–5.
3. Bosse G, Abels W, Mtatifikolo F, Ngoli B, Neuner B, Wernecke KD, et al. Perioperative care and the importance of continuous quality improvement-a controlled intervention study in three Tanzanian hospitals. *PLoS One.* 2015;10(9):1–20.
4. Aarts S, Cornelis F, Zevenboom Y, Brokken P, van de Griend N, Spoorenberg M, et al. The opinions of radiographers, nuclear medicine technologists and radiation therapists regarding technology in health care: a qualitative study. *J Med Radiat Sci.* 2017;64(1):3–9.
5. Checketts MR, Alladi R, Ferguson K, Gemmell L, Handy JM, Klein AA, et al. Recommendations for standards of monitoring during anaesthesia and recovery 2015: Association of Anaesthetists of Great Britain and Ireland. *Anaesthesia.* 2016;71(1):85–93.
6. Chemonges S, Shekar K, Tung JP, Dunster KR, Diab S, Platts D, et al. Optimal management of the critically ill: Anaesthesia, monitoring, data capture, and point-of-care technological practices in ovine models of critical care. *Biomed Res Int.* 2014;2014.
7. Merry AF, Cooper JB, Soyannwo O, Wilson IH, Eichhorn JH. An iterative process of global quality improvement: The International Standards for a Safe Practice of Anesthesia 2010. *Can J Anesth.* 2010;57(11):1021–6.

8. Gómez-Ríos MA, Gaitini L, Matter I, Somri M. Guías y algoritmos para el manejo de la vía aérea difícil. *Rev Esp Anesthesiol Reanim* [Internet]. 2018;65(1):41–8.
9. Frerk C, Mitchell VS, McNarry AF, Mendonca C, Bhagrath R, Patel A, et al. Difficult Airway Society 2015 guidelines for management of unanticipated difficult intubation in adults. *Br J Anaesth*. 2015;115(6):827–48.
10. Gómez-Ríos M. Can fiberoptic bronchoscopy be replaced by video laryngoscopy in the management of difficult airway? *Rev Esp Anesthesiol Reanim* [Internet]. 2016;63(4):189–91.
11. Apfelbaum JL, Hagberg C a, Caplan R a, Blitt CD, Connis RT, Nickinovich DG, et al. Practice Guidelines for Management of the Difficult Airway. *Anesthesiology*. 2003;98(2):1269–77.
12. El-Halim Mahran EA, Hassan ME. Comparative randomised study of glidescope® video laryngoscope versus flexible fibre-optic bronchoscope for awake nasal intubation of oropharyngeal cancer patients with anticipated difficult intubation. *Indian J Anaesth*. 2016;60(12):936–8.
13. Wajekar A, Chellam S, Toal P. Prediction of ease of laryngoscopy and intubation-role of upper lip bite test, modified mallampati classification, and thyromental distance in various combination. *J Fam Med Prim Care* [Internet]. 2015;4(1):101.
14. Orozco-díaz É, Álvarez-ríos JJ, Arceo-díaz JL, Ornelas-aguirre JM. Predicción de intubación difícil mediante escalas de valoración de la vía aérea. 2010;(5):393–9.
15. Volume V, Raza L. Edigraphic.Com. *Invest Clin*. 2001;2.
16. García SJ Lilia, Lilia E., Alonso C., José Luis B. Morales V., Alejandra Taboada V. Valoración de la Clasificación de "Mallampati", "Patil-Aldrete" y "Cormack y Lehane", para predicción de intubación difícil. *Revista Mexicana de Anestesiología* 1994 ; 3 : 123-129.

17. Mosa, A.S.M.; Yoo, I.; Sheets L. A systematic review of healthcare applications for smartphones. *BMC Med. Inf. Decision Making*. 2012;12(67).
18. Valverde S. Major transitions in information technology. *Philos Trans R Soc B Biol Sci*. 2016;371(1701).
19. Lin YH, Chiang CL, Lin PH, Chang LR, Ko CH, Lee YH, et al. Proposed diagnostic criteria for Smartphone addiction. *PLoS One*. 2016;11(11):1–11.
20. Li G, Liu Y, Dong L, Cai X, Zhou D. An algorithm for extrinsic parameters calibration of a camera and a laser range finder using line features. *IEEE Int Conf Intell Robot Syst*. 2007;3854–9.
21. Simmons KP. Body measurements techniques: A comparison of three-dimensional body scanning and physical anthropometric methods. 2001;68.
22. Trošt N, Peña-Llopis S, Koirala S, Stojan J, Potts PR, Tacer KF, et al. &#x3B3;Klotho is a novel marker and cell survival factor in a subset of triple negative breast cancers. *Oncotarget*. 2016;7(3):1955–67.

