

Optimización de estrategias de evaluación del riesgo cardiovascular: integración de biomarcadores serológicos y parámetros clínicos

Optimization of cardiovascular risk assessment strategies: integration of serological biomarkers and clinical parameters

Boris Alberto Gary Zambra^{1*}  <https://orcid.org/0000-0002-9809-3158>

Jorge Guerra Chirino¹  <https://orcid.org/0009-0000-6165-0224>

¹Universidad Viña del Mar, Escuela Ingeniería y Negocios. Chile.

* Autor para la correspondencia: boris.gary@uvm.cl

RESUMEN

Introducción: En la empresa *Valorice*, la evaluación inicial con el Score de Framingham realizada por la mutualidad indicó que el 93,75 % de los trabajadores tenían bajo riesgo cardiovascular. La integración de biomarcadores serológicos y una encuesta de salud dirigida permitió identificar riesgos no detectados por métodos convencionales para ampliar el espectro de pesquisa de posibles alteraciones que pudiesen generar patologías de riesgos cardiovasculares.

Objetivo: Proponer un protocolo que mejore la detección del riesgo cardiovascular.

Métodos: Estudio descriptivo no experimental con 16 voluntarios de 40 posibles. Se aplicó encuesta de salud dirigida, además de evaluación de biomarcadores serológicos.

Resultados: El 93,75 % de los trabajadores mostró bajo riesgo cardiovascular con *Score de Framingham* según mutualidad. La evaluación serológica y encuesta de salud dirigida revelaron que tres trabajadores tenían riesgo cardiovascular alto por encuesta técnica, y uno por prohormona natriurética cerebral N-terminal.

Conclusiones: En función de los resultados obtenidos se recomienda implementar programas preventivos que integren biomarcadores y encuestas dirigidas, además, finalizar la implementación del protocolo para mejorar indicadores de riesgos cardiovasculares de trabajadores.

Palabras clave: riesgo cardiovascular; biomarcadores; salud ocupacional; minería; evaluación clínica; factores subestimados

ABSTRACT



Esta obra está bajo una licencia

[Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional \(CC BY-NC-SA 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

Introduction: In the Valorice company, the initial evaluation with the Framingham Score carried out by the mutual insurance company indicated that 93.75% of the workers had low cardiovascular risk. The integration of serological biomarkers and a targeted health survey made it possible to identify risks not detected by conventional methods to expand the spectrum of research of possible alterations that could generate cardiovascular risk pathologies.

Objective: Propose a protocol that improves the detection of cardiovascular risk.

Methods: Non-experimental descriptive study with 16 volunteers out of 40 possible. A targeted health survey was applied, in addition to evaluation of serological biomarkers.

Results: The 93.75% of the workers showed low cardiovascular risk with Framingham Score according to mutual insurance. The serological evaluation and directed health survey revealed that three workers had high cardiovascular risk by technical survey, and one by N-terminal brain natriuretic hormone (PRO-BNP).

Conclusions: Based on the results obtained, it is recommended to implement preventive programs that integrate biomarkers and targeted surveys, in addition, to finalize the implementation of the protocol to improve cardiovascular risk indicators for workers.

Keywords: cardiovascular risk; biomarkers; occupational health; mining; clinical evaluation; underestimated factors

Recibido: 20 de noviembre de 2024

Aceptado: 15 de febrero de 2025

Editor a cargo: MSc. Belkis Lidia Fernández Lafargue

Introducción

Desde el punto de vista de la salud ocupacional y medicina laboral, la evaluación del riesgo cardiovascular en el ámbito laboral ha emergido como una prioridad dentro de la salud ocupacional, particularmente en la industria minera chilena, donde la salud física y mental de los trabajadores es necesaria para la correcta calidad de vida de las personas, sino que también resulta fundamental para la continuidad y eficiencia operativa. Las enfermedades cardiovasculares representan una de las principales causas de morbilidad a nivel global, impulsando la necesidad de estrategias preventivas que reduzcan los riesgos generales que elevan la probabilidad estadística de presentar enfermedades cardiovasculares.⁽¹⁾ Sin embargo, los métodos convencionales, como el *Score* de *Framingham*, aunque ampliamente utilizados, presentan limitaciones significativas, especialmente en poblaciones no anglosajonas, mujeres jóvenes en edad fértil y trabajadores



Esta obra está bajo una licencia

[Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional \(CC BY-NC-SA 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

con bajo riesgo cardiovascular, como personas jóvenes, debido a que los subestima.⁽²⁾ Estas deficiencias evidenciarían la necesidad de enfoques más integrados, adaptados a las particularidades de la población trabajadora de empresas como *Valorice*.

