

**DESARROLLO DE UNA APLICACIÓN PARA EL CÁLCULO DE LÍQUIDOS
TRANSOPERATORIOS EN PACIENTES QUIRURGICOS**



UNIVERSIDAD DE CARABOBO
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
DIRECCIÓN DE POSTGRADO



PROGRAMA DE ESPECIALIZACIÓN EN ANESTESIOLOGÍA Y REANIMACIÓN
HOSPITAL UNIVERSITARIO “Dr. ANGEL LARRALDE”

**DESARROLLO DE UNA APLICACIÓN PARA EL CÁLCULO DE LÍQUIDOS
TRANSOPERATORIOS EN PACIENTES QUIRURGICOS**

Trabajo especial de Grado presentado como requisito parcial para optar al título de
Especialista en Anestesiología y Reanimación.

AUTOR: Frank Cuevas - Médico Cirujano

Naguanagua; Julio de 2018



UNIVERSIDAD DE CARABOBO
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
DIRECCIÓN DE POSTGRADO



PROGRAMA DE ESPECIALIZACIÓN EN ANESTESIOLOGÍA Y REANIMACIÓN
HOSPITAL UNIVERSITARIO “Dr. ÁNGEL LARRALDE”

**DESARROLLO DE UNA APLICACIÓN PARA EL CÁLCULO DE LÍQUIDOS
TRANSOPERATORIOS EN PACIENTES QUIRURGICOS**

AUTOR: Frank Cuevas

TUTOR CLÍNICO: Nelson J. Sivira

TUTOR METODOLÓGICO: Amilcar Pérez

Naguanagua; Julio de 2018



UNIVERSIDAD DE CARABOBO
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
DIRECCIÓN DE POSTGRADO



PROGRAMA DE ESPECIALIZACIÓN EN ANESTESIOLOGÍA Y REANIMACIÓN
HOSPITAL UNIVERSITARIO “Dr. ÁNGEL LARRALDE”

DESARROLLO DE UNA APLICACIÓN PARA EL CÁLCULO DE LÍQUIDOS TRANSOPERATORIOS EN PACIENTES QUIRURGICOS

Autor: Frank Cuevas

Con el propósito de desarrollar una aplicación para el cálculo de líquidos intraoperatorios en el paciente quirúrgico se registraron y documentaron las variables fisiológicas y los requerimientos del paciente adulto en un hoja de trabajo en MS Excel®; posteriormente utilizando el lenguaje de programación Kotlin para teléfonos Android se obtuvo una aplicación móvil automática. **MATERIALES Y METODOS:** investigación es de tipo aplicativa, no experimental de campo y transversal. Se realizó una prueba piloto de la app en 31 profesionales de anestesiología del Hospital Universitario Dr. Angel Larralde. **RESULTADOS:** Luego de usar la aplicación prototipo los encuestados refirieron: Es preciso (93,55%= 29 casos); Es rápido (100%= 31 casos); Es confiable (96,77%= 30 casos); Sirve como una herramienta de orientación terapéutica (100%= 31 casos) y Es una herramienta fácil de utilizar (100%= 31 casos). **CONCLUSIONES:** Se identificaron las variables y constantes fisiológicas necesarias para el cálculo de líquidos del paciente quirúrgico. Se diseñó, desarrolló y evaluó la aplicación para teléfonos android, la cual calcula de manera automática una vez introducidas las variables respectivas líquidos transoperatorios.

Palabras clave: líquidos intraoperatorios, balance hídrico, aplicación Android.

INTRODUCCIÓN

El manejo de fluidos intraoperatorios ha sido un tema de debate a través de los años. El cálculo de los requerimientos y el balance hídrico de los adultos para cualquier tipo de acto quirúrgico electivo o de emergencia es imprescindible, a fin de mantener las funciones vitales dentro de rangos fisiológicos apropiados.

Antiguamente se recomendaba que los pacientes recibieran muy pocos líquidos intraoperatoriamente, se pensaba que la hidratación aumentaba el riesgo de complicaciones postoperatorias. Posteriormente se hizo evidente que el no proporcionar fluidos adecuadamente en el transoperatorio tiene complicaciones importantes en el período postoperatorio, como la necrosis tubular aguda, etc. La sobrecarga de líquidos también causa complicaciones bastante graves, incluida la congestión pulmonar, hipoxia tisular, disminución de la cicatrización de la herida, aumento del edema y retraso en la recuperación. El anestesiólogo en caso de evidenciar alteraciones hídricas adquiridas previamente debe corregirlas, realizar cálculos precisos y vigilar las mismas cuando se ingresa a un procedimiento quirúrgico.

La administración de líquidos durante la cirugía es un estándar de atención para todos los procedimientos quirúrgicos que requieren anestesia. Mejorar el manejo de los fluidos perioperatorios ayuda con los resultados, disminuye complicaciones y estancia hospitalaria.¹ Sin embargo, la realización del cálculo manual de los requerimientos y el balance hídrico transoperatorio puede ser tedioso, consumir tiempo e incrementar las posibilidades de errores cuando se trabaja en ambientes estresantes. El cálculo exacto, seguro, en poca cantidad de tiempo depende de aplicar en forma idónea las formulas y variables respectivas.

