

## Ejercicio 2

Equipo #

2024-03-31

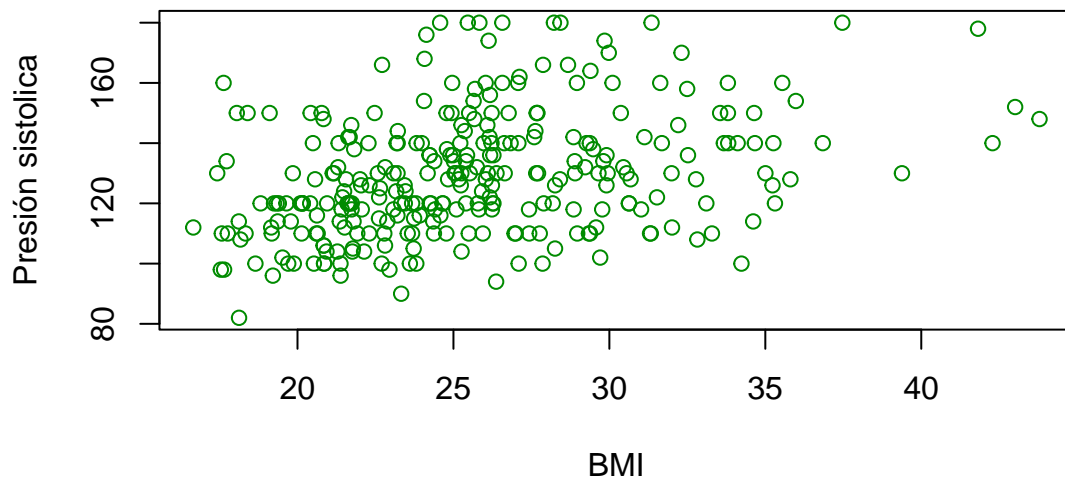
Se desea analizar si existe una asociación entre la presión arterial sistólica (bpsystol) y el índice de masa corporal (bmi), en particular, si es posible observar que tener un índice de masa corporal alto se asocia con una alta presión arterial sistólica.

Usando la información de la pregunta 1 realizar lo siguiente:

1. Explorando los diferentes modelos lineales generalizados comúnmente usados cuando la variable dependiente es continua (normal, gamma, inversa gaussiana), presente un modelo que le parezca adecuado para modelar  $E(\text{bpsystol}; \text{bmi}, \text{sex}, \text{age})$ . Considere por simplicidad que no hay interacción entre las covariables del modelo. Deberá indicar con claridad cuál es la expresión matemática que se usa para modelar  $E(\text{bpsystol}; \text{bmi}, \text{sex}, \text{age})$ , así como describir el procedimiento y criterio usado para seleccionar el modelo.

De la información que tenemos asumiremos que la variable bmi es un factor que se puede controlar lo cual nos llevaría a deducir que el bmi influye de manera directa en la presión sistólica de una persona, de lo contrario no podríamos hacer ninguna afirmación que avale que esto en verdad sucede.

Entonces veamos como se ven los datos.



De la gráfica podemos observar que la variable de la presión sistólica siempre es positiva y en general no se tiene una varianza con muchos cambios, es decir, los datos parecen agruparse con una varianza constante, además estos se encuentran más agrupados del lado izquierdo, entre un rango de 10 a 30 bmi. Dado la información que obtuvimos consideraremos ajustar un GLM con familia inversa gaussiana y función ligada identidad dado que los datos tienen una cola pesada del lado izquierdo.