En Chile, el Ministerio de Salud ha adaptado el *Score* de *Framingham* para estimar el riesgo coronario a diez años⁽³⁾; integrando factores como la edad, el sexo, el hábito de fumar, la presión arterial y los niveles de colesterol. No obstante, estudios recientes como el de la Dra. Kunstmann de la Clínica las Condes del año 2012, han revelado que este sistema puede sobreestimar el riesgo en ciertos grupos y subestimarlos en otros determinando de esta forma, la importancia de complementarlo con biomarcadores serológicos que permitan una evaluación más temprana y precisa del riesgo cardiovascular.⁽⁴⁾ La presente investigación propone, en este contexto, un protocolo integral que combina la evaluación clínica tradicional, con el análisis de biomarcadores serológicos como el Péptido Natriurético Atrial (*ANP*, por sus siglas en inglés),⁽⁵⁾ la Procalcitonina (*PCT*)⁽⁶⁾ y la Proteína C Reactiva (*PCR*).⁽⁷⁾ La inclusión de estos biomarcadores ha demostrado ser prometedora, ofreciendo una visión general más completa del estado de salud cardiovascular de los trabajadores, aun cuando se debe destacar, que se encuentran pendientes múltiples investigaciones que avalen su uso de forma genérica.

Aunque Chile dispone de políticas que fomentan la identificación y evaluación de riesgos laborales, en una empresa dedicada a las consultorías, asesorías y auditorías a la minería, ha identificado la necesidad de reforzar sus sistemas de evaluación de salud ocupacional, mediante el uso de herramientas adicionales que mejoren la precisión en la evaluación del riesgo cardiovascular de su equipo laboral, debido a que, información especializada en minería⁽⁸⁾ ha demostrado que han fallecido trabajadores en este sector debido a enfermedades cardiovasculares, específicamente infartos agudos al miocardio, inclusive en jóvenes, lo cual ha llamado de forma relevante la atención del mundo minero y de la salud ocupacional. Es oportuno mencionar, que existen factores de riesgo cardiovasculares, tanto modificables como la hipertensión, sobrepeso y obesidad, además de hábitos no saludables como el tabaquismo respectivamente, los cuales pueden afectar de forma significativa la calidad de vida y salud de las personas⁽⁹⁾ y eventualmente, el rendimiento y seguridad en las operaciones de la empresa.

Un estudio ha sugerido el uso biomarcadores y herramientas para determinar el riesgo cardiovascular⁽¹⁰⁾. Un ejemplo de biomarcador recomendado es la prohormona natriurética cerebral N-terminal (*PRO-BNP*) por la literatura anteriormente presentada, Esta investigación indica que una aproximación integral podría beneficiar al trabajador desde el punto de vista de ayuda en la predicción de enfermedades cardiovascular. Si el uso de estos marcadores se utiliza como elemento colaborador en la detección de riesgo cardiovascular, podría además reforzar la imagen y reputación de la empresa, al demostrar preocupación por la salud ocupacional de los trabajadores, al utilizar nuevas herramientas con base científica. En esta línea, el presente estudio presenta las bases para la creación de programas preventivos de mayor precisión, demostrando que



la participación activa de los trabajadores en la identificación y gestión de sus riesgos de salud fortalece la cultura de autocuidado y promueve un ambiente laboral seguro y saludable mediante la propuesta de un protocolo que mejore la detección del riesgo cardiovascular.

Métodos

Este estudio fue de diseño descriptivo, de carácter no experimental, orientado a la observación y análisis de datos en un entorno real sin intervención directa en las variables, pues tuvo como objetivo evaluar el riesgo cardiovascular en un grupo específico de trabajadores de la empresa *Valorice*, mediante la combinación de un método tradicional, el *Score* de *Framingham*, obtenido del examen de su mutualidad y la integración de biomarcadores serológicos. Dado que el mencionado *score* ha mostrado limitaciones en ciertas poblaciones, este estudio propone una alternativa de evaluación que proporcione precisión y pueda ser aplicada en el ámbito laboral minero para una identificación temprana de este tipo de riesgo.

La población a estudiar y analizar, que corresponde a la totalidad de los trabajadores de la empresa *Valorice*, fueron 40 trabajadores. La muestra quedó constituida por 16 que aceptaron participar voluntariamente en el estudio, habiéndose obtenido su consentimiento informado para la realización de las pruebas y análisis correspondientes, en virtud de la ley N°20.584 y protección de su ficha clínica, en virtud de la ley N°19.628 de Chile. Estos trabajadores realizan labores en faenas mineras y están expuestos a condiciones laborales con posibles riesgos cardiovasculares, tales como la altitud geográfica, exposición a condiciones que pueden generar estrés y a agentes químicos.

