



DOI: <https://doi.org/10.5554/22562087.e1136>

Desarrollo de la aplicación PreAnestesiApp® para la estimación de riesgo perioperatorio en adultos

Development of the PreAnestesiApp® application for perioperative risk estimation in adults

David A. Rincón-Valenzuela^{a,b} , Karina María Vélez^c ^aGerencia de Investigación y Desarrollo, Colsanitas. Bogotá, Colombia.^bFacultad de Medicina, Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia.^cOftalmosanitas. Bogotá, Colombia.**Correspondencia:** Colsanitas, AC 100 11B-67. Bogotá, Colombia.**E-mail:** daarincon@colsanitas.com

Resumen

¿Qué sabemos acerca de este problema?

La falta de sistemas de información clínica interoperables representa una brecha significativa, lo que podría obstaculizar la preparación adecuada de los pacientes y potencialmente aumentar el riesgo de complicaciones durante y después de las intervenciones quirúrgicas. Esta carencia de herramientas que combinen la estimación del riesgo perioperatorio con ayudas cognitivas en el registro de historias clínicas electrónicas agrava aún más esta situación.

¿Qué aporta este estudio de nuevo?

El desarrollo exitoso y la implementación de PreAnestesiApp® representan un avance considerable en la gestión de la valoración preoperatoria en adultos. Esta aplicación no solo mejora la estimación del riesgo perioperatorio, sino que también contribuye de manera efectiva al aprendizaje y a la enseñanza en el campo de la medicina perioperatoria.

¿Cómo citar este artículo?

Rincón-Valenzuela DA, Vélez KM. Development of the PreAnestesiApp® application for perioperative risk estimation in adults. Colombian Journal of Anesthesiology. 2025;53:e1136.

Introducción: La valoración preoperatoria es fundamental en la medicina perioperatoria, ya que una evaluación inadecuada y una preparación insuficiente del paciente pueden aumentar el riesgo de complicaciones anestésicas. En Colombia, actualmente no existen sistemas de información clínica preoperatoria interoperables que integren ayudas cognitivas y soporte de decisiones.

Objetivo: El objetivo de este proyecto fue desarrollar un prototipo funcional de una aplicación que integre la estimación de riesgo perioperatorio y ayudas cognitivas para el registro de historia clínica electrónica durante la valoración preoperatoria en adultos.

Métodos: Para desarrollar el software de aplicación PreAnestesiApp®, se utilizó el modelo en espiral en seis fases iterativas: 1) definición de requerimientos, 2) diseño, 3) desarrollo, 4) pruebas e integración, 5) implementación y 6) operación.

Resultados: El proyecto permitió el desarrollo de un prototipo funcional de PreAnestesiApp®, un software de aplicación que integra la estimación del riesgo perioperatorio y ayudas cognitivas para el registro de historia clínica electrónica durante la valoración preoperatoria en adultos. Desde su implementación, de octubre de 2013 hasta diciembre de 2023, PreAnestesiApp® se ha utilizado en cinco instituciones de salud, en las que se han realizado más de 171.000 valoraciones preoperatorias.

Conclusiones: PreAnestesiApp® es un software de aplicación diseñado para la estimación del riesgo perioperatorio en adultos, con potencial de uso para la enseñanza de la medicina perioperatoria.

Palabras clave: Anestesia; Diseño de software; Periodo preoperatorio; Gestión de riesgos; Registros médicos; Reglas de decisión clínica.

Abstract

Introduction: Preoperative assessment is fundamental in perioperative medicine, as inadequate evaluation and insufficient patient preparation can increase the risk of anesthetic complications. In Colombia, there are currently no interoperable preoperative clinical information systems that integrate cognitive aids and support for decision-making.

Objective: The objective of this project was to develop a functional prototype of an application that integrates perioperative risk estimation and cognitive aids for entering information in the electronic medical record during preoperative assessment in adults.

Methods: To develop the PreAnestesiApp® application software, the spiral model was used in six iterative phases: 1) requirements definition, 2) design, 3) development, 4) testing and integration, 5) implementation, and 6) operation.

Results: The project enabled the development of a functional prototype of PreAnestesiApp®, an application software that integrates perioperative risk estimation and cognitive aids to prompt documentation in the electronic medical record during preoperative assessment in adults. Since its implementation in October 2013 until December 2023, PreAnestesiApp® has been used in five healthcare institutions, where more than 171,000 preoperative assessments have been performed.

Conclusions: PreAnestesiApp® is an application software designed to assist in perioperative risk estimation in adults, with potential use in perioperative medicine education.

Keywords: Anesthesia; Software design; Preoperative period; Risk management; Medical records; Clinical decision rules.

INTRODUCCIÓN

La evaluación preoperatoria (también conocida como preanestésica) se considera el marco de referencia para el manejo perioperatorio de los pacientes. En esta evaluación convergen diversas estrategias destinadas a gestionar el riesgo clínico inherente al procedimiento quirúrgico o diagnóstico, a la patología quirúrgica y otras patologías coexistentes, así como a las intervenciones anestésicas (1,2). La implementación de una consulta preoperatoria efectiva, liderada por especialistas en anestesiología, antes de procedimientos quirúrgicos y diagnósticos, ha demostrado estar asociada con una disminución tanto en la probabilidad de cancelaciones como de retrasos en los quirófanos (3,4). Además, esta consulta promueve la eficiencia en la gestión de recursos y mejora la educación preoperatoria de los pacientes (5), lo que se traduce en una reducción de la mortalidad perioperatoria (6). Una evaluación preoperatoria inadecuada, junto con una preparación insuficiente de los pacientes, se considera una de las principales causas de complicaciones anestésicas (7).

La estimación preoperatoria mediante modelos de riesgo es útil para la toma com-

partida de decisiones, la determinación de la necesidad de evaluaciones paraclínicas y de intervenciones especializadas, el apoyo a la monitorización invasiva y a la estancia posoperatoria en unidades de cuidados intensivos (UCI) y permite la comparación del desempeño clínico entre profesionales e instituciones, entre otras ventajas (8). Además, la estimación preoperatoria mediante modelos de riesgo tiene el potencial de disminuir el riesgo de complicaciones posoperatorias, incluyendo la muerte de los pacientes (9,10). En comparación con los formatos manuales de valoración preanestésica, los formularios electrónicos proporcionan una calidad superior en la información y los datos, cumpliendo las expectativas de los especialistas en anestesiología y ayudando a disminuir la pérdida de información vital e importante (11). El uso de herramientas electrónicas para el soporte de decisiones (EDST, por las siglas en inglés de electronic decision support tool) mejora significativamente la adherencia a las guías clínicas, en comparación con depender únicamente de la memoria o de ayudas cognitivas tradicionales. Además, estas herramientas pueden prevenir la realización de intervenciones inapropiadas que están asociadas con un incremento

en los costos de atención en salud (12). Se ha observado que cuando los sistemas de información clínica trabajan en conjunto con EDST, hay una reducción de complicaciones de entre el 10% y el 20%, lo que se traduce en una disminución de la mortalidad perioperatoria (13). Por otra parte, se ha evidenciado que el diseño adecuado de los sistemas de información clínica podría impactar positivamente la incidencia de burnout en el personal relacionado con la atención en salud (14).

En Colombia, existen normas que regulan los aspectos de estructura, manejo, custodia y confidencialidad de la historia clínica, tales como las Resoluciones 1995 de 1999 y 839 de 2017 del Ministerio de Salud y Protección Social, y las Leyes 1581 de 2012 y 2015 de 2020 del Congreso de la República. En el corto plazo, estas normas se traducirán en la implementación de la Interoperabilidad de la Historia Clínica Electrónica (IHCE). En la década de 1990, en el país se desarrolló un sistema computarizado para el manejo de pacientes prequirúrgicos con el objetivo de simplificar, protocolizar y racionalizar la solicitud de paraclínicos preoperatorios (15). Sin embargo, hasta la fecha no se cuenta con sistemas de información clínica preoperatoria en Colombia que cumplan

las regulaciones nacionales, incluyan EDST y ayudas cognitivas, y permitan la integración con otros sistemas hospitalarios de información clínica previamente implementados. Es posible que, de poder contar con un sistema de información con todas estas funcionalidades, se pudieran mejorar los desenlaces de los pacientes, optimizar el uso de recursos y mejorar la satisfacción de pacientes y especialistas en anestesiología; de esta manera se aportaría al cumplimiento de todos los pilares de la cuádruple meta en salud (16) y se le crearía valor al sistema de salud (17). El objetivo del presente proyecto fue desarrollar un prototipo funcional de una aplicación que combinara la estimación del riesgo perioperatorio con ayudas cognitivas para facilitar el registro de la historia clínica electrónica durante la valoración preoperatoria en pacientes adultos.

MÉTODOS

Los recursos económicos y técnicos invertidos en este proyecto fueron aportados exclusivamente por el grupo desarrollador. Para el desarrollo de este software de aplicación para la gestión y el registro de la información de la valoración preoperatoria se siguió una metodología general en la que se adaptó, con modificaciones, el modelo en espiral para el desarrollo y mejoramiento de software (18). De manera breve, el modelo en espiral sigue seis fases iterativas: 1) definición de requerimientos, 2) diseño de la aplicación, 3) desarrollo de la aplicación, 4) pruebas e integración a procesos, 5) implementación de los desarrollos y 6) operación y mantenimiento. El proceso de desarrollo contempló que la aplicación debía tener un alcance de un sistema de soporte a las decisiones clínicas y no un sistema de historias clínicas completo. Adicionalmente, el desarrollo se enfocó en obtener una interfase no responsiva que se implementara en equipos de cómputo de escritorio y portátiles, pero sin alcance de diseño para tabletas y dispositivos móviles.

