

¿Qué tan efectivos son los dispositivos de compresión mecánica, en comparación a la compresión torácica manual, en pacientes con paro cardio respiratorio?

El paro cardio respiratorio es un cese repentino de la función cardíaca y de la respiración espontánea, que explica la mitad de los fallecimientos por enfermedad cardiovascular. Alrededor de un 60% de éstos ocurren fuera de un establecimiento asistencial, lo que hace difícil el inicio inmediato de maniobras de reanimación cardiopulmonar (RCP). Más aún, las compresiones torácicas no siempre se realizan de forma continua lo que impacta en la supervivencia de los pacientes. Para mejorar esta situación, se ha sugerido implementar dispositivos de compresión torácica mecánica. Esta síntesis de evidencia busca evaluar si existen diferencias entre la compresión torácica manual (realizada por un técnico o profesional de la salud) y un sistema de compresión torácica mecánica.

Mensajes clave

En comparación a la **compresión torácica manual**, el uso del dispositivo de compresión torácica mecánica del tipo **LUCAS®** en ambientes no hospitalarios:

- **Probablemente hace poca o ninguna diferencia** en la proporción de pacientes que **sobreviven con buena función neurológica** a un paro cardiorespiratorio.
- **No aumenta ni reduce** la proporción de pacientes que **sobreviven (independiente de su función neurológica)** a un paro cardiorespiratorio, mientras que **probablemente no produce** una mayor **tasa de complicaciones**

En comparación a la **compresión torácica manual**, el uso del dispositivo de compresión torácica mecánica del tipo **AutoPulse®** en ambientes no hospitalarios:

- **Reduciría** la proporción de pacientes que **sobreviven con buena función neurológica** a un paro cardiorespiratorio, mientras que **aumenta ligeramente** la tasa de **complicaciones**.

El análisis de evaluación económica, realizado por el NHS de Inglaterra, dio por resultado que el **LUCAS-2 no es costo-efectivo** en comparación a la **compresión torácica manual**. Su resultado produjo **menos beneficio a un costo mayor**.

¿Qué es una síntesis rápida de evidencia?

Es una recopilación de la evidencia disponible para evaluar la pertinencia o efectos de una intervención, que se realiza en un plazo **no mayor a 20 días hábiles**



Este resumen incluye:

- **Introducción:** Contextualización del problema.
- **Principales hallazgos:** Evidencia que aporta argumentos para la toma de decisiones.
- **Consideraciones de Implementación:** Elementos a considerar para la formulación de la política pública.



No incluye:

- Recomendaciones explícitas para detallar el desarrollo de una política pública
- Datos de la realidad local de Chile en el tema abordado
- Lista de stakeholders involucrados en el tema en cuestión
- Análisis detallado sobre experiencias internacionales y legislación comparada.

Se utilizan 9 revisiones sistemáticas

Tiempo utilizado para preparar esta síntesis:

20 días hábiles

¿Quién solicitó este resumen?

Esta síntesis fue solicitada por el **Servicio de Salud Viña del Mar-Quillota**.

Introducción

El paro cardio respiratorio es un cese repentino de la función cardíaca y de la respiración espontánea. La mitad de las muertes por enfermedad cardiovascular ocurren por un paro cardio respiratorio, y un 60% de éstos eventos ocurren fuera de un establecimiento asistencial (1).

El inicio inmediato de maniobras de reanimación cardiopulmonar (RCP) y la desfibrilación precoz son las únicas intervenciones que han demostrado mejorar la sobrevida del paro cardiorrespiratorio extra-hospitalario (PCR-EH) de causa cardíaca (1).

El área de estudio de la resucitación está en constante evolución desde hace 200 años (2). Dada la repentina naturaleza de estos eventos, realizar estudios para evaluar la efectividad de intervenciones para la RCP, como ensayos controlados aleatorizados es complejo, por lo que la mayoría de las recomendaciones y guías clínicas han sido realizadas basadas en estudios retrospectivos, en animales y en consenso de expertos (3–10).

Existe consenso en que una la compresión torácica juega un rol determinante en la sobrevida del paciente, la cual debe ser realizada lo más rápido posible (11).