El *Score* de *Framingham* fue utilizado como herramienta inicial para la estimación del riesgo cardiovascular de cada participante, empleando parámetros convencionales como la edad, presión arterial, niveles de colesterol, hábito de tabaquismo y antecedentes de diabetes mellitus. Este puntaje de riesgo cardiovascular fue obtenido directamente, de su examen ocupacional de la mutualidad a la que pertenece la empresa *Valorice*. Este método, ampliamente utilizado en entornos clínicos, calcula el riesgo de eventos cardiovasculares a diez años.

Como complemento al *Score* de *Framingham*, en virtud de la propuesta de estudio, se incorporaron tres biomarcadores serológicos: PRO-BNP, PCT y PCR. Estos biomarcadores fueron seleccionados con base en evidencia científica que sugiere su potencial como indicadores de riesgo cardiovascular. Las muestras de sangre fueron recolectadas en condiciones controladas y procesadas en un laboratorio certificado, llamado Laboratorio BIONET, ubicado en la ciudad de Antofagasta, para asegurar la precisión en la cuantificación de cada biomarcador establecido anteriormente.



Además de los factores de riesgo incluidos en el *Score* de *Framingham*, se tomaron en cuenta otros indicadores clínicos, como el índice de masa corporal (IMC) y los niveles de glucosa en sangre. Estos parámetros fueron obtenidos a partir de exámenes ocupacionales realizados previamente a los trabajadores, siendo confirmados. Esto permitió brindar una perspectiva integral de su estado de salud cardiovascular.

Con el propósito de profundizar en los antecedentes personales y estilos de vida de los trabajadores, se aplicó una encuesta de salud estructurada, creada para dicho fin, adaptada según D'Agostino y otros.⁽¹¹⁾ Este instrumento permitió recopilar información detallada sobre los hábitos de vida de los participantes, como la actividad física, el consumo de alcohol y otros antecedentes familiares de enfermedades cardiovasculares, además de los agentes de riesgos higiénicos a los cuales se ve expuesto el trabajador, como la exposición a hipobaría intermitente crónica, agentes químicos y condiciones que puedan generar estrés.

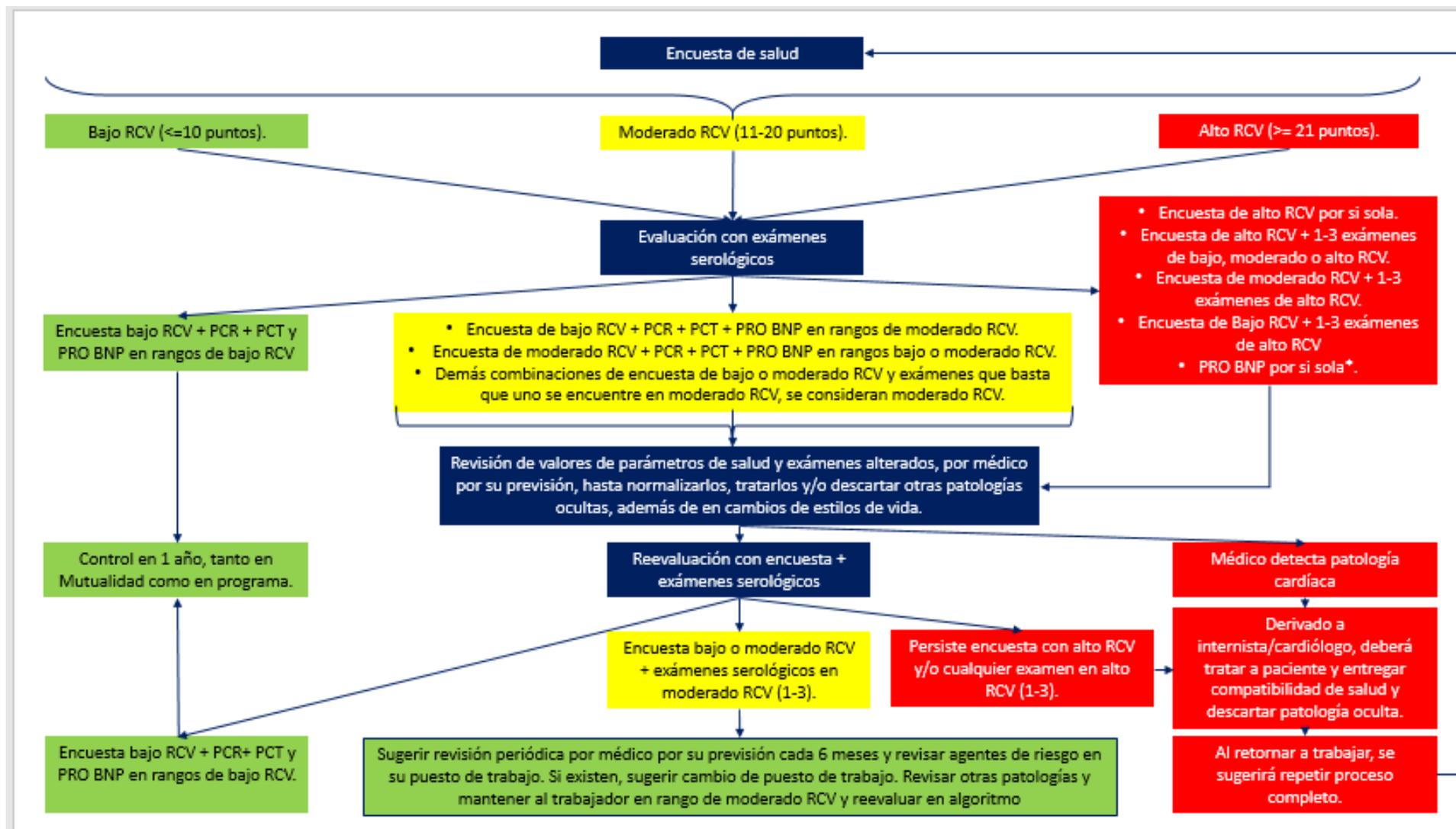
La recolección de datos se llevó a cabo en dos fases principales: En primer lugar, se obtuvieron datos de exámenes ocupacionales, previo consentimiento. Estos datos clínicos formaron la base para aplicar el *Score* de *Framingham* y facilitaron el análisis comparativo con los biomarcadores serológicos. Posteriormente, a los trabajadores se les realizaron la encuesta de salud dirigida, y al realizar un análisis más acabado entre toda la información recolectada se determinó su riesgo cardiovascular, adaptado a sus condiciones laborales actuales a las cuales se encuentran expuestos.