Dentro de sus iniciativas políticas y estrategias la Organización Mundial de la Salud (2010) y la Organización Panamericana de la Salud (OPS., 2013) definen la eHealth: “consiste en el apoyo de la utilización eficaz y segura de las tecnologías de la información y las comunicaciones que ofrecen a la salud y a los ámbitos relacionados con ella, con inclusión

de los servicios de atención de salud, la vigilancia y la documentación sanitaria, así como la educación, los conocimientos y las investigaciones en materia de salud”.

En una declaración de principios, los fines institucionales que persiguen las organizaciones del sector de la salud con el apoyo de la eHealth, son: Tele salud (incluye la telemedicina), consistente en la prestación de servicios de salud a través de las tecnologías de la información y la comunicación. Además de "mHealth" (Mobile health) o salud por dispositivos móviles, dedicado al ejercicio de la medicina y la salud pública con apoyo de los dispositivos móviles. ^(2, 3, 4,5)

En este sentido, los teléfonos inteligentes se están convirtiendo en un integrante de la vida cotidiana en la sociedad actual, sirviendo como un medio para cumplir rápidamente tareas en el hogar y en nuestros lugares de trabajo. Estos dispositivos han penetrado en el mercado en todos los sectores industriales y profesionales. Los teléfonos inteligentes o smartphones están definidos por la Asociación de la Industria de las Telecomunicaciones en 2010 "como un dispositivo móvil que ofrece la capacidad informática y la conectividad más avanzadas disponibles en la actualidad, con inteligencia similar a una computadora personal al tiempo que ofrece las capacidades de los teléfonos móviles, ejecutando el software del sistema operativo (en inglés OS) que proporciona la plataforma para la aplicación de terceros, teniendo más potencia de procesamiento y memoria, múltiples conexiones, como Wi-Fi y Bluetooth, aplicaciones multimedia, como fotos, música y videos, y funciones GPS." ⁽⁶⁾

La adopción generalizada de dispositivos móviles, incluso en entornos de bajos recursos, promete hacer que la monitorización transoperatoria esté disponible en cualquier lugar y a bajo costo. Estos poderosos dispositivos proporcionan interpretaciones inteligentes o transmisión inmediata de información. Hay seis plataformas principales de teléfonos inteligentes (OS): Symbian OS, Palm OS, Microsoft Windows, Blackberry, IOS y Android. ^(4,6)

Se entiende por apps aquellas aplicaciones de software que funcionan en teléfonos móviles, tabletas o computadoras y que son distribuidos a través de servicios o tiendas como la

“iTunes store” (Para iPhone y iPad), “Google play” (para Android); estas pueden ser generadas por desarrolladores de tecnologías móviles o por individuos u organizaciones ⁽⁷⁾. Sin embargo, no existe consenso en relación con la terminología para describirlas; artículos recientes proponen utilizar el término “app” para referirse a aplicaciones específicas para teléfonos móviles ^(6,8).

Colocando los parámetros o variables requeridas en las aplicaciones móviles, los usuarios pueden obtener resultados rápidos y confiables desde el punto de vista clínico. ⁽³⁾

En 2017 se informó que había alrededor de 10,275 aplicaciones de salud y estado físico disponibles al buscar el término "médico" y "fitness" en las tiendas de apps de Iphone, Android, Blackberry, Nokia/Symbian y Windows. ⁽⁹⁾ Las aplicaciones de software para teléfonos inteligentes son cada vez más populares tanto para los consumidores como para los proveedores de servicios de salud.

La aplicación Calculate byQxMD contiene más de 150 calculadoras clínicas que sirven de guía para tomar decisiones en tiempo real. Para el campo de la anestesiología se cuenta con calculadoras para la evaluación preanestésica, como anestesia cardiovascular, riesgo cardiovascular, falla respiratoria postoperatoria, predicción de eventos cardiacos luego de cirugías vasculares específicas, múltiples calculadoras para ecocardiografía, anestesia obstétrica, otras también útiles en cuidados intensivos. Calculate byQxMD está disponible en iOS y Android, carece de calculadoras de anestesia útiles para pérdida de sangre permisible. ⁽¹⁰⁾

Debido al gran volumen de datos Huang R y cols. 2014, desarrollaron una plataforma de informática móvil (PIM) en una hoja de cálculo de Microsoft Excel para recopilar y calcular datos sobre pacientes sometidos a bypass cardiopulmonar (BCP). Esto debido a la carencia de un gold estándar para determinar el estado general de coagulación de un paciente en circulación extracorpórea (CEC) de forma intraoperatoria. El sistema ofrece un módulo de soporte de decisiones (MSD) integrado en el archivo de Excel, donde el usuario ingresa los resultados de laboratorio, incluyendo hemoglobina (Hb) con valor óptimo mínimo de 10 g/dL entre otros datos. A través de 45 algoritmos integrados, el sistema calcula recomendaciones para los hemoderivados. Sin embargo, aunque los algoritmos se

basan en la práctica de transfusión estándar, la cantidad de componentes sanguíneos debe basarse en el grado de sangrado microvascular y el peso corporal del paciente. La recomendación de dosificación de hemoderivados puede ser usada como punto de partida. Formula representativa de Excel =IF(C33=0,"0";IF(C33>=10,"0"; ROUND(10-C33,0))).

La monitorización transoperatoria en anestesiología es una tarea sistemática, continua, laboriosa y por ende amerita tiempo y consumo de recursos de alto costo para las instituciones de salud. Por lo que el anestesiólogo debe contar con una gran variedad de monitores que cuantifiquen variables clínicas, para determinar en el paciente de forma adecuada los requerimientos hídricos transoperatoriamente, bien sea a base de soluciones expansoras o coloides, las pérdidas absolutas admisibles, aportes de hemoderivados, pérdidas insensibles, la velocidad de infusión de medicamentos vía parenteral, la totalidad de líquidos ingeridos/eliminados y el balance hídrico de acuerdo al grupo etario, los antecedentes clínicos y la patología quirúrgica presentada en el momento.

