

# DIAGNÓSTICO CARDIACO BASADO EN LOS FACTORES DE RIESGO PARA ENFERMEDAD CARDIOVASCULAR ESTUDIO DESCRIPTIVO

## *CARDIAC DIAGNOSTICS BASED ON RISK FACTORS FOR CARDIOVASCULAR DISEASE DESCRIPTIVE STUDY*

Carlos Alberto Aray Andrade<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> Departamento Matemáticas y Estadística, Facultad de Ciencias Básicas. Universidad Técnica de Manabí. Ecuador. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5895-5200>. Correo: [carlos.aray@utm.edu.ec](mailto:carlos.aray@utm.edu.ec)

Luis Heriberto Montenegro Palma<sup>2</sup>

<sup>2</sup> Departamento Matemáticas y Estadística, Facultad de Ciencias Básicas. Universidad Técnica de Manabí. Ecuador. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0492-1635> . Correo: [luis.montenegro@utm.edu.ec](mailto:luis.montenegro@utm.edu.ec)

Olga Lilian Mendoza Talledo<sup>3</sup>

<sup>3</sup> Departamento Matemáticas y Estadística, Facultad de Ciencias Básicas. Universidad Técnica de Manabí. Ecuador. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6053-562X>. Correo: [olga.mendoza@utm.edu.ec](mailto:olga.mendoza@utm.edu.ec)

Gilberth Alexi Palma Holguin<sup>4</sup>

<sup>4</sup> Departamento Matemáticas y Estadística, Facultad de Ciencias Básicas. Universidad Técnica de Manabí. Ecuador. ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-2968-2576> . Correo: [gilberth.palma@utm.edu.ec](mailto:gilberth.palma@utm.edu.ec)

\* **Autor para correspondencia:** [carlos.aray@utm.edu.ec](mailto:carlos.aray@utm.edu.ec)

### Resumen

Este texto resalta la importancia del diagnóstico cardíaco enfocado en los factores de riesgo para la enfermedad cardiovascular. Se destaca la relevancia de diversos aspectos como antecedentes familiares, hábitos alimenticios y estilo de vida, así como la medición regular de la presión arterial y los niveles. También se mencionan métodos de diagnóstico innovadores, como pruebas de imagen cardíaca avanzadas y dispositivos portátiles para el monitoreo continuo. Se enfatiza la necesidad de programas de prevención cardiovascular que se centren en la educación sobre hábitos saludables y la gestión de factores de riesgo. Empoderar a los pacientes a través de la educación se considera esencial, ya que la comprensión de los factores

de riesgo permite tomar decisiones informadas. En última instancia, se concluye que el enfoque en estos factores no solo ayuda a identificar problemas existentes, sino que también contribuye a prevenir riesgos futuros, combinando métodos de diagnóstico avanzados con estrategias de prevención para lograr una salud cardiovascular óptima.

**Palabras clave:** Diagnóstico cardíaco; factores de riesgo; enfermedad cardiovascular; métodos de diagnóstico innovadores

### Abstract

*This text highlights the importance of cardiac diagnosis focusing on risk factors for cardiovascular disease. It highlights the relevance of various aspects such as family history, dietary habits and lifestyle, as well as regular measurement of blood pressure and levels. Innovative diagnostic methods such as advanced cardiac imaging tests and portable devices for continuous monitoring are also mentioned. The need for cardiovascular prevention programs that focus on education about healthy habits and risk factor management is emphasized. Empowering patients through education is considered essential, as understanding risk factors enables informed decision making. Ultimately, it is concluded that focusing on these factors not only helps to identify existing problems, but also helps to prevent future risks, combining advanced diagnostic methods with prevention strategies to achieve optimal cardiovascular health.*

**Keywords:** Cardiac diagnosis; risk factors; cardiovascular disease; innovative diagnostic methods.

**Fecha de recibido:** 26/09/2023

**Fecha de aceptado:** 01/12/2023

**Fecha de publicado:** 16/12/2023

### Introducción

Las enfermedades cardiovasculares constituyen la principal causa de muerte a nivel mundial, según la Organización Mundial de la Salud (OMS). Este sombrío panorama resalta la importancia de comprender los factores que contribuyen a estas patologías y la necesidad de desarrollar estrategias efectivas para su prevención y tratamiento. El estilo de vida poco saludable se ha convertido en un factor determinante en el aumento de las enfermedades cardiovasculares. Hábitos como una dieta desequilibrada, falta de ejercicio y altos niveles de estrés pueden contribuir significativamente al riesgo cardiovascular.

Factores de riesgo conocidos, como el tabaquismo, la hipertensión arterial, la diabetes y el colesterol alto, desempeñan un papel crucial en el desarrollo de enfermedades cardíacas. Estos elementos, en muchos casos, son modificables a través de cambios en el estilo de vida. Aunque el estilo de vida juega un papel fundamental, también existen factores genéticos que pueden influir en la predisposición de una persona a sufrir enfermedades cardiovasculares. Comprender esta interacción entre factores genéticos y ambientales es esencial para una prevención más precisa.

El propósito de este estudio es investigar la posibilidad de que un individuo desarrolle una enfermedad cardiaca, considerando su historial médico, hábitos de vida y otros factores relevantes. Este enfoque holístico busca identificar patrones y relaciones que puedan mejorar la comprensión de estas patologías y, por ende, su manejo. Para llevar a cabo esta investigación, se recopilará y analizará datos de un grupo de pacientes. Se explorarán detalles como el historial médico, niveles de actividad física, alimentación y consumo de sustancias como el alcohol y el tabaco. Este enfoque integral permitirá una visión completa de los factores que influyen en la salud cardiovascular.

La base de datos será fundamental en este estudio, facilitando la exploración de relaciones entre factores de riesgo y la presencia de enfermedades cardiacas. Este enfoque basado en datos permitirá una evaluación más precisa y detallada. Se aplicarán modelos de regresión logística para prever la probabilidad de que un paciente desarrolle una enfermedad cardiaca. Este enfoque estadístico avanzado permitirá la identificación de patrones que podrían pasar desapercibidos mediante métodos convencionales.

