

## CUARTA GUÍA DE EJERCICIOS: PRUEBAS DE HIPÓTESIS

### UN ESTUDIO SOBRE CARBOXIHEMOGLOBINA EN SANGRE

En el estudio experimental que aquí presentamos se seleccionó al azar una muestra de 37 estudiantes de una universidad. Algunas semanas antes de su participación en la situación experimental se midió su porcentaje de carboxihemoglobina en sangre (**chi**), así como el puntaje de ansiedad (**ani**) mediante un test.

La situación experimental consistió en reunir a los 37 estudiantes en una pequeña sala (cerrada) durante dos horas. Durante todo este tiempo se permitió a las personas fumadoras del grupo que fumaran todos aquellos cigarrillos que necesitaran. Transcurrido este tiempo se volvió a medir el porcentaje de carboxihemoglobina\* en sangre (**chf**) y el puntaje de ansiedad (**anf**).

De todos los sujetos de la muestra se registró su género (**gen**) y el número de cigarrillos que acostumbran a fumar diariamente (**ncigar**). Esta última variable se categorizó en tres niveles (**nivtab**): 0= no fumador; 1= bajo tabaquismo; 2= alto tabaquismo.

[Para responder algunas preguntas se recodificó la variable **nivtab** en **nivtab2**: 0=no fumador/a; 1=fumador/a]

A partir de los análisis SPSS adjuntos, responder las siguientes preguntas:

- 1.- ¿Se distribuyen todas las variables cuantitativas según la Ley Normal?
- 2.- ¿Confirman los datos la existencia de un porcentaje de mujeres fumadoras en la Universidad del 55%? (Realiza tu análisis considerando, en este caso, un n.c. del 98%). Interpreta y valora.
- 3.- ¿Podría afirmarse que en la Universidad estudian dos mujeres por cada hombre? Interpreta y valora.
- 4.- En la Universidad de referencia: ¿fuman más los hombres o las mujeres? ¿O será que fuman lo mismo? Interpreta y valora.
- 5.- Una de las hipótesis de control trataba de comprobar que los niveles de ansiedad de fumadores y no fumadores son similares. ¿Qué podrías concluir al respecto? Interpreta y valora.
- 6.- ¿A cuántos errores típicos de la media **chi** en no fumadores se encuentra la media de **chi** en fumadores (en la distribución muestral de medias de **chi** en los no fumadores)? Interpreta y valora.
- 7.- ¿Puede describirse la población de estudiantes de la Universidad referencial, afirmando...
  - a) ...que presentan un promedio de **chi** de 4,5%?
  - b) ...que presentan un promedio de **ani** que se comenzaría a considerar elevado (20 puntos)?
- 8.- El principal objetivo del estudio trataba de comprobar el efecto del tabaquismo pasivo en el porcentaje de carboxihemoglobina en sangre de los estudiantes no fumadores (cuando reciben el humo de los compañeros que fuman frente a ellos).
  - a) ¿Se comprobó tal efecto para los no fumadores?
  - b) ¿Existe algún efecto en este sentido entre los mismos fumadores?
  - c) Interpreta y valora los resultados obtenidos en los tres apartados anteriores.
- 9.- ¿Existen niveles de ansiedad distintos entre los estudiantes hombres y mujeres? Interpreta y valora.
- 10.- ¿Están relacionadas las variables **nivtab2** y **chf**? Interpreta y valora.
- 11.- ¿Están relacionadas las variables **nivtab** y **ani**? Interpreta y valora.
- 12.- Las proporciones de fumadores entre estudiantes hombres y mujeres, ¿son las mismas? Interpreta y valora.
- 13.- Escribe una pregunta (con sentido y distinta a las planteadas) que se responda a través de un i.c. de medias.
- 14.- Escribe una pregunta (con sentido y distinta a las planteadas) que se responda a través de i.c. de proporciones.

---

\* La Carboxihemoglobina (hemoglobina alterada) es una proteína de los glóbulos rojos encargada del transporte de oxígeno y dióxido de carbono entre los pulmones y los tejidos corporales.