Por tal motivo, a medida que ha evolucionado la tecnología, se han abierto nuevas y mejores formas para realizar el trabajo que se hacía de forma manual dentro del quirófano, por medio de cálculos matemáticos, con distintas variables, que permiten un resultado único para cada paciente de acuerdo con la condición médica en un determinado momento. Los equipos, sistemas portátiles y aplicaciones funcionan como herramientas para facilitar las labores y sirven de guía a los clínicos, sin reemplazar sus principios, ni sus criterios.

Uno de los principales obstáculos en el cálculo de requerimientos y balance hídrico transoperatorio, es no contar con una herramienta que de manera rápida, precisa y confiable permita realizar estos procedimientos rutinarios y minuciosos. Actualmente no se dispone de aplicaciones de este tipo para teléfonos inteligentes o sistemas para ordenadores tipo PC que nos faciliten el trabajo. Por lo que con la realización del siguiente proyecto se busca el desarrollo de una aplicación móvil que tras el ingreso de datos y variables clínicas calcule de forma correcta las dosis de líquidos cristaloides, pérdidas sanguíneas admisibles, balance hídrico, diuresis horaria, gasto urinario y aporte hídrico a pacientes adultos durante el transoperatorio. ^(12, 13)

Por lo anteriormente expuesto, se establece como objetivo general del presente estudio: Desarrollar una aplicación para el cálculo de líquidos ingeridos y eliminados intraoperatoriamente en el paciente quirúrgico, que procese datos y aporte sugerencias oportunas al anesthesiólogo. Como objetivos específicos se plantean: Identificar el conocimiento y la aplicación de las variables y constantes fisiológicas para el cálculo de líquidos intraoperatorios del paciente. Evaluar el diseño de la aplicación como paso previo en el programa Microsoft Excel® y su ejecución posterior en formato compatible con teléfonos inteligentes. Evaluar la aplicación en la plantilla de anestesiología.

MATERIALES Y MÉTODOS

La presente investigación es de tipo aplicativa, no experimental de campo y transversal.

Se registraron y documentaron las variables fisiológicas y los requerimientos que en promedio debería recibir el paciente adulto durante las primeras 04 horas del transoperatorio, para esto se diseñó un sistema en una hoja de trabajo en MS Excel®; posteriormente utilizando el lenguaje de programación Kotlin para teléfonos Android se aplicaron las mismas ecuaciones de base de dicha hoja y se obtuvo una aplicación móvil automática para calcular los parámetros referentes a la hidratación transoperatoria, así como también la máxima pérdida sanguínea aceptable (MPSA), al culminar el acto quirúrgico permite determinar el balance hídrico final, la diuresis horaria, el gasto urinario y el aporte hídrico.

Este sistema tanto en su versión para MS Excel® o en Android solicita de manera inicial colocar la información básica del paciente con respecto al peso, sexo, horas de ayuno patológico, estrés quirúrgico según el grado de exposición quirúrgica, Hb real del paciente, Hb mínima necesaria para la cirugía. Al completar esta información la aplicación calcula la cantidad de solución cristaloide isotónica sugerida que en promedio podría ser aportada para las horas 1, 2, 3 y 4 en columnas respectivas referentes a hidratación base o líquidos de mantenimiento, correcciones por el ayuno patológico, pérdidas insensibles y el estrés quirúrgico, también la MPSA. Al concluir el acto quirúrgico y aportar a la aplicación el número de horas del transoperatorio y la cantidad real respecto a los líquidos ingeridos y los eliminados, el sistema calcula el balance hídrico final ($BHF = cc$), diuresis horaria ($DH = cc/Hora$), gasto urinario ($GU = cc/Kg/Hora$) y aporte hídrico ($AH = cc/Kg/Hora$) para que el anestesiólogo realice su interpretación oportuna. (Ver figuras A, D y E)

La aplicación diseñada se encuentra disponible en internet en su versión Beta, a través de HockeyApp ®. (Ver figuras B y C) la cual puede ser descargada en teléfonos celulares con Android OS 4.4 o superior, por medio de invitación previa del Ingeniero en Computación Eduardo Arturo Naveda Sánchez, quien realizó el diseño de la interfaz gráfica, pruebas de

fórmulas y de funcionamiento en android, basado en la información aportada en la hoja de Excel.

Se realizó una prueba piloto de la app en 31 profesionales de anestesiología del Hospital Universitario Dr. Angel Larralde, la muestra fue no probabilística deliberada de voluntarios que aceptaron participar.

La técnica de recolección de información fue la encuesta y como instrumentos se aplicaron 2 cuestionarios de respuesta cerrada dicotómica: uno para el evaluar el conocimiento, la necesidad y las dificultades con respecto a la aplicación de las variables y constantes fisiológicas para el cálculo de líquidos transoperatorios del paciente adulto (7 preguntas) y otro para la evaluación de la aplicación o prototipo (5 preguntas) en su versión en MS Excel® y Android a partir de la opinión de los profesionales involucrados. La información fue recopilada directamente de los sujetos involucrados, una sola vez en el tiempo, tanto para el diagnóstico de la necesidad como para la evaluación del prototipo diseñado, sin que esto implicara un seguimiento.