**ANEXOS:****Hoja de recolección de datos:**

numero de folio: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

Ficha de identificación

Nombre: \_\_\_\_\_

NSS: \_\_\_\_\_

Edad: \_\_\_\_\_ Genero: \_\_\_\_\_ Peso: \_\_\_\_\_ Kg Talla: \_\_\_\_\_ IMC: \_\_\_\_\_ ASA: \_\_\_\_\_

Diagnostico: \_\_\_\_\_

Cirugía proyectada: \_\_\_\_\_

**PUNTUACION DURANTE LA VALORACION**

AIRCALX <sub>1</sub>	VALORACION	GOLD STANDAR
MALLAMPATI	APERTURA ORAL	
PATIL-ALDRETI	DISTANCIA TIROMENTONEANA	
DISTANCIA INTERINCISIVOS	GRADO OROFARINGEO	
DISTANCIA ESTERNO-MENTONEANA	RANGO DE MOVILIDAD DE CABEZA Y CUELLO	
BELL HOUSE DORE	PROTRUCION MANDIBULAR	
	PESO CORPORAL	
	HISTORIA DE INTUBACION DIFICIL	
PUNTUACION IPID	PUNTUACION URIGANZOURI	

**DURANTE PROCEDIMIENTO: TIEMPO DE VALORACION DE VIA AEREA**

**Vía aérea difícil: Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_ MINUTOS: \_\_\_\_\_**

**Complicaciones asociadas al abordaje de vía aérea: Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_**

FIGURA 1.

23:11

67%

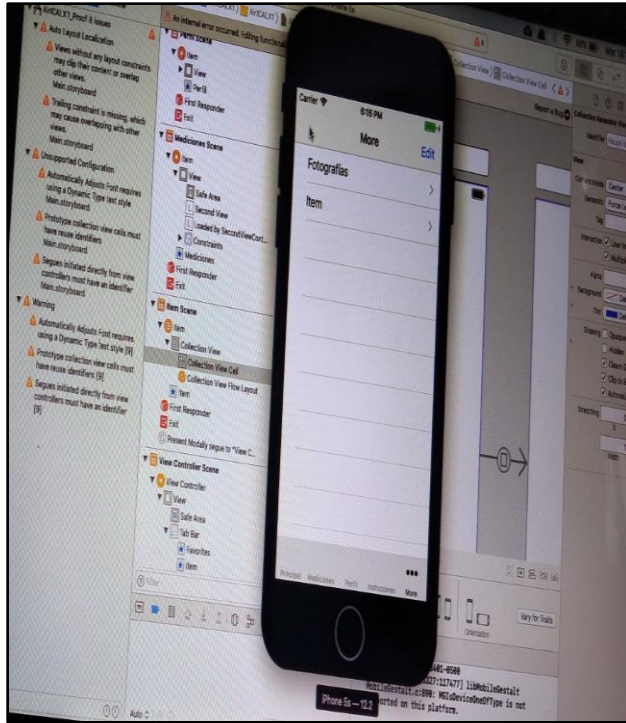


FIGURA 2.

