

Giménez, Cintia Lorena

Evaluación de una herramienta informática para validación de prácticas de laboratorio como potencial estrategia de contención de costos

Maestría en Informática en Salud

Tesis 2023

Cita sugerida: *Giménez CL. Evaluación de una herramienta informática para validación de prácticas de laboratorio como potencial estrategia de contención de costos [trabajo final de maestría] [internet]. [Buenos Aires]: Instituto Universitario Hospital Italiano de Buenos Aires; 2023 [citado AAAA MM DD]. 50 p. Disponible en: <https://trovare.hospitalitaliano.org.ar/descargas/tesisytr/20240415103810/trabajo-final-gimenez-cintia.pdf>*

Este documento integra la colección Tesis y trabajos finales de Trovare Repositorio del Institucional del Instituto Universitario Hospital Italiano de Buenos Aires y del Hospital Italiano de Buenos Aires. Su utilización debe ser acompañada por la cita bibliográfica con reconocimiento de la fuente.

Para más información visite el sitio <http://trovare.hospitalitaliano.org.ar/>



Evaluación de una herramienta informática para validación de prácticas de laboratorio como potencial estrategia de contención de costos

por

Cintia Lorena Gimenez

Director Carlos Martín Otero

Tutora María Florencia Grande Ratti

Presentado en cumplimiento de los requisitos para la obtención
del título de Maestría en Informática en Salud

ante el

Instituto Universitario Hospital Italiano de Buenos Aires

Buenos Aires

Marzo 2023

© Copyright Cintia Lorena Gimenez, 2023



AGRADECIMIENTOS

En este apartado quiero agradecer a todas aquellas personas que han hecho posible que el presente trabajo se lleve a cabo. En él está implícito el esfuerzo, dedicación y tiempo de muchas personas de áreas asistenciales y no asistenciales.

Agradezco a mi director Carlos Otero, por el apoyo y guía permanente. También a Paula Otero por la colaboración y el interés en el tema. A los servicios de Infectología, Laboratorio y Facturación del Hospital Italiano de Buenos Aires, y por supuesto, a mis compañeros del Departamento de Informática en Salud.

Quiero destacar el rol primordial de María Florencia Grande Ratti como tutora en este proyecto, su generosa sabiduría y enorme predisposición hacen que cualquier palabra de agradecimiento resulte pequeña.



RESUMEN

Introducción: La utilización inapropiada de recursos en salud ocurre en situaciones donde no es efectiva o existen alternativas más eficientes. El campo del diagnóstico ha contribuido al crecimiento en los costos sanitarios. Además del impacto financiero, la sobreutilización de pruebas diagnósticas puede generar resultados perjudiciales para el paciente. El aumento de costos en salud y desafíos como la pandemia por COVID-19 requieren estrategias que optimicen el uso de recursos. Se plantea el empleo de una herramienta informática en la historia clínica electrónica que permita la validación de solicitudes de laboratorio por parte de expertos, con la finalidad de reducir solicitudes innecesarias.

Objetivo: Evaluar el efecto en la cantidad de solicitudes de laboratorio relacionadas a determinación de *Klebsiella Pneumoniae* productora de Carbapenemasa por Reacción en Cadena de la Polimerasa (KPC por PCR) y Cultivo, tras la implementación de una herramienta informática de validación por un experto en Infectología, como potencial estrategia de reducción de costos.

Diseño: El estudio de corte transversal se llevó a cabo en un hospital de alta complejidad con procesos asistenciales informatizados. La intervención estuvo representada por una herramienta informática de validación de solicitudes de laboratorio de KPC por PCR a cargo de Infectología, implementada en Julio de 2018. Se compararon las solicitudes de KPC por PCR y Cultivo en los periodos pre implementación (entre Enero y Junio 2018), y post implementación (entre Enero y Junio 2019), y se analizaron los ahorros derivados de las solicitudes canceladas y los gastos generados de las solicitudes efectivas finales.

Resultados: Durante el período de estudio se solicitaron 5.065 determinaciones de KPC (PCR y cultivos) pre-implementación; y 5.622 post-implementación. El análisis comparativo entre solicitudes de KPC por PCR y por cultivo, en los periodos pre y post implementación, mostró



una reducción relativa de las solicitudes por PCR (de 1559 en 2018 a 76 en 2019), y un aumento relativo de los cultivos (de 3.506 en 2018 a 5.546 en 2019).

La tasa de cancelaciones por PCR con la herramienta fue de 72,36% (IC95% 66,67-77,56), mientras que la tasa de cancelaciones por CULTIVO sin la herramienta fue de 3,01% (IC95% 2,57-3,49), con diferencia estadísticamente significativa ($p=0.001$). Las causas cargadas por Infectología como justificación de cancelación de la solicitud estuvieron representadas por la sugerencia de cultivo en el 54,4%, y el 32,3% por escenarios clínicos que implicaban duplicados.

El gasto total originado a partir de las solicitudes para screening de KPC (PCR + Cultivo), mostró una reducción relativa del gasto del 71,5%: de 148672,3 dólares en 2018 a 42324,8 en 2019. El análisis por práctica evidenció una reducción relativa del gasto por solicitudes de PCR (de 118202,7 dólares en 2018 a 3953,9 en 2019), y un aumento relativo del gasto en solicitudes cultivos (de 30469,6 dólares en 2018 a 38370,9 en 2019).

Las 199 solicitudes de KPC por PCR canceladas por Infectología representaron un ahorro global de 10553,6 dólares, frente a 167 solicitudes de cultivo canceladas sin la herramienta de validación, las cuales generaron un ahorro menor (de 1171,8 dólares).

Conclusiones: La tasa de cancelación de solicitudes de PCR con la herramienta informática fue significativamente mayor que la tasa de cancelaciones de cultivo, lo que hace eficaz a esta intervención informática en la práctica asistencial para reducción de estudios innecesarios. El ahorro representado por la disminución de las solicitudes y el aumento de las cancelaciones de PCR por el especialista, superó el efecto colateral representado por el aumento en las solicitudes de cultivo y el gasto correspondiente. De este modo, el empleo de una herramienta informática de validación de solicitud de estudios de laboratorio resultó eficaz como estrategia para optimizar el uso de recursos en salud.

Palabras clave: sistemas de información en salud, gasto en salud, optimización de recursos en salud, desperdicio en salud.



TABLA DE CONTENIDOS

AGRADECIMIENTOS.....	i
RESUMEN.....	ii
INTRODUCCIÓN.....	1
OBJETIVOS.....	6
MATERIALES Y MÉTODOS.....	7
Ámbito	7
Intervención	11
Diseño	17
Población / Criterios de selección.....	17
Variables y definiciones.....	18
Procedimientos de Estudio / Recolección de datos.....	18
Muestreo y Cálculo del tamaño de la muestra.....	19
Análisis Estadístico.....	20
Consideraciones éticas	20
RESULTADOS	21
DISCUSIÓN.....	33
CONCLUSIONES	40
FINANCIAMIENTO	40
REFERENCIAS	41



INTRODUCCIÓN

Gasto en salud

La utilización racional de recursos en salud ha sido ampliamente discutida y analizada. Se ha definido la calidad como la diferencia entre la eficacia y efectividad (1). Sobre estos conceptos puede entenderse que la utilización inapropiada de recursos en salud es aquella que ocurre en situaciones donde no es efectiva o existen alternativas más eficientes (2). La Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) estima que el 20 % del gasto en atención médica en sus países miembros puede desperdiciarse y gastarse mejor en necesidades genuinas (3).

La atención hospitalaria consume una de las partes más grandes de los costos totales de atención médica. El campo de diagnóstico en constante expansión ha contribuido a este crecimiento exponencial en los costos de atención de la salud. Se han observado incrementos rápidos en los volúmenes y costos de diferentes tipos de diagnósticos, con volúmenes de pruebas absolutos que se duplican cada cinco a diez años en los Estados Unidos, el Reino Unido y Canadá (4)(5). Aunque se desconoce el alcance del sobrediagnóstico y el uso excesivo en los países de bajos y medianos ingresos, estos desafíos son especialmente importantes para ellos ya que el gasto en salud en relación con el producto interno bruto es significativamente menor, y el desperdicio amenaza tanto la salud pública como la viabilidad de los presupuestos públicos (6).

Hallazgos indican que casi el 68% de las pruebas de laboratorio comúnmente ordenadas en un departamento académico de medicina interna podrían haberse evitado, sin ningún efecto adverso en el manejo del paciente. Varios estudios han demostrado un uso excesivo de los exámenes de laboratorio en la práctica hospitalaria de rutina, con porcentajes de pruebas inapropiadas ordenadas en las salas médicas de los hospitales universitarios que van del 40% al 65%, y aún más altos si se aplican criterios de evaluación más rigurosos (7).



Según un estudio que analiza el desperdicio en salud por categorías, solo 6 de ellas: tratamiento excesivo, fallas en la coordinación de la atención, fallas en la ejecución de los procesos de atención, complejidad administrativa, fallas en los precios, y fraude y abuso, exceden el 20% del gasto total en atención de la salud teniendo en cuenta la suma de las estimaciones más bajas (8).

Además del impacto financiero, la sobreutilización de pruebas diagnósticas aumenta el número de resultados falsos positivos, lo que lleva a más pruebas, a veces invasivas y potencialmente dañinas (9)(10). La flebotomía excesiva puede originar anemia adquirida en el hospital, la que se asocia a un aumento de la duración de la internación, la necesidad de transfusiones de sangre y aumento de la mortalidad (11)(12)(13).

Un factor que contribuye al aumento de los costos de atención médica es que los médicos rara vez conocen los costos de los servicios, pruebas y procedimientos que solicitan o realizan (14). Lamentablemente muchos médicos piden pruebas de laboratorio inapropiadamente debido a requisitos hospitalarios o legales, por motivos defensivos o protección jurídica médica, curiosidad académica, presión del paciente o su familia, y/o tranquilidad personal (15).

La pandemia por COVID-19 ha causado un desafío sin precedentes para los sistemas sanitarios de todo el mundo (16). Una de las principales preocupaciones en este contexto es el costo médico directo y la demanda creciente de recursos impuesta a los servicios de atención de salud (17). En EEUU, incluso sin la pandemia, 22 organizaciones se declararon en bancarrota en 2019, estimándose que este número aumentaría a futuro (18).

El desarrollo de nuevas estrategias para la contención de los costos sanitarios para eliminar el gasto inútil es crucial (8). Un estudio postuló que la revisión prospectiva de las solicitudes de pruebas de laboratorio por expertos resultó en una contención sustancial de costos y mejoró la eficiencia de la atención al paciente al evitar prácticas innecesarias (19).



Tecnologías de la Información y Comunicación en Salud y optimización de recursos

Las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) han brindado algunas soluciones para disminuir el pedido inadecuado de pruebas de laboratorio. Algunas de estas tecnologías son la historia clínica electrónica (HCE), el ingreso computarizado de órdenes médicas (CPOE, siglas del inglés Computerized Physician Order Entry) y los sistemas de apoyo a las decisiones clínicas (CDSS, siglas del inglés Clinical Decision Support System). De todos estos, los CDSS tienen más potencial para ayudar a los médicos a la hora de decidir si solicitar una prueba o interpretar los resultados (20).

Los registros electrónicos de salud ofrecen la posibilidad de involucrar a los médicos en los esfuerzos de control de costos, ya que recursos sustanciales se han invertido para apoyar la implementación y uso significativo de los mismos, creando la oportunidad de demostrar si pueden ser utilizados para promover la transparencia de costos y optimizar la solicitud de estudios (21).