Algunos estudios han mostrado que en ocasiones, las compresiones torácicas manuales no se realizan a una profundidad o ritmo adecuado (12–14). Considerando esta situación, en los últimos años se han incorporado equipos mecánicos de resucitación o también conocidos como sistemas de compresión torácica. Estos sistemas fueron creados para realizar compresiones torácicas de forma correcta, con la profundidad y frecuencia recomendadas, con el objetivo de aumentar la sobrevida de los pacientes, a través de una banda aplicada alrededor del tórax.

Esta síntesis de evidencia busca evaluar si existen diferencias entre una compresión torácica manual y un sistema de compresión torácico mecánica. Esto tiene como objetivo evaluar su implementación en los servicios de ambulancias de la red pública de salud.

¿Para quién es este resumen?

Personas tomando decisiones sobre la adquisición o implementación de nuevas tecnologías sanitarias en la red asistencial de salud.

¿Cómo fue preparado este resumen?

Utilizando palabras clave como “resucitación cardiopulmonar mecánica”, “compresión torácica”, “LUCAS” y “AutoPulse”, se buscó en las bases de datos [Epistemonikos](#), la [Biblioteca Cochrane](#), [PubMed](#) y [EMBASE](#), con el objetivo de identificar revisiones sistemáticas que abordaran la pregunta formulada. Como las revisiones sistemáticas no siempre reportaron adecuadamente los resultados presentados, se extrajeron los datos de los estudios primarios contemplados en estas revisiones cuando fue necesario.

Objetivo de esta síntesis

Informar la toma de decisiones sobre la adquisición e implementación de sistemas de compresión torácica, aportando evidencia sobre efectividad y costo-efectividad. Se presentan los principales hallazgos encontrados en la evidencia recopilada, además de algunas consideraciones sobre la implementación relacionadas a la intervención estudiada.

Resumen de Hallazgos

Esta síntesis busca aportar evidencia sobre el efecto que tendría la utilización del sistema de compresión torácica en vez de la compresión manual para la reanimación cardiopulmonar, en el caso de un paro cardio respiratorio por causa no traumática en un ambiente extrahospitalario, en personas adultas.

Se incluyeron todas las intervenciones que compararan sistemas de compresión torácica automáticos contra la compresión manual realizada en pacientes adultos que presentaron un paro cardio respiratorio extrahospitalario por causa no traumática. Se excluyeron: intervenciones realizadas dentro del hospital; en población pediátrica; uso de equipos después del fallo de la compresión torácica manual y la comparación de otras intervenciones, como oxigenación de membrana extracorpórea (ECMO) versus RCP. Se priorizó incluir los dispositivos de tipo LUCAS® y AutoPulse®. excluyendo otro tipo de dispositivos como Thumper y pneumatic vest.

Luego de realizar la búsqueda, se seleccionaron los títulos y resúmenes por dos revisores independientes, discutiendo cada uno de los disensos encontrados. Se encontraron inicialmente 33 revisiones sistemáticas. De éstas, se excluyeron 18 por disenso o duplicados. En la lectura por texto completo se excluyeron 6 por no ser la población e intervención abordada en este resumen.

De esta forma, **se utilizaron 9 revisiones sistemáticas** publicadas entre 2012 y 2018 (15–23). En todos los estudios primarios incluidos los participantes recibieron compresión torácica manual mientras se aleatorizaba y se preparaba el dispositivo, (LUCAS o AutoPulse). Con estos criterios, se seleccionaron finalmente 31 estudios primarios, de los cuales 5 fueron ensayos controlados aleatorizados (ECAs) (24–28), que se incluyeron finalmente para evaluar estos equipos. Los desenlaces priorizados fueron la sobrevida al egreso con buena función neurológica, sobrevida al egreso independiente de la función neurológica, y los efectos no deseados de este tipo de procedimientos (fracturas, pneumo y hemo tórax, y daño de órganos internos).

Los hallazgos aquí presentados se han separado de acuerdo al modelo del sistema de compresión torácica. Cada hallazgo contiene además una tabla resumen con los resultados, mostrando la certeza en la evidencia de cada uno de los desenlaces encontrados, de acuerdo a la metodología GRADE (ver recuadro).