Se realiza la evaluación de exámenes serológicos, a través de obtención de sangre venosa. Las muestras de sangre fueron recolectadas de los trabajadores participantes, en un laboratorio acreditado para obtención de las muestras de sangre, utilizando métodos de extracción estándar para evitar la contaminación y asegurar la integridad de las muestras. Posteriormente, estas muestras fueron analizadas en dicho laboratorio para la cuantificación de PRO-BNP, Procalcitonina y PCR. Cada biomarcador fue analizado en relación con el riesgo cardiovascular de acuerdo con los puntos de corte establecidos en un estudio previo.⁽¹⁰⁾ Cabe destacar que a los trabajadores, al momento de ser evaluados, se les revisó su condición de salud y no presentaban cuadros respiratorios, gastrointestinales ni alérgicos.

Para el análisis de datos, se utilizó una hoja de cálculo de *Microsoft Excel*, versión 365, que permitió realizar un análisis de correlación y comparación de los valores obtenidos a partir del *Score* de *Framingham* de su mutualidad expresados en dicha hoja de cálculo, el puntaje obtenido de la aplicación de la encuesta de salud dirigida, realizada por médico y los niveles de biomarcadores serológicos, obtenidos de las muestras de sangre, analizadas en laboratorio.

Los trabajadores fueron clasificados en categorías de riesgo bajo, moderado y alto según sus puntajes en la encuesta de salud dirigida y los niveles de biomarcadores, permitiendo una evaluación integral que facilitara la toma de decisiones preventivas, representadas en el algoritmo (figura 1).





Fuente: Elaboración propia.

Fig. 1: Presentación del algoritmo propuesto.



Esta obra está bajo una licencia

[Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional \(CC BY-NC-SA 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

Resultados y discusión

Score de Framingham y Niveles de Riesgo

La tabla 1 muestra los resultados del Score de Framingham, obtenido de su examen ocupacional de su Mutuality, revela que la mayoría de los trabajadores (93,75 %) presenta un riesgo cardiovascular bajo. Solo un trabajador obtuvo un puntaje de 33 %, que indica un riesgo cardiovascular alto, lo cual evidencia la importancia de realizar intervenciones preventivas personalizadas, sumados a que es necesaria que la evaluación clínica de este puntaje sea obtenida de forma dirigida y acuciosa, por posible subestimación del real riesgo cardiovascular.

