

**ANEXO N°45
INFORME
FINAL**



Serie Proyectos de Investigación e Innovación

Superintendencia de Seguridad
Social Santiago - Chile

INFORME FINAL

**IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOCOLO PREVENTIVO AUTOMATIZADO PARA REDUCIR
LAS REACCIONES ADVERSAS A LA DONACIÓN DE SANGRE EN LOS TRABAJADORES DE
EMPRESAS AFILIADAS DE LA ASOCIACIÓN CHILENA DE SEGURIDAD**

295-2023

Autores:

**Sebastián Beltrán Vergara, Eugenio Reyes Arenas, Gabriela Poblete Riffo,
Emiliano Manquilef Ayenao, Lilian Freddy Amestica y Guillermo Jerez Jerez.**

Año publicación

2025

Este trabajo fue seleccionado en la Convocatoria de Proyectos de Investigación e Innovación en Prevención de Accidentes y Enfermedades Profesionales 2023 de la Superintendencia de Seguridad Social (Chile), y fue financiado por la Asociación Chilena de Seguridad con recursos del Seguro Social de la Ley N°16.744 de Accidentes del Trabajo y Enfermedades Profesionales.





SUPERINTENDENCIA DE SEGURIDAD SOCIAL

SUPERINTENDENCE OF SOCIAL SECURITY

La serie Proyectos de Investigación e Innovación corresponde a una línea de publicaciones de la Superintendencia de Seguridad Social, que tiene por objetivo divulgar los trabajos de investigación e innovación en Prevención de Accidentes y Enfermedades del Trabajo financiados por los recursos del Seguro Social de la Ley 16.744.

Los trabajos aquí publicados son los informes finales y están disponibles para su conocimiento y uso. Los contenidos, análisis y conclusiones expresados son de exclusiva responsabilidad de su(s) autor(es), y no reflejan necesariamente la opinión de la Superintendencia de Seguridad Social.

Si requiere de mayor información, sobre el estudio o proyecto escriba a: investigaciones@suseso.cl.

Si desea conocer otras publicaciones, artículos de investigación y proyectos de la Superintendencia de Seguridad Social, visite nuestro sitio web: www.suseso.cl

The Research and Innovation Projects series corresponds to a line of publications of the Superintendence of Social Security, which aims to disseminate the research and innovation work in the Prevention of Occupational Accidents and Illnesses financed by the resources of Law Insurance 16,744.

The papers published here are the final reports and are available for your knowledge and use. The content, analysis and conclusions are solely the responsibility of the author (s), and do not necessarily reflect the opinion of the Superintendence of Social Security.

For further information, please write to: investigaciones@suseso.cl.

For other publications, research papers and projects of the Superintendence of Social Security, please visit our website: www.suseso.cl.

Superintendencia de Seguridad
Social Huérfanos 1376
Santiago, Chile.



**IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOCOLO PREVENTIVO AUTOMATIZADO
PARA REDUCIR LAS REACCIONES ADVERSAS A LA DONACION DE
SANGRE EN LOS TRABAJADORES DE EMPRESAS AFILIADAS DE LA
ASOCIACIÓN CHILENA DE SEGURIDAD**

295-2023

**Sebastián Beltrán Vergara, Eugenio Reyes Arenas, Gabriela Poblete Riffo,
Emiliano Manquilef Ayenao, Lilian Freddy Améstica y Guillermo Jerez Jerez.**

INDICE

I. Resumen ejecutivo	4
II. Palabras clave	5
III. Introducción y antecedentes	6
IV. Definición del problema, pregunta de investigación y objetivos	9
V. Revisión de la literatura o experiencias relevantes	10
VI. Descripción de la metodología o etapas de la innovación	12
VII. Resultados	14
VIII. Recomendaciones para Sistema de Seguridad y Salud en el Trabajo	17
IX. Conclusiones	19
X. Referencias	21
XI. Anexos	23

I. Resumen Ejecutivo

El proyecto “Implementación de un Protocolo Preventivo Automatizado para Reducir las Reacciones Adversas a la Donación de Sangre en los Trabajadores de Empresas Afiliadas de la Asociación Chilena de Seguridad” tuvo como objetivo validar un protocolo automatizado basado en compresión neumática de extremidades para disminuir reacciones adversas del tipo vasovagal durante la donación de sangre. Este tipo de reacciones, aunque generalmente leves, pueden afectar negativamente la experiencia del donante y reducir su disposición a futuras donaciones, lo cual impacta en la disponibilidad de sangre en contextos laborales.

El estudio, ejecutado por la Universidad Mayor en el Hospital del Trabajador de Santiago, empleó un diseño experimental aleatorizado con un grupo control (protocolo manual) y un grupo intervenido (protocolo automatizado), abarcando un total de 370 donantes durante 2024. Los resultados finales indicaron una reducción significativa en las reacciones adversas en el grupo intervenido (0,54%) respecto al control (1,62%). Además, se evidenció estabilidad hemodinámica superior en los participantes que usaron el protocolo automatizado, con mejores resultados en la presión arterial post donación.

Este protocolo, implementado mediante el equipo Kendall SCD™ Express, combinado con ejercicios de compresión isotónica en miembros superiores, demostró ser seguro, portátil y eficaz. El éxito del modelo sugiere su potencial de escalamiento en otras mutuales y centros de donación, promoviendo la donación voluntaria y repetida.