Definición de requerimientos

Se identificaron los requerimientos para la aplicación mediante entrevistas realizadas a especialistas y estudiantes de posgrado en anestesiología. Durante dichas entrevistas se solicitaron referencias a otras aplicaciones o formularios en los que se hubieran implementado dichos requerimientos. También, se realizaron referencias con otras aplicaciones informáticas y con sistemas de información clínica implementados en instituciones de salud en Colombia. Una parte crucial de la definición de requerimientos consistió en identificar las escalas, índices de riesgo, clasificaciones, constructos y ayudas cognitivas relevantes para la valoración preoperatoria en adultos. Se identificaron algunos requerimientos incompletos, ambiguos o contradictorios, que se resolvieron mediante consenso entre los miembros del equipo de desarrollo.

Diseño de la aplicación

Para la fase de diseño se determinó el funcionamiento general de la aplicación, sin entrar en detalles técnicos excesivamente específicos. Se consideraron factores relacionados con la implementación de la tecnología disponible, como el hardware, software, la conexión a intranet e internet. Se tuvieron en cuenta algunos casos de uso para cubrir las funciones que se implementarán en la aplicación y se transformaron las entidades definidas en la fase de requerimientos en aspectos de diseño para obtener un modelo cercano a la programación orientada a objetos.

Los procesos de definición, adaptación y adopción de modelos para la caracterización y estimación del riesgo perioperatorio se realizaron por medio de una revisión panorámica de la literatura que buscó sintetizar y resumir la evidencia disponible sobre los temas definidos en la fase de requerimientos. Se utilizó una estrategia de búsqueda no sistemática mediante el método de bola de nieve, incluyendo el rastreo de referencias

(bola de nieve retrospectiva) y de citas (bola de nieve prospectiva), con el objetivo de obtener una amplia variedad de fuentes relevantes (19). Además, se complementaron las fuentes identificadas con el conocimiento personal del equipo de investigación, sus redes sociales y académicas y el descubrimiento fortuito (serendipia) (20).

Desarrollo de la aplicación

Esta fase, aunque es la más evidente del proceso de desarrollo del sistema de información, de manera paradójica no se previó que fuera la más extensa. A pesar de la ausencia de asesoría directa de un profesional en ingeniería de sistemas durante esta etapa, se buscó facilitar la traducción directa de los requerimientos de los especialistas en anestesiología al resultado final del aplicativo. La complejidad y la duración de la fase de desarrollo dependían estrechamente del lenguaje de programación utilizado, por lo que se seleccionaron lenguajes accesibles en términos de costo, disponibilidad y facilidad de aprendizaje para el desarrollo de la aplicación.

Pruebas e integración a procesos

Durante la fase de pruebas se aplicaron dos estrategias para comprobar que la aplicación funcionara correctamente. La primera estrategia fue llevada a cabo por el equipo desarrollador y consistió en probar cada módulo de la aplicación de manera individual para asegurarse de que cada uno funcionara de forma adecuada. La segunda estrategia, llevada a cabo por los usuarios finales, consistió en realizar pruebas integrales de funcionamiento en un ambiente de pruebas y luego durante el ejercicio clínico real de

la valoración preoperatoria. Se consideró importante que las pruebas fueran realizadas por personas sin experiencia en pruebas para el desarrollo de aplicaciones, en este caso, especialistas en anestesiología, para poder evaluar la claridad de la documentación y los procesos o tareas de la aplicación, de manera que cualquier usuario pudiera entenderlos. También se realizaron pruebas por ingenieros de sistemas para centrar la atención en detalles que el personal inexperto podría no considerar durante las evaluaciones.

Además de las pruebas de funcionamiento, se realizaron acompañamientos necesarios para que la aplicación pudiera funcionar de manera complementaria con los sistemas de información clínica implementados en las instituciones de salud. Se buscó integrar la aplicación a los procesos administrativos y clínicos establecidos, para que pudiera ser utilizada de manera efectiva y eficiente en la valoración preoperatoria en adultos. La fase de pruebas fue crucial para garantizar la calidad y eficacia de la aplicación. Se realizaron diversas pruebas para identificar posibles errores y fallos en el funcionamiento de la aplicación, con el objetivo de corregirlos y asegurar que la aplicación pudiera ser utilizada de manera efectiva en la valoración preoperatoria en adultos. El proceso de pruebas se llevó a cabo con rigurosidad y se contó con la colaboración de especialistas en anestesiología y de ingenieros de sistemas, con el fin de garantizar que la aplicación cumpliera los requisitos y expectativas de los usuarios finales.

Implementación de los desarrollos

En la fase de documentación se elaboró un conjunto completo de documentos esenciales para el desarrollo del proyecto y la gestión de la aplicación. Se crearon diagramas, manuales de usuario y técni-

cos, pruebas y otros documentos relacionados para garantizar el soporte adecuado en futuros desarrollos, correcciones, ajustes en la usabilidad, mantenimiento preventivo y correctivo y ampliaciones en las prestaciones de la aplicación. Además, se diseñó una estrategia para la actualización constante de estos documentos, con el fin de mantenerlos al día y en consonancia con las necesidades de los usuarios y los cambios tecnológicos. Asimismo, se incluyó una descripción detallada de las funcionalidades de la aplicación, lo que permite a los desarrolladores futuros comprender las características del sistema y hacer las modificaciones necesarias para satisfacer las necesidades específicas de los usuarios. También, se incluyó un manual de mantenimiento, que detalla los procedimientos necesarios para el mantenimiento preventivo y correctivo de la aplicación, lo que asegura su operación óptima y prolongada. Todo lo anterior fue realizado con el objetivo de garantizar la durabilidad y eficiencia de la aplicación a largo plazo.

Operación y mantenimiento

Durante esta fase, la cual se planeó como la más prolongada del proyecto, el objetivo fue el mantenimiento y mejora de la aplicación para solucionar los errores detectados y abordar los requerimientos emergentes. Para alcanzar este objetivo, se implementó un sistema de seguimiento y gestión de incidencias, el cual permite a los usuarios reportar los errores encontrados en la aplicación, con el fin de que el equipo de desarrollo los corrija en el menor tiempo posible. Además, se establecieron actividades de mantenimiento preventivo de la aplicación para minimizar la aparición de posibles errores futuros. También, se realizaron mejoras en la usabilidad y en las funcionalidades

de la aplicación, en respuesta a las necesidades de los usuarios y las tendencias clínicas sobre gestión de riesgo perioperatorio. Antes de implementar cualquier cambio en la aplicación, se realizaron pruebas exhaustivas con el propósito de asegurar su correcto funcionamiento y evitar la afectación del ejercicio clínico de los especialistas en anestesiología.

Como parte de la monitorización de la operación se definió un grupo de datos y metadatos con el objetivo de generar indicadores de la operación del aplicativo. Los indicadores definidos son el número de valoraciones realizadas, número de usuarios registrados y duración de cada valoración (minutos).

RESULTADOS

Las actividades para la creación de la aplicación iniciaron en octubre de 2013 (primer ciclo). El segundo ciclo se inició en junio de 2015. El tercer ciclo se inició en julio de 2016. El cuarto ciclo se inició en agosto de 2019 y continúa hasta la actualidad. Para mayo de 2020, siguiendo el modelo de desarrollo en espiral, se dio inicio a la fase de operación y mantenimiento del cuarto ciclo de desarrollo del software.

Teniendo en cuenta los criterios de la recordación y la facilidad de escritura se definió PreAnestesiApp® como el nombre de marca asociado al software de aplicación (Registro 13-44-174, 15/oct/2014, Dirección Nacional de Derechos de Autor, Colombia). El acceso web se estableció mediante localizadores uniformes de recursos (URL, del inglés Uniform Resource Locator).

La estructura de la valoración preoperatoria se basó en la propuesta publicada en la versión 2009 de las normas mínimas de seguridad de la Sociedad Colombiana de Anestesiología y Reanimación (S.C.A.R.E.), vigentes al inicio del desarrollo de la aplicación (21).

En la [Tabla 1](#) se presenta un consolidado de los requerimientos identificados entre el primer y el cuarto ciclo de desarrollo. En los más de diez años durante los que se ha desarrollado el proyecto, solo se ha excluido de las características de PreAnestesiApp® la escala para la estimación de la vía aérea difícil. En el segundo ciclo se había selec-

cionado la escala propuesta por Arné et al. ([22](#)), y en el tercer ciclo se adoptó con modificaciones la propuesta por Kheterpal et al. ([23](#)), incluyendo el antecedente de apertura oral limitada y el antecedente de vía aérea difícil. En el cuarto ciclo de desarrollo, se decidió excluir la estimación del riesgo de VAD mediante escalas, dado que resulta-

dos de estudios observacionales sugieren que las escalas podrían no ser mejores que la evaluación tradicional de la vía aérea ([24-26](#)).

Para el funcionamiento de las constantes y los parámetros de la aplicación se adoptó una estructura de bases de datos relacionales ([27](#)). El diseño de la aplicación contempló la necesidad de diez bases de

Tabla 1. Definición de requerimientos y consideraciones para el diseño de PreAnestesiApp®.