Hallazgo 1. LUCAS

En comparación a la compresión torácica manual, el uso del dispositivo de compresión torácica mecánica del tipo LUCAS en ambientes no hospitalarios:

- **Probablemente hace poca o ninguna diferencia en la proporción de pacientes que sobreviven con buena función neurológica a un paro cardiorespiratorio. La certeza en la evidencia es moderada.**
- **No aumenta ni reduce la proporción de pacientes que sobreviven (independiente de su función neurológica) a un paro cardiorespiratorio. La certeza en la evidencia es alta.**
- **Probablemente no produce una mayor tasa de complicaciones relacionadas a la RCP. La certeza en la evidencia es moderada.**

Dos ensayos controlados aleatorizados (ECAs) comparan el uso del dispositivo LUCAS con la compresión torácica manual (27,28). En uno de ellos la intervención consistió en utilizar el dispositivo de compresión torácica, a la vez que se realizaba desfibrilación a todos los pacientes después de 90 segundos de utilizar LUCAS (27), mientras que el otro estudio utilizó únicamente como intervención el dispositivo evaluado (28).

Sobre la certeza de la evidencia (GRADE)

⊕⊕⊕⊕

Alta: Esta investigación entrega una muy buena indicación del efecto probable. La probabilidad de que el efecto será sustancialmente diferente es baja.

⊕⊕⊕○

Moderada: Esta investigación entrega una buena indicación del efecto probable. La probabilidad de que el efecto será sustancialmente diferente es moderada.

⊕⊕○○

Baja: Esta investigación entrega una alguna indicación del efecto probable. Sin embargo, la probabilidad de que el efecto será sustancialmente diferente es alta.

⊕○○○

Muy baja: Esta investigación no entrega una indicación confiable del efecto probable. La probabilidad de que el efecto será sustancialmente diferente es muy alta.

En ambos estudios los pacientes recibieron compresión torácica manual mientras se preparaba e instalaba el dispositivo LUCAS. Además, en el grupo control de uno de los estudios la RCP se realizaba por enfermeras (28), mientras que en el otro fue realizado por personal de emergencia capacitado (27). Por último, ambos estudios utilizaron las guías del European Resuscitation Council (ERC) del año 2005 (29) para realizar RCP básica.

Resultado	Efecto relativo (95% CI) N° de participantes (Estudios)	Efectos absolutos anticipados (95% CI)			Certeza en la evidencia (GRADE)	Qué pasa
		RCP manual	LUCAS	Diferencia		
Sobrevida al egreso con buena función neurológica	RR 1,07 (0,82 a 1,39) N° de Participantes: 2.589 (1 ECA) (27)	78 por 1000	83 por 1000	5 más (-14 a 30)	⊕⊕⊕○ MODERADA ^{a,b}	El uso de LUCAS para realizar RCP probablemente no tiene un efecto sobre la sobrevida con buena función neurológica.
Sobrevida al egreso (independiente de la función neurológica)	RR 0,97 (0,77 a 1,24) N° de participantes: 2.375 (2 ECAs) (27,28)	85 por 1000	82 por 1000	3 menos (-20 a 20)	⊕⊕⊕⊕ ALTA ^a	El uso de LUCAS para realizar RCP no tiene un efecto en la sobrevida al egreso de los pacientes.
Neumotórax, fracturas o daño de órganos internos	RR 0,99 (0,2 a 4,9) N° de participantes: 2.589 (1 ECA) (27)	2 por 1000	2 por 1000	0 menos (-2 a 9)	⊕⊕⊕○ MODERADA ^{a,c}	El uso de LUCAS probablemente no produce una mayor tasa de complicaciones relacionadas a la RCP.

El riesgo en el grupo de intervención (y su intervalo de confianza del 95%) se basa en el riesgo asumido en el grupo de comparación y en el **efecto relativo** de la intervención (y su intervalo de confianza del 95%). **El riesgo del grupo comparación** se obtuvo del grupo control de los estudios, con excepción del resultado de sobrevida al egreso, el cual se tomó de la sobrevida de los pacientes reportada en un estudio local (30).