Ya que verificamos que la variable respuesta tiene una cola pesada procederemos a ajustar el GLM con la función ligada mencionada anteriormente.

```
##  
## Call:  
## glm(formula = bpsystol ~ bmi + sex + age, family = inverse.gaussian(link = "identity"),  
##      data = data1)
```

```
##
## Coefficients:
##           Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
## (Intercept) 80.02163    5.25361  15.232 < 2e-16 ***
## bmi         1.17620    0.20261   5.805 1.68e-08 ***
## sex2        -6.88649    1.90588  -3.613 0.000356 ***
## age         0.48269    0.05744   8.403 1.95e-15 ***
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
##
## (Dispersion parameter for inverse.gaussian family taken to be 0.0001279792)
##
## Null deviance: 0.053716  on 294  degrees of freedom
## Residual deviance: 0.036286  on 291  degrees of freedom
## AIC: 2484.1
##
## Number of Fisher Scoring iterations: 5
```

Ya que ajustamos el modelo escribiremos de forma matemática como se ve el modelo:

$$\log(\text{bpsystol}_i) = \beta_0 + \beta_1 \text{BMI}_i + \text{sex} + \text{age} \text{ con función liga: } \mu_i = g(\theta) = 1/\theta_i \text{ donde } \theta = \text{bpsystol}.$$

El criterio que usamos para usar este modelo se baso en la verificación de la distribución de la variable dependiente y así poder escoger que función liga seria mejor para ajustar el modelo, ademas se comparo el AIC de este modelo con otros 2 modelo en los que se cambiaba la función liga, de dicha comparación fue este modelo el que mejor AIC obtuvo de los 3.

## Verificación de supuestos

Lo primero que haremos sera realizar la prueba similar a la ANOVA de un modelo lineal multiple

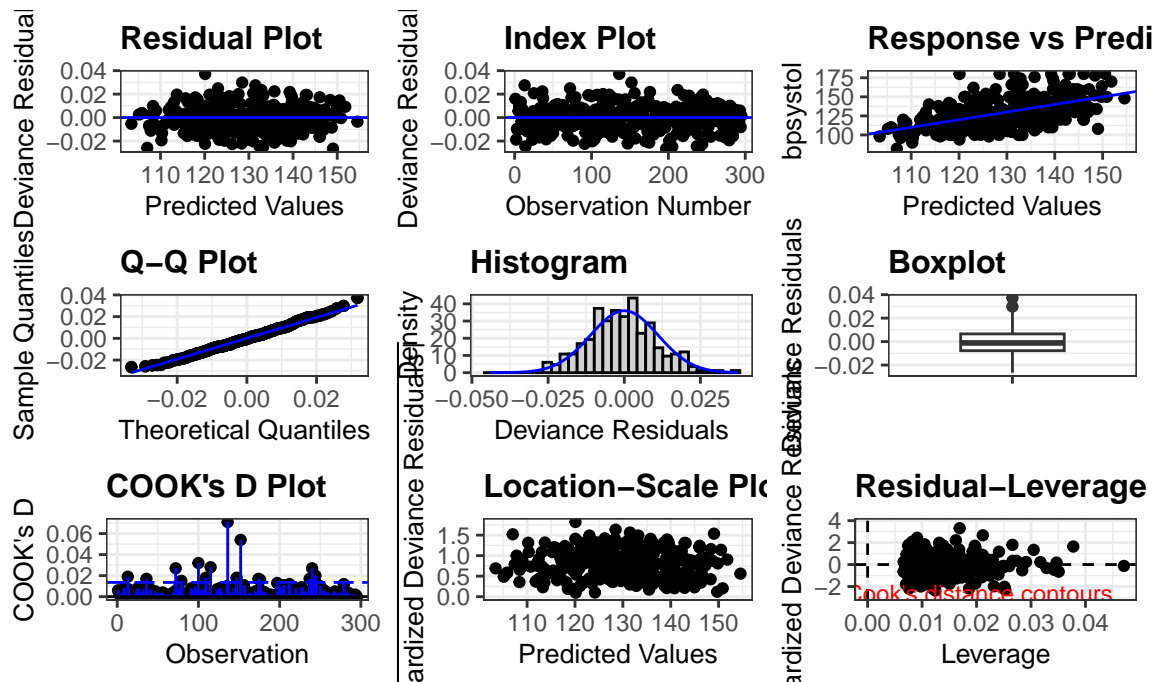
```
##
## General Linear Hypotheses
##
## Linear Hypotheses:
##           Estimate
## 1 == 0    1.1762
## 2 == 0   -6.8865
## 3 == 0    0.4827
##
## Global Test:
##   Chisq DF Pr(>Chisq)
## 1 142.2  3  1.259e-30
```

