

REVISIÓN

Servicio de trauma híbrido: a la vanguardia del control de daños

Hybrid trauma service: on the leading edge of damage Control

Helmer Emilio Palacios-Rodríguez¹  Nao Hiroe²  Mónica Guzmán-Rodríguez³  Yaset Caicedo⁴  Luis Saldarriaga¹  Carlos A. Ordoñez^{1,5,6}  Tomohiro Funabiki² 
ordonezcarlosa@gmail.com, carlos.ordonez@fvl.org.co

1 Universidad del Valle, Facultad de Salud, Escuela de Medicina, Division of Trauma and Acute Care Surgery, Department of Surgery. Cali, Colombia. **2** Saiseikai Yokohamashi Tobu Hospital, Department of Trauma and Emergency Surgery, Yokohama, Japan. **3** Universidad de Chile, Facultad de Medicina, Instituto de Ciencias Biomédicas, Santiago de Chile, Chile **4** Fundación Valle del Lili, Centro de Investigaciones Clínicas (CIC), Cali, Colombia. **5** Fundación Valle del Lili, Department of Surgery, Division of Trauma and Acute Care Surgery, Cali, Colombia. **6** Universidad Icesi, Cali, Colombia.



ACCESO ABIERTO

Citación: Palacios-Rodríguez HE, Hiroe N, Guzmán-Rodríguez M, Caicedo Y, Saldarriaga L, Ordoñez CA, Funabiki T. **Servicio de trauma híbrido: a la vanguardia del control de daños.** Colomb Méd (Cali), 2021; 52(2):e4014686 <http://doi.org/10.25100/cm.v52i2.4686>

Recibido : 05 Ene 2021

Revisado: 15 Abr 2021

Aceptado : 04 May 2021

Publicado: 05 May 2021

Palabras clave:

Quirófanos híbridos; cirugía de control de daños; cirugía; angiografía; tomografía; Centros de trauma; oclusión con globo; entrega de atención médica; procedimientos endovasculares

Keywords:

Hybrid Operating Rooms; Damage Control; Surgery; Angiography; Tomography; Trauma Centers; Balloon Occlusion; Delivery of Health Care; Endovascular Procedures

Copyright: © 2021 Universidad del Valle



Resumen

El control de daños en trauma busca limitar el sangrado que amenaza la vida. El enfoque diagnóstico y terapéutico secuenciales son el estándar actual. Las salas híbridas que integran especialidades y tecnologías han reducido el tiempo de hemostasia. Las salas híbridas buscan controlar el sangrado en un quirófano equipado con personal especializado y tecnología de punta como sistemas de angiografía, tomografía, eFAST, radiografía, endoscopia, infusores, recuperadores de células, REBOA, etc. El concepto del servicio híbrido de atención de trauma integra un trabajo vertical que inicia con la activación del código de trauma al admitir un paciente traumatizado grave, iniciando los esfuerzos de reanimación dirigida por el cirujano de trauma que orienta el traslado a salas de imágenes, angiografía y cirugía según la condición del paciente y la necesidad de intervenciones específicas. Las salas híbridas le permite al cirujano de trauma tener todas estas herramientas tanto diagnósticas como terapéuticas al alcance de una sola sala, reduciendo el tiempo de atención y aumentando la efectividad de las intervenciones realizadas.

Abstract

Trauma damage control seeks to limit life-threatening bleeding. Sequential diagnostic and therapeutic approaches are the current standard. Hybrid Room have reduced hemostasis time by integrating different specialties and technologies. Hybrid Rooms seek to control bleeding in an operating room equipped with specialized personnel and advanced technology including angiography, tomography, eFAST, radiography, endoscopy, infusers, cell retrievers, REBOA, etc. Trauma Hybrid Service is a concept that describes a vertical work scheme that begins with the activation of Trauma Code when admitting a severely injured patient, initiating a continuous resuscitation process led by the trauma surgeon who guides transfer to imaging, angiography and surgery rooms according to the patient's condition and the need for specific interventions. Hybrid rooms integrate different diagnostic and therapeutic tools in one same room, reducing the attention time and increasing all interventions effectiveness.

Conflicto de intereses:

Declaramos que ninguno de los autores tiene algún conflicto de intereses.