CI: Intervalo de confianza ; **ECA:** Ensayo controlado aleatorizado; **RCP:** Resucitación cardiopulmonar; **RR:** Razón de riesgo

a. Si bien el estudio que más aporta en el meta-análisis no es ciego, no se reduce la certeza en la evidencia por este factor dado que resulta difícil que este factor incida de forma importante en los desenlaces contemplados.

b. Se reduce en un nivel la certeza en la evidencia por imprecisión, debido a que el intervalo de confianza incluye tanto el no efecto, como la posibilidad de un efecto relevante.

c. Se reduce en un nivel la certeza en la evidencia por imprecisión, debido a que el número de eventos es muy pequeño.

Hallazgo 2. AutoPulse

En comparación a la compresión torácica manual, el uso del dispositivo de compresión torácica mecánica del tipo AutoPulse en ambientes no hospitalarios:

- Reduciría la proporción de pacientes que sobreviven con buena función neurológica a un paro cardiorespiratorio. La certeza en la evidencia es baja.
- Aumenta ligeramente la tasa de complicaciones relacionadas a la RCP. La certeza en la evidencia es alta.
- Es incierto si la RCP realizada con un dispositivo de compresión torácica mecánica del tipo AutoPulse en ambiente no hospitalario produce un cambio en la supervivencia de los pacientes al momento del egreso. La certeza en la evidencia es muy baja.

Se reporta el resultado de 3 ensayos controlados aleatorizados (ECAs) que comparan el uso del dispositivo AutoPulse con la compresión torácica manual (24–26). Similar al caso del dispositivo LUCAS, el uso de la compresión torácica manual se iniciaba en todos los pacientes mientras se preparaba el equipo de compresión mecánica, mientras que todos los estudios contemplaron como grupo control el RCP realizado por personal de emergencia.

En cuanto a los protocolos para realizar RCP básico, uno de ellos utilizó las guías del European Resuscitation Council (ERC) del año 2005 (29) y del American Heart Association (AHA) del año 2005 (31). Otro estudio utilizó las guías del AHA 2010 (11), mientras que uno de los estudios incluidos cambió el protocolo para realizar RCP en uno de los centros donde se llevaba a cabo la intervención (estudio multicéntrico) (26).

Resultado	Efecto relativo (95% CI) N° de participantes (Estudios)	Efectos absolutos anticipados (95% CI)			Certeza en la evidencia (GRADE)	Qué pasa
		RCP manual	AutoPulse	Diferencia		
Sobrevida al egreso con buena función neurológica	RR 0,61 (0,32 a 1,15) N° de participantes: 4.998 (2 ECAs) (24,26)	56 por 1000	34 por 1000	22 menos (-38 a 8)	⊕⊕○○ BAJA ^{a,b}	El uso de AutoPulse para realizar RCP reduciría la sobrevida con buena función neurológica. La certeza en la evidencia es baja.
Sobrevida al egreso (independiente de la función neurológica)	RR 0,94 (0,53 a 1,64) N° de participantes: 3.562 (3 ECAs) (24-26)	85 por 1000	80 por 1000	5 menos (-4 a 54)	⊕○○○ MUY BAJA ^{c,d,e}	Es incierto el efecto del uso de AutoPulse sobre la sobrevida al egreso de los pacientes. La certeza en la evidencia es muy baja.
Neumotórax, Hemotórax, fracturas y daño de órganos internos	RR 1,85 (1,36 a 2,52) N° de participantes: 4.354 (2 ECAs) (24,25)	27 por 1000	51 por 1000	23 más (10 a 42)	⊕⊕⊕⊕ ALTA ^a	El uso de AutoPulse para realizar RCP aumenta ligeramente el número de pacientes con complicaciones asociadas a este procedimiento.

El riesgo en el grupo de intervención (y su intervalo de confianza del 95%) se basa en el riesgo asumido en el grupo de comparación y en el **efecto relativo** de la intervención (y su intervalo de confianza del 95%). **El riesgo del grupo comparación** se obtuvo del grupo control de los estudios, con excepción del resultado de sobrevida al egreso, el cual se tomó de la sobrevida de los pacientes reportada en un estudio local (30).