Tabla 1. Clasificación del riesgo cardiovascular según el Score de Framingham

| Sujeto de estudio | Riesgo cardiovascular | |
|-------------------|-----------------------|----|
| | Nivel | % |
| Sujeto 1 (M) | Bajo | 1 |
| Sujeto 2 (F) | Bajo | 1 |
| Sujeto 3 (F) | Bajo | 1 |
| Sujeto 4 (M) | Bajo | 2 |
| Sujeto 5 (M) | Bajo | 2 |
| Sujeto 6 (F) | Bajo | 1 |
| Sujeto 7 (M) | Bajo | 1 |
| Sujeto 8 (F) | Bajo | 2 |
| Sujeto 9 (M) | Bajo | 3 |
| Sujeto 10 (M) | Bajo | 1 |
| Sujeto 11 (F) | Bajo | 1 |
| Sujeto 12 (M) | Alto | 33 |
| Sujeto 13 (M) | Bajo | 1 |
| Sujeto 14 (M) | Bajo | 1 |
| Sujeto 15 (M) | Bajo | 1 |
| Sujeto 16 (M) | Bajo | 2 |

Fuente: Base de datos de la investigación.

Clasificación por riesgo cardiovascular según encuesta de salud



Esta obra está bajo una licencia

[Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional \(CC BY-NC-SA 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

La encuesta de salud, adaptada⁽¹¹⁾ aplicada en este estudio, permitió ampliar la clasificación de riesgo cardiovascular, identificando el riesgo como bajo en cinco trabajadores, moderado en ocho y alto en tres (tabla 2). Este análisis complementario destaca la variabilidad en el riesgo cardiovascular cuando se consideran factores adicionales, proporcionando una evaluación más integral. Estos factores de riesgo adicionales, correspondieron a identificación de factores de riesgos higiénicos, como exposición a metales como el manganeso, cromo hexavalente, arsénico, exposición a hipobaría intermitente crónica, además del estrés.

Tabla 2. Clasificación del riesgo cardiovascular según encuesta de salud

| Riesgo cardiovascular | | |
|-----------------------|----------|------|
| Bajo | Moderado | Alto |
| 5 | 8 | 3 |

Fuente: Base de datos de la investigación.

Tabaquismo y Riesgo Cardiovascular

En la tabla 3 se observa el comportamiento del hábito de tabaquismo comparado con el riesgo cardiovascular, aunque solo tres trabajadores fuman, uno de ellos se encuentra en el grupo de riesgo moderado y uno en el grupo de alto riesgo. Esto sugiere que, aun con una baja prevalencia de este hábito en la muestra, sigue siendo determinante, desde el punto de vista estadístico y clínico, en el incremento del riesgo cardiovascular, lo cual refuerza la necesidad de programas de reducción del consumo de tabaco dentro de la empresa.

Tabla 3. Prevalencia de hábito de tabaquismo y riesgo cardiovascular asociado

| Distribución según hábito de fumar | | |
|---------------------------------------|-------------------------------|---------------------------|
| Fumadores | No fumadores | |
| 3 | 13 | |
| Fumadores según riesgo cardiovascular | | |
| Fumadores con riesgo bajo | Fumadores con riesgo moderado | Fumadores con riesgo alto |
| 0 | 2 | 1 |

Fuente: Base de datos de la investigación.

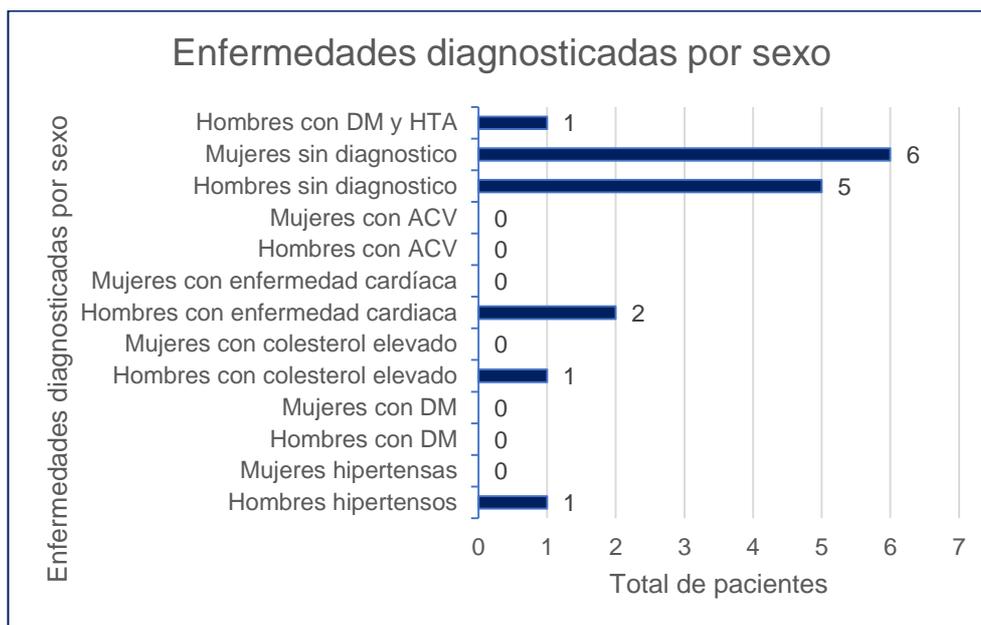
Prevalencia de diagnósticos de enfermedades cardiovasculares por sexos