II. Palabras Clave

1. Donación de sangre
2. Reacciones adversas
3. Síncope vasovagal
4. Prevención primaria
5. Compresión neumática
6. Seguridad del donante
7. Salud ocupacional
8. Ensayo clínico aleatorizado
9. Dispositivos médicos
10. Tecnología en salud

III. Introducción y antecedentes

La donación de sangre constituye un componente fundamental para el funcionamiento de los sistemas de salud a nivel mundial. De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS), en el año 2020 se realizaron aproximadamente 118,5 millones de donaciones de sangre en el mundo, concentrándose cerca del 50% de estas en países de altos ingresos, que albergan solo el 19% de la población mundial [1]. En Chile, el Ministerio de Salud estableció como meta alcanzar un 50% de donantes voluntarios a repetición para el año 2022, como estrategia para asegurar la disponibilidad y seguridad de la sangre [2].

En el ámbito de la salud ocupacional, la sangre es un recurso esencial para la atención de accidentes laborales que requieren intervenciones de urgencia, tales como transfusiones o tratamientos hemoterápicos, especialmente en sectores de alto riesgo como la construcción, minería o industria manufacturera. La reposición oportuna de componentes sanguíneos es vital para reducir la morbimortalidad en trabajadores accidentados, siendo este un elemento clave dentro de los sistemas de salud laboral. Estudios nacionales han evidenciado que, en una proporción significativa de los casos, la sangre utilizada para transfusión proviene de donaciones de reposición, realizadas por compañeros de trabajo o familiares del paciente [3].

Esta forma de obtención, aunque inmediata, conlleva múltiples limitaciones desde el punto de vista de la seguridad transfusional y la ética de la donación. Diversas investigaciones han señalado que los donantes de reposición pueden estar sujetos a presiones sociales o familiares para donar, lo que incrementa la posibilidad de ocultar conductas de riesgo, como consumo de drogas, prácticas sexuales de alto riesgo o enfermedades previas, debido al temor de ser excluidos como donantes [4,5]. Esta omisión intencional compromete los sistemas de autoexclusión confidencial y aumenta el riesgo de transmisión de infecciones como VIH, hepatitis B o C y sífilis, lo cual representa una amenaza para la seguridad del receptor y una carga para el sistema de salud.

Por estas razones, organismos internacionales como la OMS, y autoridades nacionales como el Ministerio de Salud de Chile, promueven activamente la transición hacia un modelo sustentado en la donación voluntaria, altruista y repetitiva, que ha demostrado ser más segura, trazable y eficaz para mantener reservas estables de hemocomponentes [1,2]. Fomentar esta modalidad no solo responde a principios bioéticos, sino que también permite consolidar una cultura de donación en la población laboralmente activa, garantizando la continuidad del recurso sanguíneo en situaciones de emergencia y reduciendo la dependencia de colectas reactivas en momentos críticos.

Uno de los principales obstáculos para fidelizar a los donantes es la aparición de reacciones adversas a la donación (RADs), que pueden clasificarse como leves (ej. mareo, palidez), moderadas (ej. pérdida breve de consciencia) o graves (ej. convulsiones, trauma por caída)

[6–8], en la tabla 1 resumen las principales reacciones adversas a la donación, la severidad en su clasificación y la descripción clínica.

Tabla 1. Reacciones adversas más frecuentes a la donación de sangre.

Tipo de reacción	Severidad	Descripción clínica	Referencias
Mareo, palidez, sudoración (vasovagal leve)	Leve	Sensación de vértigo, sudoración fría, palidez, náuseas, ansiedad.	[6,7,9]
Pérdida transitoria de conciencia	Moderada	Síncope de breve duración (<30 segundos), asociado a hipoperfusión cerebral.	[8,10,13]
Convulsiones, caídas con trauma	Grave	Síncope prolongado (>30 segundos), pérdida del control postural, convulsiones.	[11,14,15]
Hematoma en sitio de punción	Leve	Acumulación subcutánea de sangre, habitualmente autolimitada.	[6,12]
Dolor local o parestesias	Leve	Dolor o sensación de adormecimiento en brazo o mano, por irritación nerviosa.	[7,16]
Hipotensión ortostática	Moderada	Descenso brusco de presión arterial al incorporarse, sin pérdida de conciencia.	[10,17]
Náuseas y vómitos	Leve	Molestias gastrointestinales, habitualmente autolimitadas.	[6,7,9]
Espasmos o rigidez muscular (tetania)	Moderada	Contracciones musculares involuntarias por hiperventilación o ansiedad.	[8,14]

Estas reacciones no solo generan malestar físico, sino que impactan negativamente en la percepción general del acto de donar, lo cual puede disuadir la participación futura. En estudios retrospectivos, las RADs han sido identificadas como una de las principales razones por las que los donantes no retornan a una segunda o tercera donación [9]. Las reacciones vasovagales, en particular, se presentan con mayor frecuencia en donantes primerizos y jóvenes, y están influenciadas por factores como el estrés, el miedo a las agujas, el ayuno prolongado, la hipovolemia o el bajo retorno venoso [10,11].

Además, se ha documentado que muchos eventos adversos post-donación están subreportados, ya que los donantes se retiran del lugar sin seguimiento adecuado, lo que limita la capacidad de los centros de hemoterapia para implementar medidas de mejora

continua [12]. La subestimación de estas reacciones puede falsear las tasas de seguridad, dificultar la trazabilidad de los casos y debilitar la confianza del donante en el sistema de salud.

El síncope vasovagal, descrito originalmente por Sir Thomas Lewis, constituye una respuesta reflejo del sistema nervioso autónomo ante estímulos emocionales o físicos intensos, y se manifiesta clínicamente con una súbita disminución de la frecuencia cardíaca y de la presión arterial, lo que reduce el flujo sanguíneo cerebral y provoca pérdida transitoria de la consciencia [13,14]. Esta reacción es particularmente relevante en el contexto de la donación de sangre, ya que puede comprometer la seguridad del donante durante y después del procedimiento, generando caídas, traumatismos e incluso fracturas en casos severos [15].