Experiencias informáticas encontradas en la literatura que intentan reducir solicitudes innecesarias de prácticas se han focalizado en evitar órdenes repetidas de estudios (22)(23), brindar información al médico en el momento de la solicitud, mostrar el costo de la práctica (24)(25) y realizar intervenciones educativas (26)(27).

Klebsiella pneumoniae productora de carbapenemasas

Una situación de uso racional de recursos se presenta ante la detección de pacientes colonizados por *Klebsiella pneumoniae* productora de carbapenemasas (KPC). Este germen pertenece al grupo de enterobacterias resistentes a los antibióticos carbapenémicos de amplio espectro, que representan una grave amenaza para la salud pública: son infecciones difíciles de tratar y se han asociado con tasas de mortalidad de hasta el 50% en pacientes hospitalizados (28).

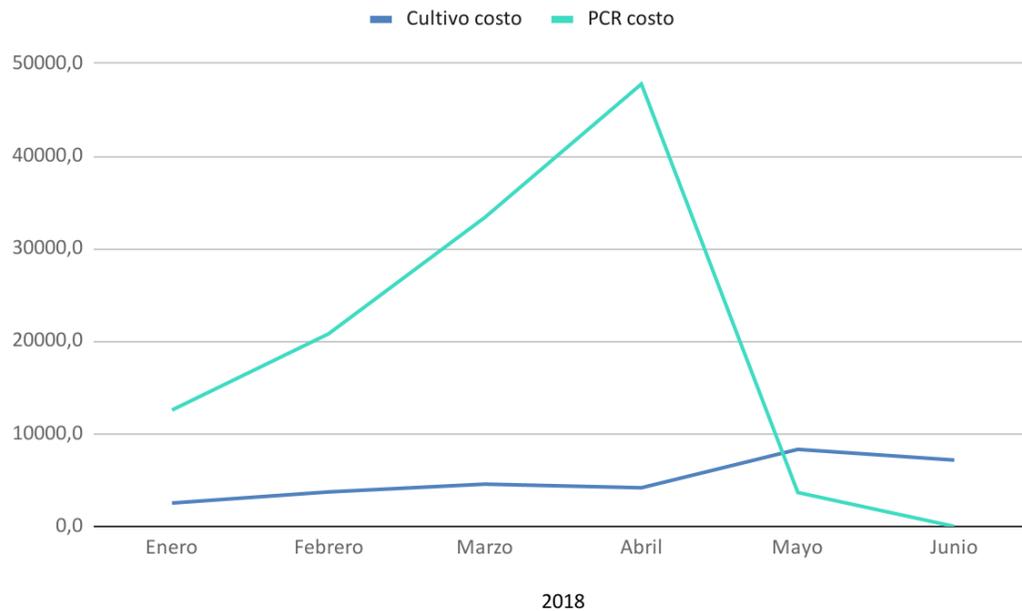


Las prácticas empleadas en la detección incluyen el cultivo y pruebas moleculares como la Reacción en cadena de la polimerasa (PCR), pero el mayor costo económico de esta última es un aspecto importante a la hora de decidir su posible introducción en la práctica clínica (29). Por ello, las estrategias de detección varían según la epidemiología, los recursos y las políticas institucionales locales (30). Las solicitudes que no contemplen estos elementos pueden encarecer los costos sin sumar beneficios al paciente.

El Hospital Italiano de Buenos Aires (HIBA) realiza la vigilancia epidemiológica de pacientes colonizados con KPC mediante una guía de práctica clínica (GPC) que establece recomendaciones/indicaciones para solicitar cultivo o PCR en pacientes o situaciones clínicas específicas. Los gastos derivados de este tamizaje/screening son cubiertos íntegramente por la institución, sin cobertura de parte de los financiadores. Durante los primeros meses del 2018 se detectó un aumento de las solicitudes electrónicas de KPC por PCR con un aumento paralelo de los costos asociados, lo que provocó que a mediados del año se agotara el stock de reactivos para dicha prueba como muestra la figura N°1.



Figura N°1. Costos de solicitudes en dólares EEUU de KPC por PCR y cultivo durante el primer semestre del 2018



Ante la necesidad de incorporar un sistema de optimización de solicitudes, el HIBA llevó a cabo el desarrollo in house de una herramienta informática integrada a una HCE que permitiera la validación por parte de Infectología de solicitudes de laboratorio de una práctica denominada determinación de KPC por PCR. La implementación se realizó en julio de 2018. El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de dicha herramienta informática en la cantidad de solicitudes de KPC por PCR como potencial estrategia de reducción de costos.

Pregunta de investigación

¿Cuál es el efecto en las solicitudes de prácticas de laboratorio tras la implementación de una herramienta informática de validación (como potencial estrategia de reducción de costos)?

- Población: solicitudes electrónicas de la práctica Determinación de KPC por PCR realizadas durante el período post implementación (primer semestre del año 2019)
- Intervención: implementación de herramienta informática para validación de solicitudes electrónicas de Determinación de KPC por PCR a cargo de un especialista en Infectología
- Comparador: período hospitalario histórico, pre implementación (primer semestre del año 2018)



- Outcomes/Desenlaces:
 - número de solicitudes de práctica Determinación de KPC por PCR,
 - tasa de cancelaciones de KPC por PCR,
 - gasto total originado a partir de las solicitudes efectivas de KPC por PCR,
 - ahorro global relacionado a solicitudes de KPC por PCR canceladas.

OBJETIVOS

Objetivo general

Evaluar el efecto en la cantidad efectiva de solicitudes de laboratorio de KPC por PCR, tras la implementación de una herramienta informática de validación de prácticas a cargo de Infectología.

Objetivos específicos

Comparar las solicitudes de prácticas de laboratorio de KPC por PCR, tras la implementación de una herramienta informática de validación por un experto en Infectología, en términos de:

- Reportar el número de prácticas totales de determinaciones de PCR por KPC solicitadas tras la implementación de esta herramienta, comparada con un control histórico pre implementación.
- Estimar la tasa de cancelación de solicitudes de KPC por PCR en el periodo post implementación
- Analizar las causas de cancelación de solicitudes de KPC por PCR por parte del experto
- Estimar el gasto total originado a partir de las solicitudes efectivas de KPC por PCR, comparado con un control pre implementación.



- Estimar costos directos de ahorro, representados por solicitudes canceladas por Infectología en el periodo post implementación comparado con un control pre implementación.

Como objetivo secundario, se planteó explorar el número concomitante de prácticas totales de Cultivo de KPC¹ (al que no le aplicaba la implementación de herramienta informática), comparada con su correspondiente control histórico.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ámbito

Este estudio tiene lugar en el HIBA, una asociación civil sin fines de lucro dedicada al cuidado integral de la salud, con un hospital universitario de alta complejidad. Cuenta con 2 sedes principales y 23 centros periféricos, donde cada año atiende 2.800.000 consultas, efectúa 46.500 egresos y realiza 52.000 procedimientos quirúrgicos. Dispone de 785 camas para internación y de 800 camas de medicina domiciliaria.

Desde 1998, el HIBA inició un proceso de implementación gradual de su sistema de información en salud (SIS) que incluye una HCE modulada y centrada en problemas que cubre todos los ámbitos de atención. La HCE cuenta CPOE integrado, que permite la prescripción de fármacos desde el “Módulo de Indicaciones”, así como de estudios, prácticas y procedimientos desde el “Módulo de Estudios, Prácticas, Consentimientos”.

Este último módulo permite ingresar un estudio, práctica o procedimiento en un buscador, visualizar una lista de opciones, seleccionar lo que corresponda (Figura N°2).

¹ Práctica diagnóstica alternativa de menor costo.



Figura N°2. Módulo de Estudios y Prácticas, búsqueda de una práctica

The screenshot displays a medical information system interface. On the left, a patient profile for 'Prueba, Jira' is shown, including age (35), sex (male), and ID. The top navigation bar contains tabs for 'Nuevo estudio', 'Histórico de estudios', and 'Generar consentimiento'. The main area has three sub-tabs: 'Mis baterías', 'Baterías por efector', and 'Baterías estandar'. The 'Baterías por efector' tab is selected, showing a list of test categories such as 'RUTINA', 'SCREENIG RESPIRATORIO', 'CARDIOLOGIA', 'CONFUSIONAL', 'FALLO RENAL', 'L. PLEURAL', 'LCR', 'ASCITICO', and 'ABDOMINAL'. A search bar with a 'Buscar práctica' button is located at the top right of this section. Below the search bar, there are input fields for a date and time (27/01/2023 16:00), a dropdown menu set to 'Rutina (a partir de 12 horas)', and checkboxes for 'Imprimir Solicitud' and 'Imprimir Indicación para el Pac.'. An 'Obs.:' field is also present. At the bottom, there is a table with columns for 'Práctica', 'Efector', 'Cant. Solic.', and 'Aviso de Realización', and a 'Solicitar práctica' button.

A continuación se muestra un formulario donde se debe asociar un problema o diagnóstico del paciente, el servicio que ejecutará la práctica (denominado también efector), el tipo de muestra que se enviará, así como el estado del paciente y el medio de traslado si correspondiera (Figura N°3).



Figura N°3. Módulo de Estudios y Prácticas, búsqueda y selección de una práctica

Formulario de estudios y practicas [X]

Penicilina | Estudio solicitado CALCEMIA IONICA

Seleccione otros datos del estudio

Seleccione el Efector: Laboratorio Central

Seleccione el Problema:

- Tapon Cerumen Parcial
- Anticoncepcion
- Control De Salud
- Enfermedad Celiaca
- Abdomen Agudo

Una vez confirmada la solicitud, se genera un documento clínico electrónico que las agrupa por efector (Laboratorio, Radiología, etc), el cual se visualiza en la solapa “Histórico de solicitudes” del módulo de la HCE (Figura N°4), en la lista de trabajo del efector y en el portal personal del paciente. La práctica solicitada puede ser cancelada desde este documento de la HCE.



Figura N°4. Histórico de solicitudes de estudios ordenados cronológicamente y por efector



Salir

Prueba, Jira
35 Años (10-Aug-1987)
021
ID H.I.: 4429922

Cobertura privado arancel hi
Plan unico
Nro de afiliado

Ambulatorio

- Evaluación Inicial
- Resumen
- Problemas
- Evoluciones
- Interconsultas
- Estudios/Prácticas/Consenti**
- Resultados
- Sub-Episodio Qx

BMI 26.4	Recordatorios	Grupo y factor	Alergias Penicilina	Consentimientos y rechazos	Gérmenes resistentes	Alertas P	Recomendaciones
--------------------	---------------	----------------	-------------------------------	----------------------------	----------------------	---------------------	---------------------

Nuevo estudio | **Histórico de estudios** | **Generar consentimiento**

- 28/01/2023
LABORATORIO CENTRAL
- 15/09/2022
ANAT. PAT. - CITOLOGIA
- 08/09/2022
DERMATOLOGIA
- 26/08/2022
LABORATORIO CENTRAL
- 04/08/2022
LABORATORIO CENTRAL
- 07/06/2022
SECCION TOMOGRAFIA COMPUTADA
- 26/05/2022
LABORATORIO MORICONI
- 24/05/2022

Ordenar por Área Jerárquica | Re-Imprimir



HOSPITAL ITALIANO
de Buenos Aires

Solicitud de Estudios Complementarios
LABORATORIO CENTRAL

Nro paciente 4429922	Paciente PRUEBA JIRA	
Fecha de Nacimiento 10/08/1987	Nro. Pedido 30118250	Fecha de vigencia 28/01/2023
Afiliado	Cobertura PRIVADO ARANCEL HI	Plan UNICO
Observación -		

Cant.	Concepto	Diagnóstico / Motivo de estudio	Muestra	
1	CALCEMIA IONICA	ENFERMEDAD CELIACA	SIN MUESTRA	<input type="button" value="Cancelar"/>



Para evitar la repetición de solicitudes ya realizadas, el sistema cuenta con una regla llamada “tiempo de reincidencia” que limita el periodo expresado en días en que puede reiterarse la solicitud de una práctica, según la recomendación vigente. Genera una alerta que da aviso al médico solicitante que ese estudio o práctica ya fue solicitado previamente, dando las opciones de cancelar o continuar con la solicitud. Si se desea continuar el solicitante debe cargar una justificación (Figura N° 5 y 6).