Requerimiento	Consideraciones para el desarrollo de PreAnestesiApp®
Funcionamiento general	
Se debe cumplir la normatividad vigente sobre historia clínica y protección de datos personales en Colombia	<ul style="list-style-type: none"> - Ley 23 de 1981 del Congreso de la República (art. 35). - Resolución 1995 de 1999 del Ministerio de Salud (art. 3). - Ley 1581 de 2012 del Congreso de la República. - Resolución 839 de 2017 del Ministerio de Salud. - Ley 2015 de 2020 del Congreso de la República.
Interoperabilidad con otros sistemas de historia clínica usados	Deben crearse mecanismos para facilitar la interoperabilidad con otros sistemas de historia clínica usados en las diferentes IPS donde PreAnestesiApp® sea potencialmente implementable.
Arquitectura de las bases de datos relacionales	<ul style="list-style-type: none"> - Las variables incluidas en el formato de historia clínica de la aplicación contienen información suficiente y relevante. - No existe información redundante. Todas las variables deben ingresarse una sola vez. - La aplicación impide que la información imprescindible sea omitida por el usuario (diseño a prueba de errores, poka-yoke) (28).
Módulos complementarios	
Tamizaje preoperatorio autodiligenciado por los pacientes	Tamizaje del riesgo perioperatorio en adultos como soporte a la valoración preoperatoria (30,32,33).
Interfase de usuario	
Formato estructurado	<ul style="list-style-type: none"> - Los formatos estructurados aumentan el registro de información indispensable (34). - La curva de aprendizaje y los indicadores de calidad del registro clínico son superiores con formatos estructurados (35). - Se adoptó la estructura de valoración preanestésica propuesta por las Normas Mínimas de Seguridad de la S.C.A.R.E. en 2009 (21).
Fondo de pantalla oscuro	La interfases con fondo oscuro (azul o negro) disminuyen los efectos dañinos sobre la fisiología ocular, el ciclo circadiano y la fisiología del sueño en comparación con las interfases de fondo luminoso (blanco) (36,37).
Desplazamiento con teclado y ratón	No existe información suficiente que permita asociar el trabajo en computador, con mouse y teclado, con la aparición de síndrome de túnel del carpo (38).
Variables calculadas	
Edad	Cálculo en años y meses cumplidos con base en la fecha de nacimiento y la fecha actual.
Edad gestacional y fecha probable de parto	Cálculo en semanas con base en la fecha de última menstruación y la fecha actual.
Superficie corporal	Cálculo a partir de peso y talla (39,40).
Índice de masa corporal	Cálculo a partir de peso y talla (41).
Peso ideal	Cálculo a partir de sexo y estatura (42,43).
Peso magro	Cálculo a partir de sexo, peso e índice de masa corporal (44).

Tasa de filtración glomerular	Calculada mediante la fórmula desarrollada por la Colaboración sobre Epidemiología de la Enfermedad Renal Crónica (CKDEPI, del inglés Chronic Kidney Disease Epidemiology Collaboration) (45-47).
Glucemia plasmática media	Calculada a partir de la hemoglobina glicosilada (HbA1C) (48).
Pérdidas sanguíneas permisibles	- Estimación del volumen sanguíneo (49). - Estimación de las pérdidas sanguíneas permisibles (50).
VEF1 predicho actual y predicho posoperatorio	- Valores de referencia del volumen espiratorio forzado (VEF1) de los participantes en la Tercera Encuesta Nacional de Salud y Nutrición (NHANES III, del inglés third National Health and Nutrition Examination Survey) (51). - VEF1 predicho posoperatorio como estimador de riesgo para resección pulmonar (52). - Modelo para predecir el FEV1 posoperatorio inmediato después de resecciones pulmonares importantes (53).
Escalas univariables	
Tipo de procedimiento	Adaptado de la integración entre la clasificación propuesta por Gupta et al. (54) y la escala POSPOM (55).
Clasificación Única de Procedimientos en Salud (CUPS)	Tomada de la Resolución 2336 de 2023 del Ministerio de Salud y Protección Social de Colombia.
CIE10	Tomada de la Clasificación internacional de enfermedades, 10ª edición.
Capacidad funcional	- Estimada con el Índice de Estado de Actividad de Duke (DASI, del inglés Duke Activity Status Index) (56), integrada a la evaluación de riesgo perioperatorio (57). - Validación idiomática del índice DASI a español colombiano (58). - Estimación de la capacidad de ejercicio ajustada a la edad (59).
Estado físico ASA	De acuerdo con la declaración 2020 sobre el Sistema de Clasificación del Estado Físico ASA (Sociedad Estadounidense de Anestesiólogos, del inglés American Society of Anesthesiologists). Tomado de: https://www.asahq.org
Severidad quirúrgica	Adaptada de la clasificación BUPA usada en la escala SORT (60), complementada por las definiciones por puestas por Holt et al. (61).
Clasificación de la intervención NCEPOD	De acuerdo con la declaración 2004 de la Investigación Confidencial Nacional sobre los Resultados y Muerte de Pacientes (NCEPOD, del inglés National Confidential Enquiry into Patient Outcome and Death). Tomado de: www.ncepod.org.uk
Escalas multivariables	
Clasificación del dolor torácico	Clasificación del dolor torácico de acuerdo con sus características clínicas (típico, atípico y no anginoso) (62,63).
Escala de Coma de Glasgow	Escala de Coma de Glasgow (GCS, del inglés, Glasgow Coma Scale) para evaluar el nivel de estado de alerta en los pacientes (64).
Examen de la vía aérea	Modificación de la mnemotecnica LEMON (65), con la inclusión de la Prueba de Mordida del Labio Superior (ULBT, del inglés Upper Lip Bite Test) (66).
Índice de Comorbilidad de Charlson	- De acuerdo con el modelo validado del Índice de Comorbilidad de Charlson (CCI, del inglés Charlson Comorbidity Index) (67,68). - Adaptación del CCI a población colombiana (69).
Evaluación cognitiva rápida para la detección del deterioro cognitivo leve	Uso de las prueba Mini-Cog y Prueba Cognitiva Rápida (RCS, del inglés Rapid Cognitive Screen) para la detección de deterioro cognitivo leve como precursor de delirio posoperatorio y hospitalización prolongada (70,71).
Estimación de riesgo	
Riesgo de vía aérea difícil	Se basa en la estimación subjetiva del riesgo por el especialista en anestesiología. No se considera el uso de ninguna escala cualitativa o cuantitativa (24-26,72).
Riesgo de aspiración pulmonar	Se basa en la estimación subjetiva del riesgo por el especialista en anestesiología con base en factores de riesgo del paciente (73,74).

Riesgo de náuseas y vómito posoperatorio	Estimado con el modelo propuesto por Apfel et al. (75).
Riesgo de mortalidad posoperatoria en cirugía no cardíaca	- Estimación de mortalidad a 30 días según la escala SORT (60,76). - Estimación de mortalidad intrahospitalaria según la escala POSPOM (55).
Fragilidad	- Índice modificado de fragilidad (77). - Escala FRAIL (78).
Riesgo de hemostasia anormal	Estimación de riesgo basada en factores de riesgo identificados en la anamnesis (79,80).
Riesgo cardiovascular en cirugía no cardíaca	- Índice de Riesgo Cardíaco Revisado (RCRI, del inglés Revised Cardiac Risk Index) según el modelo propuesto por Lee et al. (81). Modificado con el criterio de deterioro de la función renal con tasa de filtración glomerular < 30 mL/min (82). Se usan valores de desenlaces actualizados a 2017 (83). - Modelo de riesgo validado por Gupta et al. (54). - Modelo American University of Beirut (AUB-HAS2 Cardiovascular Risk Index) (84,85).
Probabilidad pretest de enfermedad coronaria	Modelo de predicción para estimar la presencia de enfermedad coronaria (86).
Riesgo tromboembólico en pacientes con fibrilación auricular	Estratificación del riesgo clínico para predecir accidentes cerebrovasculares y tromboembolismo mediante factores de riesgo (modelo CHA ₂ DS ₂ VASc) (87).
Complicaciones pulmonares posoperatorias	Puntaje ARISCAT para la estimación de riesgo de complicaciones pulmonares posoperatorias (88).
Riesgo tromboembólico posoperatorio	Modelo de riesgo (simplificación del puntaje Caprini) para predecir eventos de trombosis venosa profunda y tromboembolismo pulmonar a los 90 días en pacientes posquirúrgicos (89).
Riesgo de lesión renal aguda posoperatoria	Índice de riesgo de lesión renal aguda para pacientes sometidos a cirugía general (90).
Tamizaje para apnea obstructiva del sueño	Cuestionario STOPBANG para detectar en el perioperatorio pacientes con apnea obstructiva del sueño (91).
Evaluación clínica de la función tiroidea	El puntaje de Zulewski es una herramienta utilizada en la evaluación preanestésica para estimar la función tiroidea con base en hallazgos clínicos (92).
Riesgo de mortalidad posoperatoria en cirugía cardíaca	Basado en la segunda versión del Sistema Europeo de Evaluación del Riesgo Operatorio Cardíaco (EuroSCORE II) (93).
Ayudas cognitivas	
Clasificación del Índice de Masa Corporal	Clasificación propuesta por la Organización Mundial de la Salud (OMS) basada en el Índice de Masa Corporal (IMC) (94).
Clasificación de la enfermedad renal crónica	Clasificación de la tasa de filtración glomerular de la iniciativa KDIGO (del inglés Kidney Disease: Improving Global Outcomes) (95).
Recomendación para solicitud de paraclínicos	Recomendaciones de la guía del Instituto Nacional para la Excelencia en la Salud y la Atención (NICE, del inglés National Institute for Health and Care Excellence) para la solicitud de exámenes paraclínicos preoperatorios (96,97).
Recomendaciones de ayuno preoperatorio	Recomendaciones ajustadas a las directrices de la Sociedad Estadounidense de Anestesiólogos (ASA, del inglés American Society of Anesthesiologists) (98,99).
Protocolo para solicitud de hemoderivados	Optimización de la solicitud preoperatoria de hemoderivados con un protocolo de pedidos máximos para procedimientos quirúrgicos específicos (100).
Manejo perioperatorio de medicamentos antirreumáticos	Recomendaciones del Colegio Americano de Reumatología y la Asociación Americana de Cirujanos de Cadera y Rodilla para el tratamiento perioperatorio de medicamentos antirreumáticos (101).
Manejo perioperatorio de anticoagulantes orales y antiagregantes plaquetarios	Recomendaciones de la Guía de la Sociedad Europea de Cardiología (ESC, del inglés European Society of Cardiology) sobre evaluación y tratamiento cardiovascular de pacientes sometidos a cirugía no cardíaca (102).