El historial médico, incluyendo diagnósticos previos de enfermedad cardiaca, proporcionará información crucial sobre la predisposición individual. Detalles del estilo de vida, como niveles de actividad física, dieta y consumo de sustancias, ofrecerán una perspectiva holística de los hábitos que pueden afectar la salud cardiaca. La actividad física juega un papel crucial en la salud cardiovascular. Explorar los niveles de actividad proporcionará información sobre la influencia del ejercicio en la prevención de enfermedades.

La dieta es un componente clave. Analizar los hábitos alimenticios ayudará a entender cómo la nutrición afecta la salud del corazón. El consumo de alcohol y tabaco son factores modificables. Este estudio explorará cómo estos hábitos impactan la salud cardiovascular. Mediciones fisiológicas, como la presión arterial, el índice de masa corporal (IMC) y los niveles de colesterol, proporcionarán datos tangibles para evaluar el riesgo cardiovascular. Los resultados de este estudio podrían tener amplias implicaciones. Comprender los factores de riesgo permitirá desarrollar estrategias de prevención más efectivas, centradas en modificar los aspectos modificables. La identificación temprana de patrones permitirá mejorar los enfoques de tratamiento, personalizándolos según la predisposición individual. Al comprender mejor las causas de las enfermedades cardiovasculares, se podrán implementar políticas de salud pública más efectivas para reducir la carga de estas patologías.

El estudio buscará patrones y correlaciones entre los diversos factores explorados. Estas revelaciones proporcionarán información valiosa para la prevención y el tratamiento. La aplicación de modelos de regresión logística permitirá prever la probabilidad de enfermedad cardiovascular, brindando una herramienta predictiva valiosa. En nuestro estudio, un reducido segmento de la población había sido diagnosticado con estas enfermedades. En una investigación realizada por Martins et al (2020) con 2019 pacientes de diversas edades para determinar la causa de la disfonía, se identificó un considerable número de casos relacionados con reflujo gastroesofágico y enfermedades nasosinusales. Por lo tanto, los síntomas de la disfonía pueden estar vinculados a diversos factores que requieren un abordaje particular; el conocimiento de los factores de riesgo, por sí solo, no constituye una medida preventiva (Cediel et al, 2021).

Los riesgos cardiovasculares (RCV) pueden evaluarse mediante métodos cualitativos que los clasifican en niveles leve, moderado y alto. Los enfoques cuantitativos, por otro lado, proporcionan una estimación de la

probabilidad de desarrollar enfermedades cardiovasculares (ECV) en un período específico, utilizando tablas de riesgo cardiovascular (Ortega, 2021). Estas enfermedades han experimentado un aumento debido a cambios en hábitos y estilos de vida. Es ampliamente reconocido que la actividad física (AF) desempeña un papel crucial en la prevención de enfermedades crónicas como la diabetes mellitus, al tiempo que retrasa la aparición de otros factores de riesgo cardio metabólicos. Además, la práctica de la FA mejora la calidad de vida y el bienestar psicológico de aquellos afectados por estas enfermedades (Paing, Kirk, Collier, Kubiak y Chastin, 2018). No obstante, a lo largo de los siglos, las ocupaciones manuales y la actividad física han disminuido, dando paso a profesiones y oficios que implican mayor actividad intelectual y, por ende, mayor sedentarismo (Cruz et al, 2021).

(D'Agostino, 2013) En Corea, se examinó el riesgo de enfermedad cardiovascular (ECV) en mujeres postmenopáusicas mediante el factor de riesgo específico (SRF), sugiriendo que a medida que aumenta la duración de la vida reproductiva, disminuye el riesgo de ECV, respaldando así el efecto protector cardiovascular de los estrógenos. (Kim SH, 2015) Insuficiencia Cardíaca La incidencia de insuficiencia cardíaca atribuible a la obesidad fue del 14% en mujeres frente al 11% en hombres, superando la observada en diabetes, enfermedad valvular cardíaca u hipertrofia ventricular izquierda (HVI). (Mahmooda, 2014) El aumento en la susceptibilidad a la insuficiencia cardíaca en mujeres con diabetes es un factor crítico para la supervivencia (Balladares-Mazzini et al, 2019).

En el estudio llevado a cabo en Venezuela, se descubrió que la hipercolesterolemia aumentó casi tres veces (OR: 2,89) el riesgo de sufrir un evento cerebrovascular agudo. No obstante, la relación directa entre los niveles de colesterol total y el evento cerebrovascular isquémico (trombótico) solo se ha evidenciado con valores superiores a 300 mg/dl, lo cual no es común encontrar. En el Multiple Risk Factor Intervention Trial (MRFIT), se realizó una evaluación entre los niveles de CT y el riesgo de evento cerebrovascular isquémico; sin embargo, al mismo tiempo se observó una asociación inversa en el caso del evento cerebrovascular hemorrágico (Castillo et al., 2016).