CI: Intervalo de confianza ; **ECA:** Ensayo controlado aleatorizado; **RCP:** Resucitación cardiopulmonar; **RR:** Razón de riesgo

a. El estudio que más aporta en el meta-análisis no explica con claridad la no presentación de la función neurológica de algunos pacientes, por lo que se reporta de manera incompleta este resultado. Si bien el estudio no es ciego, resulta difícil que este factor incida de forma importante considerando la naturaleza de los outcomes contemplados.

b. Heterogeneidad importante en los resultados de ambos estudios, producida principalmente por el uso de distintas escalas para medir la función neurológica.

c. Uno de los estudios reportados cambió el protocolo de RCP para uno de los lugares donde se realizaba la intervención.

d. Heterogeneidad importante en el meta-análisis (inconsistencia)

e. El intervalo de confianza incluye tanto la posibilidad de un efecto nulo, como el de un beneficio relevante (imprecisión)

Consideraciones de Implementación

A continuación, se presentan algunas consideraciones para interpretar la evidencia mostrada en esta síntesis.

Consideraciones de Aplicabilidad

Los estudios fueron realizados en Austria, Canadá, China, Estados Unidos, Holanda, Reino Unido y Suecia, por lo que se debiera evaluar la pertinencia de los resultados para el contexto de Chile, considerando las particularidades del sistema de salud. Sin embargo, dado que los hallazgos de la síntesis de evidencia no favorecen o muestran un efecto nulo de la intervención (LUCAS y AutoPulse), es importante demostrar por qué los resultados que muestra la evidencia serían distintos y mostrarían un beneficio en el contexto de nuestro país, en caso de implementar este programa.

Todos los estudios considerados incluyeron compresión torácica manual en los minutos previos a iniciar la compresión torácica automática, mientras se preparaba el dispositivo. Es importante contemplar que, en caso que se requiera reemplazar la compresión torácica manual por una compresión torácica mecánica, los resultados de esta síntesis contemplan RCP básico previo al uso del dispositivo de compresión torácica, por lo que el reemplazo total no es efectivamente evaluado.

Si bien esta síntesis de evidencia utilizó únicamente los dispositivos de tipo LUCAS y AutoPulse, se debe contemplar que existe una variedad importante de modelos diferentes para ambas marcas. Sin embargo, se consideró agrupar los distintos estudios para presentar los resultados, de manera de contar con una mayor potencia estadística en los estimadores de efecto, y considerando que los resultados individuales de cada estudio no hacían variar sustancialmente las conclusiones.

Esta síntesis de evidencia solo contempla el uso de estos dispositivos en ambientes extra hospitalarios. Para el uso en ambientes intrahospitalarios el efecto podría cambiar sustancialmente, al igual que la certeza en la evidencia (32,33).

Uno de los principales estudios que evaluaba el desempeño de LUCAS utilizó para todos los pacientes desfibrilación después de 90 segundos de ocupado el dispositivo, independiente de su ritmo cardíaco (27). Sin embargo, esto puede diferir sustancialmente de las recomendaciones internacionales y la práctica clínica.

Esta revisión de la evidencia contempló sobrevida y complicaciones de la RCP como los desenlaces prioritarios. Sin embargo, otro de los desenlaces reportados en los estudios fue el retorno espontáneo de la circulación (ROSC). Sin embargo, de haber considerado este dispositivo, la literatura muestra que tendría baja certeza en la evidencia y no favorecería ni al dispositivo ni a la compresión torácica manual (34).