Fuente: Autores.

Tabla 2. Campos de diligenciamiento obligatorio y funciones avanzadas de PreAnestesiApp®.

Campos de diligenciamiento obligatorio	Funciones avanzadas para la valoración y el consentimiento informado
<ul style="list-style-type: none"> - Número de historia clínica - Nombre completo - Sexo - Fecha de nacimiento - Modalidad de la consulta - Procedimiento propuesto - Lateralidad del procedimiento - Clasificación del procedimiento - Código de diagnóstico CIE-10 - Antecedentes quirúrgicos - Antecedentes anestésicos (y complicaciones anestésicas) <ul style="list-style-type: none"> - Antecedentes alérgicos - Antecedentes farmacológicos - Antecedentes patológicos <ul style="list-style-type: none"> - Antecedentes tóxicos - Antecedentes transfusionales <ul style="list-style-type: none"> - Otros antecedentes - Dependencia funcional - Capacidad funcional (Escala DASI) <ul style="list-style-type: none"> - Estado general - Escala de Coma de Glasgow - Peso y talla (con opción de registrar autorreporte) <ul style="list-style-type: none"> - Estado físico ASA - Clasificación de la intervención NCEPOD <ul style="list-style-type: none"> - Riesgo de vía aérea difícil - Riesgo de aspiración pulmonar - Resultado de la valoración - Recomendaciones de ayuno - Reserva de cuidados intensivos - Reserva de hemoderivados 	<ul style="list-style-type: none"> - Imprimir - Descargar en formato PDF - Enviar resultado de la valoración mediante correo electrónico - Copiar texto plano al portapapeles

Fuente: Autores.

datos independientes relacionadas mediante operadores booleanos de igualdad. Las bases de datos usadas fueron: 1) interfaces de usuario implementadas, 2) sedes (instituciones prestadoras), 3) usuarios, 4) entidades aseguradoras, 5) recomendaciones preoperatorias preestablecidas (por sede), 6) tipo de procedimientos, 7) pacientes, 8) datos de preanestesia (valoración y consentimiento informado), 9) códigos de la Clasificación Única de Procedimientos

en Salud (CUPS), 10) códigos de la Clasificación Internacional de Enfermedades 10ª edición (CIE-10).

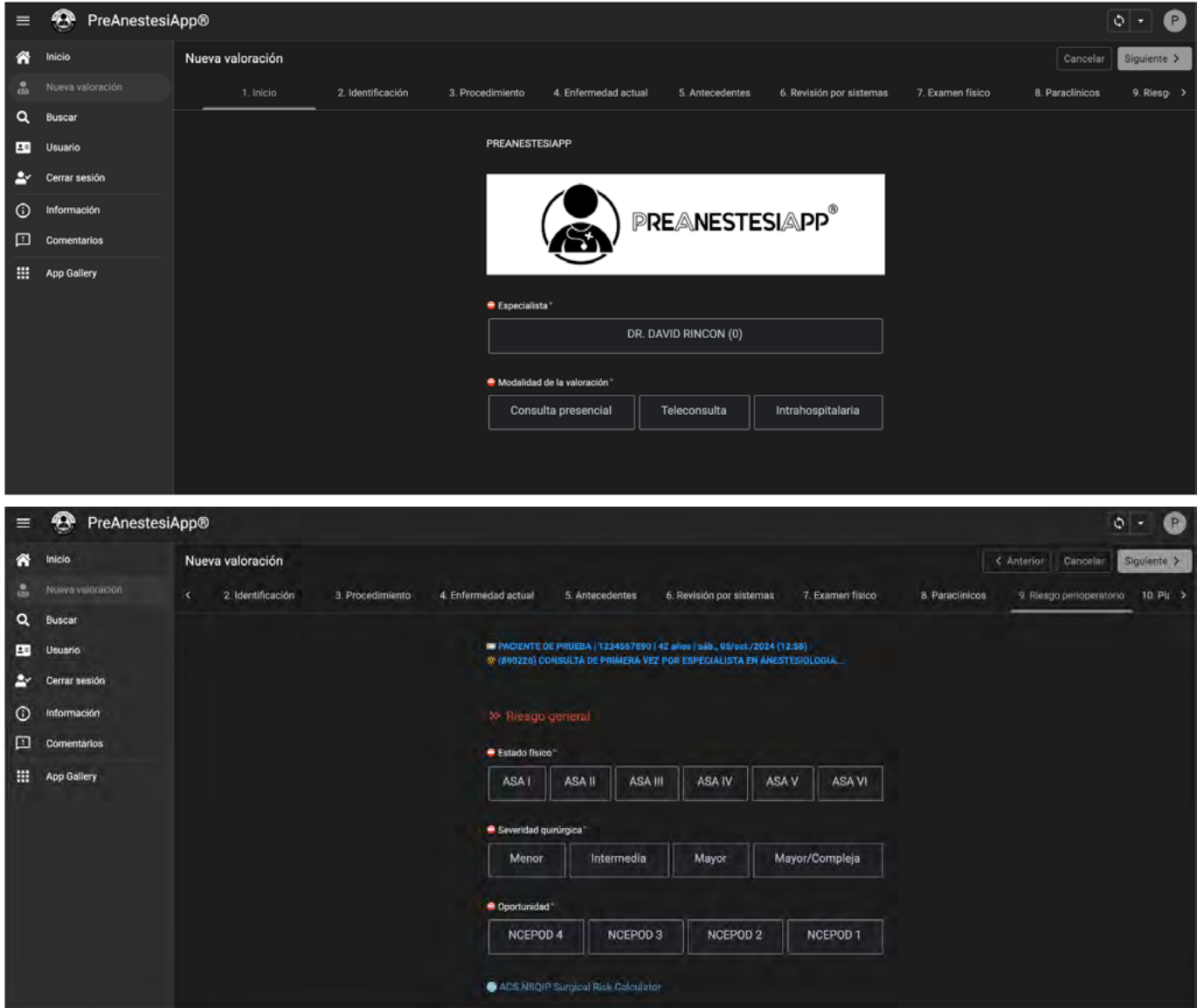
Con el fin de evitar datos perdidos en la historia clínica por falta de diligenciamiento, se implementó un diseño a prueba de fallos (Poka-Yoke) (28). Este diseño consiste en que para poner en funcionamiento las características avanzadas se requieren obligatoriamente unos datos mínimos necesarios (Tabla 2).

Estos datos se resaltan cuando no contienen información, mediante un código visual homogéneo para toda la interfaz de usuario de la aplicación (Figura 1).

El primer ciclo de desarrollo se programó en Excel para Windows (Microsoft Office, versión 15; Microsoft, 2013), con el uso de Visual Basic para Aplicaciones (VBA) con el propósito de automatizar las tareas definidas en los requerimientos de la aplicación. El segundo ciclo de desarrollo se programó en FileMaker Pro (versión 14; FileMaker, Inc., 2015), y la automatización de tareas se logró mediante la funcionalidad de guiones incluida en este software para bases de datos relacionales. El tercer ciclo de desarrollo se programó en FileMaker Pro (versión 15; FileMaker, Inc., 2016), con la misma estrategia para automatización de tareas. El cambio más importante incluido en este ciclo de desarrollo fue el de separar la interfaz de usuario del contenido imprimible mediante la traducción de las variables en un reporte en texto plano, lo que permitió optimizar la ocupación del papel y así incluir más escalas de las definidas en la fase de requerimientos. En este ciclo se implementó por primera vez el acceso web a la aplicación y el funcionamiento mediante un servidor en la nube.

El ciclo de desarrollo más reciente (cuarto ciclo) se inició con el propósito de disminuir los costos asociados al acceso y permitir el funcionamiento en plataformas informáticas institucionales sin la necesidad de instalar aplicaciones de terceros en computadores corporativos, dado que este tipo de requerimientos se identificaron en los ciclos previos como una barrera para la implementación de PreAnestesiApp® en algunas clínicas y hospitales. Esta funcionalidad se desarrolló mediante la acción de copiar al portapapeles y pegar al sistema institucional. La medición de dicha integración se realizó durante las pruebas funcionales, y de aceptación de usuario, con una proporción de éxito de 100%. Para este ciclo, la aplicación se desarrolló utilizando AppSheet de Google (Google LLC, Alphabet Inc.). La automatización de tareas se realizó mediante las funcionalidades integradas

Figura 1. Interfaz de usuario de PreAnestesiApp®.



Imágenes de pantalla que muestran la interfaz de usuario de PreAnestesiApp® (versión AppSheet de Google - Google LLC, Alphabet Inc.). La adopción de interfaces con fondos oscuros, ya sea azul o negro, puede mitigar los impactos negativos en la fisiología ocular, el ciclo circadiano y la calidad del sueño en comparación con las interfaces que utilizan fondos luminosos, predominantemente blancos (36,37).

Fuente: Autores.

de AppSheet, facilitando la creación y gestión de flujos de trabajo.