Esta obra está bajo una licencia

[Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional \(CC BY-NC-SA 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

La figura 2, que presenta la distribución de enfermedades cardiovasculares diagnosticadas muestra que solo los hombres reportaron condiciones médicas relevantes: uno con hipercolesterolemia, otro con hipertensión, y uno más con diabetes e hipertensión. Ninguna mujer reportó enfermedades cardiovasculares diagnosticadas, lo cual podría indicar una tendencia de género en la manifestación de factores de riesgo en esta muestra. En términos generales, los hombres tienen mayor riesgo de enfermedades cardiovasculares que las mujeres, debido a la no presencia de estrógenos en ellos. Esta información es crucial para la implementación de estrategias de salud diferenciadas por género.



Nota: DM: diabetes mellitus, ACV: Accidente cerebrovascular, HTA: Hipertensión arterial.

Fuente: Base de datos de la investigación.

Fig. 2. Prevalencia de diagnósticos de enfermedades cardiovasculares por sexo.

Actividad física

La actividad física semanal es analizada como un posible factor protector. Los resultados (figura 3), reflejan que ocho trabajadores realizan actividad física de frecuencia moderada entre una y dos veces por semana, mientras que cuatro no la realizan. Este hallazgo destaca de forma relevante la necesidad de fomentar la actividad física como medida preventiva, ya que aquellos que no se ejercitan físicamente tienen una predisposición mayor a desarrollar factores de riesgo cardiovascular.

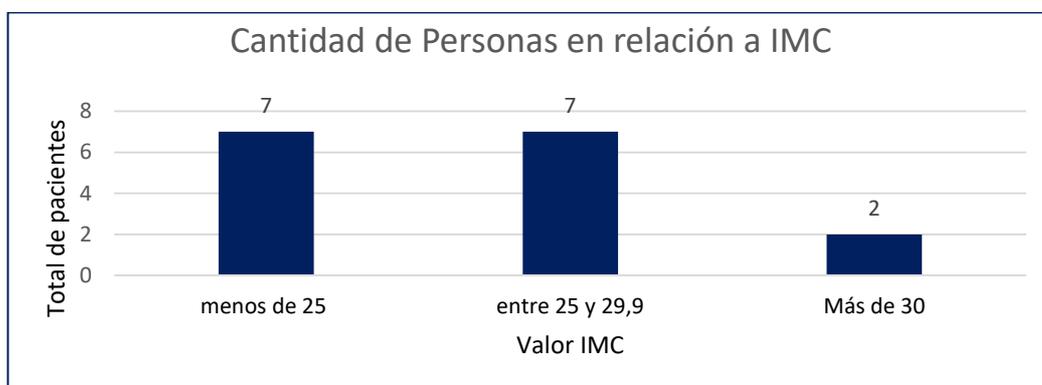


Fuente: Base de datos de la investigación.

Fig. 3. Frecuencia de realización de actividad física semanal.

Índice de Masa Corporal (IMC)

La figura que clasifica a los trabajadores según su índice de masa corporal muestra que siete trabajadores tienen un IMC normal (menor que 25), mientras que otros siete están en el rango de sobrepeso (entre 25 y 29,9), y dos presentan obesidad (mayor o igual que 30). Los trabajadores con sobrepeso y obesidad tienen un mayor riesgo cardiovascular, resaltando la necesidad de intervenciones para el control del peso dentro de la empresa-



Fuente: Base de datos de la investigación.

Fig. 4. Clasificación según IMC.

Biomarcadores Serológicos: PCT, PCR y PRO-BNP

Las figuras 4 y 5, respectivamente, muestran los valores de corte de los biomarcadores serológicos seleccionados y sus resultados preliminares que, en virtud del inicio del protocolo, fueron los siguientes:

Procalcitonina: Ningún trabajador superó el valor de corte de 0,1 ng/mL, lo que indica ausencia de infecciones sistémicas que podrían afectar los resultados cardiovasculares. Esto refuerza la utilidad de la PCT para descartar falsos positivos en la evaluación del riesgo cardiovascular.