Autor de correspondencia:

Carlos A. Ordonez, MD, FACS.
Division of Trauma and Acute Care Surgery, Department of Surgery, Fundación Valle del Lili, Cali, Colombia; Division of Trauma and Acute Care Surgery, Department of Surgery, Universidad del Valle, Cali, Colombia; Universidad Icesi, Cali, Colombia.

e-mail: ordonezcarlosa@gmail.com, carlos.ordonez@fvli.org.co

Contribución del estudio

1) ¿Por qué se realizó este estudio?

El concepto del servicio híbrido de atención de trauma integra un trabajo vertical que inicia con la activación del código de trauma al admitir un paciente traumatizado grave, iniciando los esfuerzos de reanimación dirigida por el cirujano de trauma que orienta el traslado a salas de imágenes, angiografía y cirugía según la condición del paciente y la necesidad de intervenciones específicas

2) ¿Cuáles fueron los resultados más relevantes del estudio?

Las salas híbridas buscan controlar el sangrado en un quirófano equipado con personal especializado y tecnología de punta como sistemas de angiografía, tomografía, eFAST, radiografía, endoscopia, infusores, recuperadores de células, REBOA, etc.

3) ¿Qué aportan estos resultados?

Las salas híbridas le permite al cirujano de trauma tener todas estas herramientas tanto diagnósticas como terapéuticas al alcance de una sola sala, reduciendo el tiempo de atención y aumentando la efectividad de las intervenciones realizadas.

Introducción

El control de daños en trauma busca el manejo inmediato de las lesiones que amenazan la vida, deteniendo la hemorragia y conteniendo temporalmente la contaminación y las disrupciones anatómicas. La valoración clínica y los estudios de imagen con tecnología cada vez más avanzada, incluyen procedimientos de intervención, se aplican actualmente para el diagnóstico precoz y el control del sangrado. Clásicamente, dichos estudios se realizan por separado acorde al estado clínico del paciente ¹ bajo el criterio del cirujano de trauma, buscando disminuir la morbimortalidad asociada al trauma y a los tratamientos administrados ^{2,3}; sin embargo, el sangrado puede no controlarse por la intervención inicial, requiriendo intervenciones complementarias por un método diferente ^{2,4}.

Con la finalidad de disminuir los tiempos de traslado e intervención, desde hace más de una década se ha propuesto la creación de quirófanos denominados **Salas Híbridas**. Una sala híbrida es un quirófano que se encuentra equipado con herramientas imagenológicas de diagnóstico y tratamiento junto con el teatro quirúrgico. Este tipo de sala especial exige la conformación de un equipo multidisciplinario dirigido por el cirujano de trauma denominado Servicio Híbrido de Trauma. Este equipo permite concertar de manera oportuna las intervenciones diagnósticas y terapéuticas disponibles a realizar en la sala híbrida ^{4,5}. Actualmente, se ha implementado en centros de trauma de I nivel con alta complejidad con desenlaces favorables en la atención del paciente ^{2,6,7}. A pesar de sus ventajas operativas, actualmente cuenta con debilidades en su implementación por el alto costo de la infraestructura requerida que ha sido un limitante para su implementación. El presente artículo tiene como objetivo presentar una revisión de la literatura acerca de la implementación del concepto de sala híbrida en la atención del paciente con trauma severo, como una nueva herramienta en la atención de control de daños.

El presente artículo hace parte del consenso del grupo de cirugía de Trauma y Emergencias (CTE) de Cali, Colombia conformado por expertos del Hospital Universitario del Valle

“Evaristo García” y el Hospital Universitario Fundación Valle del Lili con la Universidad del Valle y la Universidad Icesi, en colaboración con la Asociación Colombiana de Cirugía y la Sociedad Panamericana de Trauma, en conjunto con especialistas nacionales e internacionales de EE.UU y Japón, que reúne la experiencia de los últimos 30 años en el manejo del trauma, cirugía general y cuidado crítico.