Desde el punto de vista fisiológico, la presión arterial media (PAM) es un parámetro crítico que asegura una adecuada perfusión cerebral. Cuando la PAM desciende por debajo de 60 mmHg, se pierde la autorregulación del flujo cerebral, generando un riesgo considerable de hipoxia neuronal [16]. Por ello, el manejo preventivo de estos episodios no solo protege la integridad del donante, sino que también contribuye a generar una experiencia positiva, aspecto determinante en la fidelización de donantes voluntarios. La literatura internacional sugiere que donantes con experiencias negativas tienen una probabilidad significativamente menor de reincorporarse a futuros procesos de donación [9,17].

Considerando lo anterior, la implementación de estrategias que reduzcan la incidencia de RADs es clave para fortalecer los programas de donación de sangre. Estas estrategias deben centrarse en medidas preventivas, tecnológicas y educativas que favorezcan la estabilidad hemodinámica del donante y reduzcan su nivel de ansiedad durante el procedimiento.

Diversas intervenciones fisiológicas han sido propuestas para prevenir las RADs, incluyendo técnicas de tensión muscular aplicada en miembros inferiores, como el cruce de piernas o la compresión intermitente neumática [18–20]. Estas estrategias han mostrado ser efectivas al mejorar el retorno venoso y la oxigenación cerebral durante la extracción de sangre. En este contexto, el presente estudio se propuso desarrollar y validar un protocolo automatizado de compresión muscular isométrica e isotónica en extremidades inferiores, mediante el uso del dispositivo Kendall SCD™ Express, en combinación con ejercicios de tensión muscular en miembros superiores.

Este estudio se realizó en el Banco de Sangre del Hospital del Trabajador de Santiago y en colectas externas organizadas por la Asociación Chilena de Seguridad (ACHS). Utilizando un diseño experimental aleatorizado, se comparó la incidencia de RADs en un grupo intervenido con protocolo automatizado versus un grupo control con protocolo manual.

IV. Definición del problema, pregunta de investigación y objetivos

Definición del problema: En Chile, la tasa de donación de sangre voluntaria y a repetición sigue siendo baja en comparación con los estándares internacionales, situación que compromete la disponibilidad oportuna de hemocomponentes seguros, especialmente en contextos como los accidentes laborales. Según la OMS, menos del 40% de las donaciones en países de ingresos medianos y bajos provienen de donantes voluntarios no remunerados, lo cual incluye al contexto chileno [1]. Esta limitación estructural genera una dependencia de campañas reactivas o de donaciones por reposición, con menor nivel de seguridad transfusional [2].

Uno de los factores determinantes en la deserción de donantes es la ocurrencia de reacciones adversas a la donación (RADs), en particular las del tipo vasovagal, que afectan negativamente la experiencia del donante y su disposición a reincorporarse [6,9,17]. Estas reacciones, aunque mayoritariamente leves, pueden tener consecuencias clínicas, emocionales y logísticas, generando pérdida de confianza, ausentismo laboral y, en casos severos, lesiones físicas por caídas asociadas a síncope [11,15]. A pesar de los avances en hemovigilancia, la subnotificación de RADs sigue siendo un problema recurrente, limitando la capacidad de implementar intervenciones preventivas efectivas [12,18]. Este fenómeno ocurre porque muchos donantes abandonan el sitio de extracción poco después del procedimiento, sin vigilancia posterior, lo que impide detectar eventos diferidos y restringe el aprendizaje institucional para mejorar los protocolos de atención.

Pregunta de investigación: ¿La implementación de un protocolo preventivo automatizado de compresión muscular en extremidades superiores e inferiores reduce la incidencia de reacciones adversas a la donación de sangre, en comparación con el manejo convencional, en trabajadores que participan como donantes en el Hospital del Trabajador de Santiago?

Objetivos:

Objetivo General: Desarrollar un protocolo preventivo de reacciones adversas de los donantes de sangre mediante la compresión neumática en extremidades de forma isotónica e isométrica.

Objetivos Específicos:

1. Diseñar un protocolo preventivo automatizado de compresión de tensión muscular para extremidades superiores e inferiores en donantes de sangre.
2. Validar el protocolo preventivo automatizado de compresión de tensión muscular para extremidades superiores e inferiores en donantes de sangre.

V. Revisión de la literatura o experiencias relevantes

La donación de sangre es un procedimiento generalmente seguro; sin embargo, entre un 2% y un 5% de los donantes pueden presentar reacciones adversas, especialmente del tipo vasovagal, que incluyen mareo, sudoración, náuseas o síncope [6,7,9]. Estas reacciones afectan la experiencia del donante y pueden disuadir su futura participación. Estudios realizados en países como Canadá, España y Brasil han evidenciado que las tasas de retorno de donantes se reducen significativamente tras una experiencia negativa en el proceso de donación [17,19].

Para reducir la incidencia de estas reacciones, se han propuesto diversas estrategias tanto conductuales como tecnológicas:

Medidas conductuales:

Hidratación previa: Se recomienda que los donantes consuman líquidos antes de la extracción para mantener un volumen sanguíneo adecuado, lo que puede ayudar a prevenir episodios de hipotensión [24].

Consumo de alimentos salados: Algunos estudios sugieren que ingerir alimentos salados antes de la donación puede ayudar a mantener la presión arterial y reducir el riesgo de reacciones vasovagales [25].

Orientación psicológica: Brindar información clara y apoyo emocional puede disminuir la ansiedad del donante, reduciendo la probabilidad de reacciones adversas [26].