## Materiales y métodos

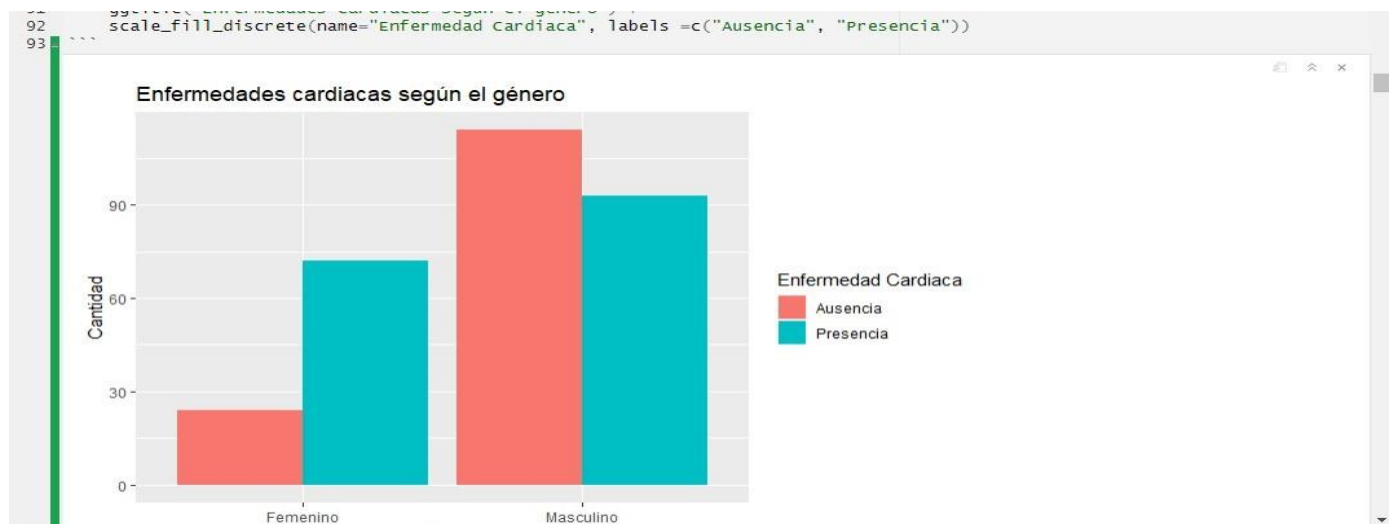
### La base de datos

La base de datos utilizada en este ejercicio contiene información sobre pacientes con enfermedades cardíacas. Cada fila representa a un paciente y cada columna proporciona información específica sobre el paciente. A continuación, se detallan las columnas de la base de datos y su significado.

1. age: edad del paciente en años.
2. sex: sexo del paciente (1 = masculino, 0 = femenino).
3. cp: tipo de dolor de pecho experimentado por el paciente (0 = asin- tomatico, 1 = angina típica, 2 = angina atípica, 3 = dolor no relacionado con la angina).
4. trestbps: presión arterial en reposo del paciente (en mm Hg).
5. chol: colesterol sérico del paciente (en mg/dl).
6. fbs: nivel de glucemia en ayunas del paciente (1 = si, 0 = no).
7. restecg: resultados electrocardiográficos en reposo del paciente (0 = nor- mal, 1 = anormalidad de la onda ST-T, 2 = hipertrofia ventricular izquierda probable o definitiva).

8. thalach: frecuencia cardíaca máxima alcanzada por el paciente durante el ejercicio.
9. exang: angina inducida por el ejercicio (1 = si, 0 = no).
10. oldpeak: depresión del segmento ST inducida por el ejercicio relativo al reposo.
11. slope: la pendiente del segmento ST durante el ejercicio (0 = pendiente descendente, 1 = plano, 2 = pendiente ascendente). ca: número de vasos sanguíneos principales coloreados por flourosopía.
12. thal: resultado de la prueba de talio (0 = normal, 1 = defecto fijo, 2 = defecto reversible).
13. target: enfermedad cardíaca (0 = no, 1 = sí).

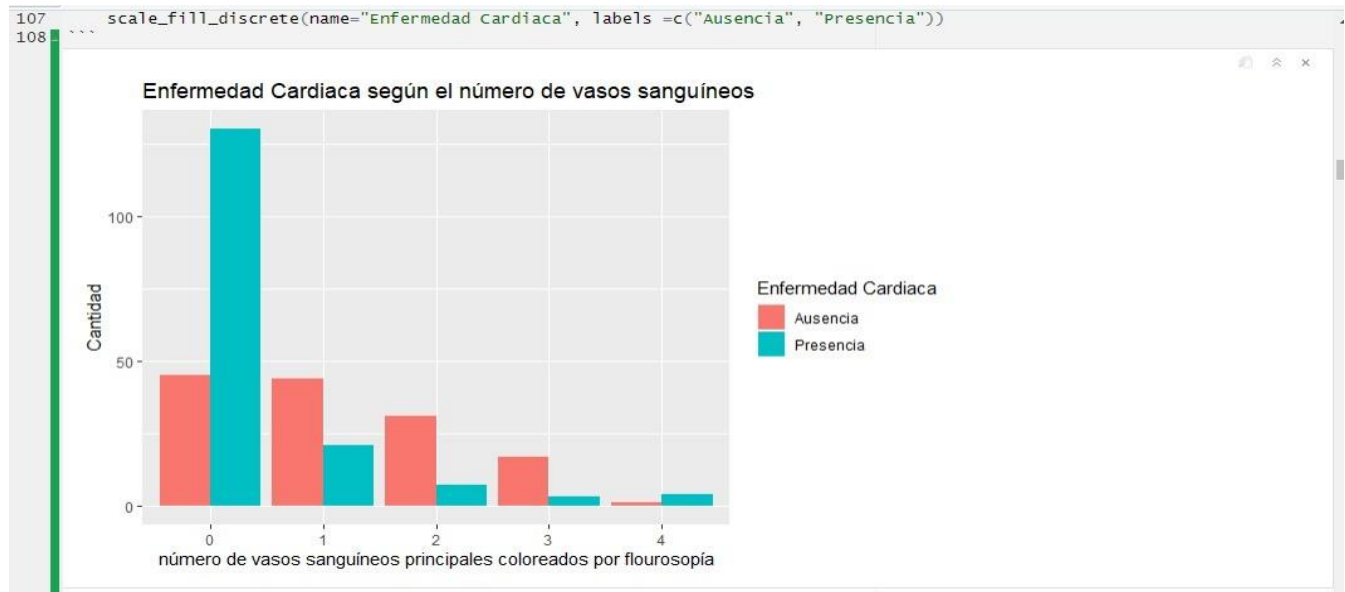
Sea  $p$  la probabilidad de que un paciente tenga una enfermedad cardíaca y  $1 - p$  la probabilidad de que no tenga una enfermedad cardíaca.



**Figura 1:** Descripción de enfermedades cardiacas según género.



**Figura 2:** Procesamiento de la descripción de enfermedades cardiacas según género.



**Figura 3:** Descripción de enfermedades cardíacas según el número de vasos sanguíneos.

Los pacientes que son asintomáticos tienden a no padecer cardiopatías. Sin embargo, los pacientes que tienen los otros tipos de dolor al pecho están propensos a tener enfermedades cardíacas.