Tenemos un p-value menor que 0.05, entonces rechazamos  $H_0$  y podemos proceder al análisis del modelo.

```
pchisq(glm_fit$deviance, df=glm_fit$df.residual, lower.tail=FALSE)
```

```
## [1] 1
```

De los resultados obtenidos de la prueba pchisq tenemos un valor de 1, el cual nos indica que no hay evidencia suficiente para rechazar la hipótesis nula. Esto significa que el modelo ajustado proporciona un buen ajuste a los datos según la deviance observada y los grados de libertad residuales.



Utilizaremos la regla del dedo para ver si el modelo es adecuado en cuanto al supuesto sobre el parámetro de dispersión que se asume igual a 1.

```
## [1] 0.0001246938
```

En este caso por la regla del dedo tenemos un valor distinto de 1, por lo que este supuesto no se cumple.

2.¿Se puede indicar que para una persona de cierta edad y sexo, tener un índice de masa corporal alto se asocia con una alta presión arterial sistólica? Argumente su respuesta, indicando con claridad la prueba o pruebas de hipótesis usadas y las hipótesis que se están contrastando.

Usando la información que obtuvimos del modelo podemos afirmar que el sexo y edad de una persona con un IMC alto va a afectar directamente la presión sistólica de la misma, resultado que podríamos decir era el esperado.

Dicho resultado lo podemos denotar con las siguientes pruebas de hipótesis:

$$H_0 : \beta_1 = 0 \text{ vs } H_a : \beta_1 \neq 0$$

Tomando una alfa de 0.05 y dado que obtuvimos un p-value menor a esta alfa, entonces rechazamos la hipótesis nula, por lo tanto el parámetro  $\beta_1$  es estadísticamente significativo.

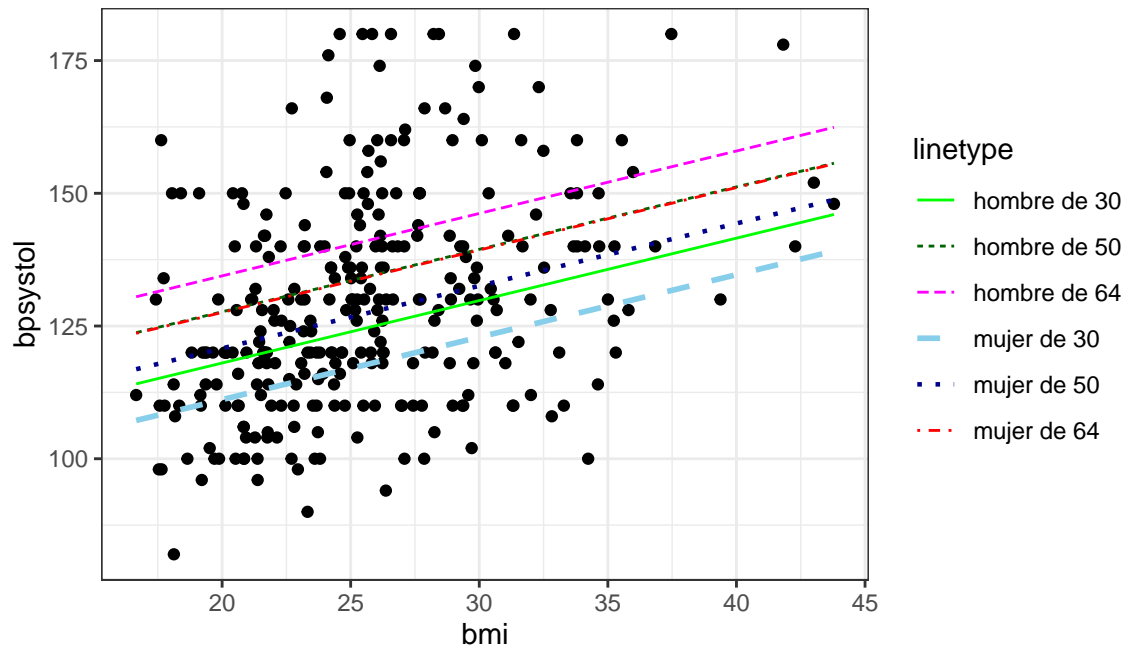
Dado que lo que buscamos responder es si tener un índice de masa corporal alto se relaciona con tener una presión sistólica alta agregaremos una prueba de hipótesis con dirección.

```
##
## Simultaneous Tests for General Linear Hypotheses
##
## Fit: glm(formula = bpsystol ~ bmi + sex + age, family = inverse.gaussian(link = "identity"),
## data = data1)
##
## Linear Hypotheses:
## Estimate Std. Error z value Pr(>z)
## 1 <= 0 1.6589 0.1982 8.37 <2e-16 ***
## 2 <= 0 1.6589 0.1982 8.37 <2e-16 ***
## 3 <= 0 1.6589 0.1982 8.37 <2e-16 ***
## ---
```

```
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
## (Adjusted p values reported -- single-step method)
```