Técnicas de tensión muscular aplicada (TMA): Estrategias como el cruce de piernas o la contracción intermitente de los músculos de las extremidades inferiores activan la bomba muscular, mejorando el retorno venoso y estabilizando la presión arterial durante la extracción de sangre [14,18,20].

Intervenciones tecnológicas:

Compresión neumática intermitente: El uso de dispositivos como el Kendall SCD™ Express ha demostrado ser eficaz en la prevención del tromboembolismo venoso y podría adaptarse para mejorar el retorno venoso en donantes de sangre, reduciendo la incidencia de reacciones adversas [15,21].

Distracción durante la donación:

Implementar técnicas de distracción, como el uso de objetos de presión en las manos (por

ejemplo, pelotas compresivas) o estímulos audiovisuales, puede reducir la activación del sistema nervioso autónomo parasimpático, disminuyendo la probabilidad de reacciones vasovagales [9,10,22].

Suplementación con hierro:

Para donantes frecuentes o adolescentes, la suplementación con hierro puede ser beneficiosa para reponer los depósitos de hierro y prevenir la anemia post-donación. Se recomienda una dosis de hierro elemental de 18 a 28 mg por día durante 60 días después de la donación [27].

Monitoreo post-donación:

Después de la donación, es esencial que el donante descanse en una zona de observación, donde pueda relajarse y consumir un refrigerio ligero. Este período de observación, que suele durar unos 15 minutos, permite detectar y manejar oportunamente cualquier reacción adversa inmediata [28].

La implementación combinada de estas estrategias ha demostrado ser efectiva para mejorar la experiencia del donante, reducir la incidencia de reacciones adversas y fomentar la fidelización de donantes voluntarios y repetitivos, contribuyendo así a la sostenibilidad de los sistemas de hemoterapia [1,2,23].

Estas evidencias respaldan el diseño e implementación del presente proyecto, que integra componentes fisiológicos y tecnológicos para prevenir reacciones adversas y mejorar los estándares de seguridad transfusional en el ámbito laboral.

VI. Descripción de la metodología o etapas de la innovación

Este estudio corresponde a un ensayo clínico aleatorizado con dos grupos paralelos (grupo experimental y grupo control), llevado a cabo en el Banco de Sangre del Hospital del Trabajador de Santiago y en campañas externas organizadas por la Asociación Chilena de Seguridad (ACHS), entre enero y octubre de 2024.

Población y muestra: Se incluyeron hombres y mujeres entre 17 y 64 años, donantes voluntarios que cumplieran los requisitos establecidos por la Norma Técnica N° 38 del Ministerio de Salud de Chile para la selección de donantes de sangre total. Se excluyeron personas con antecedentes de trastornos cardiovasculares, neurológicos o cualquier condición que contraindique la compresión neumática.

- Se utilizaron criterios de **aleatorización de tipo preferencial**.

para asignar a los participantes al grupo experimental o al grupo control. Cada grupo estuvo conformado por 205 donantes (n=410), de acuerdo con un cálculo de tamaño muestral con una potencia del 84,1%, un nivel de significación de 5% y considerando una pérdida esperada del 20%.

Grupo experimental: Se empleó el dispositivo Kendall SCD™ Express, el cual aplica presión neumática secuencial en ambas piernas mediante botas de compresión. El dispositivo operó ciclos de compresión de entre 20 y 60 segundos durante un máximo de 15 minutos, manteniéndose activo durante todo el proceso de flebotomía. Además, a los 30 segundos de iniciada la extracción, los donantes realizaron 20 compresiones alternadas con pelotas compresivas en ambas manos, seguidas de ejercicios de dorsiflexión de tobillos con rodillas extendidas, imitando el movimiento de marcha [21,24].

Grupo control: Los donantes del grupo control siguieron el protocolo convencional. Recostados en la camilla, realizaron 20 compresiones manuales con pelotas, ejercicios isométricos elevando ambas piernas a 30°, seguidos de tres dorsiflexiones por pierna. Estas rutinas se repitieron hasta el término de la extracción sanguínea, que comprendía un volumen estándar de 460 mL \pm 10%.

Procedimientos posteriores: Tras la flebotomía, en ambos grupos se aplicó un ciclo final de compresión (experimental) o una ronda de ejercicios (control), seguido del consumo de una bebida rehidratante. La presión arterial fue controlada en posición sentada; si se detectaba una caída \geq 20 mmHg en la presión sistólica o \geq 10 mmHg en la diastólica, se repetían los ejercicios descritos cada 2–5 minutos hasta la estabilización [6,11,15,25].

Instrumento de medición: Se utilizó una Hoja de Registro de Reacciones Adversas a la Donación, diseñada previamente para clasificar las reacciones vasovagales en leves (mareo, parestesias, náuseas), moderadas (pérdida de conciencia <30 segundos, disnea, taquicardia) y graves (convulsiones, trauma por caída, pérdida de conciencia >30 segundos) [7,8,10]. Se complementó con un registro demográfico individual que incluía edad, sexo, peso, talla, IMC, antecedentes médicos relevantes y estado de salud general.

Análisis estadístico

Aspectos éticos: El protocolo fue aprobado por el Comité de Ética del Hospital del Trabajador de Santiago, garantizando el cumplimiento de los principios de la Declaración de Helsinki, que incluye la Ley 20.120 (2006) Investigación en Seres Humanos, Ley 20.584 (2012) Derechos y Deberes en Atención de Salud y Ley 19.628 (1999) de Protección de Datos Personales. Todos los participantes firmaron consentimiento informado antes de su inclusión en el estudio.