Figura N°5. Alerta de reincidencia

- CARDIOLOGIA
- CONFUSIONAL
- FALLO RENAL
- L. PLEURAL
- LCR
- ASCITICO
- ABDOMINAL



El estudio KPC POR PCR fue solicitado hace menos de 7 días.
¿Desea solicitar de todos modos?

Imprimir Solicitud

Imprimir Indicación para el Pac.

10



Figura N°6. Campo de justificación si se omite alerta

The image shows a software dialog box titled "Justifique" with a close button (X) in the top right corner. Below the title bar, there is a sub-header "Solicitud de Estudios". Underneath this header is a text input field containing the word "Prueba". At the bottom of the dialog box, there are two buttons: "Solicitar práctica" and "Cancelar".

Intervención

A los fines de este proyecto, la intervención se definió como la introducción de una herramienta informática en la HCE para la validación de las solicitudes de laboratorio de determinación de KPC por PCR a cargo de un experto en Infectología, que fue implementada desde Julio 2018.

La GPC del HIBA para el tamizaje y aislamiento de contacto geográfico de pacientes colonizados por KPC, tiene el objetivo de indicar el aislamiento de contacto para prevenir nuevos casos e identificar los pacientes con KPC. Esta guía da las pautas para la solicitud de Cultivo para KPC (tabla N°1), y limita la solicitud de KPC por PCR ante el ingreso hospitalario de un paciente con las siguientes condiciones²:

- Pacientes trasplantados
- Pacientes con trastornos hematológicos de alto riesgo (HAR)

En estos casos, en forma rutinaria se toma muestra a través de un hisopado rectal y se realiza aislamiento preventivo hasta obtener los resultados.

² Guía de práctica clínica del Hospital italiano de Buenos Aires 2018.



Tabla N°1. Métodos de vigilancia de KPC en hisopado rectal según guía de práctica clínica institucional

Métodos para vigilancia en hisopado rectal	Tiempo para resultado	Población
Cultivo para KPC	3-4 días	Al ingreso en unidades críticas y sectores de inmunosuprimidos
		Semanalmente en unidades críticas y en pacientes inmunosuprimidos
PCR para KPC	24 horas	Al ingreso en pacientes hematológicos de alto riesgo y trasplantes

La decisión del experto en Infectología se considera el *gold standard* para definir una solicitud de KPC por PCR como apropiada o no. Una solicitud será **apropiada** si las condiciones clínicas del paciente respondan a los requisitos de la GPC institucional para KPC, y será validada por el experto en la HCE. Una solicitud será **inapropiada** (o innecesaria) si las condiciones de la GPC no se cumplen o existen otras pruebas en curso, y será cancelada por el experto. De este modo se busca evitar que solicitudes innecesarias o duplicadas lleguen a ser procesadas por el Laboratorio.

Modificaciones en los SIS

El desarrollo informático incluyó modificaciones en el aplicativo ABM (alta, baja y modificaciones) de prácticas, la HCE y el sistema informático del laboratorio (LIS).

ABM de prácticas

El ABM de prácticas es el aplicativo de gestión de prácticas hospitalarias. Permite modificar el nombre de la práctica, su sinonimia, el efector, las muestras asociadas si corresponde, y el control terminológico. Además contiene las reglas o condiciones para su solicitud: como por ejemplo el ámbito de atención donde se solicita, tiempo de reincidencia, o si se puede realizar en el contexto de telemedicina. También cuenta con un campo para cargar información para el



médico que se visualiza en el formulario de solicitud (Figura N°7), para el paciente en portal de salud, y para el área administrativa que se disponibiliza en el aplicativo gestor de citas.

Figura N°7. Indicaciones para el médico en el formulario de solicitud de KPC por PCR

Formulario de estudios y practicas [X]

Estudio solicitado: **Penicilina** KPC POR PCR

Seleccione otros datos del estudio

Indicaciones Médicas: esta solicitud requiere la **validación del especialista**, según lo establecido en la guía de **tamizaje de pacientes con kpc**. tome la muestra después de confirmar que fue validada. Ud. Recibirá un mail informando si la solicitud fue aceptada o cancelada.

Seleccione el Efector: Laboratorio Central

Seleccione el Problema:

- AC** Tapon Cerumen Parcial
- AC** Anticoncepcion
- AC** Control De Salud
- AC** Enfermedad Celiaca
- AB** Abdomen Agudo

A este listado de reglas se agregó la posibilidad de identificar las prácticas que requieran de la validación de un experto para su realización, seleccionando la/s especialidad/es a cargo. Además se cargó el aviso informativo para el médico que la solicitud de la práctica sería validada por un Infectólogo (Figura N°8).



Figura N°8. Regla de validación en el aplicativo de gestión de prestaciones hospitalarias

Agregar/Modificar REGLAS

Cantidad Max:	<input type="text" value="0"/>	Imp. Pedido Int:	<input type="text"/>
Imprime Epicrisis:	<input type="text" value="NO"/>	Problema:	<input type="text" value="Solo Ambulatorio"/>
Días de Reincidencia:	<input type="text" value="7.0"/>	Imprime Problemas:	<input type="text"/>
Bloqueo Cantidad:	<input type="text" value="SI"/>	Tipo Resultado:	<input type="text"/>
Oferta Web:	<input type="text" value="NO"/>	Prequirúrgico:	<input type="text" value="NO REQUIERE"/>
Validacion Segunda Firma:	<input type="text" value="SI"/>	<input checked="" type="radio"/> Sin vencimiento <input type="radio"/> Desaparece a los <input type="text" value="0"/> días	

Agregar Validador a la Practica

Descripcion:

Area Jerarquica	Descripcion	
313	SECCION INFECTOLOGIA PEDIATRICA	
229	SECCION INFECTOLOGIA - SERVICIO DE CLINICA MEDICA	

Historia Clínica Electrónica

Cuando un profesional realiza la búsqueda y selecciona KPC por PCR, visualiza en el formulario de solicitud que la práctica requiere validación de un especialista, ante lo cual puede cancelar o continuar con la solicitud. Si continúa, la solicitud de KPC por PCR es segregada del resto de solicitudes de Laboratorio para evitar que el proceso de validación retrase la ejecución de las mismas. El documento generado se visualiza con un ícono distintivo dentro del histórico de solicitudes para facilitar su identificación por el validador (Figura N°9).



Figura N°9. Histórico de estudios con ícono distintivo y solicitud con botón validar/cancelar

Nuevo estudio | Histórico de estudios | Generar consentimiento

07/03/2021
LABORATORIO CENTRAL

03/03/2021
LABORATORIO CENTRAL

01/12/2020
ANAT. PAT. - CITOLOGIA

ANAT. PAT.- HISTOPATOLOGIA E INMUNOHISTOQUIMICA

ANATOMIA PATOLOGICA

16/10/2020
SECCION IMAGENES- SERVICIO DE CARDIOLOGIA

HOSPITAL ITALIANO
de Buenos Aires

Solicitud de Estudios Complementarios
LABORATORIO CENTRAL

Nro paciente	Paciente		
4324182	PRUEBA JULIA		
Fecha de Nacimiento	Nro. Pedido	Fecha de vigencia	
22/03/1975	24689885	07/03/2021	
Afiliado	Cobertura	Plan	
	PRIVADO ARANCEL HI	UNICO	
Observación			

Cant.	Concepto	Diagnóstico / Motivo de estudio	Muestra	
1	KPC POR PCR	DOLOR ABDOMINAL	SIN MUESTRA	<input type="button" value="Validar"/> <input type="button" value="Cancelar"/>

Se creó una lista de trabajo en la HCE para la especialidad que valida, mostrando los siguientes datos: fecha y hora de solicitud, nombre y apellido del paciente, edad, práctica solicitada, ámbito y lugar físico donde se solicitó. Esta lista de trabajo permite el acceso directo a la HCE de cada paciente para poder realizar la evaluación del caso según las recomendaciones de la GPC (Figura N°10).

Figura N°10. Lista de trabajo de la HCE para el equipo que valida las solicitudes

Validación de estudios y prácticas ✕

Estudios:

Fecha pedido	Hora pedido	Paciente	Edad	Concepto	Ambito	Episodio	Sede
07/03/21	00:00	PRUEBA JULIA	45	KPC POR PCR	Atención Ambulatoria		

El experto ingresa al historial de solicitudes de prácticas del paciente, identifica aquella con el ícono distintivo y al abrir el documento clínico visualiza 2 botones como lo muestra la Figura N°9, cuyas funciones son:

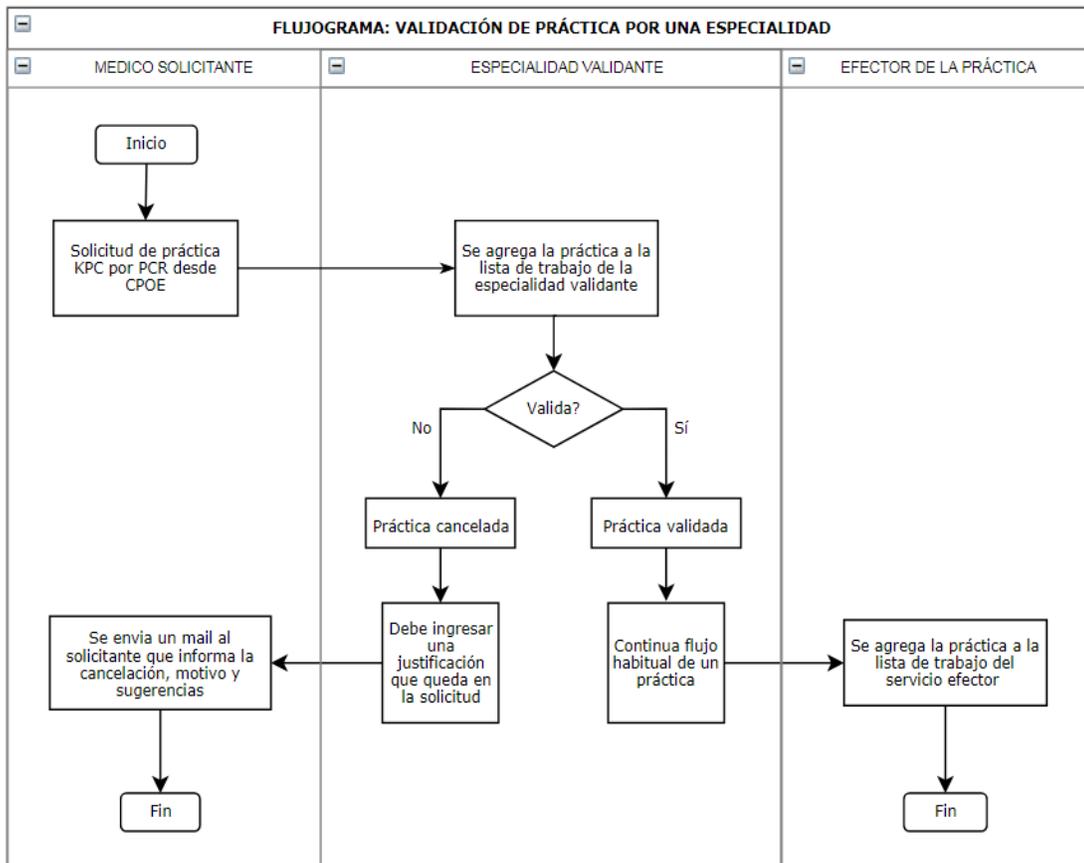
- **Validar:** Deja constancia del nombre y apellido del experto que realiza la acción y permite que la solicitud continúe el flujo habitual en la lista de trabajo del Laboratorio.