Dado el p-value para la variable  $\beta_1$  que nos interesa es muy pequeño tenemos que vamos a rechazar la  $H_0$ , por lo que podemos decir que si existe un incremento en la presión arterial sistólica de las persona que tienen un bmi mas alto.

3. Para complementar la interpretación de los resultados del inciso iii), presente una gráfica resumen con la estimación puntual asociada a la relación entre bpsystol y bmi. Para esto considere sólo tres posibles edades: 30, 50 y 64, así como la diferenciación entre mujeres y hombres. Comente e interprete lo que observa en la gráfica, indicando con claridad a qué parámetro corresponde la curva/recta.



De los resultados es evidente que la presión sistólica de los hombres es mayor que la de las mujeres para los 3 grupos, por lo que desde ahí nos damos cuenta que el sexo ya es un factor que influye de manera directa en la presión sistólica de una persona, aunado a eso tenemos el factor de la edad donde es claro que a mayor edad la presión de una persona también será mayor, algo que se mantiene para ambos casos es el factor del IMC donde se tiene que si este aumenta también crece la presión arterial sistólica.

4. Comparando el modelo en i) con el usado en la pregunta 1, compare las conclusiones e interpretaciones que se pueden obtener e indique qué modelo prefiere usar. Argumente con claridad su respuesta, por ejemplo, debe incluir los valores de AIC o BIC, así como ventajas y desventajas en la interpretación.

Si bien ambos modelos obtenidos dieron buenos resultados y además similares, en el sentido de que ambos nos fueron de ayuda para explicar cómo las variables IMC, Edad, Sexo afectan la presión arterial sistólica de una persona es claro que la complejidad de un modelo fue mayor a la otra, para el caso del modelo usado en el ejercicio 1 usamos un modelo lineal simple con una transformación de logaritmo, lo cual lo hace más fácil de interpretar que el modelo usado en este ejercicio el cual requirió de ajustar un GLM con familia inversa gaussiana y función liga identidad.

Por lo tanto decidimos que es conveniente utilizar el modelo que obtuvimos en el ejercicio 1, el cual tuvo un AIC de -376.2099 contra un AIC de 2484.1 del modelo empleado para este ejercicio, además es importante mencionar que las ventajas de emplear el modelo obtenido en el inciso anterior nos facilitan la interpretación del mismo.