VII. Resultados

La captación de donantes de sangre utilizando el protocolo preventivo automatizado incluyó el periodo del 1 de enero al 15 de noviembre de 2024. Durante este período se reclutaron 410 donantes, distribuidos equitativamente entre el grupo intervenido (n=205) y el grupo control (n=205).

Características generales de la población

Del total de participantes, el 37,0% correspondió a mujeres y el 62,9% a hombres. En el grupo control, el 42,9% fueron mujeres y el 57,1% hombres; mientras que, en el grupo intervenido, el 31,2% fueron mujeres y el 68,7% hombres. En la tabla N°1 se resumen las características generales de los participantes del estudio.

Grupo control

El promedio de edad en mujeres fue de 34,8 años y 34,2 en hombres. El IMC promedio fue de 28,6 kg/en mujeres y en hombres de un 27,5, con una estatura promedio en mujeres 1,61 y en hombres 1,73; Hemoglobina promedio en mujeres 14,0 g/dL, y en varones 15,2 g/dL. La PAM promedio pre donación en mujeres fue de 90 mmHg y post de un 88 mmHg mientras que en varones la PAM promedio pre donación y post donación fue de 91 mmHg, 23 donantes fueron mujeres primerizas representando un 26,1%, de las donantes mujeres de este grupo y 34 (24,5%) donantes hombres primerizos.

Grupo Intervenido

De la totalidad de donantes atendidos con el protocolo semi automatizado de compresiones de musculatura superior e inferior isotónicas e isométricas 64 (31,2%) fueron mujeres mientras que 141 (68,7%) fueron hombres. Se observó una reacción adversa de carácter leve el cual representa 0,48%.

El promedio de edad fue de 37,5 años en mujeres y 36,8 en Hombres el IMC promedio fue 28,4 en mujeres y en hombres 27,6; estatura en mujeres fue en promedio de 1,59 y hombres 1,73 respectivamente; Hemoglobina promedio en mujeres 13,9 g/dL, en varones 15,9 g/dL. El promedio de PAM pre donación tanto en mujeres como hombres fue de 91 mmHg y PAM post donación fue 89 mmHg, en mujeres y 92 mmHg en varones , el porcentaje de donantes primerizos en mujeres fue 26,5 %(17) y en hombres fue de 27,6%. (39)

Tabla N° 1. Características generales de la población estudiada

	Total	Grupo Control (n=88)	Grupo Intervenido (n=64)	
F e m e n i n a	Edad (media - rango) años	36,15(18-61)	34,8 (19-61)	37,5 (18-61)
	Estatura (media - rango) metros	1,60 (1,49-1,75)	1,61 (1,49-1,75)	1,59 (1,50-1,70)
	IMC (media - rango)	28,5 (19,8-44,9)	28,6(19,8-44,9)	28,4 (20,4-41,3)
	Hemoglobina (media - rango) g/dl	13,9 (12,5-17,0)	14,0 (12,6-16,4)	13,9 (13,9-17,0)
	PAM pre-donación (media - rango) mgHg	84,25 (70-111)	90 (70-105)	78,5 (76-111)
	PAM post-donación (media - rango) mgHg	88,5 (57-116)	88 (57-105)	89 (70-116)
	N° de donantes primerizos	40 (26,3%)	23 (26,1%)	17 (26,5%)
M a s c u l i n o	Edad (media - rango) años	35,5 (17-64)	34,2 (18-64)	36,8 (17-63)
	Estatura (media - rango) metros	1,73 (1,56-1,91)	1,73 (1,60-1,90)	1,73 (1,56-1,91)
	IMC (media - rango)	27,7 (18,7-42,5)	27,8 (18,7-42,5)	27,7 (20,9-42,0)
	Hemoglobina (media - rango) g/dl	15,4 (13,0-17,9)	15,2 (13,1-17,9)	15,5 (13,5-17,8)
	PAM pre donación (media - rango) mgHg	91 (74-110)	91 (75-110)	91 (74-113)
	PAM post donación (media - rango) mgHg	92 (71-114)	91 (71-110)	93 (73-116)
	N° de donantes primerizos	74 (28,6%)	34 (29,1%)	40 (28,3%)
A m b o s	Edad (media - rango) años	35,8 (17-64)	34,5 (19-64)	37,1 (17-63)
	Estatura (media - rango) metros	1,66 (1,49-1,91)	1,67 (1,49-1,90)	1,66 (1,50-1,91)
	IMC (media - rango)	28,1 (18,7-44,9)	28,2 (18,7-44,9)	28,0 (20,4-42,0)
	Hemoglobina (media - rango) g/dl	14,6 (12,5-17,9)	14,6 (12,6-17,9)	14,7 (12,5-17,8)
	PAM pre donación (media - rango) mgHg	87,6 (70-111)	90,5 (70-107)	84,7 (74-111)
	PAM post donación (media - rango) mgHg	90,2 (57-116)	89,5 (57-110)	91 (70-116)
	N° de donantes primerizos	114 (27,8%)	57 (16,6%)	57 (27,8%)
P o s	Población femenina Si N.º (%)	152 (37,0%)	88 (42,9%)	64 (31,2%)
	Población masculina Si N.º (%)	258 (62,9%)	117 (57,1%)	141 (68,7%)
	RADs Si N.º (%)	5 (0,97%)	4 (1,95%)	1 (0,48%)

PAM = Presión Arterial Media.

RADs = Reacciones Adversas a la donación.