Proteína C Reactiva: Los resultados de la PCR muestran que seis trabajadores tienen un nivel bajo de PCR, mientras que siete presentan niveles moderados y tres tienen niveles altos. La distribución sugiere que es posible que trabajadores tengan elevación de la PCR, por enfermedades ocultas, no relacionadas con enfermedades cardiovasculares. Es posible que existan falsos positivos. Las causas principales, son debido a que existen patologías ocultas, que puedan elevar este biomarcador, aun cuando se tomaron los resguardos específicos, especialmente en el momento de la toma, donde no había trabajadores con enfermedades respiratorias, tales como resfríos o alergias y enfermedades gastrointestinales. En este sentido, tal como establece el algoritmo, se debe finalizar el proceso, para descartar otras patologías concomitantes.

Péptido Natriurético Atrial: En esta evaluación, 15 trabajadores obtuvieron valores de PRO-BNP en el rango de bajo riesgo (68-112 pg/ml), mientras que solo un trabajador superó el valor de corte de 125 pg/ml, categorizado en alto riesgo cardiovascular. Este resultado destaca la especificidad del PRO-BNP para detectar alteraciones cardíacas incipientes, lo cual es fundamental para identificar individuos que podrían beneficiarse de una evaluación y seguimiento más intensivo. Cabe destacar que este sujeto de estudio, presentaba antecedentes de patología cardiovascular oculta, demostrando la importancia de su uso, a pesar de que el estudio analizó una muestra pequeña

Tabla 4. Valores de corte para los biomarcadores serológicos

| Marcador serológico | Valor | Categoría | RCV |
|---------------------|-----------------|-----------|----------|
| PRO BNP | 68 - 112 pg/ml | Verde | Bajo |
| | 113 - 124 pg/ml | Amarillo | Moderado |
| | ≥ 125 pg/ml | Rojo | Alto |
| PCR | <1 mg/L | Verde | Bajo |
| | 1 - 3 mg/L | Amarillo | Moderado |
| | ≥ 3 mg/L | Rojo | Alto |
| PCT | < 0,1 ng/ml | Verde | Bajo |
| | 0,1 - 0,4 ng/ml | Amarillo | Moderado |
| | ≥ 0,5 ng/ml | Rojo | Alto |

Fuente: Base de datos de la investigación.

Tabla 5. Resultados de los biomarcadores serológicos



Esta obra está bajo una licencia

[Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional \(CC BY-NC-SA 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

| Valor PCT (ng/mL) | | |
|----------------------------|----|----------|
| < 0,01 verde | 1 | Bajo |
| < 0,03 verde | 1 | |
| < 0,05 verde | 8 | |
| 0,05 verde | 1 | |
| 0,06 verde | 1 | |
| 0,089 verde | 1 | |
| ≤ 0,09 verde | 3 | |
| Valores de PCR (mg/L) | | |
| <1 verde | 6 | Bajo |
| 1 - 3 amarillo | 7 | Moderado |
| > 3 rojo | 3 | Alto |
| Valores de PRO BNP (pg/ml) | | |
| 68 – 112 verde | 15 | Bajo |
| 113 – 124 amarillo | 0 | Moderado |
| ≥ 125 rojo | 1 | Alto |

Fuente: Base de datos de la investigación.

Conclusiones

Este estudio puede demostrar, aún en sus etapas incipientes que la integración de biomarcadores serológicos, en particular el PRO-BNP, en protocolos de evaluación laboral permitiría una detección más sensible y específica del riesgo cardiovascular en trabajadores de la minería, debido a su capacidad en la detección de alguna enfermedad cardíaca oculta.

Este protocolo, en términos generales, puede ser una opción, como método de *screening*, para complementar la evaluación de *Framingham*, a la cual, todas y todos los trabajadores, en virtud de su cargo, se ven evaluados.

Recomendaciones



Esta obra está bajo una licencia

[Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional \(CC BY-NC-SA 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

Aunque este enfoque ofrece resultados prometedores, es esencial implementar medidas adicionales, como programas de prevención enfocados en la actividad física y el control de factores de riesgo modificables, tales como el tabaquismo, la hipertensión arterial, la hipercolesterolemia e hipertrigliceridemia, se recomienda que el protocolo sea reevaluado y optimizado con muestras más amplias y seguimientos longitudinales para maximizar su efectividad y garantizar la salud y seguridad de los trabajadores en la minería.

Agradecimientos

Este trabajo refleja un esfuerzo colaborativo, entre la Gerencia General de la Empresa *Valorice*, junto con el equipo de recursos humanos y los trabajadores. Sumado a lo anterior, es destacable la colaboración del laboratorio BIONET de la Región de Antofagasta, en el contexto del procesamiento de las muestras serológicas de los trabajadores.