- **Cancelar:** Deja constancia del nombre y apellido del experto que realiza la acción luego de ingresar una justificación en un campo de texto libre, modificando también el estado en la lista de trabajo de Laboratorio.

Ambas acciones se comunican al profesional solicitante a través del correo institucional, incluyendo la justificación en caso de cancelación. En la figura N°11 se muestra el flujograma del proceso de validación.

Figura N°11. Flujograma Validación de prácticas



Si la práctica fuera solicitada nuevamente se aplica la regla tiempo de reincidencia, período de 7 días determinado por Infectología para el caso de la práctica KPC por PCR. Si la práctica fuera solicitada dentro de ese lapso la HCE devuelve un alerta informando que ya existe una práctica solicitada dentro de los 7 días previos (Figura N°5 y 6). Toda práctica solicitada de



KPC por PCR, sea la primera o sucesivas solicitudes, pasarán a la lista de trabajo del validador.

Sistema de Información de Laboratorio

Fue necesaria la creación de un nuevo estado: “pendiente de validar” para la lista de trabajo de laboratorio, el cual impide continuar con el procesamiento hasta que se realice la validación.

Diseño

Para poder responder a los objetivos del presente trabajo, se realizó un diseño de corte transversal, que incluyó una muestra consecutiva de solicitudes de KPC por PCR correspondientes a 2 períodos definidos por su ventana temporal:

- pre intervención o pre implementación: entre Enero y Junio 2018
- post intervención o post implementación: entre Enero y Junio 2019

Este trabajo no representa una evaluación económica (análisis costo-beneficio, costo-efectividad, costo-utilidad, costo-minimización), sino que la aproximación de los costos en salud es un proxy a través de la cantidad de solicitudes canceladas y la reducción en el número de prácticas efectivamente realizadas tras la implementación de la herramienta informática.

Población / Criterios de selección

Población blanco:

Se trataría de la totalidad de las prácticas solicitadas en cuestión: Determinación de KPC por PCR y Cultivo de KPC en todas las instituciones de alta complejidad a nivel nacional.

Población del estudio:

Se incluyó la totalidad de las prácticas solicitadas (determinación de KPC por PCR y Cultivo de KPC) en el HIBA, dentro del período del estudio. Se excluyeron las prácticas realizadas en el ámbito de internación domiciliaria.



Para el subgrupo post-implementación fue posible clasificarlas como apropiada/inapropiada (validada/cancelada). Mientras que el subgrupo pre-implementación se limitó a número de prácticas solicitadas y costos directos, debido a que carece de este proceso de validación.

La unidad de análisis fue la solicitud de la práctica, restringida a Determinación de KPC por PCR y Cultivo de KPC. Esto implica que no se tiene en consideración la unidad de análisis por paciente u hospitalización.

Variables y definiciones

En los períodos pre y post intervención se analizaron:

- número de solicitudes totales KPC por PCR
- número de solicitudes totales Cultivo de KPC
- costo unitario de práctica KPC por PCR en pesos
- costo unitario de práctica Cultivo de KPC en pesos
- ámbito de solicitud (internación, guardia, episodio de estancia corta, ambulatorio)
- especialidad que realiza la solicitud
- valor promedio del dólar oficial por mes

En el período post implementación se analizaron:

- número de solicitudes de KPC por PCR canceladas por los expertos (inapropiadas)
- motivos de cancelación de KPC por PCR por los expertos
- especialidad a la que se cancela la solicitud
- ámbito de las solicitudes canceladas
- costo total de prácticas canceladas por los expertos en pesos

Procedimientos de Estudio / Recolección de datos

La recolección de datos de esta investigación se realizó a través del uso de bases secundarias de alta calidad. Se solicitaron los datos necesarios a través de Pedido de Mesa de Ayuda al Departamento de Gestión de la Información, deidentificados (para respetar la confidencialidad de las personas).



Se solicitaron los siguientes datos:

1. Número de pedido electrónico
2. Fecha (día, mes, año)
3. Estado del pedido en la HCE (solicitado, validado, cancelado)
4. Motivo de cancelación
5. Especialidad solicitante
6. Ámbito (ambulatorio, internación, episodio de corta estancia, guardia)
7. Costo de práctica KPC por PCR y Cultivo de KPC

El costo de las prácticas tuvo como fuente el aplicativo administrativo valorizador de prestaciones de Facturación, en tanto que el resto de los datos se obtuvo desde la HCE.

Dada la elevada y fluctuante tasa de inflación de la moneda local, se convirtió el gasto total en pesos a la moneda dólar estadounidense. La cotización del dólar se tomó de las publicaciones oficiales en línea del Banco de la Nación Argentina.

Muestreo y Cálculo del tamaño de la muestra

Para responder a los objetivos propuestos, se realizó el cálculo de tamaño muestral utilizando la Calculadora de Tamaño muestral GRANMO, definiéndose:

- Riesgo alfa: 0.05
- Tipo de contraste: bilateral
- Riesgo de error tipo beta: 0.2 (80%)

Aceptando un riesgo alfa de 0.05 y un riesgo beta de 0.2 en un contraste bilateral, serían necesarios 435 sujetos en el primer grupo y 435 en el segundo para detectar como estadísticamente significativa la diferencia entre dos proporciones, que para el grupo 1 se espera sea de 0.55 y el grupo 2 de 0.45. Se ha estimado una tasa de pérdidas de seguimiento del 10%. Se ha utilizado la aproximación del ARCOSENO ³.

³ Fuente: <https://www.imim.es/ofertadeserveis/software-public/granmo/>



Basados en esta estimación, se decidió utilizar 6 meses de ventana temporal para el período pre y post implementación. Se realizó un muestreo consecutivo que incluyó todas las prácticas solicitadas de cultivo y PCR para KPC.

Análisis Estadístico

Se utilizó estadística descriptiva. Se describieron las variables continuas como medias y desvíos estándar o como medianas e intervalos intercuartil según distribución observada. Se presentaron las variables categóricas como frecuencias absolutas y relativas (porcentajes).

Las tasas se presentaron como frecuencias y porcentajes, con sus intervalos de confianza de 95% (IC95%), estimadas con aproximación binomial.

Para la estadística analítica (comparación entre período pre y post implementación), se utilizaron: test de chi cuadrado o test de Fisher para variables categóricas, t-test o Mann Whitney para variables continuas, y test de proporciones, según correspondiera.

Los datos se almacenaron en base de datos Access y se procesaron con el programa STATA 17.

Consideraciones éticas

Todos los datos del estudio fueron tratados con máxima confidencialidad, con acceso restringido sólo para el personal autorizado a los fines del estudio, de acuerdo con la normativa legal vigente, Ley Nacional de Protección de Datos Personales 25.326/00 (Ley de Habeas data) y la Ley 26. 529 /09.

Se presentó un protocolo (PRIISA 5376) para garantizar el manejo de datos en concordancia con la normativa nacional e internacional vigente: la Declaración de Principios éticos para las investigaciones médicas en seres humanos de Helsinki de la Asociación Médica Mundial y



enmiendas posteriores y las guías de Buenas Prácticas Clínicas de la de Conferencia Internacional de Armonización ICH.

Dado que se trata de un estudio observacional que utiliza datos de bases secundarias (relacionados a práctica habitual durante proceso de atención y datos retrospectivos) no requirió consentimiento informado del paciente a participar del mismo.

RESULTADOS

Número de prácticas totales por KPC

Durante el período de estudio se solicitaron 5.065 determinaciones de KPC (PCR y cultivos) pre-implementación; mientras que se solicitaron 5.622 determinaciones de KPC post-implementación.

Tabla N°2. Número de prácticas totales por KPC por periodo pre (2018) (2018) y post (2019) implementación

MES	Determinaciones		
	2018	2019	% cambio
Enero	414	965	+133,1
Febrero	655	892	+36,2
Marzo	878	865	-1,4
Abril	1058	983	-7,1
Mayo	1067	919	-13,9
Junio	993	998	+0,5
Total	5065	5622	+11

Número de prácticas estratificadas (PCR vs Cultivo)

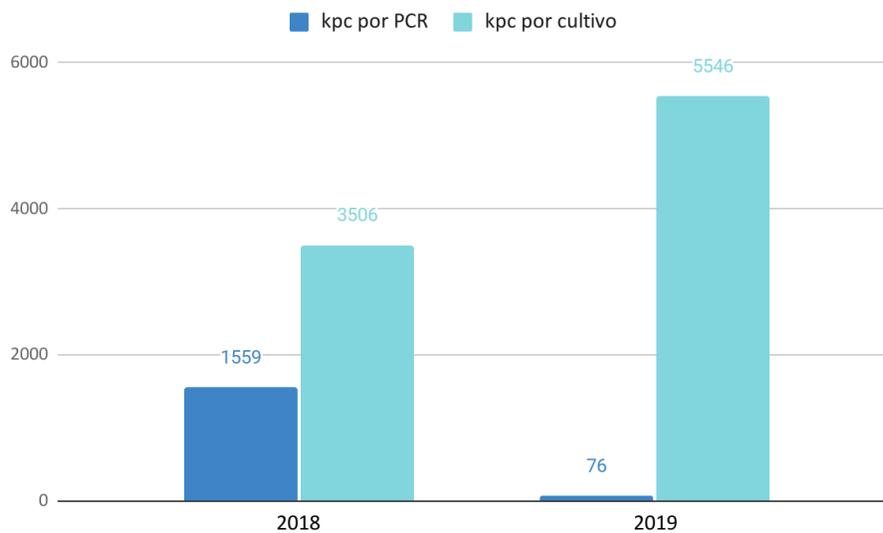
El análisis comparativo entre solicitudes de KPC por PCR y por cultivo en los periodos pre y post implementación muestra una reducción relativa de las solicitudes por PCR (de 1559 en 2018 a 76 en 2019), y un aumento relativo de los cultivos (de 3.506 en 2018 a 5.546 en 2019), ver **Tabla 3** y **Figura 12**.