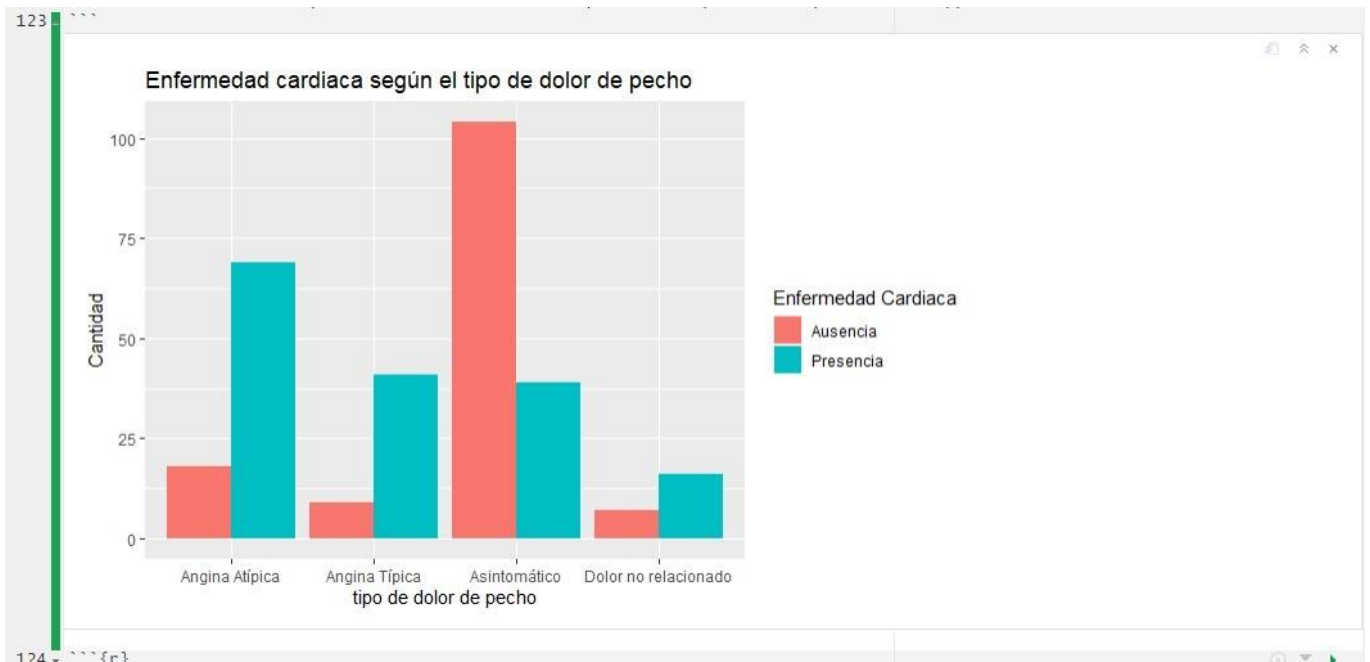
```

109 >>>{r}
110 table(dat2$ca, dat2$target)
111
      NO SI
0  45 130
1  44  21
2  31   7
3  17   3
4   1   4

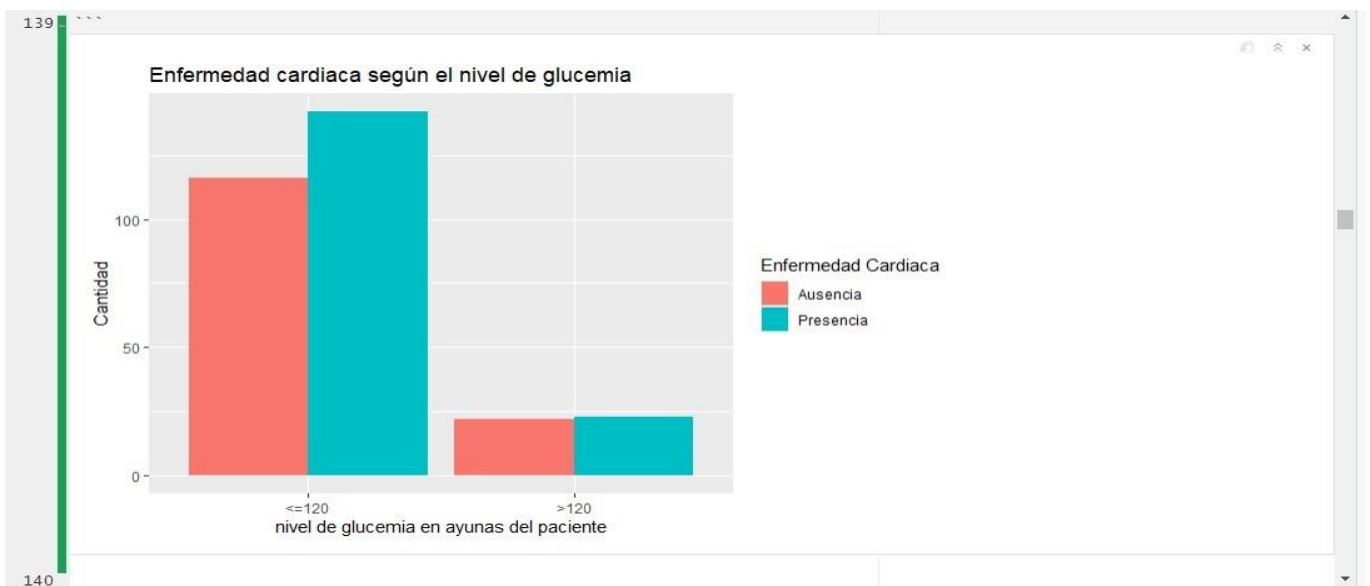
112
113 Los pacientes con un número de vasos de 0 a 4 tienden a padecer cardiopatías. Sin embargo, los pacientes que tienen un
114 número de vasos de 1 a 3 tienden a no tener cardiopatías
115
116 >>>{r}
117 ggplot(dat2, aes(x=cp, fill=target)) +
118   geom_bar(position = "dodge")+
119   xlab("tipo de dolor de pecho")+
120   ylab("Cantidad")+
121   ggtitle("Enfermedad cardíaca según el tipo de dolor de pecho") +
122   scale_fill_discrete(name="Enfermedad Cardíaca", labels =c("Ausencia", "Presencia"))
123

```

**Figura 4:** Procesamiento de la descripción de enfermedades cardíacas según el número de vasos sanguíneos.



**Figura 5:** Descripción de enfermedades cardíacas según el tipo de dolor de pecho.



**Figura 6:** Descripción de enfermedades cardíacas según el nivel de glucemia.

Los pacientes que tienen un nivel de glucemia menor o igual a 120 son los que tienden a padecer cardiopatía. Sin embargo, para los que están por encima de 120 está balanceado.