Una vez recopilados los datos se presentaron los resultados en distribuciones de frecuencias (absolutas y relativas) según los objetivos específicos propuestos, además de incorporar un aparte donde se especifica los elementos del diseño de la propuesta en una hoja del programa MS Excel® a modo de aplicación como paso previo para su ejecución posterior en formato compatible con teléfonos inteligentes Android.

RESULTADOS

En la figura A se puede observar una captura de pantalla del sistema para cálculo de líquidos intraoperatorios en una hoja de MS Excel®, las celdas amarillas señaladas por la flecha recta 1° indican los datos del paciente en el preoperatorio que deben ser colocados en las celdas en blanco por el usuario o pueden ser elegidos de una lista desplegable preestablecida; el peso expresado en Kg, sexo masculino (M)/femenino (F), horas de ayuno patológico (intervalo entre 1-10 horas), estrés quirúrgico (intervalo entre 1-10), Hb real del paciente y Hb mínima necesaria para la cirugía, de esta manera el sistema automáticamente calcula la hidratación sugerida para las 4 primeras horas que aparece señalada con la flecha curva en la tabla de Hidratación Horaria.

L21 : X ✓ fx									
	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	BALANCE HÍDRICO INTRAOPERATORIO								
2									
3	Datos del Paciente		Hidratación Horaria						
4			1ra Hora						
5	PESO kg	68,0	2da Hora						
6	SEXO	M	3ra Hora						
7	AYUNO PATOLÓGICO Hs	6	4ta Hora						
8	ESTRÉS QUIRÚRGICO	8							
9	Hb g/dL	13,5							
10	Hb mínima g/dL	10,0							
11	MPSA cc	1234							
12									
13									
14	Total Ingresos	2150,0	cc	Total Egresos	3600,0	cc	Balance Hídrico Final	-1450,0	cc
15	Cristaloides	1800,0	cc	Diuresis	1000,0	cc	Diuresis Horaria	333,3	cc/Hora
16	Coloides		cc	Aspiración (sangre)	1000,0	cc	Gasto Urinario	4,9	cc/kg/Hora
17	Hemoderivados	300,0	cc	Compresas	1000,0	cc	Aporte Hídrico	31,6	cc/kg
18	Drogas en Infusión	50,0	cc	Sonda NG	600,0	cc	Horas de Cirugía	3,0	H
19	Líquidos administrados o eliminados durante toda la cirugía				Balance hídrico al final de la cirugía				
20	Coloque los números o letras a la derecha de las celdas en Amarillo, las celdas Beige se calculan automáticamente								
21	Maxima Pérdida Sanguínea Aceptable, MPSA								

Figura A. Sistema para cálculo de líquidos intraoperatorios en hoja de MS Excel ®.

En la tabla inferior las celdas amarillas (flecha recta 2°) indican los líquidos ingeridos utilizados y líquidos eliminados durante el transoperatorio para calcular el balance hídrico final de acuerdo al número de horas de la cirugía en el postoperatorio. Los resultados del balance hídrico, diuresis horaria y gasto urinario pueden resaltar con colores en caso de un valor fuera del intervalo normal, en el caso de balance hídrico final entre 1000cc y -1000cc,

diuresis horaria de 30cc/hora a 100cc/hora y gasto urinario de 0,5 a 1,0 cc/Kg/hora. En caso de cometer algún error en la colocación de los valores se pueden borrar y volver calcular.

En las figuras A y E el ejemplo hipotético realizado con un paciente masculino de 68 kg con 6 horas de ayuno patológico, estrés quirúrgico de 8, Hb real 13,5 g/dL, Hb mínima 10,0 g/dL, el sistema reporta automáticamente una MPSA de 1234cc, la tabla de hidratación horaria intraoperatoria sugiere aportar 1º hora 1224cc, 2º-3º horas 1020cc y 4º hora 816cc. Vemos el balance hídrico transoperatorio para las 3,0 horas de cirugía con el total de líquidos ingeridos 2150cc (cristaloides 1800cc + coloides 0cc + hemoderivados 300cc + drogas en infusión 50cc), el total de egresos 3600cc (diuresis 1000cc + aspiración de sangre 1000cc + compresas 1000cc + líquidos eliminados por sonda nasogástrica 600cc). Lo que da un BHF = -1450 cc, DH = 333,3 cc/hora, GU = 4,9 cc/Kg/hora, AH = 31,6 cc/Kg.

En la figura B se observa el icono de HockeyApp®, aplicación que es necesario instalar previamente en el dispositivo Android para descargar la aplicación de Balance Hídrico Intraoperatorio (IFB) en modo BETA. En la figura C se muestran las características de la aplicación de Balance Hídrico Intraoperatorio.