Tabla N°3. Comparación entre solicitudes de PCR vs Cultivo pre (2018) y post (2019) implementación

MES	PCR			Cultivo		
	2018	2019	% cambio	2018	2019	% cambio
Enero	159	23	-85,5%	255	942	+269,4%
Febrero	275	18	-93,5%	380	874	+130,0%
Marzo	428	5	-98,8%	450	860	+91,1%
Abril	640	8	-98,8%	418	975	+133,3%
Mayo	57	16	-71,9%	1010	903	-10,6%
Junio	0	6	0%	993	992	-0,1%
Total	1559	76	-95,1%	3506	5546	+58,2%

Figura N°12. Cantidad total de solicitudes KPC (PCR y cultivo) en periodos pre y post implementación



PCR durante 2018

Durante el periodo pre implementación, del total de 1559 solicitudes de KPC por PCR, el 95,4% se realizó en el ámbito de internación, el 4,3% en guardia y el 0,2% en ambulatorio.

Las especialidades que más solicitudes realizaron fueron Clínica Médica con el 30,5% y Clínica Pediátrica con el 26%, seguidos por Cardiología (17,4%) y Terapia Intensiva Adultos (8,1%).



PCR durante 2019

Durante el periodo post implementación, del total de 76 solicitudes de KPC por PCR, el 96,1% se realizó en el ámbito de internación, el 2,6% en ambulatorio y el 1,3% en guardia.

Las especialidades con mayor cantidad de solicitudes fueron Infectología con el 39,5% y Clínica Médica con el 25%, seguidos por Clínica Pediátrica (11,8%) y Cardiología (6,6%).

CULTIVO durante 2018

Durante el periodo pre implementación hubo un total de 3506 solicitudes de cultivo para KPC, de las cuales el 97,1% fueron realizadas en el ámbito de internación, 1,9% en guardia, 0,7% en ambulatorio y 0,3% en el episodio de internación abreviada.

Las especialidades que más solicitudes realizaron fueron Clínica Médica (24,1%), Cardiología (19,2%) y Clínica Pediátrica (18,7%), y Terapia Intensiva Adultos (15,6%).

CULTIVO durante 2019

Durante el periodo post implementación, del total de 5546 solicitudes de cultivo para KPC, el 97,4% fueron realizadas en el ámbito de internación, el 1,8% en guardia y el 0,7% en ambulatorio.

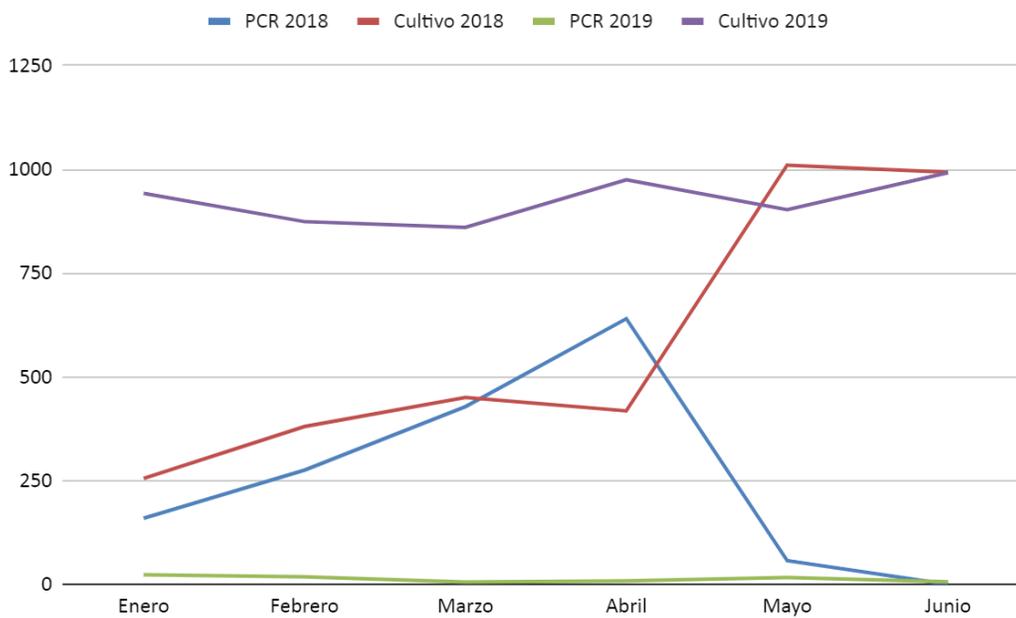
Las especialidades que realizaron la mayor cantidad de solicitudes fueron Clínica Médica (25,1%), Cardiología (23,5%), Clínica Pediátrica (16,4%) y Terapia Intensiva Adultos (14,2%).



Figura N°13. Cantidad de solicitudes de KPC por PCR y por cultivo en los semestres pre (2018) y post (2019) implementación. IVE: Implementación de la validación por el experto



Figura N°14. Cantidad de solicitudes de KPC por PCR y por cultivo en los semestres pre (2018) y post (2019) implementación.





Cancelaciones de PCR durante 2019

Durante el periodo post implementación, hubo un total de 275 solicitudes iniciales de KPC por PCR. Sin embargo, la tasa de cancelación arrojó una prevalencia global de período de 72,36% (IC95% 66,67-77,56), restando sólo 76 solicitudes validadas y efectivas.

Tabla N°4. Cancelación de solicitudes de KPC por PCR en el periodo post implementación (2019)

Mes	Nro	PCR	
		Canceladas	%
Enero	98	75	76,5
Febrero	52	34	65,4
Marzo	37	32	86,5
Abril	27	19	70,4
Mayo	40	24	60,0
Junio	21	15	71,4
Total	275	199	72,4

Si bien el 82,9% de las cancelaciones se correspondieron al ámbito de internación, este es el efector con mayor número relativo de solicitudes. En ese sentido, tras la implementación de la herramienta informática, la tasa de cancelación fue mayor en ámbito de guardia (96,42%) comparado con ámbito de internación (69,32%), con significancia estadística ($p=0.0025$).

Tabla N°5. Cancelación de solicitudes de KPC por PCR según el ámbito de atención (2019)

Ámbito	PCR 2019				
	Número solicitudes	Número cancelaciones	Número de solicitudes efectivas	% cancelaciones relativo a solicitudes	IC95%
Internación	238	165 (82,9%)	73	69,32%	63,04 - 75,12
Guardia	28	27 (13,6%)	1	96,42%	81,65 - 99,90
Ambulatorio	9	7 (3,5%)	2	77,77%	39,99 - 97,18
Totales	275	199	76	72,36%	



La mayoría de las cancelaciones (81,4%) fueron realizadas por el especialista en Infectología.

Las especialidades con mayores cancelaciones fueron Clínica (23,1%), Pediatría (21,1%), y Emergencias Adultos (8,5%).

Causas de cancelaciones de PCR durante 2019

Tras la implementación de la herramienta informática, de las 199 cancelaciones de KPC por PCR, sólo se cargó una justificación por parte del solicitante en 68 casos, representando el 34,2% (IC95% 21,61- 41,21).

Las causas cargadas como justificación de cancelación de la solicitud estuvieron representadas por la sugerencia de cultivo en más de la mitad de los casos (54,4%), como muestra la tabla N°6. Sin embargo cabe destacar que el 32,3% se explicaron por escenarios clínicos que implica duplicados (19,1% cultivo en proceso, 5,9% pedido reiterado, 4,4% resultado reciente).

Tabla N°6: Justificación de Infectología al cancelar solicitudes de KPC por PCR (n:68)

Justificación de cancelación	Total	Porcentaje
se sugiere cultivo	37	54,4%
cultivo en proceso	13	19,1%
sin criterio de solicitud	7	10,3%
pedido reiterado	4	5,9%
resultado reciente	3	4,4%
solicitud simultánea cultivo y PCR	2	2,9%
no comprensible	2	0,92%
Total	68	100%



Cancelaciones globales de KPC (CULTIVO y PCR) durante 2019

Durante el periodo post implementación, hubo un total de 5546 solicitudes iniciales de CULTIVO por PCR. Sin embargo, la tasa de cancelación (realizada por el solicitante ya que el cultivo no cuenta con la validación de Infectología) arrojó una prevalencia global de período de 3,01% (IC95% 2,57-3,49), restando sólo 167 solicitudes efectivas (no validadas, debido a que la herramienta informática no fue desarrollada para esta otra práctica puntual).

Tabla N°7. Cancelaciones de solicitudes de cultivo durante 2019 (sin validación de Infectología)

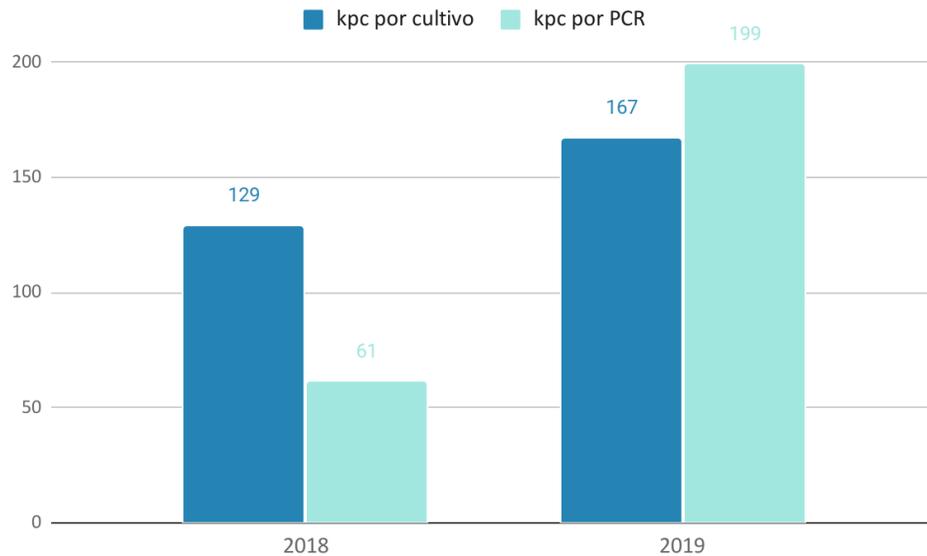
Mes	Cultivo		
	Nro	Canceladas	%
Enero	968	26	2,7
Febrero	893	19	2,0
Marzo	877	17	1,8
Abril	1010	35	3,6
Mayo	910	7	0,7
Junio	1055	63	6,5
Total	5546	167	3,01

La tasa de cancelaciones por CULTIVO arrojó 3,01% (IC95% 2,57-3,49), mientras que la tasa de cancelaciones por PCR fue de 72,36% (IC95% 66,67-77,56), con diferencia estadísticamente significativa ($p=0.001$).

La Figura N°15 muestra el aumento relativo del número de cancelaciones por PCR de 2018 a 2019 tras la implementación de la herramienta informática.