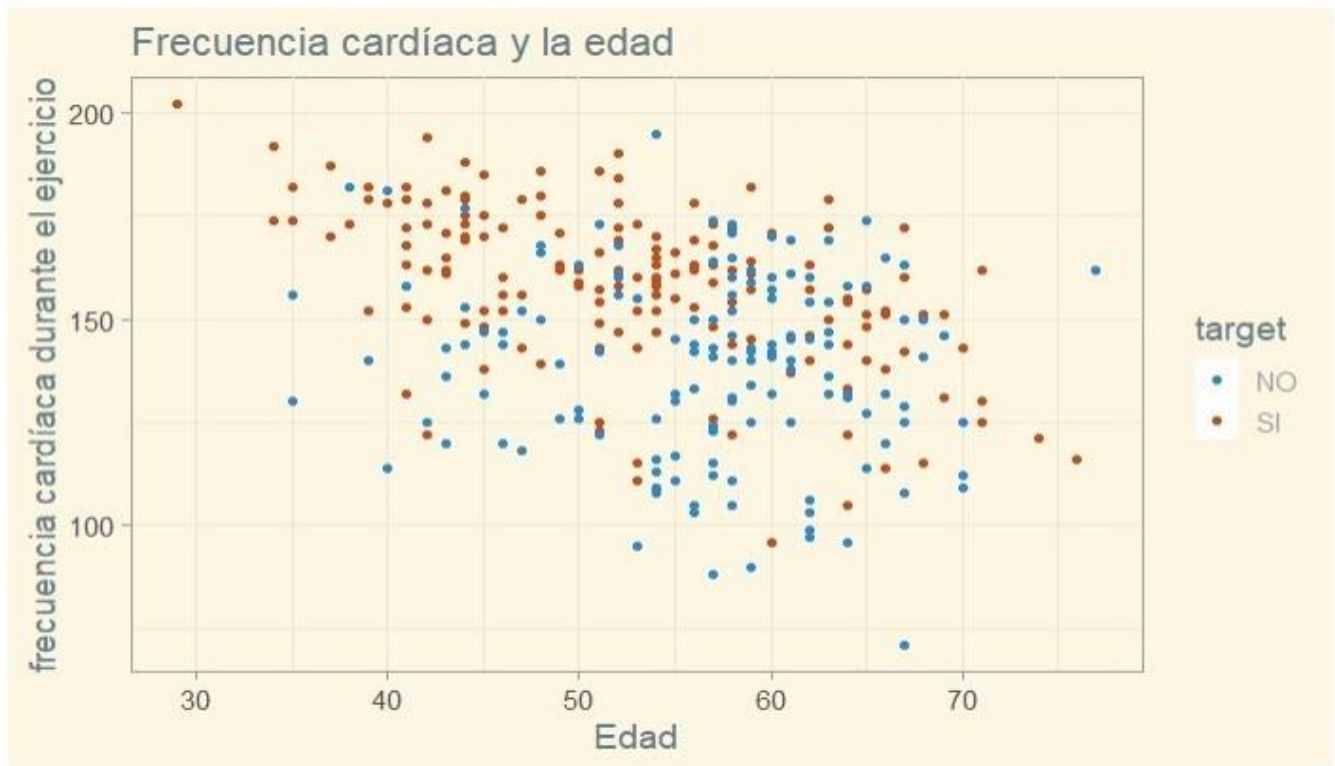
Diagnóstico cardíaco basado en los factores de riesgo para enfermedad cardiovascular

```

141 >>>{r}
142 table(dat2$fbs, dat2$target)
143 >>>
      NO  SI
<=120 116 142
>120   22  23

144
145 Los pacientes que tienen un nivel de glucemia menor o igual a 120 son los que tienden a padecer cardiopatía. sin embargo
146 para los que están por encima de 120 está balanceado
147
148 >>>{r}
149 ggplot(dat2, aes(x=age, y=thalach, color=target )) +
150   geom_point() +
151   xlab("Edad") +
152   ylab("frecuencia cardíaca durante el ejercicio") +
153   ggtitle("Frecuencia cardíaca y la edad") +
154   theme_solarized(base_size = 14) +
155   scale_colour_solarized("blue")
156 >>>
    
```

**Figura 7:** Procesamiento de la descripción de enfermedades cardíacas según el nivel de glucemia.



**Figura 8:** Distribución de la frecuencia cardíaca y la edad.

Según la edad, la mayoría de los pacientes con y sin cardiopatías suelen tener entre 50 y 70 años. Los pacientes con cardiopatías tienden a tener una frecuencia cardíaca elevada en comparación con los pacientes sin cardiopatías.