**Tabla de contingencia Género \* Nivel tabaquismo**

Recuento

		Nivel tabaquismo			Total
		No fumador	Tabaquismo bajo	Tabaquismo alto	
Género	Hombre	3	5	8	16
	Mujer	11	6	4	21
Total		14	11	12	37

**Estadísticos descriptivos**

	N	Media		Desv. típ.
	Estadístico	Estadístico	Error típico	Estadístico
% de carboxihemoglobina inicial	37	3,016	,3101	1,8864
% de carboxihemoglobina final	37	3,859	,2313	1,4070
Ansiedad inicial (previa a la situación experimental)	37	11,46	,687	4,181
Ansiedad final (posterior a la situación experimental)	37	11,35	,643	3,910
N válido (según lista)	37			

**Pruebas no paramétricas**

**Género = Hombre**

**Prueba binomial<sup>a</sup>**

		Categoría	N	Proporción observada	Prop. de prueba	Sig. exacta (bilateral)
nivtab3	Grupo 1	,00	3	,19	,50	,021
	Grupo 2	1,00	13	,81		
	Total		16	1,00		

a. Género = Hombre

**Género = Mujer**

**Prueba binomial<sup>a</sup>**

		Categoría	N	Proporción observada	Prop. de prueba	Sig. exacta (bilateral)
nivtab3	Grupo 1	,00	11	,52	,50	1,000
	Grupo 2	1,00	10	,48		
	Total		21	1,00		

a. Género = Mujer

## Pruebas no paramétricas

### Prueba binomial

		Categoría	N	Proporción observada	Prop. de prueba	Sig. asintót. (bilateral)
% de carboxihemoglobina inicial	Grupo 1	<= 4,5	27	,73	,50	,008 <sup>a</sup>
	Grupo 2	> 4,5	10	,27		
	Total		37	1,00		

a. Basado en la aproximación Z.

## Prueba T

### Estadísticos para una muestra

	N	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media
% de carboxihemoglobina inicial	37	3,016	1,8864	,3101

### Prueba para una muestra

	Valor de prueba = 4.5					
	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
					Inferior	Superior
% de carboxihemoglobina inicial	-4,784	36	,000	-1,4838	-2,113	-,855

## Prueba T

### Estadísticos para una muestra

	N	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media
Ansiedad inicial (previa a la situación experimental)	37	11,46	4,181	,687

### Prueba para una muestra

	Valor de prueba = 20					
	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
					Inferior	Superior
Ansiedad inicial (previa a la situación experimental)	-12,426	36	,000	-8,541	-9,93	-7,15

nivtab2 = ,00

**Estadísticos descriptivos<sup>a</sup>**

	N	Media		Desv. típ.
	Estadístico	Estadístico	Error típico	Estadístico
% de carboxihemoglobina inicial	14	1,879	,3560	1,3320
% de carboxihemoglobina final	14	3,214	,2709	1,0136
Ansiedad inicial (previa a la situación experimental)	14	12,71	1,056	3,950
Ansiedad final (posterior a la situación experimental)	14	11,71	1,141	4,268
N válido (según lista)	14			

a. nivtab2 = ,00

nivtab2 = 1,00

**Estadísticos descriptivos<sup>a</sup>**

	N	Media		Desv. típ.
	Estadístico	Estadístico	Error típico	Estadístico
% de carboxihemoglobina inicial	23	3,709	,3873	1,8574
% de carboxihemoglobina final	23	4,252	,3097	1,4853
Ansiedad inicial (previa a la situación experimental)	23	10,70	,879	4,215
Ansiedad final (posterior a la situación experimental)	23	11,13	,783	3,757
N válido (según lista)	23			

a. nivtab2 = 1,00

**Pruebas no paramétricas**

**Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra**

	% de carboxihemoglobina inicial	% de carboxihemoglobina final	Ansiedad inicial (previa a la situación experimental)	Ansiedad final (posterior a la situación experimental)	
N	37	37	37	37	
Parámetros normales <sup>a,b</sup>	Media	3,016	3,859	11,46	11,35
	Desviación típica	1,8864	1,4070	4,181	3,910
Diferencias más extremas	Absoluta	,146	,194	,120	,160
	Positiva	,146	,194	,113	,083
	Negativa	-,098	-,119	-,120	-,160
Z de Kolmogorov-Smirnov		,887	1,179	,732	,976
Sig. asintót. (bilateral)		,411	,124	,658	,296

a. La distribución de contraste es la Normal.

b. Se han calculado a partir de los datos.