Tabla N°2. características de las reacciones adversas de la población estudiada

	Grupo Control (n=4)		Grupo Intervenido (n=1)
Sexo	F(3)	M(1)	F (1)
Edad	25-35 años (4)		20-25 años (1)
Donaciones previas	Si (2)	No (2)	No (1)
Hipotensión	Si (4)		No (1)
Hematofobia	No (3)	Si (1)	Si (1)

Reacciones adversas a la donación

Se reportaron 5 reacciones adversas a la donación (RADs) en total, con una distribución desigual entre los grupos: el grupo control presentó 4 casos (1,95%), mientras que el grupo intervenido registró solo 1 caso (0,48%), lo que resultó en un riesgo relativo (RR) de 4,06 (IC 95%: 0,34-4,58) para el grupo control.

La caracterización de las RADs mostró un predominio femenino en ambos grupos (75% en el control [3/4] vs. 100% en el intervenido [1/1]). Respecto al historial de donaciones, el 100% (1/1) de los casos del grupo intervenido no tenía donaciones previas, en contraste con el 50% (2/4) del grupo control. En cuanto a las manifestaciones clínicas, se observó que la hipotensión fue exclusiva del grupo control (100%, 4/4), mientras que la hematófobia tuvo mayor prevalencia en el grupo intervenido (100% vs. 75% en el

control).

El grupo control presentó 4 veces más RADs que el intervenido, con diferencias clave en la distribución por sexo, la presencia de hipotensión (solo en el control) y la frecuencia de hematofobia (mayor en el intervenido). Además, la ausencia de donaciones previas fue un factor constante en el grupo intervenido, mientras que en el control no se observó una tendencia definida (50%).

Hipotensión ortostática

Se observó una disminución general de 1,25% de la PAM en la población estudiada (410 donantes) la cual se dividió en los grupos analizados de la siguiente forma en el grupo intervenido se observó una incidencia significativamente menor de hipotensión post-donación en comparación con el grupo control (7 casos [3,4%] vs 33 casos [16,1%]; promedio de 17,47, con una reducción relativa del riesgo del 78,8% (NNT = 8). En cuanto a la presión arterial media (PAM) pre-donación, el grupo control registró valores más elevados (90,5 mmHg; con un rango de 70-107) que el grupo intervenido 84,7 mmHg; con un rango de 74-111).

Tras la donación, se observó una disminución media de la PAM en el grupo control (89,5 mmHg; con un rango de 57-110; mientras que el grupo intervenido mostró un incremento significativo (91,0 mmHg; rango: 70-116; . La comparación intergrupala de los cambios mostró diferencia significativa (ANOVA, $F = 15,67$, $*p < 0,001$).

A nivel global, 22 donantes (5,6%) presentaron hipotensión ortostática según criterios estándar (descenso ≥ 20 mmHg sistólica y ≥ 10 mmHg diastólica). Esta incidencia fue significativamente menor en el grupo intervenido (4 casos [2,0%] vs 18 casos [8,8%]; y media de 9,85. Ante esta situación se procedió a reforzar el protocolo preventivo mediante la extensión del uso de bandas compresoras por cinco minutos adicionales en el grupo intervenido y la continuidad de los ejercicios isotónicos e isométricos en el grupo control, logrando la estabilidad hemodinámica si que se gatillaran reacciones adversas.

VIII. Recomendaciones para Sistema de Seguridad y Salud en el Trabajo

Con base en los resultados del estudio sobre la implementación de un protocolo preventivo automatizado para la captación de donantes de sangre, se proponen las siguientes recomendaciones destinadas a fortalecer el Sistema de Seguridad y Salud en el Trabajo (SSST) en instituciones de salud que gestionan procesos de donación:

- 1. Implementar protocolos preventivos automatizados para la donación de sangre** La evidencia demuestra que la aplicación de un protocolo automatizado de compresiones musculares isotónicas e isométricas reduce la incidencia de reacciones adversas a la donación (RADs) en comparación con el protocolo manual (0,48% vs 1,95%, respectivamente, representando un riesgo relativo de 0,25 respecto al grupo control, aunque sin diferencias estadísticamente significativas (IC 95%, 0,03 a 2,22). Su incorporación formal al SSST contribuiría a la mejora de la seguridad del donante y del personal sanitario [24].
- 2. Estandarizar la monitorización pre y post donación de la presión arterial** Dado que un 5,6% de los donantes del grupo control presentó hipotensión ortostática según los criterios internacionales (reducción ≥ 20 mmHg en la presión sistólica y ≥ 10 mmHg en la diastólica) sin desarrollar RADs, se recomienda institucionalizar esta medición como indicador de riesgo y como criterio para activar maniobras preventivas específicas [25].
- 3. Capacitar al personal en el reconocimiento y manejo de signos prodrómicos de RADs** La detección oportuna de signos como disminución de la PAM, palidez, sudoración o mareo, permite intervenir precozmente y evitar complicaciones. Se recomienda la formación periódica del personal técnico en medidas de estabilización hemodinámica y en la aplicación de protocolos preventivos diferenciados según grupo de riesgo [26].
- 4. Utilizar dispositivos automatizados de compresión como estrategia ergonómica y preventiva** Los sistemas semiautomatizados contribuyen a disminuir la carga física y cognitiva del personal, estandarizando el proceso de estimulación circulatoria y reduciendo la variabilidad técnica. Su inclusión en el SSST promueve un entorno laboral más seguro, especialmente en contextos de alta demanda asistencial [27].
- 5. Establecer registros estandarizados para la trazabilidad de incidentes relacionados con la donación** Se recomienda la creación de un sistema de registro unificado que incluya variables hemodinámicas, eventos adversos y factores de

riesgo del donante. Esto permitirá realizar vigilancia epidemiológica activa y retroalimentar de forma continua las estrategias del SSST [28].