Consideraciones Económicas

Durante la búsqueda de literatura de efectividad, se encontró además una evaluación económica realizada por el Sistema Nacional de Salud de Inglaterra (NHS) (35). Esta fue realizada para evaluar la costo-efectividad del uso del dispositivo LUCAS-2 comparado con la compresión manual durante la resucitación mediante equipo clínico luego de un paro cardíaco fuera del hospital. La evaluación económica fue realizada desde la perspectiva del sistema de salud y reportó los costos incrementales por años de vida ajustados por calidad (QALY) para LUCAS-2 comparado con la técnica manual. Los QALYs fueron medidos a los sobrevivientes, a los 3 y 12 meses después del paro cardíaco. Los costos incluidos fueron: los costos de la intervención propiamente tal, del dispositivo LUCAS-2 y costos de ambulancia, junto con los costos de estadía hospitalaria del paciente en UCI, ingresos a la unidad de urgencia, visitas posteriores a pacientes y el uso de los servicios de atención primaria utilizados en la recuperación. También se realizó un micro-costeo para obtener el costo del dispositivo por aplicación, la cual incluyó el costo de compra del dispositivo y de sus accesorios para su funcionamiento, el costo de incorporar el equipo a la ambulancia, los costos de mantenimiento y los costos de la capacitación inicial para el equipo clínico operador. En este estudio los efectos

fueron observados a 12 meses, por lo tanto, no se requirió tasa de descuento. La incertidumbre se analizó a través de un análisis de sensibilidad probabilístico simulado con 1000 muestras. El resultado mostró que LUCAS-2 no es costo-efectivo, lo cual se mostró robusto en el análisis de sensibilidad. Más aún, se mostró que LUCAS-2, en comparación a la técnica manual, entrega un menor beneficio (no mejoró la sobrevida), a un costo más alto.

En nuestro país, el equipo modelo LUCAS-3, tiene un costo de adquisición de \$15.000.000 aproximadamente, según cotización de octubre 2018.

Consideraciones de Equidad

Dado que los resultados de los estudios no favorecen la intervención (LUCAS y AutoPulse), quizás la implementación de este tipo de tecnología, en el sistema público de salud, no aportaría a disminuir la brecha de equidad existente entre el sistema público y el privado.

Consideraciones de Monitoreo y Evaluación

Considerando que algunos de los desenlaces tienen certeza en la evidencia muy baja, sería importante evaluar la publicación de nueva evidencia que permita mejorar esta certeza, en específico para la sobrevida al egreso de AutoPulse. Del mismo modo, se considera pertinente esperar nueva evidencia sobre los resultados de 2 ensayos en marcha, los cuales comparan los modelos LUCAS-2 y LUCAS-3 con la compresión torácica manual.

Se debe considerar que el objetivo de este dispositivo se planteó como un reemplazo para la compresión torácica manual. Sin embargo, es importante evaluar si existen otros usos posibles como por ejemplo, un uso complementario a RCP manual, o en condiciones donde no es posible contar con personal capacitado (15).

Información Adicional

Citación sugerida

C. Mansilla, V. Hurtado ¿Qué tan efectivos son los dispositivos de compresión mecánica, en comparación a la compresión torácica manual, en pacientes con paro cardio respiratorio? Diciembre 2018. Unidad de Políticas de Salud Informadas por Evidencia; Departamento ETESA/SBE; Ministerio de Salud, Gobierno de Chile.

Palabras Clave

Mechanical cardiopulmonary resuscitation; Mechanical CPR; Automated CPR; Chest compression system; LUCAS; AutoPulse; Rapid Evidence Synthesis

Revisión por pares

Esta síntesis fue comentada por Paula García, de la Unidad de Políticas de Salud Informadas por Evidencia, y Catherine de la Puente, de la Unidad de Evaluaciones Económicas, ambas del Departamento ETESA/SBE del Ministerio de Salud.