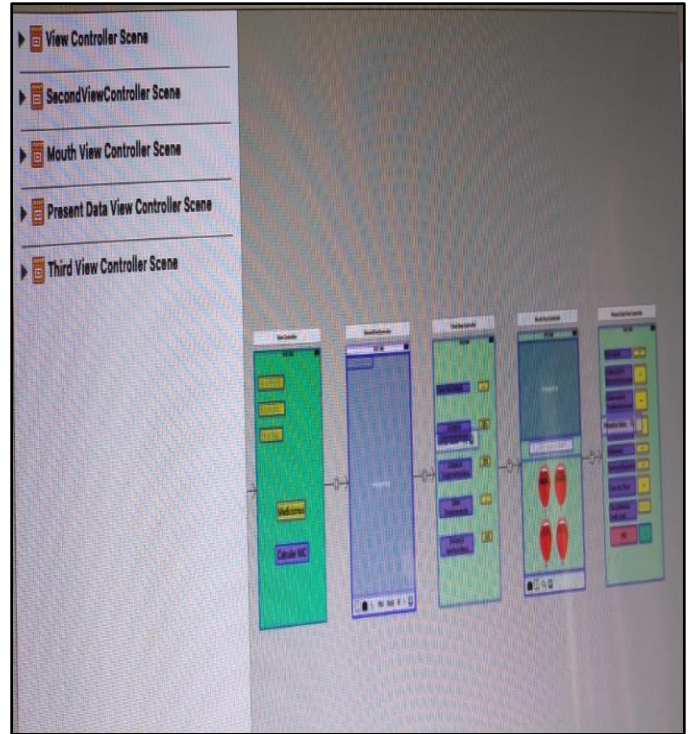


FIGURA 3

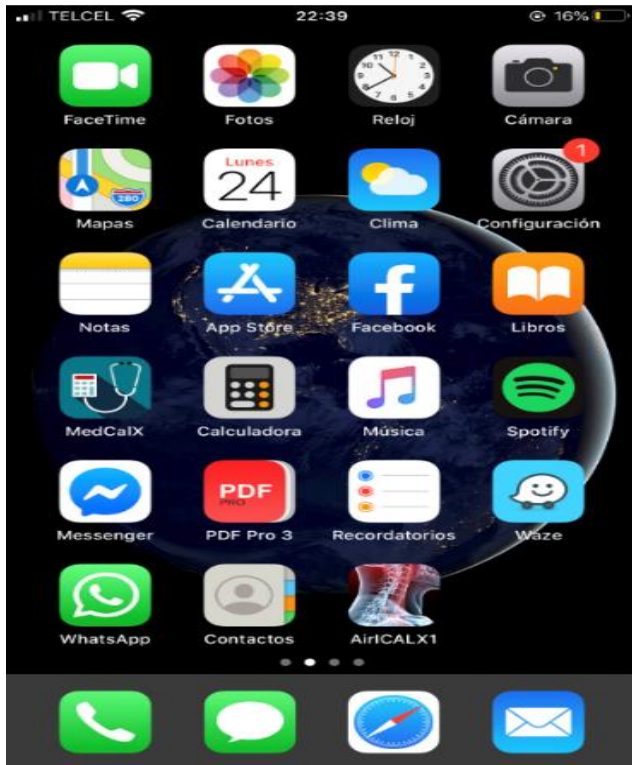


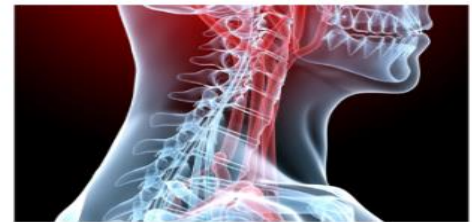
FIGURA 4

TELCEL

23:11

67%

**Buen día doctor(a)**



Bienvenido a Alrcalx1, la aplicación diseñada para valorar vía aérea.

En la barra multitareas encontrarás un área para ingresar los datos de tu pacientes (perfil) y un área de mediciones (more), para hacer tus valoraciones más fáciles y eficientes.





FIGURA 5.

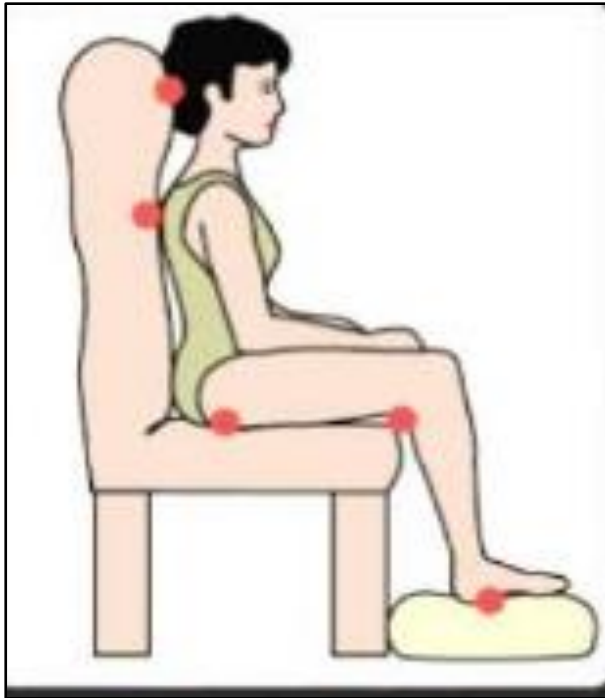


FIGURA 6.



FIGURA 7.



FIGURA 8.



FIGURA 7.

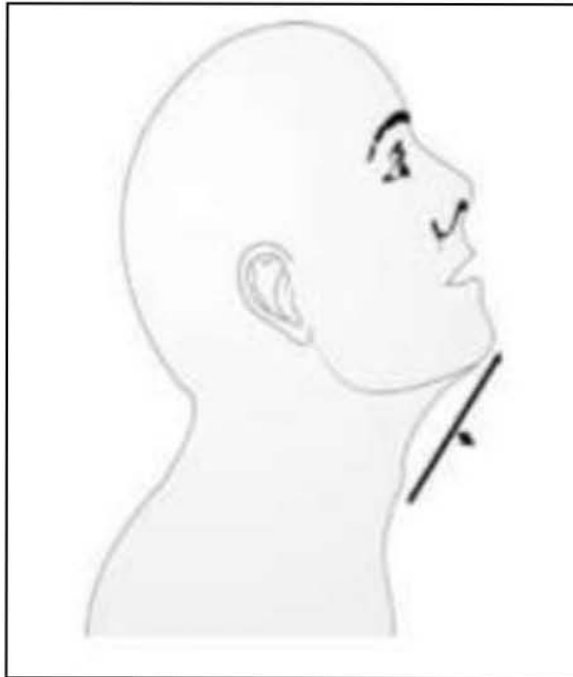


FIGURA 8.