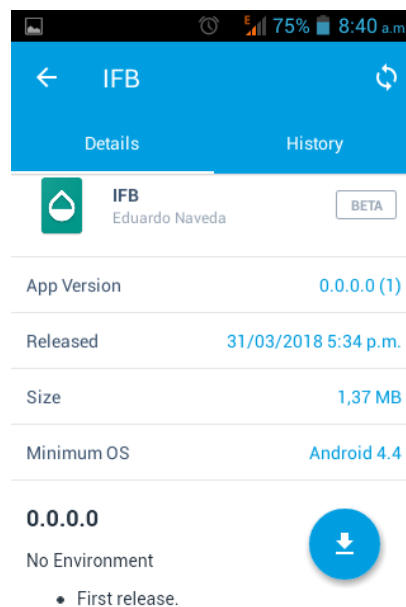
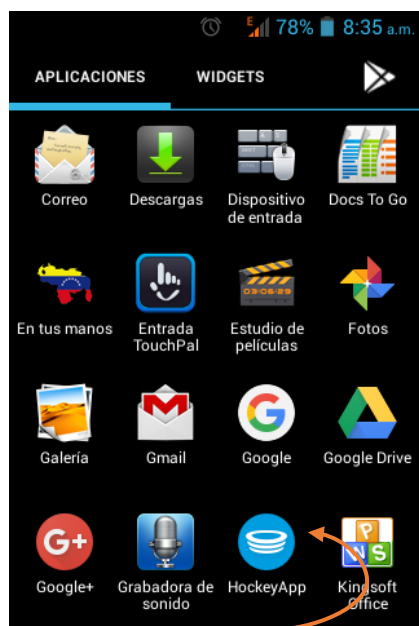


Figura B (izquierda). Icono de HockeyApp®. Figura C (derecha). Características de la aplicación de Balance Hídrico Intraoperatorio (IFB).

En la figura D se observan capturas de pantalla desde un teléfono Android con la aplicación para el cálculo de líquidos intraoperatorios instalado. Las flechas negras señalan los espacios para colocar datos necesarios del paciente (izquierda) para calcular la hidratación sugerida para las 4 primeras horas de cirugía y la cantidad de líquidos ingeridos utilizados y líquidos eliminados durante el transoperatorio (derecha) para calcular el balance hídrico transoperatorio.



Figura D. *Aplicación Android para el cálculo de líquidos intraoperatorios, adaptado de la versión en MS Excel®.*

En la figura E se observan capturas de pantalla donde las flechas negras señalan los resultados de la hidratación intraoperatoria sugerida (E1 y E2) y el resultado del balance hídrico transoperatorio (E3) en el postoperatorio calculado por la aplicación.

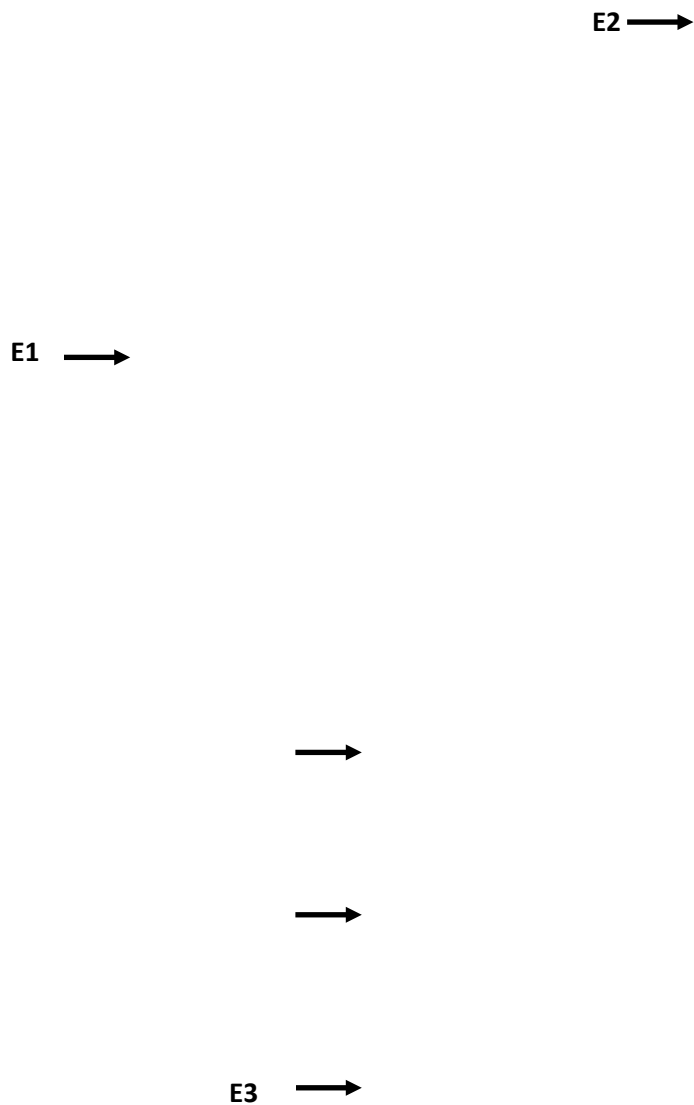


Figura E. *Sistema Android para cálculo de líquidos intraoperatorios.*

TABLA N° 1
DESARROLLO DE UNA APP PARA EL CALCULO DE LIQUIDOS
TRANSOPERATORIOS EN PACIENTES QUIRURGICOS.

CARACTERIZACIÓN DE LA MUESTRA		
Edad (años)	f	%
24 – 35	23	74,19
36 – 47	3	9,68
48 – 60	5	16,13
Sexo	f	%
Femenino	20	64,52
Masculino	11	35,48
Profesionalización	f	%
Especialista	12	38,71
Residente	19	61,29
Total	31	100
Nivel de residencia (n=19)	f	%
R1	6	31,58
R2	2	10,53
R3	11	57,89

Fuente: Instrumento Aplicado por el Investigador (Cuevas; 2018)

De los 31 profesionales de la anestesiología que conformaron la muestra en estudio se registró una edad promedio de 34,29 años $\pm$ 1,97, con una mediana de 30 años, una edad mínima de 24 años, una edad máxima de 60 años y un coeficiente de variación de 30% (serie homogénea entre sus datos), siendo más frecuentes aquellos anestesiólogos con 24 y 35 años (74,19%= 23 casos).