6. Promover pausas activas y ejercicios de movilización guiada durante la espera

La realización de movimientos musculares guiados antes y después de la donación demostró ser eficaz para evitar la hipotensión postural. Su implementación puede extenderse como estrategia general de salud ocupacional, mejorando la circulación y previniendo síncope en diversos contextos clínicos [29].

IX. Conclusiones

Los hallazgos del presente estudio permiten concluir que la implementación de un protocolo preventivo automatizado basado en compresión muscular isométrica e isotónica de extremidades superiores e inferiores, mediante el uso del dispositivo Kendall SCD™ Express, se asocia a una tendencia a la disminución en la incidencia de reacciones adversas a la donación de sangre (RADs), en comparación con el protocolo convencional manual. Mientras que el grupo control presentó un 1,95% de RADs, el grupo intervenido redujo esta cifra a 0,48%, lo que evidencia una mejora clínica y operativa relevante [24]. Esta diferencia representa una reducción relativa del 75,3%, que, en términos prácticos, mejora la seguridad transfusional, optimiza el bienestar del donante y disminuye los tiempos de recuperación post-donación.

El protocolo automatizado mostró mayor eficacia en mantener la estabilidad hemodinámica de los donantes, especialmente en aquellos con disminuciones críticas de presión arterial media (PAM). A pesar de que un 5,6% de los participantes presentó hipotensión ortostática, definida como una reducción ≥ 20 mmHg en la presión sistólica y ≥ 10 mmHg en la diastólica, la aplicación de compresión neumática y ejercicios secuenciales permitió estabilizar los parámetros sin desencadenar RADs clínicamente evidentes [25]. Este hallazgo es especialmente relevante al considerar que la hipotensión ortostática, aunque no siempre sintomática, constituye un factor de riesgo reconocido para el desarrollo de síncope vasovagales [13,25].

Adicionalmente, la estrategia implementada resultó ser segura, factible y bien tolerada por los donantes, incluyendo a aquellos primerizos, quienes históricamente presentan mayor riesgo de síncope vasovagal [6,10,19]. Esta aceptación es un factor clave para la fidelización del donante voluntario, que constituye uno de los pilares estratégicos en los sistemas modernos de abastecimiento de sangre. Por otro lado, el protocolo también demostró ser una herramienta ergonómica útil para el personal de salud, al estandarizar procedimientos y disminuir la carga física y emocional en contextos de alta demanda asistencial [27]. La automatización de las maniobras preventivas libera tiempo operativo del personal, mejora la calidad de atención y disminuye la variabilidad técnica entre operadores.

Asimismo, el uso complementario de ejercicios de dorsiflexión y compresión manual en miembros superiores funcionó como una técnica de distracción efectiva y una herramienta fisiológica para estimular el retorno venoso. Esta estrategia combinada, según lo documentado en la literatura, tiene un impacto positivo en la prevención de la activación del sistema nervioso parasimpático, que es responsable de la mayoría de los eventos vasovagales [14,22].

En consonancia con la literatura internacional, la combinación de compresión neumática

intermitente, ejercicios musculares guiados y monitoreo hemodinámico activo representa una intervención preventiva costo-efectiva, que puede ser escalada a otros centros de donación y aplicada en contextos extrahospitalarios [14,15,29]. La replicabilidad y estandarización de este protocolo refuerzan su aplicabilidad en sistemas de salud ocupacional, con un enfoque centrado en la seguridad del paciente, la prevención de eventos adversos y la mejora continua de los procesos clínicos.

Por tanto, se recomienda la incorporación de este protocolo como parte integral del Sistema de Seguridad y Salud en el Trabajo (SSST), contribuyendo a una cultura de donación más segura, eficiente y humanizada. La innovación tecnológica aplicada a procedimientos rutinarios, como la donación de sangre, demuestra ser un vehículo eficaz para optimizar la experiencia del usuario y fortalecer la salud pública desde una perspectiva preventiva y basada en evidencia.

X. Referencias

1. World Health Organization. Blood safety and availability. WHO; 2020.
<https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/blood-safety-and-availability>
2. Ministerio de Salud de Chile. Política Nacional de Sangre y Hemoderivados. MINSAL; 2020.
3. Superintendencia de Seguridad Social. Informe Anual de Seguridad y Salud en el Trabajo. SUSESO; 2022.
4. Cruz REA. Autoexclusión confidencial inefectiva en donadores de sangre y factores asociados. *Patol Clin.* 1999;46:147–50.
5. Contreras M. Current risk associated with allogeneic blood transfusion. *Gac Méd Méx.* 2004;140:71–2.
6. Sultan S, et al. Adverse reactions in allogeneic blood donors. *Oman Med J.* 2016;31(2):124–8.
7. Múnera MI, et al. Reacciones adversas inmediatas a la donación. *Biomédica.* 2014;21(3):224.
8. Loera AG. Reacciones adversas a la donación. *Rev Mex Med Tran.* 2010;3(1):65–70.
9. Buela-Casal G, et al. Cuestionario de Ansiedad Estado-Rasgo. Madrid: TEA Ediciones; 2011.
10. Ramírez C, Toro C. Reacciones adversas a la donación. *Dspace.atalca.cl*; 2014.
11. Silva Ballester HM, et al. Hemovigilancia de las reacciones adversas. *Rev Cuba Hematol Inmunol Hemoter.* 2013;29(2):42–6.
12. Lewis T. Vasovagal syncope. *Br Med J.* 1932;1(3727):873–6.
13. Ditto B, et al. The effects of leg crossing on blood donor return. *Vox Sang.* 2013;105(4):299–304.
14. Wieling W, et al. Physiologic strategies to prevent fainting during blood donation. *Transfusion.* 2011;51(12):2727–38.
15. Caro Aragonés I, Garcia Cases S, Peral Ballester L, et al. Profilaxis de enfermedad tromboembólica venosa: dispositivos de compresión neumática intermitente. *Rev Med.* 2015;3:3–12.
16. Borda Más M, Martínez Cardona O, Blanco Picabia A. Eficacia de la técnica de tensión aplicada para el control del síndrome vasovagal en hematófobia. *Rev Psicopatol Psicol Clin.* 2014;3(1):39–53.
17. Ramos G, et al. Eficacia de un protocolo preventivo automatizado en la reducción de reacciones adversas a la donación de sangre. *Rev Chil Salud Pública.* 2023;27(3):122–30.
18. Freeman R, et al. Consensus statement on the definition of orthostatic hypotension. *Clin Auton Res.* 1996;6(4):181–2.
19. Organización Panamericana de la Salud. Guía para el manejo de efectos adversos en donantes de sangre. OPS/OMS; 2021.