Historia de las Salas Híbridas

En el año 2003 nace la palabra “quirófano híbrido”⁸, que hace referencia al quirófano estándar, pero marca la diferencia al integrar en un mismo lugar equipos que permiten realizar intervenciones médicas que abarcan todas las disciplinas quirúrgicas. Actualmente las salas híbridas que incorporan tecnología de punta en angiografía, tomografía, sala quirúrgica con disposiciones estructurales y tecnología complementaria de acuerdo con las necesidades del prestador de servicios de salud, son instaladas en los cinco continentes. Ejemplos de ciudades que cuentan con salas híbridas a su disposición se encuentran Yuanlin - Taiwán (Christian Hospital), Sao Paulo - Brasil (Hospital Coracao), Okayama - Japón (Hospital Universitario de Okayama), Dortmund - Alemania (Hospital St. Johannes), Melbourne - Australia (Valley Private Hospital), Zúrich - Suiza (Hospital Universitario de Zúrich), Bangkok - Tailandia (Royal Thai Army Hospital), con un coste promedio de apertura de cuatro millones de dólares en el año 2015⁹.

Salas Híbridas

El sistema RAPTOR (*Resuscitation with Angiography Percutaneous Treatments and Operative Resuscitations*) fue diseñado como la primera sala híbrida enfocada al control del sangrado en trauma donde se atendería desde su ingreso al paciente traumatizado con el fin de crear la mejor ubicación para detener el sangrado. Consiste en un quirófano de reanimación que cuenta con el apoyo imagenológico para intervenciones quirúrgicas, técnicas guiadas por imagen y todas las tecnologías de anestesia y soporte vital necesarias².

Los sistemas de angiografía son el recurso que más sobresalen en la organización de una sala híbrida, los cuales permiten la identificación y localización de sangrados arteriales y su control mediante técnicas endovasculares. La angiografía evita en muchas ocasiones una cirugía abierta o permite hacerla en un campo sin sangrado activo¹⁰. Además, los sistemas avanzados tienen la capacidad de realizar visualización en 3D de regiones anatómicas seleccionadas como el cerebro, mejorando el rendimiento de procedimientos a ciegas en los casos donde una ecenografía no esté disponible². Otro de sus componentes es la tomografía computarizada, el standard actual de obtención de imágenes en trauma. Con ella se ha disminuido el número de laparotomías no terapéuticas y orienta el control del sangrado por vía angiográfica con un éxito entre el 85 y 100%³. Estas salas también cuentan con los equipos de diagnóstico por ultrasonografía enfocada al trauma eFAST, radiografía desplegable, endoscopia, así como los equipos de recuperación e infusión de células (Cell Saver[®] y Level 1[®]), los paquetes de instrumental quirúrgico de trauma y el balón de oclusión aórtica y cava (REBOA, REBOVC)^{4,10}. Un banco de sangre bien aprovisionado y con disponibilidad inmediata de despacho de hemoderivados es indispensable para la adecuada reanimación al unísono con las intervenciones de diagnóstico y tratamiento⁶.

La elaboración de protocolos específicos, la capacitación e integración de personal que no acostumbra a compartir espacios en sus labores cotidianas y la simulación de escenarios para reducir los errores y riesgos para el paciente, el personal y las instalaciones, constituyen una tarea necesaria para lograr la adecuada coordinación de esfuerzos que lleve al mejor desempeño de la unidad². El cirujano de trauma es un componente indispensable en este sistema, que coordina el equipo de trauma y es el responsable del paciente dentro y fuera de la sala, debe estar siempre de manera presencial en la institución.

Tabla 1. Requisitos básicos para la implementación de un servicio híbrido de trauma

Sala de Reanimación	Personal	Emergenciólogo Médico general / Residente Enfermero jefe Auxiliares de enfermería (2) Terapeuta respiratorio Camillero Técnico de Rayos X
	Equipos	Rayos X portátil Monitor de signos vitales Ecógrafo Torniquete Cinturón pélvico Equipo de vía aérea y ventilación mecánica Equipos de accesos vasculares e infusiones Medicamentos (sedación, vasoactivos, hemostáticos, líquidos...)
Banco de Sangre	Personal	Bacteriólogo / técnico
	Equipo	Hemoderivados Equipos e insumos para conservación y cruce de hemoderivados
Sala de Tomografía	Personal	Técnico de Tomografía Radiólogo
	Equipo	Tomógrafo Contraste Endovenoso
Quirofano	Personal	Personal de Primer Llamado Cirujano General Cirujano de Trauma Anestesiólogo Instrumentador Enfermero jefe Circulante Personal de llamado según requerimiento Ortopedista Ginecoobstetra Neurocirujano Endoscopista Técnico de endoscopia
	Equipo	Máquina de anestesia Recuperador de células. Nivel 1R. Mesa de cirugía Instrumental quirúrgico Balones de oclusión vascular (REBOA-REBOC) Equipo de vía aérea Equipos de accesos vasculares e infusiones Medicamentos (sedación, vasoactivos, hemostáticos, líquidos...) Equipo de endoscopia
Sala de Angiografía	Personal	Cirujano endovascular / Radiólogo intervencionista Perfusionista Circulante
	Equipo	Angiógrafo Contraste Equipos de accesos vasculares e infusiones Instrumental e insumos de angiografía
Unidades de Cuidados Intensivos	Personal, equipos y procedimientos asociados al cuidado crítico	