En cuanto al sexo predominó el femenino (64,52%= 20 casos) por encima del masculino (11 casos); fueron más frecuentes los residentes (61,29%= 19 casos) que los especialistas (12 casos), de residentes predominaron los de tercer año de especialidad (11 casos).

TABLA N° 2
DESARROLLO DE UNA APP PARA EL CALCULO DE LIQUIDOS
TRANSOPERATORIOS EN PACIENTES QUIRURGICOS.
CONOCIMIENTO Y APLICACIÓN DE LAS VARIABLES Y CONSTANTES
FISIOLÓGICAS

N°	Según su opinión	Si		No	
		f	%	f	%
1	Conoce los parámetros que deben calcularse para determinar los requerimientos hídricos transoperatorios y el balance hídrico del paciente adulto	31	100	0	0
2	Realiza el cálculo de los requerimientos hídricos transoperatorios y el balance hídrico del paciente adulto de forma manual	12	38,71	19	61,29
3	Conoce las complicaciones del no calcular adecuadamente los requerimiento hídricos	30	96,77	1	3,23
4	Ha tenido complicaciones asociadas al calculo	8	25,81	23	74,19
5	Le resulta rápido y sencillo calcular manualmente los requerimientos hídricos transoperatorios y el balance hídrico del paciente adulto	20	64,52	11	35,48
6	Ha utilizado algún sistema automatizado para el cálculo de los requerimientos hídricos transoperatorios y el balance hídrico del paciente adulto	0	0	31	100
7	Estaría dispuesto (a) a utilizar un sistema automatizado para el cálculo de los requerimientos hídricos transoperatorios y el balance hídrico del paciente adulto	31	100	0	0

Fuente: Instrumento Aplicado por el Investigador (Cuevas; 2018)

La totalidad de los encuestados (31 casos) conoce los parámetros que deben calcularse para determinar los requerimientos hídricos transoperatorios y el balance hídrico del paciente adulto (preg. 1). Un 61,29% de los mismos (19 casos) no realiza el cálculo de los requerimientos hídricos transoperatorios y el balance hídrico del paciente adulto de forma manual (preg. 2).

Un 96,77% (30 casos) efectivamente conoce las complicaciones del no calcular adecuadamente los requerimientos hídricos (preg. 3) mientras que un 74,19% (23 casos) negó haber tenido complicaciones asociadas al cálculo de estos requerimientos (preg. 4)

Un 64,52% de los profesionales (20 casos) les resulta rápido y sencillo calcular manualmente los requerimientos hídricos transoperatorios y el balance hídrico del paciente adulto mientras que un 35,48% (11 casos) lo negó. (preg. 5)

Ninguno de los encuestados (31 casos) ha utilizado algún sistema automatizado para el cálculo de los requerimientos hídricos transoperatorios y el balance hídrico del paciente adulto (preg. 6) y todos estarían dispuestos (as) a utilizar un sistema automatizado para el cálculo de los requerimientos hídricos transoperatorios y el balance hídrico del paciente adulto (preg. 7).

TABLA N° 3
DESARROLLO DE UNA APP PARA EL CALCULO DE LIQUIDOS
TRANSOPERATORIOS EN PACIENTES QUIRURGICOS.
EVALUACIÓN DEL SISTEMA AUTOMATIZADO.

N°	Ud considera que el sistema:	SI		NO		No contesto	
		f	%	f	%	f	%
1	Es preciso	29	93,55	0	0	2	6,45
2	Es rápido	31	100	0	0	0	0
3	Es confiable	30	96,77	0	0	1	3,23
4	Sirve como una herramienta de orientación terapéutica	31	100	0	0	0	0
5	Es una herramienta fácil de utilizar	31	100	0	0	0	0

Fuente: Instrumento Aplicado por el Investigador (Cuevas; 2018)

Luego de usar la aplicación prototipo en Microsoft®Excel y posteriormente conocer su adaptación para dispositivos Android para el cálculo de los requerimientos hídricos transoperatorios y el balance hídrico del paciente adulto, los encuestados refirieron: Es preciso (93,55%= 29 casos); Es rápido (100%= 31 casos); Es confiable (96,77%= 30 casos); Sirve como una herramienta de orientación terapéutica (100%= 31 casos) y Es una herramienta fácil de utilizar (100%= 31 casos).

DISCUSIÓN

En comparación con estudios similares respecto al uso de teléfonos inteligentes entre estudiantes de anestesiología se ha visto que hasta el 96% posee alguno. De estos el dispositivo más popular en casi 72.4% de los estudiantes de postgrado de anestesiología son los teléfonos inteligentes tipo Android.⁽⁹⁾ Aunque en esta investigación no se incluyó estas preguntas, todos los encuestados poseían teléfono inteligente, sin embargo ninguno había utilizado algún tipo de aplicación para calcular los líquidos del paciente durante el transoperatorio a pesar de ser en ciertas ocasiones laborioso o no se realizaba el cálculo en la mayoría de los casos, a pesar de tener el conocimiento para hacerlo y saber las complicaciones asociadas.