La aplicación implementa medidas de seguridad avanzadas para proteger la información clínica sensible que se recopila durante las evaluaciones preoperatorias. Esto incluye el uso de protocolos de encriptación robustos para asegurar que todos los datos almacenados y transmitidos a través de la aplicación estén protegidos contra accesos no autorizados. Además, PreAnestesiApp®

cumple las normativas nacionales de protección de datos, de acuerdo con la Ley 1581 de 2012 (Ley de Protección de Datos Personales en Colombia), asegurando que todas las prácticas de manejo de datos sean transparentes y estén orientadas a la privacidad del usuario. También, se han implementado controles de acceso basados en roles para garantizar que solo el personal autorizado pueda acceder a la información clínica. La aplicación es sometida regularmente

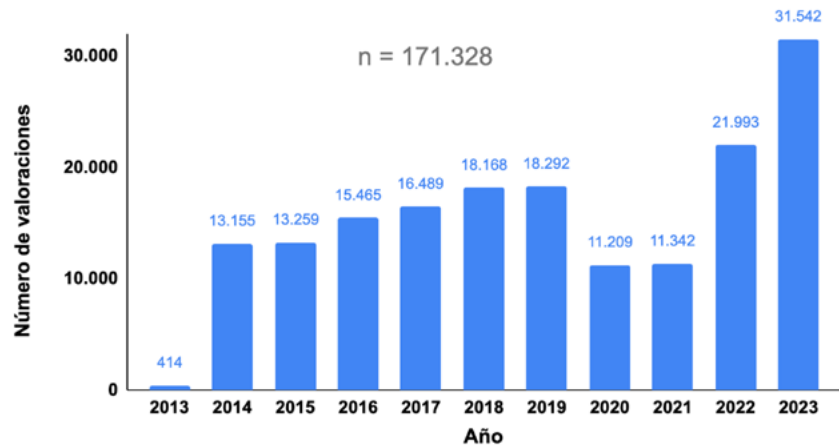
a auditorías de seguridad y pruebas de penetración para identificar y mitigar posibles vulnerabilidades. Esto asegura que el sistema esté actualizado frente a las amenazas de seguridad emergentes, manteniendo así un entorno seguro para la gestión de la información del paciente.

Entre octubre de 2013 y diciembre de 2023, PreAnestesiApp® se ha implementado en cinco instituciones prestadoras de

salud, en las que se han realizado 171.328 pruebas de valoraciones preoperatorias. La implementación de PreAnestesiApp® no se llevó a cabo en el marco de un estudio clínico con un protocolo aprobado por un comité de ética, sino que fue adoptada directamente como un sistema adicional para optimizar la recolección y registro de los datos preoperatorios en la historia clínica. La aplicación se integró a los procesos ya existentes en las instituciones, permitiendo que los resultados de las valoraciones preoperatorias fueran almacenados en la historia clínica electrónica, facilitando el acceso y análisis por parte del personal médico. La evolución anual del número de valoraciones realizadas mediante PreAnestesiApp® se muestra en la **Figura 2**.

Para la evaluación de la efectividad de la aplicación PreAnestesiApp® se utilizaron varios métodos, como el análisis de datos de registro de actividad, la observación directa y la sincronización de tareas. El análisis de datos de registros, derivados de las bases de datos de historias clínicas electrónicas (HCE), permitió medir la eficiencia de la aplicación a través de métricas como el tiempo total de uso de HCE por visita (promedio de 10,6 minutos, con desviación estándar de 6,2 minutos) y el tiempo dedicado a la documentación, lo que ayudó a identificar posibles ineficiencias. La observación directa y la sincronización de tareas se emplearon para evaluar cómo los usuarios, incluidos médicos y estudiantes de posgrado en anestesiología, interactuaban con la aplicación, demostrando que PreAnestesiApp® mejora la eficiencia del proceso de valoración preoperatoria al reducir el tiempo necesario para obtener información clínica de calidad. Además, se evaluó la capacidad de la aplicación para integrarse con diferentes sistemas de información de las instituciones de salud, observando que la función de copiar y pegar facilita la transferencia de contenido de las valoraciones preoperatorias a los sistemas de HCE, lo que demuestra su

Figura 2. Evolución cronológica del número de valoraciones realizadas en PreAnestesiApp®.



Evolución anual del número de valoraciones realizadas, analizando un total de 171.328 valoraciones realizadas entre octubre de 2013 y diciembre de 2023 en cinco instituciones donde se ha implementado PreAnestesiApp®.

Fuente: Autores.

versatilidad y facilidad de uso en diversos entornos clínicos y educativos.

Para evaluar la usabilidad o experiencia del usuario (UX, del inglés user experience) de PreAnestesiApp®, se llevaron a cabo pruebas no estandarizadas. Se recopilaron comentarios cualitativos para identificar áreas de mejora en la interfaz de usuario y las funcionalidades de la aplicación. Los comentarios de los usuarios destacaron la facilidad de navegación, la claridad de las instrucciones y la utilidad del contenido educativo proporcionado a través de la aplicación. Las sugerencias para mejoras incluyeron la adición de más contenido multimedia y opciones de personalización de la interfaz.

Para la fase de implementación se crearon los documentos de consulta para los usuarios finales y para el equipo desarrollador. Estos documentos se pueden consultar en la interfaz de usuario de la aplicación. En la fase de operación y mantenimiento de los cuatro ciclos de desarrollo, la menor parte del trabajo ha consistido en arreglar errores o incidencias. En contraste, la mayor parte del tiempo se ha dedicado a extender las funcionalidades de la aplicación para cubrir requerimientos emergentes.

DISCUSIÓN

Con la ejecución de este proyecto se logró el desarrollo de un prototipo funcional para un software de aplicación que integra la estimación del riesgo perioperatorio y ayudas cognitivas para el registro de HCE durante la valoración preoperatoria en adultos. A diferencia de una revisión sistemática, que sigue un protocolo riguroso de búsqueda y selección de estudios y realiza un análisis estadístico de los datos, la revisión panorámica se centra en proporcionar una visión general de la literatura disponible y resumir los hallazgos principales de los estudios incluidos. Aunque la revisión "overview" no sigue un protocolo riguroso, continúa siendo una herramienta útil para proporcionar una visión general de la evidencia disponible en un tema de investigación y puede ser útil para identificar brechas en la literatura que necesiten ser abordadas en futuras investigaciones (29).

Publicaciones previas han mostrado experiencias exitosas en la creación de aplicaciones con utilidad en el contexto de la valoración preoperatoria. Osman et al., en 2020, reportaron una experiencia exitosa en el desarrollo de un formulario autoad-

ministrado para pacientes con el que se logró obtener información clínica con valor para la toma de decisiones clínicas (30). En el mismo sentido, en Colombia también se han hecho reportes sobre el desarrollo de software para el uso en otros escenarios de la medicina perioperatoria; por ejemplo, el reporte de Tafur-Betancourt et al., con su aporte de herramientas para mejorar la seguridad con base en la metodología Lean (31).

Entre las ventajas de la aplicación se destaca también la facilidad de adaptarse a los diferentes sistemas de información de las instituciones de salud, ya que con la opción 'copiar y pegar', el contenido de la valoración se puede trasladar sin dificultad a dichos sistemas. Entre las posibles fortalezas que podría presentar PreAnestesiApp® se encontraría una corta curva de aprendizaje para su uso, incluso en usuarios con competencias básicas en aplicaciones y sistemas informáticos. Otra ventaja que podría destacarse, sujeta a estudios clínicos que lo validen, sería su utilidad en el ambiente educativo, particularmente dirigida a los estudiantes de posgrado en anestesiología. Se podría considerar que esta aplicación mejoraría la eficiencia del proceso de valoración preoperatoria, al reducir el tiempo necesario para obtener una cantidad adecuada de información clínica de calidad. Es decir, que otras herramientas podrían requerir más tiempo para obtener la misma información y algunas, aunque sean más rápidas, probablemente proporcionarían una cantidad menor de datos clínicos relevantes.

Una limitación de esta herramienta es que en estos momentos es utilizada por pocos usuarios, por lo que los costos de las plataformas y de requerimientos técnicos son altos. Se precisan estudios para poder evaluar la satisfacción de los especialistas y estudiantes de posgrado en anestesiología. También, es necesario evaluar con el tiempo los desenlaces de los pacientes, en cuanto a la capacidad de predecir el riesgo desde la realización de una valoración preanestésica de calidad.

Otra posible limitación de la aplicación es el uso de la función 'copiar y pegar', que

facilita la transferencia del contenido de las evaluaciones preoperatorias a otros sistemas de información de salud. Aunque esta funcionalidad mejora la integración y transferencia de datos, es importante reconocer que el uso de 'copiar y pegar' no siempre cumple los estándares aceptados de interoperabilidad en el ámbito de la salud. Este método puede introducir riesgos, como la pérdida de integridad de los datos o la transferencia de información desactualizada. Con el fin de mitigar estos riesgos, la aplicación incluye mecanismos de verificación para asegurar la precisión y completitud de los datos transferidos. Sin embargo, esta función no reemplaza la necesidad de sistemas de interoperabilidad más robustos y estandarizados, que son cruciales para una integración fluida y segura con otros sistemas de información clínica.

En conclusión, PreAnestesiApp® se desarrolló como un software de aplicación útil para la estimación de riesgo perioperatorio en adultos, que se puede aplicar durante la valoración preanestésica, con interoperabilidad con sistemas de información clínica.

RESPONSABILIDADES ÉTICAS

Aval de comité de ética

PreAnestesiApp® no se implementó como parte de un estudio clínico respaldado por un protocolo aprobado por un comité de ética. En su lugar, fue incorporada directamente como una herramienta adicional destinada a mejorar la recolección y el registro de datos preoperatorios en la historia clínica.

Protección de personas y animales

Los autores declaran que para esta investigación no se han realizado experimentos en seres humanos ni en animales. Los autores declaran que los procedimientos seguidos se conformaron a las normas éticas del comité de experimentación humana responsable y de acuerdo con la Asociación Médica Mundial y la Declaración de Helsinki.

Confidencialidad de los datos

Los autores declaran que han seguido los protocolos de su centro de trabajo sobre la publicación de datos de pacientes.

Derecho a la privacidad y consentimiento informado

Los autores declaran que en este artículo no aparecen datos de pacientes. Los autores han obtenido el consentimiento informado de los pacientes y/o sujetos referidos en el artículo. Este documento obra en poder del autor de correspondencia.