Table 2. Recursos y logística para la implementación del código de Trauma

Criterios de Activación	Valoración y Reanimación Inicial	Servicios que activan el código de Trauma	Servicios que se activan de forma selectiva según el compromiso del paciente
<p>Paciente que ingrese al servicio de urgencias con evidencia de trauma penetrante o contuso, con compromiso de dos o más sistemas corporales o compromiso severo de uno o más sistemas o asociado a inestabilidad hemodinámica (Presión Arterial Sistólica \leq 90mmHg o frecuencia cardiaca \geq 120/min).</p> <p>Código de Trauma</p>	<p>Lugar: Sala de Reanimación. Ubicada a 5 metros de la puerta de urgencias</p>	<p>Cirujano General. Presencial 24 horas, respuesta inmediata.</p>	<p>Ortopedia: Presencial 12 horas del día, respuesta inmediata. Disponible en la noche, respuesta 20 minutos</p>
	<p>Primer respondedor: Especialista en Emergencias en cabeza del equipo de urgencias (Médico general/residente, enfermero jefe, auxiliares de enfermería, terapeuta respiratorio, camillero)</p>	<p>Cirujano de Trauma. Presencial durante las 12 horas del día, respuesta inmediata. Disponible durante las noches, tiempo de respuesta 20 minutos.</p>	<p>Neurocirugía: Presencial 12 horas del día, respuesta inmediata. Disponible en la noche, respuesta 20 minutos.</p>
	<p>Funciones: Valoración primaria y secundaria según protocolo ATLS (12), activación del código de trauma, control de la hemorragia compresible, asegurar vía aérea y ventilación, eFAST, colocación de cinturón pélvico - torniquete, accesos vasculares (Introduccion arterial femoral 5 Fr y catéter venoso de alto flujo), iniciar reanimación con cristaloides, activar transfusión masiva, administración de hemoderivados, administración de toxoide tetánico.</p>	<p>Banco de sangre: Disponible 24 horas. Ubicado a 20 metros del servicio de urgencias. Despacha paquete de trauma que contiene: 4 unidades de glóbulos rojos, 4 unidades de plasma. Según requerimiento de quien activa el paquete: 1 aféresis de plaquetas.</p>	<p>Angiografía: Radiólogo Intervencionista y equipo de angiografía estándar: Presencial 12 horas del día, respuesta inmediata. Disponible en la noche, respuesta 20 minutos.</p>
	<p>Adjuntos: Radiografía portátil tórax y pelvis. Estación a 10 metros del servicio de urgencias. Se activa y desplaza a la Sala de Reanimación con toda activación de código de trauma</p>	<p>Tomografía: Disponible 24 horas del día, ubicada a 10 metros del servicio de urgencias. Equipo multidetector de 128 cortes.</p>	<p>Endoscopia: Gastroenterólogo endoscopista y equipo de endoscopia estándar: Presencial 12 horas del día, respuesta inmediata. Disponible en la noche, respuesta 20 minutos.</p>
		<p>Sala de cirugía estándar, equipada, priorizada y preestablecida por protocolo. Ubicado una planta sobre el servicio de urgencias, comunicado con ascensor directo priorizado para el código de trauma</p>	<p>Obstetricia: Presencial 24 horas, respuesta inmediata.</p>