Referencias

1. Mayanz S, Barreto J, Grove X, Iglesias V, Breinbauer H. Paro cardiorrespiratorio extra-hospitalario de causa cardiaca en Santiago de Chile: Experiencia del equipo medicalizado del SAMU Metropolitano. *Rev Chil Med Interna*. 2009;24(1):9-16.
2. DeBard ML. The history of cardiopulmonary resuscitation. *Ann Emerg Med*. 1980 May;9(5):273-5.
3. Soar J, Nolan JP, Böttiger BW, Perkins GD, Lott C, Carli P, et al. European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2015: Section 3. Adult advanced life support. *Resuscitation*. 2015 Oct;95:100-47.
4. Monsieurs KG, Nolan JP, Bossaert LL, Greif R, Maconochie IK, Nikolaou NI, et al. European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2015: Section 1. Executive summary. *Resuscitation*. 2015 Oct;95:1-80.
5. Nolan JP, Soar J, Zideman DA, Biarent D, Bossaert LL, Deakin C, et al. European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2010 Section 1. Executive summary. *Resuscitation*. 2010 Oct;81(10):1219-76.
6. Link MS, Berkow LC, Kudenchuk PJ, Halperin HR, Hess EP, Moitra VK, et al. Part 7: Adult Advanced Cardiovascular Life Support: 2015 American Heart Association Guidelines Update for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care. *Circulation*. 2015 Nov 3;132(18 Suppl 2):S444-64.
7. Field JM, Hazinski MF, Sayre MR, Chameides L, Schexnayder SM, Hemphill R, et al. Part 1: Executive Summary: 2010 American Heart Association Guidelines for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care. *Circulation*. 2010 Nov 2;122(18 Suppl 3):S640-56.
8. Hazinski MF, Nolan JP, Billi JE, Bottiger BW, Bossaert L, de Caen AR, et al. Part 1: Executive Summary: 2010 International Consensus on Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care Science With Treatment Recommendations. *Circulation*. 2010 Oct 19;122(16 Suppl 2):S250-75.
9. Neumar RW, Shuster M, Callaway CW, Gent LM, Atkins DL, Bhanji F, et al. Part 1: Executive Summary: 2015 American Heart Association Guidelines Update for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care. *Circulation*. 2015 Nov 3;132(18 Suppl 2):S315-67.
10. Field JM, Hazinski MF, Sayre MR, Chameides L, Schexnayder SM, Hemphill R, et al. Part 1: executive summary: 2010 American Heart Association Guidelines for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care. *Circulation*. 2010 Nov 2;122(18 Suppl 3):S640-56.
11. Spencer B, Chacko J, Sallee D. The 2010 American Heart Association Guidelines for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiac Care: An Overview of the Changes to Pediatric Basic and Advanced Life Support. *Crit Care Nurs Clin North Am*. 2011 Jun;23(2):303-10.
12. Abella BS, Sandbo N, Vassilatos P, Alvarado JP, O'Hearn N, Wigder HN, et al. Chest compression rates during cardiopulmonary resuscitation are suboptimal: a prospective study during in-hospital cardiac arrest. *Circulation*. 2005 Feb 1;111(4):428-34.
13. Wik L, Kramer-Johansen J, Myklebust H, Sørebo H, Svensson L, Fellows B, et al. Quality of cardiopulmonary resuscitation during out-of-hospital cardiac arrest. *JAMA*. 2005 Jan 19;293(3):299-304.
14. Valenzuela TD, Kern KB, Clark LL, Berg RA, Berg MD, Berg DD, et al. Interruptions of chest compressions during emergency medical systems resuscitation. *Circulation*. 2005 Aug 30;112(9):1259-65.
15. Wang PL, Brooks SC, PL W, SC B, Wang PL, Brooks SC. Mechanical versus manual chest compressions for cardiac arrest. *Cochrane database Syst Rev*. 2018;8:CD007260.
16. Bonnes JL, Brouwer MA, Navarese EP, Verhaert DVM, Verheugt FWA, Smeets JLRM, et al. Manual Cardiopulmonary Resuscitation Versus CPR Including a Mechanical Chest Compression Device in Out-of-Hospital Cardiac Arrest: A Comprehensive Meta-analysis From Randomized and Observational Studies. *Ann Emerg Med*. 2016 Mar;67(3):349-360.e3.
17. Khan SU, Lone AN, Talluri S, Khan MZ, Khan MU, Kaluski E. Efficacy and safety of mechanical versus manual compression in cardiac arrest – A Bayesian network meta-analysis. *Resuscitation*. 2018 Sep;130:182-8.