## Resultados y discusión

### El modelo

#### Primer modelo con todas las variables

```

157
158 Según la edad, la mayoría de los pacientes con y sin cardiopatías suelen tener entre 50 y 70 años. Los pacientes con
    cardiopatías tienden a tener una frecuencia cardíaca elevada en comparación con los pacientes sin cardiopatías.
159
160
161 ## El modelo
162
163 Primer modelo con todas las variables
164
165 ```{r}
166 mod1 <- glm(target ~ age + sex + cp + trestbps + chol + fbs + restecg + thalach + exang + oldpeak + slope + ca + thal, data
    = dat2, family = binomial)
167 mod1
168 ~```
    
```

Figura 9: Primer modelo con todas las variables.

```

168 ~```
Call: glm(formula = target ~ age + sex + cp + trestbps + chol + fbs +
  restecg + thalach + exang + oldpeak + slope + ca + thal,
  family = binomial, data = dat2)

Coefficients:
  (Intercept)          age          sexMasculino
    2.642813         0.027819        -1.862297
  cpAngina Típica    cpAsintomático    cpDolor no relacionado
   -1.138477        -2.003186         0.413922
  trestbps          chol          fbs>120
   -0.026162        -0.004291         0.445666
  restecgHiper. probable o defini restecgNormal    thalach
   -1.174787        -0.460582         0.020055
  exangSI          oldpeak          slope1
   -0.779111        -0.397174        -0.775084
  slope2          ca1          ca2
    0.689965        -2.342301        -3.483178
  ca3          ca4          thal1
   -2.247144         1.267961         2.637558
  thal2          thal3
    2.367747         0.915115

Degrees of Freedom: 302 Total (i.e. Null); 280 Residual
Null Deviance: 417.6
Residual Deviance: 179.6    AIC: 225.6
    
```

Figura 10: Procesamiento de los valores del primer modelo con todas las variables.

Diagnóstico cardiaco basado en los factores de riesgo para enfermedad cardiovascular

```

source visual
Call:
glm(formula = target ~ age + sex + cp + trestbps + chol + fbs +
     restecg + thalach + exang + oldpeak + slope + ca + thal,
     family = binomial, data = dat2)

Deviance Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-2.9459  -0.2738   0.1012   0.4515   3.1248

Coefficients:
              Estimate Std. Error z value Pr(>|z|)
(Intercept)    2.642813   3.716812   0.711 0.477058
age             0.027819   0.025428   1.094 0.273938
sexMasculino  -1.862297   0.570844  -3.262 0.001105 **
cpAngina Típica -1.138477   0.660229  -1.724 0.084641 .
cpAsintomático -2.003186   0.529356  -3.784 0.000154 ***
cpDolor no relacionado  0.413922   0.707247   0.585 0.558374
trestbps      -0.026162   0.011943  -2.191 0.028481 *
chol          -0.004291   0.004245  -1.011 0.312053
fbs>120       0.445666   0.587977   0.758 0.448472
restecgHiper. probable o defini -1.174787   2.770187  -0.424 0.671506
restecgNormal -0.460582   0.399615  -1.153 0.249089
thalach       0.020055   0.011859   1.691 0.090820 .
exangSI      -0.779111   0.451839  -1.724 0.084652 .
oldpeak      -0.397174   0.242346  -1.639 0.101239
slope1       -0.775084   0.880495  -0.880 0.378707
slope2       0.689965   0.947657   0.728 0.466568
ca1          -2.342301   0.527416  -4.441 8.95e-06 ***
ca2          -3.483178   0.811640  -4.292 1.77e-05 ***
ca3          -2.247144   0.937629  -2.397 0.016547 *
ca4          1.267961   1.720014   0.737 0.461013
thal1       2.637558   2.684285   0.983 0.325808
thal2       2.367747   2.596159   0.917 0.361759
    
```

**Figura 11:** Procesamiento de los valores del primer modelo con todas las variables.

Para nuestro mejor modelo tomamos en cuenta los parámetros que resultan significativos al 95%. El sexo, el dolor de pecho, presión arterial y el número de vasos sanguíneos

Con esto los valores del modelo quedaría de la siguiente manera usando las categorías "femenino", "Angina Atípica" y 0 número de vasos sanguíneos como referencia.

$$\text{logit}(p_i) = \beta_1 + \beta_2 \text{sex}_i + \beta_3 \text{cp}_i + \beta_4 \text{trestbps}_i + \beta_5 \text{cp}_i$$

Diagnóstico cardiaco basado en los factores de riesgo para enfermedad cardiovascular

```

Call: glm(formula = target ~ sex + cp + trestbps + ca, family = binomial,
  data = dat2)

Coefficients:
  (Intercept)          sexMasculino          cpAngina Típica          cpAsintomático
      7.08478             -1.71050             -0.09769             -2.45735
cpDolor no relacionado  trestbps              ca1
     -0.08276           -0.02697           -2.06449
           ca3              ca4
     -2.47519             0.38833

Degrees of Freedom: 302 Total (i.e. Null); 293 Residual
Null Deviance:      417.6
Residual Deviance: 247.3      AIC: 267.3

Call:
glm(formula = target ~ sex + cp + trestbps + ca, family = binomial,
  data = dat2)

Deviance Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-2.2554 -0.4774  0.2054  0.5719  2.3115

Coefficients:
              Estimate Std. Error z value Pr(>|z|)
(Intercept)   7.084785   1.436969   4.930 8.21e-07 ***
sexMasculino -1.710501   0.381732  -4.481 7.43e-06 ***
cpAngina Típica -0.097689   0.536767  -0.182 0.855586 ***
cpAsintomático -2.457354   0.407043  -6.037 1.57e-09 ***
cpDolor no relacionado -0.082762   0.640870  -0.129 0.897247
trestbps      -0.026970   0.009492  -2.841 0.004493 **
ca1           -2.064491   0.415861  -4.964 6.89e-07 ***
ca2           -2.394909   0.547217  -4.377 1.21e-05 ***
ca3           -2.475192   0.720075  -3.437 0.000587 ***
ca4            0.388328   1.280205   0.303 0.761636
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

(Dispersion parameter for binomial family taken to be 1)

Null deviance: 417.64  on 302  degrees of freedom
Residual deviance: 247.29  on 293  degrees of freedom
AIC: 267.29
    
```