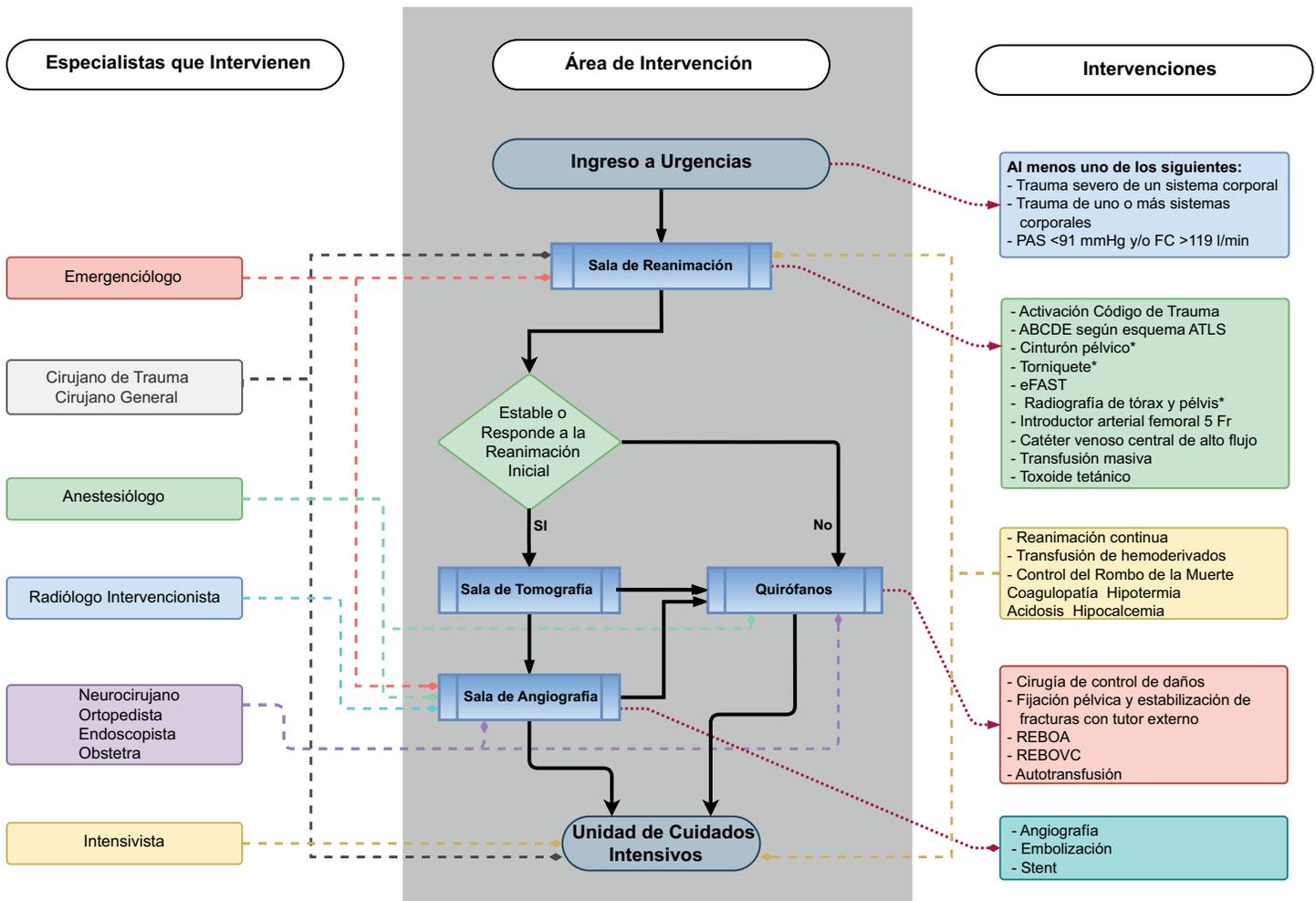


Figura 1. Servicio de trauma híbrido

Finalmente, tras realizar las medidas de intervención en control de daños y estabilizado al paciente (Primera fase del control de daños), debe ser trasladado por el equipo de trauma a la Unidad de Cuidados Intensivos (UCI) para continuar con la reanimación de control de daños (Segunda fase) y continuar una estricta monitoria, garantizado así reintervenciones oportunas cuando sean necesarias.