## Prueba T

### Estadísticos de grupo

	Género	N	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media
Ansiedad inicial (previa a la situación experimental)	Hombre	16	11,88	3,931	,983
	Mujer	21	11,14	4,430	,967

### Prueba de muestras independientes

		Prueba Levene		Prueba T para la igualdad de medias						
		igualdad de varianzas							95% Interv. Conf. para la diferencia	
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Error típ. de la diferencia	Inferior	Superior
Ansiedad inicial (previa a la situación experimental)	Se han asumido varianzas iguales	,423	,520	,522	35	,605	,732	1,402	-2,113	3,577
	No se asumen varianzas iguales			,531	34,118	,599	,732	1,379	-2,069	3,533

## Prueba T

### Estadísticos de grupo

	nivtab2	N	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media
Ansiedad inicial (previa a la situación experimental)	,00	14	12,71	3,950	1,056
	1,00	23	10,70	4,215	,879

### Prueba de muestras independientes

		Prueba Levene		Prueba T para la igualdad de medias						
		igualdad de varianzas							95% Interv. Conf. para la diferencia	
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Error típ. de la diferencia	Inferior	Superior
Ansiedad inicial (previa a la situación experimental)	Se han asumido varianzas iguales	,278	,601	1,446	35	,157	2,019	1,396	-,816	4,853
	No se han asumido varianzas iguales			1,469	29,025	,152	2,019	1,374	-,791	4,828

## Prueba T

### Estadísticos de grupo

	nivtab2	N	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media
% de carboxihemoglobina final	0	14	3,214	1,0136	,2709
	1	23	4,252	1,4853	,3097

### Prueba de muestras independientes

		Prueba Levene para igualdad de varianzas		Prueba T para la igualdad de medias					95% I.C. para la diferencia	
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilat.)	Diferencia de medias	Error típ. diferencia	Inf.	Sup.
% carboxihemoglobina final	Se han asumido varianzas iguales	5,419	,026	-2,302	35	,027	-1,0379	,4508	-1,9530	-,1228
	No se han asumido varianzas iguales			-2,522	34,433	,016	-1,0379	,4115	-1,8737	-,2020

## Prueba T

nivtab2 = 0

### Estadísticos de muestras relacionadas<sup>a</sup>

		Media	N	Desviación típ.	Error típ. de la media
Par 1	% de carboxihemoglobina inicial	1,879	14	1,3320	,3560
	% de carboxihemoglobina final	3,214	14	1,0136	,2709

a. nivtab2 = 0

### Correlaciones de muestras relacionadas<sup>a</sup>

	N	Correlación	Sig.
Par 1 % de carboxihemoglobina inicial y % de carboxihemoglobina final	14	,829	,000

a. nivtab2 = 0

### Prueba de muestras relacionadas<sup>a</sup>

	Diferencias relacionadas					t	gl	Sig. (bilat.)
	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media	95% Interv. Conf. para la diferencia				
				Inferior	Superior			
Par 1 % de carboxihemoglobina inicial - % de carboxihemoglobina final	-1,3357	,7510	,2007	-1,7693	-,9021	-6,655	13	,000

a. nivtab2 = 0

## Prueba T

nivtab2 = 1

Estadísticos de muestras relacionadas<sup>a</sup>

		Media	N	Desviación típ.	Error típ. de la media
Par 1	% de carboxihemoglobina inicial	3,709	23	1,8574	,3873
	% de carboxihemoglobina final	4,252	23	1,4853	,3097