RECONOCIMIENTOS

Contribuciones de los autores

DAR: Concepción del proyecto original, planificación del estudio, recopilación de información, análisis de datos, interpretación de resultados, redacción y aprobación del manuscrito.

KMV: Recopilación de información, interpretación de resultados, redacción y aprobación del manuscrito.

Asistencia para el estudio

Ninguna declarada.

Apoyo financiero y patrocinio

Ninguno declarado.

Conflicto de intereses

Los autores completaron una forma para la identificación de conflicto de intereses (disponible en <https://www.aamc.org/convey>) y declararon no tener conflicto de intereses. Las posiciones expresadas en este manuscrito son responsabilidad de los autores y no representan necesariamente la posición oficial de sus instituciones.

Presentaciones

Avances parciales y preliminares del desarrollo tecnológico descrito en este manuscrito se presentaron como resultados de investigación original en el Congreso Colombiano de Anestesiología en 2021 y 2023.

Agradecimientos

Los autores agradecen a todos los colegas y profesionales en formación como especialistas en anestesiología que han realizado las pruebas y han contribuido con sus comentarios de manera invaluable al estado actual de PreAnestesiApp®.

REFERENCIAS

- De Hert S, Staender S, Fritsch G, et al. Pre-operative evaluation of adults undergoing elective noncardiac surgery: Updated guideline from the European Society of Anaesthesiology. *Eur J Anaesthesiol.* 2018;35(6):407-65. <https://doi.org/10.1097/EJA.0000000000000817>
- Blitz JD. Preoperative evaluation in the 21st Century. *Anesthesiology.* 2023;139(1):91-103. <https://doi.org/10.1097/ALN.0000000000004582>
- Ferschl MB, Tung A, Sweitzer B, Huo D, Glick DB. Preoperative clinic visits reduce operating room cancellations and delays. *Anesthesiology.* 2005;103(4):855-9. <https://doi.org/10.1097/00000542-200510000-00025>
- Correll DJ, Bader AM, Hull MW, Hsu C, Tsen LC, Hepner DL. Value of preoperative clinic visits in identifying issues with potential impact on operating room efficiency. *Anesthesiology.* 2006;105(6):1254-9. <https://doi.org/10.1097/00000542-200612000-00026>
- Schiff JH, Frankenhauser S, Pritsch M, et al. The Anesthesia Preoperative Evaluation Clinic (APEC): a prospective randomized controlled trial assessing impact on consultation time, direct costs, patient education and satisfaction with anesthesia care. *Minerva Anesthesiol.* 2010;76(7):491-9.
- Blitz JD, Kendale SM, Jain SK, Cuff GE, Kim JT, Rosenberg AD. Preoperative evaluation clinic visit is associated with decreased risk of in-hospital postoperative mortality. *Anesthesiology.* 2016;125(2):280-94. <https://doi.org/10.1097/ALN.0000000000001193>
- Woldegerima Y, Kemal S. Clinical audit on the practice of documentation at preanesthetic evaluation in a specialized university hospital. *Anesth Essays Res.* 2018;12(4):819. https://doi.org/10.4103/aer.AER_131_18
- Pace NL, Eberhart LHJ, Kranke PR. Quantifying prognosis with risk predictions. *Eur J Anaesthesiol.* 2012;29(1):7-16. <https://doi.org/10.1097/EJA.0b013e32834d9474>
- Ghaferi AA, Birkmeyer JD, Dimick JB. Variation in hospital mortality associated with inpatient surgery. *N Engl J Med.* 2009;361(14):1368-75. <https://doi.org/10.1056/NEJMsa0903048>
- Wijeyesundera DN. Predicting outcomes: Is there utility in risk scores? *Can J Anesth Can Anesth.* 2016;63(2):148-58. <https://doi.org/10.1007/s12630-015-0537-2>
- Almeshari M, Khalifa M, El-Metwally A, Househ M, Alanazi A. Quality and accuracy of electronic pre-anesthesia evaluation forms. *Comput Methods Programs Biomed.* 2018;160:51-6. <https://doi.org/10.1016/j.cmpb.2018.03.006>
- Hand WR, Bridges KH, Stiegler MP, et al. Effect of a cognitive aid on adherence to perioperative assessment and management guidelines for the cardiac evaluation of noncardiac surgical patients. *Anesthesiology.* 2014;120(6):1339-53. <https://doi.org/10.1097/ALN.0000000000000251>
- Moja L, Kwag KH, Lytras T, et al. Effectiveness of computerized decision support systems linked to electronic health records: A systematic review and meta-analysis. *Am J Public Health.* 2014;104(12):e12-e22. <https://doi.org/10.2105/AJPH.2014.302164>
- Muhiyaddin R, Elfadl A, Mohamed E, et al. Electronic health records and physician burnout: A scoping review. En: Mantas J, Hasman A, Househ MS, Gallos P, Zoulias E, Liaskos J, eds. *Studies in health technology and informatics.* IOS Press; 2022. <https://doi.org/10.3233/SHTI210962>
- Ibarra P, Rojas MA, Sarmiento Á. Presentación de un novedoso sistema para optimizar la consulta preanestésica. *Colombian Journal of Anesthesiology.* 1996;24(2):145-55.
- Couch JB. How to use electronic health records to achieve the quadruple aim. *JAMA Intern Med.* 2013;173(3):250. <https://doi.org/10.1001/jamainternmed.2013.1620>
- Orkin FK. Moving toward value-based anesthesia care. *J Clin Anesth.* 1993;5(2):91-8. [https://doi.org/10.1016/0952-8180\(93\)90133-Y](https://doi.org/10.1016/0952-8180(93)90133-Y)
- Boehm B. A spiral model of software development and enhancement. *ACM SIGSOFT Softw Eng Notes.* 1986;11(4):14-24. <https://doi.org/10.1145/12944.12948>
- Wohlin C, Kalinowski M, Romero Felizardo K, Mendes E. Successful combination of database search and snowballing for identification of primary studies in systematic literature studies. *Inf Softw Technol.* 2022;147:106908. <https://doi.org/10.1016/j.infsof.2022.106908>
- Greenhalgh T, Peacock R. Effectiveness and efficiency of search methods in systematic reviews of complex evidence: audit of primary sources. *BMJ.* 2005;331(7524):1064-65. <https://doi.org/10.1136/bmj.38636.593461.68>
- Ibarra P, Robledo B, Galindo M, Niño C, Rincón D. Normas mínimas 2009 para el ejercicio de la anestesiología en Colombia. *Colombian Journal of Anesthesiology.* 2009;37(3):235-53. [https://doi.org/10.1016/S0120-3347\(09\)73007-2](https://doi.org/10.1016/S0120-3347(09)73007-2)
- Arné J, Descoins P, Fuscuardi J, et al. Preoperative assessment for difficult intubation in general and ENT surgery: predictive value of a clinical multivariate risk index. *Br J Anaesth.* 1998;80(2):140-6. <https://doi.org/10.1093/bja/80.2.140>
- Kheterpal S, Healy D, Aziz MF, et al. Incidence, predictors, and outcome of difficult mask ventilation combined with difficult laryngoscopy. *Anesthesiology.* 2013;119(6):1360-9. <https://doi.org/10.1097/ALN.0000435832.39353.20>
- Nørskov AK, Rosenstock CV, Wetterslev J, Astrup G, Afshari A, Lundstrøm LH. Diagnostic accuracy of anaesthesiologists' prediction of difficult airway management in daily clinical practice: a cohort study of 188 064 patients registered in the Danish Anaesthesia Database. *Anaesthesia.* 2015;70(3):272-81. <https://doi.org/10.1111/anae.12955>
- Nørskov AK, Wetterslev J, Rosenstock CV, et al. Effects of using the simplified airway risk index vs usual airway assessment on unanticipated difficult tracheal intubation - a cluster randomized trial with 64,273 participants. *Br J Anaesth.* 2016;116(5):680-9. <https://doi.org/10.1093/bja/aew057>
- Nørskov AK, Wetterslev J, Rosenstock CV, et al. Prediction of difficult mask ventilation using a systematic assessment of risk factors vs. existing practice - a cluster randomised clinical trial in 94,006 patients. *Anaesthesia.* 2017;72(3):296-308. <https://doi.org/10.1111/anae.13701>
- Wesley D. Relational database design. *J Insur Med N Y N.* 2000;32(2):63-70.
- Drotz E, Poksinska B. Lean in healthcare from employees' perspectives. *J Health Or-*