Figura N°15. Cancelaciones de solicitudes KPC por PCR y por Cultivo en los semestres pre (2018) y post (2019) implementación



Gasto de prácticas totales por KPC

Si se compara el gasto total originado a partir de las solicitudes para screening de KPC (PCR + Cultivo) realizadas durante del periodo pre y post implementación, se observa una reducción relativa del gasto del 71,5% (de 148672,3 dólares en 2018 a 42324,8 en 2019) luego de la implementación

Tabla N°8. Comparación del gasto en dólares en solicitudes de KPC (PCR vs Cultivo) pre (2018) y post (2019) implementación

MES	2018	2019	% cambio
Enero	15093,5	8489,3	-43,8%
Febrero	24521,9	7167,7	-70,8%
Marzo	37950,1	5970,6	-84,3%
Abril	51961,2	6707,9	-87,1%
Mayo	11981,8	6532,4	-45,5%
Junio	7163,8	7456,8	4,1%
Total	148672,3	42324,8	-71,5%



Gasto según prácticas estratificadas (PCR vs Cultivo)

El análisis comparativo del gasto sanitario en solicitudes de KPC por PCR y por Cultivo realizadas en los periodos pre y post implementación muestra una reducción relativa del gasto en dólares por solicitudes de PCR (de 118202,7 dólares en 2018 a 3953,9 en 2019), y un aumento relativo del gasto en solicitudes cultivos (de 30469,6 dólares en 2018 a 38370,9 en 2019), ver **Tabla N°9, figura N°16 y 17.**

Tabla N°9. Comparación del gasto en dólares en solicitudes de PCR vs Cultivo pre (2018) y post (2019) implementación

MES	PCR			Cultivo		
	2018	2019	% cambio	2018	2019	% cambio
Enero	12570,1	1374,9	-89,1%	2523,3	7114,4	+181,9%
Febrero	20799,2	959,9	-95,4%	3722,7	6207,8	+66,8%
Marzo	33384,7	245,7	-99,3%	4565,4	5725,0	+25,4%
Abril	47789,3	378,0	-99,2%	4171,9	6329,9	+51,7%
Mayo	3659,3	701,5	-80,8%	8322,5	5831,0	-29,9%
Junio	0,0	294,0	0,0%	7163,8	7162,8	0,0%
Total	118202,7	3953,9	-96,7%	30469,6	38370,9	+25,9%



Figura N°16. Gasto en dólares de las solicitudes realizadas de KPC por PCR y por cultivo en los semestres pre (2018) y post (2019) implementación. IVE: Implementación de la validación por el experto

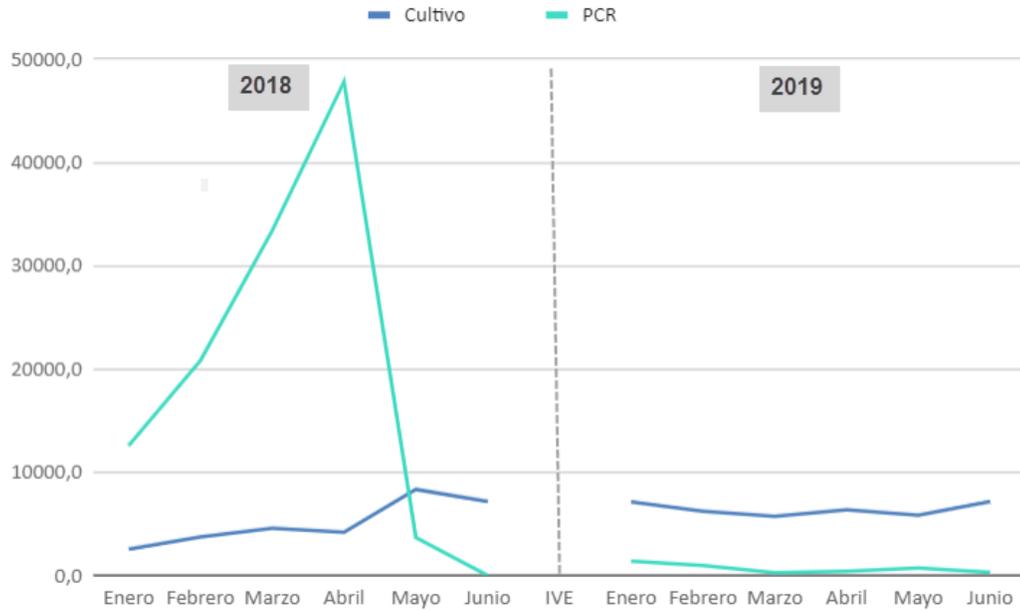
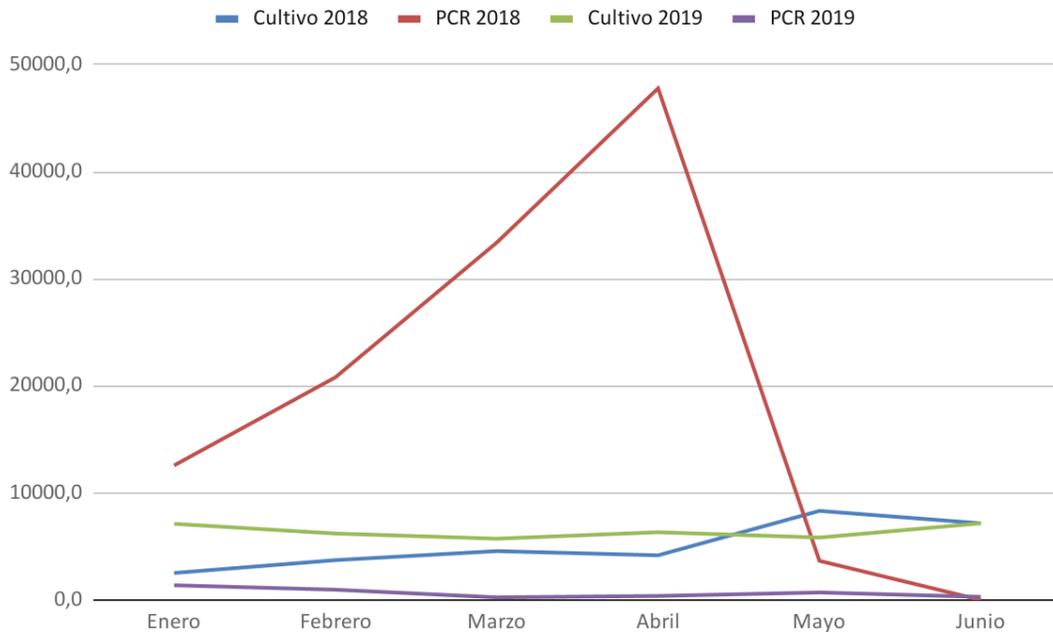


Figura N°17. Gasto en dólares de las solicitudes realizadas de KPC por PCR y por cultivo en los semestres (2018) y post (2019) implementación





Ahorro en cancelaciones PCR durante 2019

Durante el periodo post implementación de la herramienta de validación fueron canceladas 199 solicitudes de KPC por PCR por Infectología, lo cual representó un ahorro global de 10553,6 dólares.

Tabla N°10. Ahorro estimado a partir de cancelaciones de PCR durante 2019

	PCR 2019				
	Nro cancelaciones	Precio unitario \$*	Precio US\$/mes**	Total en \$	Total en US\$
Enero	75	2175,9	36,4	163192,5	4483,3
Febrero	34	2042,4	38,3	69441,2	1813,1
Marzo	32	2078,2	42,3	66502,4	1572,2
Abril	19	2041,4	43,2	38786,2	897,8
Mayo	24	1920,3	43,8	46086,2	1052,2
Junio	15	2033,5	41,5	30502,0	735,0
Totales	199			414510,5	10553,6

* costo directo de la práctica expresada en pesos argentinos
 ** conversión a dólar oficial por mes (debido a inflación)

Ahorro en cancelaciones CULTIVO durante 2019

La herramienta de validación por el especialista estuvo aplicada a PCR únicamente, asimismo fueron canceladas por el profesional 167 solicitudes de cultivo, lo cual representó un ahorro de 1171,8 dólares.

Tabla N°11. Ahorro estimado a partir de cancelaciones de Cultivo durante 2019

Mes	Cultivo 2019				
	Nro cancelaciones	Precio unitario \$*	Precio US\$/mes**	Total en \$	Total en US\$
Enero	26	274,9	36,4	7147,7	196,4
Febrero	19	272,0	38,3	5168,7	135,0
Marzo	17	281,6	42,3	4787,0	113,2
Abril	35	280,5	43,2	9816,2	227,2
Mayo	7	282,8	43,8	1979,8	45,2
Junio	63	299,7	41,5	18878,2	454,9
Totales	167			47777,6	1171,8

* costo directo de la práctica expresada en pesos argentinos
 ** conversión a dólar oficial por mes (debido a inflación)



Ahorro en cancelaciones PCR durante 2018

Durante el periodo pre implementación se cancelaron 61 solicitudes de KPC por PCR por el profesional, lo que representó un ahorro de 4639,6 dólares.

Tabla N°12. Ahorro estimado a partir de cancelaciones de PCR durante 2018

Mes	PCR 2018				
	Nro cancelaciones	Precio unitario \$*	Precio US\$/mes**	Total en \$	Total en US\$
Enero	3	1533,7	19,4	4601,1	237,2
Febrero	17	1501,3	19,9	25522,5	1285,8
Marzo	26	1552,2	19,9	40358,0	2028,0
Abril	12	1515,8	20,3	18189,8	896,0
Mayo	3	1566,5	24,4	4699,4	192,6
Junio	0	1626,8	28,4	0	0,0
Totales	61			93370,8	4639,6

* costo directo de la práctica expresada en pesos argentinos
 ** conversión a dólar oficial por mes (debido a inflación)

Ahorro en cancelaciones CULTIVO durante 2018

Durante el periodo pre implementación se cancelaron 129 solicitudes de Cultivo para KPC por el profesional, lo que representó un ahorro de 1111,2 dólares.

Tabla N°13. Ahorro estimado a partir de cancelaciones de PCR durante 2018

Mes	Cultivo 2018				
	Nro cancelaciones	Precio unitario \$*	Precio US\$/mes**	Total en \$	Total en US\$
Enero	16	192,0	19,4	3071,5	158,3
Febrero	12	194,5	19,9	2333,5	117,6
Marzo	17	201,9	19,9	3432,1	172,5
Abril	15	202,6	20,3	3039,1	149,7
Mayo	15	201,1	24,4	3015,9	123,6
Junio	54	204,9	28,4	11063,9	389,6
Totales	129			25956,1	1111,2

* costo directo de la práctica expresada en pesos argentinos
 ** conversión a dólar oficial por mes (debido a inflación)



Ahorro comparativo en solicitudes canceladas PCR y Cultivo

El análisis comparativo del monto ahorrado por cancelaciones de KPC por PCR y por cultivo en los periodos pre y post implementación muestra una disminución relativa del monto ahorrado previa a la implementación (de 10553,6 en 2019 a 4639,6 dólares en 2018); mientras que estabilidad en el monto ahorrado en las cancelaciones de los cultivos (de 1111,2 dólares en 2018 a 1171,8 en 2019), ver **Tabla N° 14**.

Tabla N°14. Comparación del ahorro en dólares por cancelaciones de solicitudes de PCR vs Cultivo pre (2018) y post (2019) implementación

MES	PCR			Cultivo		
	2019	2018	% cambio	2019	2018	% cambio
Enero	4483,3	237,2	-94,7%	196,4	158,3	-19,4%
Febrero	1813,1	1285,8	-29,1%	135	117,6	-12,9%
Marzo	1572,2	2028	29,0%	113,2	172,5	52,4%
Abril	897,8	896	-0,2%	227,2	149,7	-34,1%
Mayo	1052,2	192,6	-81,7%	45,2	123,6	173,5%
Junio	735	0	-100,0%	454,9	389,6	-14,4%
Total	10553,6	4639,6	-56,0%	1171,8	1111,2	-5,2%

DISCUSIÓN

Resultados clave

Tras la implementación de la herramienta de validación de solicitudes de KPC por PCR en 2019 a cargo de Infectología, se observó un aumento relativo del 11% en el número total de solicitudes de laboratorio para screening de KPC (PCR más Cultivo), con respecto al año previo. Al estratificar por tipo de práctica, se evidenció una reducción relativa del 95,1% en las solicitudes de PCR, mientras que un aumento relativo del 58,2% en las solicitudes de Cultivo.