Referencias bibliográficas

1. de Abreu M, Mariani J, Guridi C, González-Villa-Monte G, Gastaldello N, Potito M, Reyes G, Antonietti L, Tajer C. Asociación entre marcadores bioquímicos y disfunción ventricular izquierda en infarto con elevación del segmento ST. Arch Cardiol Mex. 2014;84(4):243-9. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.acmx.2013.12.005>
2. Kunstmann S. Cardiovascular risk stratification in Chilean population. Rev Med Clin Las Condes. 2012 [acceso 20/10/2024];23(6):657-65. Disponible en: https://www.clinicalascondes.cl/Dev_CLC/media/Imagenes/PDF%20revista%20médica/2012/noviembre/Es%20stratificacion-3.pdf
3. Ministerio de Salud de Chile. Orientación Técnica Programa de Salud Cardiovascular. 2017 [acceso 20/10/2024]. Disponible en: http://www.repositoriodigital.minsal.cl/bitstream/handle/2015/862/OT-PROGRAMA-DE-SALUD-CARDIOVASCULAR_05.pdf
4. Zambrano AM, Diaz CE, Villarruel AA, Mena VC, Salazar PD, Guanoluisa KC, Vinueza CV, Ludeña RE. Nuevos biomarcadores en la evaluación del riesgo cardiovascular. Rev Latinoam Hipertens. 2019 [acceso 20/10/2024];14(6):712-6. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=170262862015>
5. Medicina Basada en la Evidencia. Péptidos Natriuréticos. Empendium. 2024 [acceso 20/10/2024]. Disponible en: <https://empendium.com/manualmibe/tratado/chapter/B76.I.B.3.8>.
6. Manzur *et al.* Procalcitonina como marcador pronóstico y diagnóstico en pacientes con injuria miocárdica. Arch Med (Colombia). 2018 [acceso 20/10/2024];14(3):3. Disponible en:



<https://www.archivosdemedicina.com/medicina-defamilia/procalcitonina-como-marcador-pronoacutestico-y-diagnoacutestico-en-pacientes-con-injuria-miocaacuterdica.pdf>

7. Sáenz-San Martín A, Méndez-Ocampo P, Gutiérrez-Moctezuma I, Amezcua-Guerra LM. Proteína C reactiva, aspectos cardiovasculares de una proteína de fase aguda: una actualización para el médico. Arch Cardiol Mex. 2024 Feb 2;94(2):191-202. DOI: <https://doi.org/10.24875/ACM.23000032>
8. Reporte Minería Chilena. Un trabajador murió en faena de Minera Escondida por paro cardíaco. Rev Minería Chilena. 2012 May 14 [acceso 20/10/2024]. Disponible en: <https://www.mch.cl/negocios-industria/un-trabajador-murio-en-la-faena-de-minera-escondida-por-paro-cardiaco/>
9. Riera Sampol. Evaluación de la efectividad de una intervención multifactorial breve en el aumento de la adherencia a la prescripción de ejercicio físico en pacientes con factores de riesgo cardiovascular [Tesis]. Universidad de les Illes Balears. 2021 [acceso 20/10/2024]. Disponible en: https://dspace.uib.es/xmlui/bitstream/handle/11201/156855/riera_sampol_anamaria.pdf?sequence=1
10. Terrasa S, Buela G, Guenzelovich T, Sigal T, Lago I, Rubinstein F. Marcadores serológicos y clínicos en la predicción del riesgo cardiovascular: ¿nuevos factores de riesgo? Evidencia Actualización en la práctica ambulatoria. 2011;14(1):12-7. DOI: <https://doi.org/10.51987/evidencia.v14i1.6063>
11. D'Agostino RB Sr, Vasan RS, Pencina MJ, Wolf PA, Cobain M, Massaro JM, Kannel WB. General cardiovascular risk profile for use in primary care: the Framingham Heart Study. Circulation. 2008;117(6):743-53. DOI: <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.107.699579>

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

Contribución de los autores

Conceptualización: Boris Alberto Gary Zambra, Jorge Guerra Chirino.

Investigación: Boris Alberto Gary Zambra, Jorge Guerra Chirino.

Metodología: Boris Alberto Gary Zambra, Jorge Guerra Chirino.

Análisis formal: Boris Alberto Gary Zambra, Jorge Guerra Chirino.

Administración del proyecto: Boris Alberto Gary Zambra, Jorge Guerra Chirino.

Redacción, borrador original: Boris Alberto Gary Zambra, Jorge Guerra Chirino.

Redacción, revisión y edición: Boris Alberto Gary Zambra, Jorge Guerra Chirino.



Esta obra está bajo una licencia

[Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional \(CC BY-NC-SA 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)