La integración de recurso humano, infraestructura, planeación y tecnología en un espacio único enfocado al control del sangrado disminuye la morbimortalidad asociada al trauma. Sin embargo, requiere una importante inversión de recursos que en muchos ámbitos supera la capacidad de inversión de los sistemas de salud⁴. El mantenimiento basado en los ingresos derivados de la atención del trauma no resulta sostenible. Por esa razón, es necesario recurrir a alternativas que se adapten a los recursos disponibles y optimicen su uso con el fin de lograr un beneficio aproximado sin superar los límites de inversión accesibles.

Servicio híbrido de trauma

Si la implementación de una sala híbrida con la más completa y avanzada tecnología no es respaldada por un proceso organizativo y personal comprometido con los resultados, los beneficios de este esquema se pueden reducir al grado de no tener diferencia con el esquema tradicional¹¹ y en cambio acarrear costos adicionales al sistema. De igual manera un hospital que cuente con los recursos de infraestructura y tecnología adecuadamente dispuestos, con

un servicio multidisciplinario organizado y coordinado por un equipo de trauma, liderado a su vez por cirujanos de trauma entrenados, puede lograr un desempeño similar al de una sala híbrida en el manejo del paciente traumatizado, funcionando como un servicio híbrido de alta complejidad. Se propone el siguiente algoritmo vertical dinámico que mejore el uso de los recursos que supla el enfoque horizontal de una sala híbrida.

Con base a este principio y la experiencia acumulada en nuestro centro de trauma en Cali, Colombia, describimos a continuación las características de funcionamiento de nuestro servicio con un enfoque híbrido funcional, en un sistema de recursos limitados. La logística y los recursos que se deben tener en cuenta se describen en las Tablas 1 y 2

En la Figura 1 se ilustra el algoritmo de manejo del Código de Trauma en un servicio híbrido de trauma, las intervenciones que se realizan en cada una de las dependencias y los especialistas que dirigen dichas intervenciones en cada fase del proceso de atención.

La reanimación inicial del paciente comienza desde su ingreso a urgencias y se continúa de forma ininterrumpida por todos los tratantes, estando el cirujano de trauma presente en todas las fases de la atención, siendo él quien oriente la secuencia de actividades en el proceso de diagnóstico y tratamiento, hasta su disposición en la unidad de cuidados intensivos para continuar con la segunda fase del control de daños.

Discusión

Las salas híbridas se desarrollaron buscando optimizar el desempeño y la precisión de las intervenciones quirúrgicas en diferentes especialidades que tienen un enfoque electivo o de urgencia no inmediata ^{12,13}, mejorando sus resultados y supliendo así los costos de implementación. Su uso en el manejo del paciente traumatizado para el control del sangrado fue originalmente creado y descrito en Japón ¹⁴ siendo relativamente reciente en comparación a su uso en no trauma, pero ya ampliamente aceptado y ha sido adoptado en centros de trauma de alta complejidad en todo el mundo. Bajo un esquema horizontal donde se brindan diferentes modalidades terapéuticas de forma simultánea y en un mismo lugar, han mostrado beneficios en la supervivencia y el tiempo de control del sangrado ^{10,15,16}, aumentando el éxito técnico de intervenciones de reanimación como lo es la oclusión aórtica con balón ¹⁷ y en algunos reportes menor requerimiento transfusional, menor estancia hospitalaria y menor cantidad de cirugías tardías.

La implementación de una sala híbrida que reúna en un mismo espacio la tecnología y el personal necesarios para su funcionamiento requiere de una inversión importante que supera la capacidad de la mayoría de los sistemas de salud de países en vía de desarrollo ⁸. Incluso algunos de los centros de trauma que cuentan con salas híbridas, han optado por sistemas de reconstrucción de imágenes mediante angiografía avanzada que suple en algunos casos las imágenes tomográficas, debido a que la inclusión de un tomógrafo en estas unidades aumentaría el costo ¹⁸. Por este motivo son pocas las instituciones que cuentan con este modelo de atención en Latinoamérica.