Para ambos periodos, las solicitudes efectivas de KPC por PCR se realizaron predominantemente en el ámbito de internación. Las especialidades con más solicitudes durante el período pre-implementación fueron Clínica, Cardiología y Terapia Intensiva; mientras que aparece Infectología como principal solicitante durante el período post-implementación,



probablemente explicado por el rol activo en la vigilancia epidemiológica, tanto en la solicitud como en la cancelación de esta herramienta.

La tasa de cancelación post-implementación resultó 72,36% (IC95% 66,67-77,56), pudiendo este hallazgo ser representativo de la eficacia de esta intervención en la práctica asistencial. La tasa de cancelación fue significativamente mayor en ámbito de guardia comparado con internación (96,42% vs 69,32% respectivamente, $p=0.002$), a pesar del mayor volumen de solicitudes en este último. Sin embargo, cabe mencionar que el número de cancelaciones podría estar subestimado, debido al aviso en el formulario de la solicitud electrónica que se validará la solicitud por un infectólogo, como auditoría interna de esta práctica específica.

En cuanto a los motivos de las cancelaciones de KPC por PCR, sólo se cargó una justificación por parte de Infectología en el 34,2% (IC95% 21,61-41,21), lo que resulta un dato pobre (con respecto a lo esperado), y probablemente explicado por la falta de obligatoriedad en el cargado de dicha justificación. Sin embargo, los motivos de cancelación predominantes fueron explicados por la sugerencia de realización cultivo en reemplazo de PCR (54,4%), y un tercio de los casos asociados a solicitudes duplicadas. Este último escenario, pone de manifiesto la omisión o el rechazo de la regla de reincidencia temporal (es decir, la notificación activa cual cartel informativo de que existe una solicitud en los 7 días previos).

En cuanto a los motivos de las cancelaciones de KPC por cultivo, cabe aclarar que fueron generadas espontáneamente por el solicitante, sin la herramienta informática de validación. La tasa de cancelaciones de cultivo fueron menores que las de PCR (3,01% vs 72,36%; $p=0.001$), poniendo en evidencia una vez más la eficacia de la intervención informática.

Con respecto al gasto sanitario relacionado a las prácticas solicitadas, se evidenció una reducción relativa del 71,5% luego de la implementación de la herramienta (148672,3 US\$ en 2018 vs 42324,8 US\$ en 2019). Al estratificar el gasto por tipo de práctica, PCR arrojó una disminución relativa del 96,7%, mientras que Cultivo arrojó un aumento relativo del 25,9%. Estos hallazgos estarían explicados por el cambio/reemplazo de una práctica más costosa por otra alternativa más económica con el mismo fin diagnóstico.



El ahorro relacionado a las solicitudes canceladas en PCR post implementación de la herramienta de validación representó 10553,6 dólares. Sin embargo, las cancelaciones de cultivo se mantuvieron estables, ya que fueron espontáneas sin contar con la validación del especialista.

Interpretación

La implementación de la validación de solicitudes de KPC por PCR resultó una herramienta informática eficaz para evitar la realización de estudios innecesarios a través de la cancelación de Infectología. Podría interpretarse que la implementación reforzó las alertas previas de repetición de estudios que fueron omitidas, y posicionó al infectólogo en un rol de vigilancia activa de KPC como solicitante y validador de estudios por PCR.

Como efecto colateral al descenso de solicitudes de KPC por PCR, se observó un aumento de los cultivos, lo que dificulta su beneficio económico. Sin embargo, si se toma en cuenta la disminución del número de solicitudes de PCR (gasto) y las cancelaciones (ahorro), se podría considerar a la herramienta como una estrategia verdaderamente útil en el control de costos sanitarios.

Comparaciones

Nuestro estudio se suma al creciente interés de gobiernos y organizaciones de salud en priorizar intervenciones que hayan demostrado eficacia y beneficios concretos para los pacientes (31).

Los países ricos están experimentando con iniciativas específicas para abordar el uso excesivo, como la lista de "no hacer" de NICE, la atención a las prácticas de bajo valor en Australia, y la campaña Choosing Wisely®, pero hay pocos estudios en países de ingresos bajos y medianos que aborden el impacto de tales iniciativas (32). La revisión de Albarquni et al. analizó 154 estudios de 55 países (de bajos y medianos ingresos), y la mayoría informó sobre las consecuencias del sobretatamiento y los servicios de atención médica innecesarios, pocos investigaron los factores determinantes, y aún menos, las soluciones potenciales (6).



Las TICs pueden usarse tanto directa como indirectamente para reducir el malgasto sanitario. En primer lugar, un proceso eficiente en todas las áreas del sistema de salud depende de sistemas de información efectivos. Esto incluye sistemas para referir adecuadamente a los pacientes entre las instalaciones y los niveles de atención, para compartir información en tiempo real, e informar las decisiones a nivel operativo y de gobierno, entre otros usos. En segundo lugar, son fundamentales para detectar prácticas de mayor malgasto y variaciones injustificadas, que luego pueden abordarse de manera más rápida y precisa (33).

Similar al caso de nuestro estudio, donde se encuentran 2 prácticas de laboratorio que apuntan a un mismo fin pero con indicaciones precisas cada una, la investigación de Juskewitch et al. aborda la problemática de la solicitud conjunta de 2 determinaciones utilizadas como marcadores de inflamación: la velocidad de sedimentación globular (VSG) y la proteína C reactiva (PCR). La aplicación de un sistema de soporte a la toma de decisión clínica (CDSS por sus siglas del inglés Clinical Decision Support System) integrada al CPOE logró una reducción no ajustada de la tasa relativa del 42% en el co-ordenamiento de VSG/PCR dentro de un sistema de salud comunitario, lo que produjo un ahorro anual para el pagador de 15.000 dólares (34).

En esta misma línea, el estudio de Harb et al. analizó cómo un CDSS puede reducir las tasas de detección inadecuada de vitamina D y reducir los costos asociados (35). En la investigación de Howard-Anderson et al, una notificación en la HCE alentaba a cancelar pruebas para la infección por *Clostridium difficile* en pacientes hospitalizados que recibieron un laxante en las últimas 24 horas, logrando una disminución de órdenes innecesarias en un 21% (36).

Las alertas en el punto de atención sobre pruebas de laboratorio, prácticas de transfusión o prescripción de antibióticos innecesarias, surgieron como áreas de aplicación con un potencial prometedor para ahorros de costos. No obstante, la mayoría de los estudios carecen de consideración de componentes de costos coherentes, así como de métricas comparativas. Por lo tanto, la dimensión económica de las intervenciones basadas en registros de salud electrónicos debe explorarse más a fondo. Serán necesarios análisis de costo-efectividad o de



costo-utilidad de alta calidad, que incluyan datos de costos más extensos y consideren diferentes perspectivas económicas para llegar a una conclusión sólida (37).

Limitaciones

Este estudio no se trató de una evaluación económica, debido a que no se tuvieron en consideración los gastos de desarrollo (ej: tiempo profesional de desarrolladores) ni la implementación, capacitación y mantenimiento del software, así como tampoco las horas/infectólogo necesarias para analizar y definir el caso a validar, entre otros.

Tanto la HCE como el CPOE y la herramienta de validación son de desarrollo in house, adaptados al flujo de trabajo de un hospital de alta complejidad de comunidad, por lo que los hallazgos no serían directamente extrapolables a otros sistemas u organizaciones.

El estudio está circunscrito al uso racional de solicitudes de KPC por PCR siguiendo la GPC local para el tamizaje de gérmenes multirresistentes. La herramienta no representa un CDSS actuando en tiempo real, ya que necesita de revisión en un segundo tiempo a cargo del especialista para validar o cancelar la solicitud.

No se pudo conocer la justificación de las cancelaciones en su totalidad por un campo de carga no obligatorio por parte del especialista. Además la justificación llega a través del correo electrónico institucional al profesional solicitante, que podría ya no estar disponible al momento de la notificación sobre validación (ej: cambio de turno de guardia profesional).

Se estima que el aviso al profesional solicitante sobre la validación o auditoría de la solicitud podría haber tenido un efecto en la decisión de no avanzar con una solicitud innecesaria (tasa de cancelaciones subestimadas), aunque no se cuenta con un log de solicitudes que fueron canceladas antes de ser concluidas.

No se evaluaron otros elementos que podrían haber influido en la disminución de solicitudes de KPC por PCR durante el periodo post implementación, como la educación o la concientización activa que podría haber tenido el rol activo del infectólogo en la vigilancia epidemiológica. No



se exploraron las percepciones de los solicitantes ni de validadores respecto del uso de la herramienta.

Fortalezas

A pesar de todas las limitaciones anteriormente mencionadas, nuestro estudio pone en evidencia la utilidad de las TICs en el control de estudios innecesarios y la contención de costos a través de un caso de uso de laboratorio (con gran validez interna de estos datos); brindando información local que puede resultar de interés para otras organizaciones, sobre todo en países de medianos y bajos recursos donde este tipo de estudios no son frecuentes.

El conocimiento de la distribución de las solicitudes y sobre todo de las cancelaciones de KPC por PCR permitirá guiar otras estrategias de concientización en el uso racional de solicitudes de laboratorio, tanto por ámbito de atención como por especialidades médicas. Si bien nos centramos en la optimización de las solicitudes de KPC por PCR, es un comienzo extrapolable a otras prácticas de laboratorio y otros efectores (ej: diagnóstico por imágenes, medicina transfusional, etc) y a otras especialidades validadoras, dado que la herramienta es escalable a estas posibilidades.

La reducción del gasto, tanto en número solicitudes como en cancelaciones de KPC por PCR, colabora a la sustentabilidad de la institución, ya que esta práctica no cuenta con cobertura de financiadores y se carga a cuenta de la institución en su totalidad. Además, potencialmente se evitarían situaciones de desabastecimiento de reactivos ante la solicitud innecesaria como ocurrió con KPC por PCR al final del periodo pre implementación.

Nuestra investigación pone en evidencia la importancia de considerar posibles efectos colaterales a nuestras intervenciones, dado que en el contexto de los sistemas de atención de la salud complejos y dinámicos, las soluciones para reducir o eliminar el uso excesivo de un servicio/práctica puede fomentar el uso excesivo de otro/a (32), tal como pudimos objetivar con el aumento concomitante de las solicitudes de cultivo.



Líneas futuras

El hecho de conocer los motivos de las cancelaciones más frecuentes (hasta el momento ingresados como texto libre), permitirá instaurar un ciclo de mejora de la herramienta. Como línea futura, se planifica estructurar dicha justificación para agilizar el flujo de trabajo. Además, se podría reemplazar el mail institucional que recibe el profesional solicitante con la información de validación o cancelación de la práctica, por una notificación visualizada por todo el equipo tratante. Hasta el momento, la validación se realiza por especialidad, a futuro se pretende sumar granularidad y asignar dicha funcionalidad a nivel usuario individual.

Tomando en consideración uno de los motivos de cancelación asociado a la solicitud simultánea de cultivo y PCR para KPC, se podría incorporar una regla que impida la solicitud conjunta de estas prácticas en el mismo acto. Adicionalmente, también sería interesante explorar la tasa de re-rechazados y re-validados (con unidad de análisis paciente u hospitalización), para saber de la eficiencia de la validación o el grado de aceptación por los médicos prescriptores.