Al comparar la opinión de los encuestados en esta investigación con respecto al uso de teléfonos inteligentes en el área de anestesiología con algunas otras investigaciones cuando a los estudiantes de postgrado se les ha preguntado cómo califican el uso de teléfonos inteligentes con respecto a la educación médica en una sola palabra, la mayoría de estos (74.4%) respondieron: Esencial y de Ayuda.⁽⁹⁾

En el presente estudio los participantes estuvieron de acuerdo con utilizar una aplicación para el cálculo de líquidos en el transoperatorio, así mismo luego de usarla la mayoría opinó que el sistema es preciso, rápido, confiable y fácil de utilizar. Sin embargo todos estuvieron de acuerdo en que solo sirve como herramienta de orientación terapéutica.

En otros estudios se ha visto que el uso de dispositivos móviles, incluso en lugares remotos y de escasos recursos promete hacer que la seguridad de la monitorización transoperatoria esté disponible en cualquier lugar y a bajo costo, convirtiéndose en un factor estratégico para salvar vidas.^(4,6)

En cuanto al funcionamiento seguro de una aplicación del ámbito de la salud o mHealth, o que esta garantice que su comportamiento sea el esperado, de tal forma que el cálculo de los datos no afecte negativamente la salud del paciente y que la información que proporcione al médico sea exacta. Algunos informes señalan que buena parte de las

aplicaciones no están avaladas ni certificadas por organismos competentes, que su funcionamiento no está suficientemente probado, y que pueden tener funcionamientos anómalos que pueden generar posibles daños a los pacientes.^(2, 3, 4,5)

De las limitaciones o artefactos que el sistema propuesto pudiera presentar en ciertos casos de pacientes adultos con obesidad/desnutrición y pacientes en edad senil estarían la sobrestimación o por el contrario escaso cálculo de líquidos correspondientes al transoperatorio. Sin embargo el clínico siempre debería guiarse por las condiciones clínicas del paciente, el contexto de la cirugía y el manejo anestésico para ajustar las dosis necesarias.

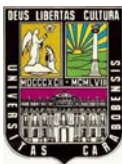
CONCLUSIONES

1. Se identificaron las variables y constantes fisiológicas necesarias para el cálculo de líquidos del paciente quirúrgico los cuales son peso, sexo, ayuno patológico, estrés quirúrgico, Hb real del paciente y Hb mínima, el balance hídrico, la diuresis horaria, el gasto urinario y el aporte hídrico.
2. Se diseñó y evaluó en una hoja de trabajo de Microsoft Excel® las variables mencionadas estableciendo las formulas necesarias para el cálculo de los líquidos transoperatorios en pacientes quirúrgicos.
3. Se diseñó, desarrolló y evaluó la aplicación para teléfonos android, bajo el lenguaje de programación kotlin, en el cual se calcula de manera automática una vez introducidas las variables respectivas, nos permite obtener parámetros como líquidos de mantenimiento, correcciones por ayuno patológico, perdidas insensibles, balance hídrico, diuresis horaria, gasto urinario y aporte hídrico al finalizar el acto anestésico quirúrgico.
4. Una parte importante de los que evaluaron la aplicación considera útil y confiable el funcionamiento de la propuesta obtenida en esta investigación.

REFERENCIAS

1. R. Makaryus, T. E. Miller and T. J. Gan. Current concepts of fluid management in enhanced recovery pathways. *British Journal of Anaesthesia*, 120 (2): 376e383 (2018). doi: 10.1016/j.bja.2017.10.011
2. Green M, Mathew J, Venkatesh A, Green P, Tariq R. Utilization of Smartphone Applications by Anesthesia Providers. *Anesthesiology Research and Practice*. Volume 2018, Article ID 8694357, 10 pages. Disponible en: <https://doi.org/10.1155/2018/8694357>
3. Huang R, Nedelcu E, Bai Y, Wahed A, Klein K, Gregoric I, Patel M, Kar B, Loyalka P, Nathan S, Loubser P, Weeks P, Radovancevic R, Nguyen A. Mobile Computing Platform With Decision Support Modules for Hemotherapy, *American Journal of Clinical Pathology*, Volume 141, Issue 6, 1 June 2014, Pages 834–840. Disponible en: <https://academic.oup.com/ajcp/article-abstract/141/6/834/1766754https://doi.org/10.1309/AJCPRG5LYWL6DXMX> (22/06/2018).
4. Hernández E. & Santamaría G. Aplicaciones Médicas Móviles: definiciones, beneficios y riesgos, *Salud Uninorte*. Barranquilla (Col.) 2015; 31 (3): 599-607.
5. Fernández M. La Salud 2.0 y la atención de la salud en la era digital, *Rev. Méd. Risaralda* 2014; 20 (1): 41-46.
6. Gasca, M.C., L.L. Camargo y B. Medina, Metodología para el desarrollo de aplicaciones móviles, *Tecnura*: 18 (40), 20-35 (2013). Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/4778503.pdf>
7. Attri JP, Khetarpal R, Chatrath V, Kaur J. Concerns about usage of smartphones in operating room and critical care scenario. *Saudi J Anaesth* 2016;10:87-94. doi: 10.4103/1658-354X.169483.
8. Gavali M, Khismatrao D, Gavali Y, Patil K.B. Smartphone, the New Learning Aid amongst Medical Students. *Journal of Clinical and Diagnostic Research*. 2017 May, Vol-11(5): JC05-JC08.
9. Wuenstel A, Cheng P, Clebone A, New applications for your mobile device. *Anesthesia-Analgesia* 2017; January, Volume 124, Number 1.
10. Van Velsen L, Beaujean DJ, van Gemert- Pijnen JE. Why mobile health app overload drives us crazy, and how to restore the sanity. *BMC Med Inform Decis Mak* 2013;13:23.