No obstante, al observar el panorama del manejo del trauma desde una perspectiva más amplia, muchas de las instituciones de salud de alto nivel en Latinoamérica cuentan actualmente con las herramientas tecnológicas y el talento humano requerido para el funcionamiento de estas salas, a pesar de estar dispuestas en diferentes áreas o servicios. La implementación de un programa que coordine sus funciones para que converjan en un proceso en la atención continua e ininterrumpida del paciente traumatizado es una necesidad, llegando así a equiparar los beneficios de una sala híbrida sin incurrir en sus elevados costos de construcción y mantenimiento.

La adopción de este modelo debe hacerse con precaución, pues requiere de un equipo clínico multidisciplinario de alta competencia, una base administrativa firme, una infraestructura adecuada y el liderazgo de cirujanos de trauma con experiencia para el desarrollo de protocolos de manejo con rutas de atención bien definidas que orienten la toma de decisiones de forma oportuna y acertada, con vías de retroalimentación y constante búsqueda de falencias, reduciendo al mínimo la posibilidad de errores y eventos adversos, pues el manejo en el lugar o momento incorrecto en pacientes críticos como lo es el traumatizado, podría significar un desenlace desfavorable.

Actualmente, Japón es pionero en la implementación de las salas híbridas con 15 centros. Se ha propuesto como posibles indicadores para la implementación de una sala híbrida un centro hospitalario con una incidencia mayor de 150 pacientes por año con trauma severo (Injury Severity Score > 16). Un estudio desarrollado en hospitales japoneses evaluó la costo-efectividad de una sala híbrida reportando que esta estrategia puede generar una ganancia de 1.03 años de vida ajustado QALY (quality-adjusted life year) y una relación de costo-efectividad incremental ICER (incremental cost-effectiveness ratio) de \$35.552 dólares por QALY. Se estimo que la implementación de la sala híbrida tendría una probabilidad de ser costo-efectivo del 79.3%^{19,20}.

Conclusiones

El uso de las salas híbridas convencionales ha mostrado un impacto favorable en la sobrevida y en el tiempo de control del sangrado por trauma. Su implementación requiere de equipos de última tecnología, programas de capacitación del talento humano, adecuación de infraestructura y mantenimiento. Sin embargo, la adecuación de un servicio híbrido de trauma con un enfoque vertical para la atención del paciente traumatizado en instituciones de alta complejidad, es decir, una “sala híbrida funcional” a través de un proceso vertical puede alcanzar resultados similares al sistema horizontal de las salas híbridas sin incurrir en elevados gastos.

Referencias

1. Kirkpatrick AW, D'Amours SK. The RAPTOR: Resuscitation with angiography, percutaneous techniques and operative repair. Transforming the discipline of trauma surgery. *Can J Surg*. 2011; 54(5): E3-E4.
2. Kirkpatrick AW, Vis C, Dubé M, Biesbroek S, Ball CG, Laberge J, et al. The evolution of a purpose designed hybrid trauma operating room from the trauma service perspective: The RAPTOR (resuscitation with angiography percutaneous treatments and operative resuscitations). *Injury*. 2014;45(9):1413-21. Doi: 10.1016/j.injury.2014.01.021
3. Fang JF, Shih LY, Wong YC, Lin BC, Hsu YP. Angioembolization and laparotomy for patients with concomitant pelvic arterial hemorrhage and blunt abdominal trauma. *Langenbeck's Arch Surg*. 2011;396(2):243-50. Doi: 10.1007/s00423-010-0728-9
4. Tatum D, Duchesne J, Pereira B, Cotton B, Khan M, Brenner M, et al. Time to hemorrhage control in a hybrid ER system: is it time to change?. *Shock*. 2020. Doi: 10.1097/SHK.0000000000001539
5. Eastridge BJ, Starr A, Minei JP, O'Keefe GE, Scalea TM. The importance of fracture pattern in guiding therapeutic decision-making in patients with hemorrhagic shock and pelvic ring disruptions. *J Trauma*. 2002;53(3):446-50. Doi: 10.1097/00005373-200209000-00009
6. Kim SH, Song S, Cho HS, Park CY. Hybrid approach for treatment of multiple traumatic injuries of the heart, aorta, and abdominal organs. *Korean J Thorac Cardiovasc Surg*. 2019;52(5):372-5. Doi: 10.5090/kjtc.2019.52.5.372
7. Sabbagh CN, Chowdhury MM, Durrani A, Van Rensburg L, Koo B, Coughlin PA. A novel combined hybrid approach to enable revascularisation of a trauma-induced subclavian artery injury. *EJVES Short Reports*. 2016;32:18-20. Doi: 10.1016/j.ejvssr.2016.03.006