Como mejora avanzada, se podría automatizar la validación a cargo del sistema, es decir, ante solicitudes de KPC por PCR el sistema debería realizar la búsqueda de los problemas o diagnósticos del paciente cargados en la HCE, y permitir concluir la solicitud sólo si se verifican que existan los problemas/diagnósticos recomendados por la GPC. Caso contrario, el sistema podría sugerir la solicitud de cultivo para KPC. La debilidad de esta automatización radicaría en los niveles no siempre esperados de completitud y correctitud de la carga de problemas y/o diagnósticos.

Para definir otras mejoras resultará esencial contar con las percepciones de los usuarios (validadores, solicitantes, personal de laboratorio, etc) a través de investigaciones cualitativas. Por último, para sumar solidez a las conclusiones debería llevarse a cabo una evaluación económica de mayor calidad, que contemple un análisis de costo-efectividad o costo-utilidad.



CONCLUSIONES

En este estudio examinamos el efecto de una herramienta informática de validación de solicitudes de KPC por PCR por un especialista como potencial estrategia de reducción de solicitudes innecesarias y contención de costos. Comparamos las solicitudes y las cancelaciones de KPC por PCR y cultivo en los periodos pre y post implementación de dicha herramienta. Después de examinar 5.065 determinaciones de KPC (PCR y cultivos) pre-implementación y 5.622 determinaciones de KPC post-implementación, observamos una tasa de cancelación de solicitudes de PCR del 72,36% (IC95% 66,67-77,56), hallazgo que hace eficaz a esta intervención en la práctica asistencial para reducir estudios innecesarios. Sin embargo, el gasto que trajo aparejado el aumento concomitante en el número de solicitudes de cultivo, fue superado por el ahorro representado por la disminución de las solicitudes y las cancelaciones de PCR por el especialista. Es posible que los resultados no sean directamente extrapolables a otras instituciones dado el desarrollo in house de la herramienta. Las futuras investigaciones deberían desarrollar evaluaciones económicas que generen conclusiones más sólidas. En cualquier caso, nuestra investigación respondió a la necesidad interna de optimizar el uso de recursos en salud, poniendo el foco en las TICs como una herramienta eficaz para reducir estudios innecesarios de laboratorio.

FINANCIAMIENTO

Todos los costos del estudio estuvieron a cargo del Departamento de Informática en Salud, del Hospital Italiano de Buenos Aires.



REFERENCIAS

1. Brook RH, Lohr KN. Efficacy, effectiveness, variations, and quality. *Boundary-crossing research. Med Care.* 1985 May;23(5):710–22.
2. Rios, Francisco J. *Economía y Financiamiento de la Salud.* Editorial Dunken; 2013. 360 p.
3. Identificar y abordar el malgasto en los sistemas de salud de Latinoamérica y el Caribe [Internet]. [cited 2022 Nov 16]. Available from: <https://www.oecd-ilibrary.org/sites/33d72044-es/index.html?itemId=/content/component/33d72044-es>
4. Vegting IL, van Beneden M, Kramer MHH, Thijs A, Kostense PJ, Nanayakkara PWB. How to save costs by reducing unnecessary testing: lean thinking in clinical practice. *Eur J Intern Med.* 2012 Jan;23(1):70–5.
5. Bindraban RS, Ten Berg MJ, Naaktgeboren CA, Kramer MHH, Van Solinge WW, Nanayakkara PWB. Reducing Test Utilization in Hospital Settings: A Narrative Review. *Ann Lab Med.* 2018 Sep;38(5):402–12.
6. Albarqouni L, Arab-Zozani M, Abukmail E, Greenwood H, Pathirana T, Clark J, et al. Overdiagnosis and overuse of diagnostic and screening tests in low-income and middle-income countries: a scoping review. *BMJ Global Health.* 2022 Oct 1;7(10):e008696.
7. Miyakis S, Karamanof G, Liontos M, Mountokalakis TD. Factors contributing to inappropriate ordering of tests in an academic medical department and the effect of an educational feedback strategy [Internet]. Vol. 82, *Postgraduate Medical Journal.* 2006. p. 823–9. Available from: <http://dx.doi.org/10.1136/pgmj.2006.049551>
8. Berwick DM, Hackbarth AD. Eliminating waste in US health care. *JAMA.* 2012 Apr 11;307(14):1513–6.
9. Pageler NM, Franzon D, Longhurst CA, Wood M, Shin AY, Adams ES, et al. Embedding time-limited laboratory orders within computerized provider order entry reduces laboratory utilization. *Pediatr Crit Care Med.* 2013 May;14(4):413–9.



10. Yarbrough PM, Kukhareva PV, Horton D, Edholm K, Kawamoto K. Multifaceted intervention including education, rounding checklist implementation, cost feedback, and financial incentives reduces inpatient laboratory costs. *J Hosp Med*. 2016 May;11(5):348–54.
11. Thakkar RN, Kim D, Knight AM, Riedel S, Vaidya D, Wright SM. Impact of an educational intervention on the frequency of daily blood test orders for hospitalized patients. *Am J Clin Pathol*. 2015 Mar;143(3):393–7.
12. Ezzie ME, Aberegg SK, O'Brien JM. Laboratory Testing in the Intensive Care Unit [Internet]. Vol. 23, *Critical Care Clinics*. 2007. p. 435–65. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ccc.2007.07.005>
13. Woodhouse S. Complications of critical care: lab testing and iatrogenic anemia. *MLO Med Lab Obs*. 2001 Oct;33(10):28–31.
14. Goetz C, Rotman SR, Hartoularos G, Bishop TF. The effect of charge display on cost of care and physician practice behaviors: a systematic review. *J Gen Intern Med*. 2015 Jun;30(6):835–42.
15. Fang DZ, Sran G, Gessner D, Loftus PD, Folkins A, Christopher JY 3rd, et al. Cost and turn-around time display decreases inpatient ordering of reference laboratory tests: a time series. *BMJ Qual Saf*. 2014 Dec;23(12):994–1000.
16. Nicola M, Alsafi Z, Sohrabi C, Kerwan A, Al-Jabir A, Iosifidis C, et al. The socio-economic implications of the coronavirus pandemic (COVID-19): A review. *Int J Surg*. 2020 Jun;78:185–93.
17. Bartsch SM, Ferguson MC, McKinnell JA, O'Shea KJ, Wedlock PT, Siegmund SS, et al. The Potential Health Care Costs And Resource Use Associated With COVID-19 In The United States. *Health Aff* . 2020 Jun;39(6):927–35.
18. Anoushiravani AA, O'Connor CM, DiCaprio MR, Iorio R. Economic Impacts of the COVID-19 Crisis: An Orthopaedic Perspective. *J Bone Joint Surg Am*. 2020 Jun 3;102(11):937–41.
19. Greenblatt MB, Nowak JA, Quade CC, Tanasijevic M, Lindeman N, Jarolim P. Impact of a



- Prospective Review Program for Reference Laboratory Testing Requests. *Am J Clin Pathol.* 2015 May 1;143(5):627–34.
20. Zare S, Meidani Z, Shirdeli M, Nabovati E. Laboratory test ordering in inpatient hospitals: a systematic review on the effects and features of clinical decision support systems. *BMC Med Inform Decis Mak.* 2021 Jan 18;21(1):20.
 21. Horn DM, Koplan KE, Senese MD, Orav EJ, Sequist TD. The impact of cost displays on primary care physician laboratory test ordering. *J Gen Intern Med.* 2014 May;29(5):708–14.
 22. Riley JD, Stanley G, Wyllie R, Burt HL, Horwitz SB, Cooper DD, et al. An Electronic Strategy for Eliminating Unnecessary Duplicate Genetic Testing. *Am J Clin Pathol.* 2020 Feb 8;153(3):328–32.
 23. Procop GW, Keating C, Stagno P, Kottke-Marchant K, Partin M, Tuttle R, et al. Reducing duplicate testing: a comparison of two clinical decision support tools. *Am J Clin Pathol.* 2015 May;143(5):623–6.
 24. Silvestri MT, Bongiovanni TR, Glover JG, Gross CP. Impact of price display on provider ordering: A systematic review [Internet]. Vol. 11, *Journal of Hospital Medicine.* 2016. p. 65–76. Available from: <http://dx.doi.org/10.1002/jhm.2500>
 25. Mummadi SR, Mishra R. Effectiveness of provider price display in computerized physician order entry (CPOE) on healthcare quality: a systematic review. *J Am Med Inform Assoc.* 2018 Sep 1;25(9):1228–39.
 26. Faisal A, Andres K, Rind JAK, Das A, Alter D, Subramanian J, et al. Reducing the number of unnecessary routine laboratory tests through education of internal medicine residents. *Postgrad Med J.* 2018 Dec;94(1118):716–9.
 27. Kociolek LK, Bovee M, Carter D, Ciolino JD, Patel R, O'Donnell A, et al. Impact of a Healthcare Provider Educational Intervention on Frequency of Clostridium difficile Polymerase Chain Reaction Testing in Children: A Segmented Regression Analysis. *J Pediatric Infect Dis Soc.* 2017 Jun 1;6(2):142–8.



28. Centers for Disease Control and Prevention (CDC). Guidance for control of infections with carbapenem-resistant or carbapenemase-producing Enterobacteriaceae in acute care facilities. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep*. 2009 Mar 20;58(10):256–60.
29. Oteo J, Bou G, Chaves F, Oliver A. Métodos microbiológicos para la vigilancia del estado de portador de bacterias multirresistentes [Internet]. Vol. 35, *Enfermedades Infecciosas y Microbiología Clínica*. 2017. p. 667–75. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.eimc.2015.12.013>
30. Richter SS, Marchaim D. Screening for carbapenem-resistant Enterobacteriaceae: Who, When, and How? [Internet]. Vol. 8, *Virulence*. 2017. p. 417–26. Available from: <http://dx.doi.org/10.1080/21505594.2016.1255381>
31. Moynihan R, Johansson M, Maybee A, Lang E, Légaré F. Covid-19: an opportunity to reduce unnecessary healthcare. *BMJ* [Internet]. 2020 Jul 14 [cited 2022 Dec 5];370. Available from: <https://www.bmj.com/content/370/bmj.m2752.abstract>
32. Brownlee S, Chalkidou K, Doust J, Elshaug AG, Glasziou P, Heath I, et al. Evidence for Overuse of Medical Services Around the World. *Lancet*. 2017 Jul 7;390(10090):156.
33. Identificar y abordar el malgasto en los sistemas de salud de Latinoamérica y el Caribe [Internet]. [cited 2022 Nov 16]. Available from: <https://www.oecd-ilibrary.org/sites/33d72044-es/index.html?itemId=/content/component/33d72044-es>
34. Impact of an electronic decision support rule on ESR/CRP co-ordering rates in a community health system and projected impact in the tertiary care setting and a commercially insured population. *Clin Biochem*. 2019 Apr 1;66:13–20.
35. Felcher AH, Gold R, Mosen DM, Stoneburner AB. Decrease in unnecessary vitamin D testing using clinical decision support tools: making it harder to do the wrong thing. *J Am Med Inform Assoc*. 2017 Feb 19;24(4):776–80.
36. Howard-Anderson J, Sexton ME, Robichaux C, Wiley Z, Varkey JB, Suchindran S, et al. The impact of an electronic medical record nudge on reducing testing for hospital-onset



Clostridioides difficile infection. Infect Control Hosp Epidemiol. 2020 Apr;41(4):411.

37. Lewkowicz D, Wohlbrandt A, Boettinger E. Economic impact of clinical decision support interventions based on electronic health records. BMC Health Serv Res. 2020 Sep 15;20(1):1–12.