**Figura 12:** Procesamiento usando de las categorías "femenino", "Angina Atípica" y 0 número de vasos sanguíneos como referencia.

```
Call: glm(formula = target ~ sex + cp + trestbps + ca, family = binomial,
  data = dat2)

Coefficients:
  (Intercept)          sexMasculino          cpAngina Típica          cpAsintomático
          7.08478          -1.71050          -0.09769          -2.45735
cpDolor no relacionado          trestbps          ca1          ca2
    -0.08276          -0.02697          -2.06449          -2.39491
          ca3          ca4
    -2.47519          0.38833

Degrees of Freedom: 302 Total (i.e. Null); 293 Residual
Null Deviance: 417.6
Residual Deviance: 247.3 AIC: 267.3
```

**Figura 13:** Procesamiento usando de las categorías "femenino", "Angina Atípica" y 0 número de vasos sanguíneos como referencia.

```
##[r]
# Ahora exponenciados
coef_exp <- exp(mod2$coefficients)
coef_exp
```

(Intercept)	sexMasculino	cpAngina Típica	cpAsintomático	cpDolor no relacionado
1.193666e+03	1.807752e-01	9.069306e-01	8.566129e-02	9.205705e-01
		ca1	ca3	ca4
9.733901e-01	1.268828e-01	9.118094e-02	8.414684e-02	1.474513e+00

**Figura 14:** Resultado del procesamiento.

Con estos resultados podemos interpretar lo siguiente:

La posibilidad de que un paciente que sea hombre y tenga una enfermedad cardíaca se multiplica por 0.18077. Es decir, disminuye.

La posibilidad de que un paciente padezca una enfermedad cardíaca disminuye si tiene un dolor al pecho de tipo Angina Típica porque se multiplica por 0.90693

La posibilidad de que un paciente padezca una enfermedad cardíaca disminuye si es asintomático en relación al dolor de pecho asintomático porque se multiplica por 0.08566

La posibilidad de que un paciente padezca una enfermedad cardíaca disminuye si tiene un dolor al pecho de tipo dolor no relacionado porque se multiplica por 0.90693

Por cada unidad que se incrementa la presión arterial, la posibilidad de que un paciente tenga una enfermedad cardíaca se multiplica por 0.97339. Es decir, disminuye.

La posibilidad de que un paciente padezca una enfermedad cardíaca disminuye si tiene un vaso sanguíneo principal coloreado por fluoroscopia porque se multiplica por 0.12688

La posibilidad de que un paciente padezca una enfermedad cardíaca disminuye si tiene dos vasos sanguíneos principales coloreados por fluoroscopia porque se multiplica por 0.09118

La posibilidad de que un paciente padezca una enfermedad cardíaca disminuye si tiene tres vasos sanguíneos principales coloreados por fluoroscopia porque se multiplica por 0.08414

La posibilidad de que un paciente padezca una enfermedad cardíaca aumenta si tiene cuatro vasos sanguíneos principales coloreados por fluoroscopia porque se multiplica por 1.4745

### Cambio los niveles de referencia

Ahora se cambian los niveles de referencia en la variable sex y también en el número de vasos sanguíneos principales

	Femenino
Masculino	0
Femenino	1

	0	2	3	4
1	0	0	0	0
0	1	0	0	0
2	0	1	0	0
3	0	0	1	0
4	0	0	0	1

**Figura 15:** Cambio de los niveles de referencia.

Haciendo el cambio del nivel de referencia vemos que la categoría  $ca_0$  es significativa y las otras categorías  $ca_2$ ,  $ca_3$  y  $ca_4$  no son significativas al 95%

Diagnóstico cardíaco basado en los factores de riesgo para enfermedad cardiovascular

```

Deviance Residuals:
  Min       1Q   Median       3Q      Max
-2.2554  -0.4774   0.2054   0.5719   2.3115

Coefficients:
              Estimate Std. Error z value Pr(>|z|)
(Intercept)   3.309792   1.292221   2.561  0.01043 *
sexFemenino   1.710501   0.381732   4.481 7.43e-06 ***
cpAngina Típica -0.097689   0.536767  -0.182  0.85559
cpAsintomático -2.457354   0.407043  -6.037 1.57e-09 ***
cpDolor no relacionado -0.082762   0.640870  -0.129  0.89725
trestbps     -0.026970   0.009492  -2.841  0.00449 **
ca0           2.064491   0.415861   4.964 6.89e-07 ***
ca2          -0.330418   0.618047  -0.535  0.59291
ca3          -0.410700   0.762992  -0.538  0.59039
ca4           2.452819   1.307771   1.876  0.06071 .

---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

(Dispersion parameter for binomial family taken to be 1)

Null deviance: 417.64  on 302  degrees of freedom
Residual deviance: 247.29  on 293  degrees of freedom
AIC: 267.29

Number of Fisher Scoring iterations: 5
    
```

222 Haciendo el cambio del nivel de referencia vemos que la categoría ca0 es significativa y las otras categorías ca2, ca3 y ca4

**Figura 16:** Procesamiento resultante del cambio de los niveles de referencia.

(Intercept)	sexFemenino	cpAngina Típica	cpAsintomático	cpDolor no relacionado
27.37943060	5.53173336	0.90693058	0.08566129	0.92057049
trestbps	ca0	ca2	ca3	ca4
0.97339013	7.88128863	0.71862333	0.66318554	11.62106518

**Figura 17:** Resultado del cambio de los niveles de referencia.

Podemos interpretar lo siguiente:

- La posibilidad de que un paciente que sea mujer y tenga una enfermedad cardíaca se multiplica por 5.5317. Es decir, aumenta.
- La posibilidad de que un paciente padezca una enfermedad cardíaca disminuye si tiene un dolor al pecho de tipo Angina Típica porque se multiplica por 0.90693
- La posibilidad de que un paciente padezca una enfermedad cardíaca disminuye si es asintomático en relación al dolor de pecho asintomático porque se multiplica por 0.08566
- La posibilidad de que un paciente padezca una enfermedad cardíaca disminuye si tiene un dolor al pecho de tipo dolor no relacionado porque se multiplica por 0.92057
- + Por cada unidad que se incremente la presión arterial, la posibilidad de que un paciente tenga una enfermedad cardíaca se multiplica por 0.97339. Es decir, disminuye.
- La posibilidad de que un paciente padezca una enfermedad cardíaca aumenta si tiene cero vasos sanguíneos principales coloreados por fluoroscopia porque se multiplica por 7.8812
- La posibilidad de que un paciente padezca una enfermedad cardíaca disminuye si tiene dos vasos sanguíneos principales coloreados por fluoroscopia porque se multiplica por 0.71862