18. Westfall M, Krantz S, Mullin C, Kaufman C. Mechanical Versus Manual Chest Compressions in Out-of-Hospital Cardiac Arrest. *Crit Care Med*. 2013 Jul;41(7):1782–9.
19. Tang L, Gu W-J, Wang F. Mechanical versus manual chest compressions for out-of-hospital cardiac arrest: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Sci Rep*. 2015 Oct 27;5:15635.
20. Gates S, Quinn T, Deakin CD, Blair L, Couper K, Perkins GD. Mechanical chest compression for out of hospital cardiac arrest: Systematic review and meta-analysis. *Resuscitation*. 2015 Sep;94:91–7.
21. Li H, Wang D, Yu Y, Zhao X, Jing X. Mechanical versus manual chest compressions for cardiac arrest: a systematic review and meta-analysis. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med*. 2016 Dec 1;24(1):10.
22. Gates S, Smith JL, Ong GJ, Brace SJ, Perkins GD. Effectiveness of the LUCAS device for mechanical chest compression after cardiac arrest: systematic review of experimental, observational and animal studies. *Heart*. 2012 Jun;98(12):908–13.
23. Ong MEH, Mackey KE, Zhang ZC, Tanaka H, Ma MH-M, Swor R, et al. Mechanical CPR devices compared to manual CPR during out-of-hospital cardiac arrest and ambulance transport: a systematic review. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med*. 2012 Jun 18;20:39.
24. Wik L, Olsen J-A, Persse D, Sterz F, Lozano M, Brouwer MA, et al. Manual vs. integrated automatic load-distributing band CPR with equal survival after out of hospital cardiac arrest. The randomized CIRC trial. *Resuscitation*. 2014 Jun;85(6):741–8.
25. Gao C, Chen Y, Peng H, Chen Y, Zhuang Y, Zhou S. Clinical evaluation of the AutoPulse automated chest compression device for out-of-hospital cardiac arrest in the northern district of Shanghai, China. *Arch Med Sci*. 2016;3:563–70.
26. Hallstrom A, Rea TD, Sayre MR, Christenson J, Anton AR, Mosesso VN, et al. Manual Chest Compression vs Use of an Automated Chest Compression Device During Resuscitation Following Out-of-Hospital Cardiac Arrest. *JAMA*. 2006 Jun 14;295(22).
27. Rubertsson S, Lindgren E, Smekal D, Östlund O, Silfverstolpe J, Lichtveld RA, et al. Mechanical Chest Compressions and Simultaneous Defibrillation vs Conventional Cardiopulmonary Resuscitation in Out-of-Hospital Cardiac Arrest. *JAMA*. 2014 Jan 1;311(1):53.
28. Smekal D, Johansson J, Huzevka T, Rubertsson S. A pilot study of mechanical chest compressions with the LUCAS™ device in cardiopulmonary resuscitation. *Resuscitation*. 2011 Jun;82(6):702–6.
29. Nolan J. European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2005. *Resuscitation*. 2005 Dec;67:S3–6.
30. Lara B, Valdés MJ, Saavedra R, Vargas J, Chuecas J, Opazo C, et al. Paro cardiorrespiratorio extrahospitalario. Realidad de un hospital terciario chileno. *Rev Med Chil*. 2017 Oct;145(10):1308–11.
31. ECC Committee. Part 1: Introduction. *Circulation*. 2005 Nov 28;112(24_suppl):IV-1-IV-5.
32. Lameijer H, RS I, JJ B, JC TM, H. L, R.S. I, et al. Mechanical cardiopulmonary resuscitation in in-hospital cardiac arrest: A systematic review. *Eur J Emerg Med*. 2015;22(6):379–83.
33. Couper K, Yeung J, Nicholson T, Quinn T, Lall R, GD P. Mechanical chest compression devices at in-hospital cardiac arrest: A systematic review and meta-analysis. *Resuscitation*. 2016;103:24–31.
34. Wang PL, Brooks SC. Mechanical versus manual chest compressions for cardiac arrest. *Cochrane database Syst Rev*. 2018;8:CD007260.
35. S. G, R. L, T. Q, C.D. D, M.W. C, J. H, et al. Prehospital randomised assessment of a mechanical compression device in out-of-hospital cardiac arrest (PARAMEDIC): A pragmatic, cluster randomised trial and economic evaluation. *Health Technol Assess (Rockv)*. 2017 Mar;21(11):1–175.