11. Lewis TL, Boissaud-Cooke MA, Aungst TD, Eysenbach G. Consensus on use of the term "App" versus "Application" for reporting of mHealth research. *J Med Internet Res* 2014;16(7):e174; discussion e.
12. Domínguez, J. *manual de metodología de la investigación científica*. ULADECH Católica. Tercera edición. 2015: 53.
13. Behar, D. *Metodología de la investigación*. Editorial Shalom. 2008: 20.
14. Lozada, J. Investigación Aplicada: Definición, Propiedad Intelectual e Industria. *CIENCIAMÉRICA*, N° 3, 2014;34:39.
15. Universidad Pedagógica Experimental Libertador UPEL (2006). *Manual De Trabajos De Grado, De Especialización Y Maestrías Y Tesis Doctorales*. (4ª Ed).Venezuela: Fondo Editorial de la Universidad Pedagógica Experimental Libertador.
16. Miller, D. *Anestesia*. Harcourt. 4ª Ed. 2001: 1553-1574.
17. Regueira T, Andresen M, Mercado M, Downey P. [Physiopathology of acute renal failure during sepsis]. *Med Intensiva* 2011;35:424–32. Disponible en: <http://www.elsevier.es>.
18. Alonso-Arévalo, J., Mirón-Canelo, J. Aplicaciones móviles en salud: potencial, normativa de seguridad y regulación. *Rev. cuba. inf. cienc. salud* [Internet]. 2017 Sep [citado 2018 Jul 10]; 28(3):. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2307-21132017000300005&lng=es.



UNIVERSIDAD DE CARABOBO
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
PROGRAMA DE ESPECIALIZACIÓN EN ANESTESIOLOGÍA Y REANIMACIÓN
HOSPITAL UNIVERSITARIO “Dr. ÁNGEL LARRALDE”

ANEXO A

CONSENTIMIENTO INFORMADO

Por medio de la presente, yo _____, C.I. _____, en calidad de médico _____ del servicio de Anestesiología y Reanimación del Hospital Universitario “Dr. Ángel Larralde”, hago constar que estoy de acuerdo en que me sean aplicados los instrumentos metodológicos (Instrumento para identificar el conocimiento y la aplicación de las variables y constantes fisiológicas para el cálculo de líquidos transoperatorios del paciente e Instrumento para la evaluación de la aplicación), los cuales son usados por el interesado para la realización del trabajo de tesis titulada:

DESARROLLO DE UNA APLICACIÓN PARA EL CÁLCULO DE LÍQUIDOS TRANSOPERATORIOS EN PACIENTES QUIRURGICOS.

Para optar al título de médico especialista en Anestesiología y Reanimación emitido por la Universidad de Carabobo y el Instituto Venezolano de los Seguros Sociales, igualmente manifiesto que se me ha facilitado el presente consentimiento, habiendo comprendido la finalidad del mismo.

Naguanagua, ____ de _____ de 2018.

Firma



UNIVERSIDAD DE CARABOBO
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
PROGRAMA DE ESPECIALIZACIÓN EN ANESTESIOLOGÍA Y REANIMACIÓN
HOSPITAL UNIVERSITARIO “Dr. ÁNGEL LARRALDE”

ANEXO B

**INSTRUMENTO PARA IDENTIFICAR EL CONOCIMIENTO Y LA
APLICACIÓN DE LAS VARIABLES Y CONSTANTES FISIOLÓGICAS PARA EL
CÁLCULO DE LÍQUIDOS TRANSOPERATORIOS DEL PACIENTE**

Nº	Según su opinión	Si	No
1	Conoce los parámetros que deben calcularse para determinar los requerimientos hídricos transoperatorios y el balance hídrico del paciente adulto		
2	Realiza el cálculo de los requerimientos hídricos transoperatorios y el balance hídrico del paciente adulto de forma manual		
3	Conoce las complicaciones del no calcular adecuadamente los requerimientos hídricos		
4	Ha tenido complicaciones asociadas al calculo		
5	Le resulta rápido y sencillo calcular manualmente los requerimientos hídricos transoperatorios y el balance hídrico del paciente adulto		
6	Ha utilizado algún sistema automatizado para el cálculo de los requerimientos hídricos transoperatorios y el balance hídrico del paciente adulto		
7	Estaría dispuesto (a) a utilizar un sistema automatizado para el cálculo de los requerimientos hídricos transoperatorios y el balance hídrico del paciente adulto		



UNIVERSIDAD DE CARABOBO
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
PROGRAMA DE ESPECIALIZACIÓN EN ANESTESIOLOGÍA Y REANIMACIÓN
HOSPITAL UNIVERSITARIO “Dr. ÁNGEL LARRALDE”

ANEXO C

INSTRUMENTO PARA LA EVALUACIÓN DE LA APLICACIÓN

Nº	Luego de usar la aplicación para el cálculo de los requerimientos hídricos transoperatorios y el balance hídrico del paciente adulto, Ud considera que:	SI	NO
1	Es preciso		
2	Es rápido		
3	Es confiable		
4	Sirve como una herramienta de orientación terapéutica		
5	Es una herramienta fácil de utilizar		