20. González J, Paredes L. Intervenciones ergonómicas en servicios clínicos de alto flujo: impacto en el desempeño y salud del personal. *Rev Salud Ocup.* 2022;14(1):45–53.
21. Ministerio de Salud de Chile. Norma Técnica N°209: Registro y notificación de eventos adversos en bancos de sangre. Santiago: MINSAL; 2020.
22. Silva R, et al. Prevención de lipotimias en la donación mediante ejercicios guiados: una intervención efectiva y replicable. *Rev Enferm Chile.* 2020;26(2):88–94.
23. Mayo Clinic. Donación de sangre. [Internet]. [citado 2025 Mar 31]. Disponible en: <https://www.mayoclinic.org/es/tests-procedures/blood-donation/about/pac-20385144>
24. Manual MSD. Precauciones y reacciones adversas durante una transfusión de sangre. [Internet]. Disponible en: <https://www.merckmanuals.com>
25. Vitalant. Información e instrucciones para su donación de sangre. [Internet]. Disponible en: <https://www.vitalant.org>

XI. Anexos

Protocolo en Extenso: Ejercicio Combinado de Miembros Superiores e Inferiores con Compresión Neumática Automatizada para la Prevención de Reacciones Adversas en Donantes de Sangre

1. Objetivo: Implementar una estrategia preventiva estandarizada que combine la compresión neumática secuencial de miembros inferiores y ejercicios musculares activos de miembros superiores e inferiores, con el fin de disminuir la incidencia de reacciones adversas vasovagales durante la donación de sangre.

2. Equipamiento necesario:

- Dispositivo Kendall SCD™ Express.
- Botas de compresión neumática (tamaños S, M, L).
- Pelotas de compresión para manos (x2 por donante).
- Camilla de flebotomía reclinable.
- Bebida de rehidratación (200 mL).
- Monitor de presión arterial.
- Hoja de registro de reacciones adversas.
- Ficha clínica/demográfica del donante.

3. Población objetivo: Donantes voluntarios de sangre total entre 17 y 64 años, que cumplan criterios establecidos en la Norma Técnica N°38 del MINSAL. Se excluyen personas con antecedentes de trombosis venosa profunda, insuficiencia venosa grave, lesiones en extremidades inferiores, marcapasos o cualquier contraindicación para el uso de compresión neumática.

4. Procedimiento paso a paso:

4.1. Preparación del donante:

- Verificar consentimiento informado y antecedentes clínicos.
- Colocar al donante en posición supina sobre la camilla.
- Seleccionar el tamaño adecuado de las botas de compresión.
- Alinear las botas correctamente en ambas piernas (flechas azules hacia la zona posterior de la pantorrilla).
- Conectar las mangueras al dispositivo y encenderlo.
- Realizar chequeo interno del sistema (automático).

4.2. Inicio del protocolo automatizado:

- Iniciar ciclos de compresión neumática de 20 a 60 segundos.
- Duración total máxima: 15 minutos por donante.
- Iniciar flebotomía siguiendo protocolo estándar.

4.3. Ejercicio activo combinado (30 segundos post-inserción de aguja):

- 20 compresiones alternadas de manos con pelotas (10 por mano).
- Ejercicio de dorsiflexión de tobillos con rodillas extendidas (simulando caminata).
- Repetir alternadamente hasta finalizar la donación.

4.4. Post-donación:

- Aplicar ciclo final de compresión neumática antes de retirar botas.
- Aplicar curación compresiva en el sitio de punción.
- Sentar al donante y administrar 200 mL de bebida rehidratante.
- Medir presión arterial post donación.

4.5. Manejo de hipotensión postural:

- Si hay descenso ≥ 20 mmHg PAS o ≥ 10 mmHg PAD, repetir ejercicios de dorsiflexión y activar compresión neumática por 2 a 5 minutos.
- Reevaluar hasta estabilización.

5. Evaluación de resultados:

- Registrar todas las reacciones adversas utilizando la Hoja de Registro clasificada por severidad:
 - Leves: mareo, sudoración, parestesia.
 - Moderadas: pérdida de conciencia < 30 seg, disnea, taquicardia.
 - Graves: convulsiones, caídas, pérdida de conciencia > 30 seg.
- Completar ficha demográfica del donante (edad, sexo, IMC, comorbilidades, etc.).

6. Consideraciones finales:

- Cumplir con la Norma Técnica 0212 respecto a tiempo de extracción:
 - ≤ 10 minutos: unidad apta para todos los componentes.
 - 10-15 minutos: solo glóbulos rojos utilizables.
- Asegurar registro y trazabilidad de eventos.
- Entrenamiento periódico del personal en la aplicación del protocolo.