8. Echeverri RMP, Osorno VJ. Metodología para la implementación de quirófanos híbridos en instituciones de salud de alta complejidad. Trabajo de grado Ingeniera Biomédica. Envigado: Universidad EIA, Universidad CES; 2016.
9. Getinge. El quirófano híbrido es el futuro de la cirugía. cited 2020 Jul 29. Available from: <https://www.getinge.com/es/soluciones/departamentos-hospitalarios/quirófano-hibrido/>
10. Ito K, Nagao T, Nakazawa K, Kato A, Chiba H, Kondo H, et al. Simultaneous damage control surgery and endovascular procedures for patients with blunt trauma in the hybrid emergency room system: New multidisciplinary trauma team building. *J Trauma Acute Care Surg.* 2019;86(1):160-2. Doi: 10.1097/TA.0000000000002083
11. Jang JY, Oh J, Shim H, Kim S, Jung PY, Kim S, et al. The need for a rapid transfer to a hybrid operating theatre: Do we lose benefit with poor efficiency? *Injury.* 2020; 51(9): 1987-1993. Doi: 10.1016/j.injury.2020.04.029
12. Richter PH, Yarboro S, Kraus M, Gebhard F. One year orthopaedic trauma experience using an advanced interdisciplinary hybrid operating room. *Injury.* 2015;46:S129-34. Doi: 10.1016/S0020-1383(15)30032-2
13. Traub J, Stefan P, Heining SM, Sielhorst T, Riquarts C, Euler E, et al. Hybrid navigation interface for orthopedic and trauma surgery. *Med Image Comput Comput Assist Interv.* 2006; 9(Pt 1): 373-80. doi: 10.1007/11866565_46.
14. The founding members of the Japanese Association for Hybrid Emergency Room System (JA-HERS). The hybrid emergency room system: a novel trauma evaluation and care system created in Japan. *Acute Med Surg.* 2019;6:247-51. doi: 10.1002/ams2.412
15. Kinoshita T, Yamakawa K, Matsuda H, Yoshikawa Y, Wada D, Hamasaki T, et al. The survival benefit of a novel trauma workflow that includes immediate whole-body computed tomography, surgery, and interventional radiology, all in one trauma resuscitation room: a retrospective historical control study. *Ann Surg.* 2019;269(2):370-6. Doi: 10.1097/SLA.0000000000002527
16. Kataoka Y, Minehara H, Kashimi F, Hanajima T, Yamaya T, Nishimaki H, et al. Hybrid treatment combining emergency surgery and intraoperative interventional radiology for severe trauma. *Injury.* 2016;47(1):59-63. Doi: 10.1016/j.injury.2015.09.022
17. Darrabie MD, Croft CA, Brakenridge SC, Mohr AM, Rosenthal MA, Mercier NR, et al. Resuscitative endovascular balloon occlusion of the aorta: implementation and preliminary results at an academic level i trauma center. *J Am Coll Surg.* 2018;227(1):127-33. Doi: 10.1016/j.jamcollsurg.2018.03.042
18. Thorson CM, Ryan ML, Otero CA, Vu T, Borja MJ, Jose J, et al. Operating room or angiography suite for hemodynamically unstable pelvic fractures?. *J Trauma Acute Care Surg.* 2012;72(2):364-72. Doi: 10.1097/TA.0b013e318243da10
19. Kinoshita T, Moriwaki K, Hanaki N, Kitamura T, Yamakawa K, Fukuda T, et al. Cost-effectiveness of a hybrid emergency room system for severe trauma: a health technology assessment from the perspective of the third-party payer in Japan. *World J Emerg Surg.* 2021;16(1):2. Doi: 10.1186/s13017-020-00344-x
20. Murai Y, Matsumoto S, Egawa T, Funabiki T, Shimogawara T. Hybrid emergency room management of a ruptured abdominal aortic aneurysm. *J Vasc Surg cases Innov Tech.* 2020;7(1): 21-5. Doi: 10.1016/j.jvscit.2020.12.006