La posibilidad de que un paciente padezca una enfermedad cardíaca disminuye si tiene tres vasos sanguíneos principales coloreados por fluoroscopia porque se multiplica por 0.6631  
 La posibilidad de que un paciente padezca una enfermedad cardíaca aumenta si tiene cuatro vasos sanguíneos principales coloreados por fluoroscopia porque se multiplica por 11.6210

### Prueba de bondad del ajuste del \*deviance\*

Estadístico de prueba Deviance: 247.2866  
 Grados de libertad: 293  
 p-Valor= 0.9755078

#### Analysis of Deviance Table

Model: binomial, link: logit

Response: target

Terms added sequentially (first to last)

	Df	Deviance	Resid. Df	Resid. Dev	Pr(>Chi)
NULL			302	417.64	
sex	1	24.841	301	392.80	6.226e-07 ***
cp	3	84.189	298	308.61	< 2.2e-16 ***
trestbps	1	9.812	297	298.80	0.001734 **
ca	4	51.509	293	247.29	1.747e-10 ***

---  
 Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

**Figura 18:** Prueba de bondad del ajuste del \*deviance\*.

No se encontró evidencia para rechazar la idoneidad del modelo.

En este caso, el p-valor muestra la significación de la reducción del deviance de la fila anterior a la actual. Así, dicha reducción es significativa al incluir todas las variables.

### Conclusiones

En este estudio se ha investigado la posible relación entre diversos factores de riesgo y la probabilidad de que un paciente sufra una enfermedad cardíaca. Los resultados obtenidos indican que existen factores de riesgo asociados a un mayor riesgo de desarrollar enfermedades cardiovasculares, como son la hipertensión arterial, el colesterol alto, el tabaquismo y la diabetes. Estas determinaciones confirman la importancia de adoptar hábitos de vida saludables y de controlar estos factores de riesgo para prevenir el desarrollo de enfermedades cardíacas.

Asimismo, los resultados de este estudio han permitido desarrollar un modelo de regresión logística que puede utilizarse para predecir la probabilidad de que un paciente tenga una enfermedad cardíaca en función de sus características individuales. Este modelo ha demostrado ser capaz de predecir con una precisión razonablemente alta la probabilidad de que un paciente tenga una enfermedad cardíaca.

Por otro lado, se ha observado que los factores de riesgo no siempre se presentan de forma aislada, sino que pueden estar interrelacionados y agravarse severamente. Por tanto, se destaca la importancia de llevar a cabo una evaluación integral de la salud cardiovascular de cada paciente, que incluye la valoración de todos los factores de riesgo relevantes.

En conclusión, los resultados de este estudio subrayan la importancia de un enfoque preventivo para la salud cardiovascular, basado en la identificación y control de los factores de riesgo. Además, la utilización de modelos predictivos como el desarrollado en este podría ser una herramienta útil para ayudar a los médicos en la toma de decisiones clínicas y en la prevención de enfermedades cardiovasculares.

## Referencias

- Balladares-Mazzini, M., Patiño-Zambrano, V., Alvarado-Álvarez, A., & Velastegui-Egüez, J. (2019). factores de riesgo de enfermedades cardiovascular. *Dominio de Las Ciencias*, 5(2), 540. <https://doi.org/10.23857/dc.v5i2.919>
- Bravo Saltos, R. K. ., Mendoza Talledo , O. L. ., Guerrero Alcívar , Y. ., & Guillen Garcia , J. G. . (2023). Análisis estocástico sobre registros de temperaturas en Santa Ana - Manabí - Ecuador . *Revista Científica Arbitrada Multidisciplinaria PENTACIENCIAS*, 5(2), 415–436. Recuperado a partir de <http://www.editorialalema.org/index.php/pentaciencias/article/view/604>
- Castillo, J. and Espinoza, T. (2016). Dislipidemia como factor de riesgo para enfermedad cerebrovascular: estudio de casos y controles. *Horizonte Médico (Lima)*, 16(4), 13-19. <https://doi.org/10.24265/horizmed.2016.v16n4.03>
- Cediel, M., Castiblanco, Y., & Rincón, M. (2021). Conocimiento de los factores de riesgo vocal y presencia de síntomas vocales en profesores universitarios. *Revista de Investigación E Innovación en Ciencias de La Salud*, 3(1), 22-32. <https://doi.org/10.46634/riics.59>
- Cruz-Serrano, N., Briones-Aranda, A., Sarmiento, V., Meza, M., & León-González, J. (2021). los factores de riesgo cardiovascular en población indígena y mestiza en chiapas. *Respyn Revista de Salud Pública Y Nutrición*, 20(4), 31-46. <https://doi.org/10.29105/respyn20.4-4>
- Dickey, D.A., Fuller, W.A., 1979. *Distribution of the estimates for autoregressive time series with a unit root. J. Am. Stat. Assoc.* 74, 427–431 (June).
- Guerrero Alcívar , Y. ., Montenegro Palma , L. H. ., Aray Andrade , C. A. ., & Guillen Garcia , J. G. . (2023). Modelo para la optimización de la captura de atún en Ecuador . *Revista Científica Arbitrada*

Multidisciplinaria PENTACIENCIAS, 5(2), 404–414. Recuperado a partir de <http://www.editorialalema.org/index.php/pentacencias/article/view/603>

Montenegro Palma , L. H. ., Aray Andrade , C. A. ., Guillen Garcia , J. G. ., & Guerrero Alcívar , Y. . (2023). Una estrategia para mejorar el transporte urbano, en Portoviejo, capital de la provincia de Manabí utilizando el método Simplex . Revista Científica Arbitrada Multidisciplinaria PENTACIENCIAS, 5(2), 381–388. Recuperado a partir de <http://www.editorialalema.org/index.php/pentacencias/article/view/598>