- gan Manag. 2014;28(2):177-95. <https://doi.org/10.1108/HOM-03-2013-0066>
29. Grant MJ, Booth A. A typology of reviews: an analysis of 14 review types and associated methodologies: A typology of reviews. *Health Inf Libr J*. 2009;26(2):91-108. <https://doi.org/10.1111/j.1471-1842.2009.00848.x>
30. Osman T, Lew E, Lum EPM, et al. PreAnaesthesia computerized health (PATCH) assessment: development and validation. *BMC Anesthesiol*. 2020;20(1):286. <https://doi.org/10.1186/s12871-020-01202-8>
31. Tafur Betancourt LA, Zorrilla-Vaca A, Vallejos-Medina LP, et al. Development of MyCheckTime® software for perioperative safety based on Toyota's Lean Methodology. *Colombian Journal of Anesthesiology*. 2020;48(1):12-9. <https://doi.org/10.1097/CJ9.000000000000148>
32. Badner NH, Craen RA, Paul TL, Doyle JA. Anaesthesia preadmission assessment: a new approach through use of a screening questionnaire. *Can J Anaesth*. 1998;45(1):87-92. <https://doi.org/10.1007/BF03012002>
33. Vetter TR, Boudreaux AM, Ponce BA, Barman J, Crump SJ. Development of a preoperative patient clearance and consultation screening questionnaire. *Anesth Analg*. 2016;123(6):1453-7. <https://doi.org/10.1213/ANE.0000000000001532>
34. Marco AP, Buchman D, Lancz C. Influence of form structure on the anesthesia preoperative evaluation. *J Clin Anesth*. 2003;15(6):411-7. [https://doi.org/10.1016/S0952-8180\(03\)00079-5](https://doi.org/10.1016/S0952-8180(03)00079-5)
35. Naik S, Mohammad B, Dhulkhed V. An audit of comparison of perioperative outcomes with the introduction of standardized preoperative evaluation form at a tertiary care hospital in rural India. *Anesth Essays Res*. 2017;11(2):426. <https://doi.org/10.4103/0259-1162.194584>
36. Chang AM, Aeschbach D, Duffy JF, Czeisler CA. Evening use of light-emitting eReaders negatively affects sleep, circadian timing, and next-morning alertness. *Proc Natl Acad Sci*. 2015;112(4):1232-7. <https://doi.org/10.1073/pnas.1418490112>
37. Tosini G, Ferguson I, Tsubota K. Effects of blue light on the circadian system and eye physiology. *Mol Vis*. 2016;22:61-72.
38. Thomsen JF, Gerr F, Atroschi I. Carpal tunnel syndrome and the use of computer mouse and keyboard: A systematic review. *BMC Musculoskelet Disord*. 2008;9(1):134. <https://doi.org/10.1186/1471-2474-9-134>
39. Mosteller RD. Simplified calculation of body-surface area. *N Engl J Med*. 1987;317(17):1098. <https://doi.org/10.1056/NEJM198710223171717>
40. Rincón DA, Komaromy CY. Evaluación de seis fórmulas usadas para el cálculo de la superficie corporal. *Rev Fac Med*. 2004;52(2):115-20.
41. Keys A, Fidanza F, Karvonen MJ, Kimura N, Taylor HL. Indices of relative weight and obesity. *J Chronic Dis*. 1972;25(6-7):329-43. [https://doi.org/10.1016/0021-9681\(72\)90027-6](https://doi.org/10.1016/0021-9681(72)90027-6)
42. McCarron MM, Devine BJ. Clinical Pharmacy: Case Studies: Case Number 25 Gentamicin Therapy. *Drug Intell Clin Pharm*. 1974;8(11):650-5. <https://doi.org/10.1177/106002807400801104>
43. Pai MP, Paloucek FP. The origin of the "ideal" body weight equations. *Ann Pharmacother*. 2000;34(9):1066-9. <https://doi.org/10.1345/aph.19381>
44. Janmahasatian S, Duffull SB, Ash S, Ward LC, Byrne NM, Green B. Quantification of Lean Bodyweight. *Clin Pharmacokinet*. 2005;44(10):1051-65. <https://doi.org/10.2165/00003088-200544100-00004>
45. Levey AS, Stevens LA, Schmid CH, et al. A new equation to estimate glomerular filtration rate. *Ann Intern Med*. 2009;150(9):604. <https://doi.org/10.7326/0003-4819-150-9-200905050-00006>
46. Mooney JF, Ranasinghe I, Chow CK, et al. Preoperative estimates of glomerular filtration rate as predictors of outcome after surgery. *Anesthesiology*. 2013;118(4):809-24. <https://doi.org/10.1097/ALN.0b013e318287b72c>
47. Cywinski JB, Mascha EJ, Kurz A, Sessler DI. Estimated glomerular filtration rate better predicts 30-day mortality after non-cardiac surgery than serum creatinine: a retrospective analysis of 92,888 patients. *Can J Anesth*. 2015;62(7):745-52. <https://doi.org/10.1007/s12630-015-0398-8>
48. Rohlfing CL, Wiedmeyer HM, Little RR, England JD, Tennill A, Goldstein DE. Defining the relationship between plasma glucose and HbA1c. *Diabetes Care*. 2002;25(2):275-8. <https://doi.org/10.2337/diacare.25.2.275>
49. Allen TH, Peng MT, Chen KP, Huang TF, Chang C, Fang HS. Prediction of blood volume and adiposity in man from body weight and cube of height. *Metabolism*. 1956;5(3):328-45.
50. Gross JB. Estimating allowable blood loss. *Anesthesiology*. 1983;58(3):277-80. <https://doi.org/10.1097/0000542-198303000-00016>
51. Hankinson JL, Odencrantz JR, Fedan KB. Spirometric reference values from a sample of the general U.S. population. *Am J Respir Crit Care Med*. 1999;159(1):179-87. <https://doi.org/10.1164/ajrccm.159.1.9712108>
52. Nakahara K, Ohno K, Hashimoto J, et al. Prediction of postoperative respiratory failure in patients undergoing lung resection for lung cancer. *Ann Thorac Surg*. 1988;46(5):549-52. [https://doi.org/10.1016/S0003-4975\(10\)64694-2](https://doi.org/10.1016/S0003-4975(10)64694-2)
53. Brunelli A, Varela G, Rocco G, et al. A model to predict the immediate postoperative FEV1 following major lung resections. *Eur J Cardiothorac Surg*. 2007;32(5):783-6. <https://doi.org/10.1016/j.ejcts.2007.07.014>
54. Gupta PK, Gupta H, Sundaram A, et al. Development and validation of a risk calculator for prediction of cardiac risk after surgery. *Circulation*. 2011;124(4):381-7. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.110.015701>
55. Le Manach Y, Collins G, Rodseth R, et al. Preoperative score to predict postoperative mortality (POSPOM). *Anesthesiology*. 2016;124(3):570-9. <https://doi.org/10.1097/ALN.0000000000000972>
56. Hlatky MA, Boineau RE, Higginbotham MB, et al. A brief self-administered questionnaire to determine functional capacity (The Duke Activity Status Index). *Am J Cardiol*. 1989;64(10):651-4. [https://doi.org/10.1016/0002-9149\(89\)90496-7](https://doi.org/10.1016/0002-9149(89)90496-7)
57. Wijeyesundera DN, Beattie WS, Hillis GS, et al. Integration of the Duke Activity Status Index into preoperative risk evaluation: a multicentre prospective cohort study. *Br J Anaesth*. 2020;124(3):261-70. <https://doi.org/10.1016/j.bja.2019.11.025>
58. Sánchez-Ropero EM, Vera-Giraldo CY, Navas-Ríos CM, et al. Validación para Colombia del cuestionario para la "Medición de la capacidad funcional en pacientes con falla cardíaca." *Rev Colomb Cardiol*. 2018;25(6):356-65. <https://doi.org/10.1016/j.rccar.2018.04.004>
59. Morris CK, Myers J, Froelicher VF, Kawaguchi T, Ueshima K, Hideg A. Nomogram based on metabolic equivalents and age for assessing aerobic exercise capacity in men. *J Am Coll Cardiol*. 1993;22(1):175-82. [https://doi.org/10.1016/0735-1097\(93\)90832-L](https://doi.org/10.1016/0735-1097(93)90832-L)
60. Protopapa KL, Simpson JC, Smith NCE, Moonesinghe SR. Development and validation of the Surgical Outcome Risk Tool (SORT).

- Br J Surg. 2014;101(13):1774-83. <https://doi.org/10.1002/bjs.9638>
61. Holt NF, Silverman DG. Modeling perioperative risk: Can numbers speak louder than words? *Anesthesiol Clin N Am*. 2006;24(3):427-59. <https://doi.org/10.1016/j.atc.2006.05.007>
62. Patterson RE, Horowitz SF, Eng C, et al. Can exercise electrocardiography and thallium-201 myocardial imaging exclude the diagnosis of coronary artery disease? *Am J Cardiol*. 1982;49(5):1127-35. [https://doi.org/10.1016/0002-9149\(82\)90036-4](https://doi.org/10.1016/0002-9149(82)90036-4)
63. Patterson RE, Horowitz SF. Importance of epidemiology and biostatistics in deciding clinical strategies for using diagnostic tests: A simplified approach using examples from coronary artery disease. *J Am Coll Cardiol*. 1989;13(7):1653-65. [https://doi.org/10.1016/0735-1097\(89\)90361-6](https://doi.org/10.1016/0735-1097(89)90361-6)
64. Teasdale G, Jennett B. Assessment of coma and impaired consciousness: A practical scale. *The Lancet*. 1974;304(7872):81-4. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(74\)91639-0](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(74)91639-0)
65. Reed MJ. Can an airway assessment score predict difficulty at intubation in the emergency department? *Emerg Med J*. 2005;22(2):99-102. <https://doi.org/10.1136/emj.2003.008771>
66. Khan ZH, Kashfi A, Ebrahimkhani E. A Comparison of the upper lip bite test (a simple new technique) with modified mallampati classification in predicting difficulty in endotracheal intubation: A prospective blinded study. *Anesth Analg*. 2003;96(2):595-9. <https://doi.org/10.1097/00000539-200302000-00053>
67. Charlson ME, Pompei P, Ales KL, MacKenzie CR. A new method of classifying prognostic comorbidity in longitudinal studies: Development and validation. *J Chronic Dis*. 1987;40(5):373-83. [https://doi.org/10.1016/0021-9681\(87\)90171-8](https://doi.org/10.1016/0021-9681(87)90171-8)
68. Charlson M, Szatrowski TP, Peterson J, Gold J. Validation of a combined comorbidity index. *J Clin Epidemiol*. 1994;47(11):1245-51. [https://doi.org/10.1016/0895-4356\(94\)90129-5](https://doi.org/10.1016/0895-4356(94)90129-5)
69. Oliveros H, Buitrago G. Validation and adaptation of the Charlson Comorbidity Index using administrative data from the Colombian health system: retrospective cohort study. *BMJ Open*. 2022;12(3):e054058. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2021-054058>
70. Borson S, Scanlan J, Brush M, Vitaliano P, Dokmak A. The Mini-Cog: a cognitive 'vital signs' measure for dementia screening in multi-lingual elderly. *Int J Geriatr Psychiatry*. 2000;15(11):1021-7. [https://doi.org/10.1002/1099-1166\(200011\)15:11<1021::AID-GPS234>3.0.CO;2-6](https://doi.org/10.1002/1099-1166(200011)15:11<1021::AID-GPS234>3.0.CO;2-6)
71. Tran J, Nimojan T, Saripella A, et al. Rapid cognitive assessment tools for screening of mild cognitive impairment in the preoperative setting: A systematic review and meta-analysis. *J Clin Anesth*. 2022;78:110682. <https://doi.org/10.1016/j.jclinane.2022.110682>
72. Giraldo-Gutiérrez DS, Ruíz-Villa JO, Rincón-Valenzuela DA, Feliciano-Alfonso JE. Multivariable prediction models for difficult direct laryngoscopy: Systematic review and literature metasynthesis. *Rev Esp Anestesiol Reanim Engl Ed*. 2022;69(2):88-101. <https://doi.org/10.1016/j.redare.2020.11.010>
73. Green SM, Leroy PL, Roback MG, et al. An international multidisciplinary consensus statement on fasting before procedural sedation in adults and children. *Anaesthesia*. 2020;75(3):374-85. <https://doi.org/10.1111/anae.14892>
74. Valero Bernal JF, Navarro Vargas JR, Rincón-Valenzuela DA, Castillo Londoño JS. Prevención de la aspiración pulmonar en pacientes que requieren manejo de la vía aérea. Pardo Turriago R, ed. Corcas Editores; 2010.
75. Apfel CC, Läärä E, Koivuranta M, Greim CA, Roewer N. A simplified risk score for predicting postoperative nausea and vomiting. *Anesthesiology*. 1999;91(3):693. <https://doi.org/10.1097/00000542-199909000-00022>
76. Wong DJN, Harris S, Sahni A, et al. Developing and validating subjective and objective risk-assessment measures for predicting mortality after major surgery: An international prospective cohort study. Menon D, ed. *PLOS Med*. 2020;17(10):e1003253. <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1003253>
77. Farhat JS, Velanovich V, Falvo AJ, et al. Are the frail destined to fail? Frailty index as predictor of surgical morbidity and mortality in the elderly. *J Trauma Acute Care Surg*. 2012;72(6):1526-31. <https://doi.org/10.1097/TA.0b013e3182542fab>
78. Morley JE, Malmstrom TK, Miller DK. A simple frailty questionnaire (FRAIL) predicts outcomes in middle aged African Americans. *J Nutr Health Aging*. 2012;16(7):601-8. <https://doi.org/10.1007/s12603-012-0084-2>
79. Seicean A, Schiltz NK, Seicean S, Alan N, Neuhauser D, Weil RJ. Use and utility of preoperative hemostatic screening and patient history in adult neurosurgical patients: Clinical article. *J Neurosurg*. 2012;116(5):1097-105. <https://doi.org/10.3171/2012.1.JNS111760>
80. Weil IA, Seicean S, Neuhauser D, Schiltz NK, Seicean A. Use and utility of hemostatic screening in adults undergoing elective, non-cardiac surgery. Villa E, ed. *PLOS ONE*. 2015;10(12):e0139139. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0139139>
81. Lee TH, Marcantonio ER, Mangione CM, et al. Derivation and prospective validation of a simple index for prediction of cardiac risk of major noncardiac surgery. *Circulation*. 1999;100(10):1043-9. <https://doi.org/10.1161/01.CIR.100.10.1043>
82. Davis C, Tait G, Carroll J, Wijeyesundera DN, Beattie WS. The Revised Cardiac Risk Index in the new millennium: a single-centre prospective cohort re-evaluation of the original variables in 9,519 consecutive elective surgical patients. *Can J Anesth Can Anesth*. 2013;60(9):855-63. <https://doi.org/10.1007/s12630-013-9988-5>
83. Duceppe E, Parlow J, MacDonald P, et al. Canadian Cardiovascular Society Guidelines on Perioperative Cardiac Risk Assessment and Management for Patients Who Undergo Noncardiac Surgery. *Can J Cardiol*. 2017;33(1):17-32. <https://doi.org/10.1016/j.cjca.2016.09.008>
84. Dakik HA, Chehab O, Eldirani M, et al. A New Index for Pre-Operative Cardiovascular Evaluation. *J Am Coll Cardiol*. 2019;73(24):3067-78. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2019.04.023>
85. Dakik HA, Sbaity E, Msheik A, et al. AUB-HAS2 Cardiovascular Risk Index: Performance in surgical subpopulations and comparison to the revised cardiac risk index. *J Am Heart Assoc*. 2020;9(10):e016228. <https://doi.org/10.1161/JAHA.119.016228>
86. Genders TSS, Steyerberg EW, Hunink MGM, et al. Prediction model to estimate presence of coronary artery disease: retrospective pooled analysis of existing cohorts. *BMJ*. 2012;344(jun12 1):e3485. <https://doi.org/10.1136/bmj.e3485>
87. Lip GYH, Nieuwlaat R, Pisters R, Lane DA, Crijns HJGM. Refining clinical risk stratification for predicting stroke and thromboembolism in atrial fibrillation using a novel risk factor-based approach. *Chest*. 2010;137(2):263-72. <https://doi.org/10.1378/chest.09-1584>
88. Canet J, Gallart L, Gomar C, et al. Prediction of postoperative pulmonary complications in a population-based surgical cohort. *Anesthesiology*. 2010;113(6):1338-50. <https://doi.org/10.1097/ALN.0b013e3181fc6e0a>
89. Pannucci CJ, Laird S, Dimick JB, Campbell DA, Henke PK. A validated risk model to predict 90-day VTE events in postsurgical patients. *Chest*. 2014;145(3):567-73. <https://doi.org/10.1378/chest.13-1553>
90. Kheterpal S, Tremper KK, Heung M, et al. Development and validation of an acute kidney injury risk index for patients undergoing general surgery. *Anesthesiology*. 2009;110(3):505-15. <https://doi.org/10.1097/ALN.0b013e3181979440>

91. Chung F, Yegneswaran B, Liao P, et al. STOP questionnaire: a tool to screen patients for obstructive sleep apnea. *Anesthesiology*. 2008;108(5):812-21. <https://doi.org/10.1097/ALN.0b013e31816d83e4>
92. Zulewski H, Müller B, Exer P, Miserez AR, Staub JJ. Estimation of tissue hypothyroidism by a new clinical score: Evaluation of patients with various grades of hypothyroidism and controls. *J Clin Endocrinol Metab*. 1997;82(3):771-6. <https://doi.org/10.1210/jcem.82.3.3810>
93. Nashef SAM, Roques F, Sharples LD, et al. EuroSCORE II. *Eur J Cardiothorac Surg*. 2012;41(4):734-45. <https://doi.org/10.1093/ejcts/ezs043>
94. Wynn-Hebden A, Bouch DC. Anaesthesia for the obese patient. *BJA Educ*. 2020;20(11):388-95. <https://doi.org/10.1016/j.bjae.2020.07.003>
95. Stevens PE, Ahmed SB, Carrero JJ, et al. KDIGO 2024 Clinical Practice Guideline for the Evaluation and Management of Chronic Kidney Disease. *Kidney Int*. 2024;105(4):S117-S314. <https://doi.org/10.1016/j.kint.2023.10.018>
96. National Guideline Centre (UK). Preoperative Tests (Update): Routine Preoperative Tests for Elective Surgery. National Institute for Health and Care Excellence (NICE) [internet]. 2016 [citado: 2024 mar. 31]. Disponible en: <https://www.nice.org.uk/guidance/ng45>
97. O'Neill F, Carter E, Pink N, Smith I. Routine preoperative tests for elective surgery: summary of updated NICE guidance. *BMJ*. Published online July 14, 2016:i3292. <https://doi.org/10.1136/bmj.i3292>
98. American Society of Anesthesiologists (ASA). Practice Guidelines for Preoperative Fasting and the Use of Pharmacologic Agents to Reduce the Risk of Pulmonary Aspiration: Application to Healthy Patients Undergoing Elective Procedures. *Anesthesiology*. 2017;126(3):376-93. <https://doi.org/10.1097/ALN.0000000000001452>
99. Joshi GP, Abdelmalak BB, Weigel WA, et al. 2023 American Society of Anesthesiologists Practice Guidelines for Preoperative Fasting: Carbohydrate-containing Clear Liquids with or without Protein, Chewing Gum, and Pediatric Fasting Duration—A Modular Update of the 2017 American Society of Anesthesiologists Practice Guidelines for Preoperative Fasting. *Anesthesiology*. 2023;138(2):132-51. <https://doi.org/10.1097/ALN.0000000000004381>
100. Frank SM, Rothschild JA, Masear CG, et al. Optimizing preoperative blood ordering with data acquired from an anesthesia information management system. *Anesthesiology*. 2013;118(6):1286-97. <https://doi.org/10.1097/ALN.0b013e3182923da0>
101. Goodman SM, Springer BD, Chen AF, et al. 2022 American College of Rheumatology/American Association of Hip and Knee Surgeons Guideline for the Perioperative Management of Antirheumatic Medication in Patients With Rheumatic Diseases Undergoing Elective Total Hip or Total Knee Arthroplasty. *Arthritis Care Res*. 2022;74(9):1399-408. <https://doi.org/10.1002/acr.24893>
102. Halvorsen S, Mehilli J, Cassese S, et al. 2022 ESC Guidelines on cardiovascular assessment and management of patients undergoing non-cardiac surgery. *Eur Heart J*. 2022;43(39):3826-924. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehac270>