a. nivtab2 = 1

Correlaciones de muestras relacionadas<sup>a</sup>

		N	Correlación	Sig.
Par 1	% de carboxihemoglobina inicial y % de carboxihemoglobina final	23	,943	,000

a. nivtab2 = 1

Prueba de muestras relacionadas<sup>a</sup>

		Diferencias relacionadas				t	gl	Sig. (bilat.)	
		Media	Desviación típ.	Error típ. de la media	95% I.C. para la diferencia				
					Inferior				Superior
Par 1	% de carboxihemoglobina inicial - % de carboxihemoglobina final	-,5435	,6721	,1401	-,8341	-,2529	-3,878	22	,001

a. nivtab2 = 1

## SOLUCIONES

1: Sí. Dado que los cuatro niveles de significación (P) correspondientes a las cuatro variables (chi, chf, ani, anf) son superiores al riesgo alfa (0,05): ,411 ,124 ,658 ,296 En todos los casos se acepta la H0 (dif. no significativas con respecto a la ley normal).

2: Sí. Dado que  $P=0,55$  está incluido en el límite superior del i.c.:  $0,48+2,05*0,11=0,71>0,55$  Con ello se acepta la H0 (dif. no significativa entre 0,48 y 0,55).

Valorar: un porcentaje de mujeres fumadoras del 55% parece muy elevado... consecuencias... causas...

3:  $p(\text{hombres})=16/37=0,43$  error típico prop.= $\text{raíz}(0,43*0,57/37)=0,08$

Sí podemos afirmar que  $P(\text{hombres})=0,33$  dado que  $0,43-1,96*0,08=0,27<0,33$  Con ello se acepta la H0 (dif. no significativa entre 0,33 y 0,48).

Valorar: importante que la mujer se ha impuesto al hombre... después de haberse vivido por décadas una universidad masculina...

4: No podemos afirmar que fumen lo mismo, dado que la proporción de mujeres fumadoras (0,19) se diferencia significativamente de una  $P=0,5$  ( $P=0,021<0,05$ ), mientras que la proporción de hombres fumadores (0,52) no presenta diferencias significativas ( $P=1,0>0,05$ ) con respecto a una  $P=0,5$ . Podemos afirmar que la proporción de hombres fumadores es del 50%, mientras que la proporción de mujeres fumadoras es significativamente menor. Valorar lo obvio que parece que ambos géneros estén asumiendo en la universidad hábitos parecidos, roles parecidos...

5: Los niveles de ansiedad de los estudiantes fumadores (10,7) no son estadísticamente diferentes ( $t=0,52$ ;  $P=0,605$ ) a los de los estudiantes no fumadores (12,7). Con ello aceptamos la H0 (dif. no significativa, con un n.c. de 95%). Valorar que parece lógico que esto sea así...

6:  $(3,71-1,88) / 0,37 = 4,94$  Es decir, a casi 5 errores típicos. Se trata de una distancia muy elevada. El nivel de chi en fumadores es muy significativamente superior al de no fumadores. El hecho de fumar está ocasionando este importantes aumento de la proteína, con nefastos efectos para la salud...

7a: No, dado que el nivel de chi observado en la muestra presenta una media (3,02%) significativamente inferior ( $t=-4,784$ ;  $P=0,000$ ) al 4,5%. Debido a que  $0,000<0,05$ , rechazamos la H0 y aceptamos una H1 (asumiendo un riesgo de error alfa de 0,05): el promedio de chi de la población será menor al 4,5%

7b: No, dado que el nivel de ani observado en la muestra presenta una media (11,6) significativamente inferior ( $t=-12,43$ ;  $P=0,000$ ) a los 20 puntos. Debido a que  $0,000<0,05$ , rechazamos la H0 y aceptamos una H1 (alfa de 0,05): el promedio de ani de la población será menor estos 20 puntos.

8: a) Sí, dado que la diferencia entre las medias aritméticas de chi y chf en no fumadores es significativa ( $t=-6,655$ ;  $P=0,000$ ). Dado que  $0,000<0,05$ , rechazamos la H0 y aceptamos una H1 (con alfa del 5%): existe una diferencia significativa entre ambas medias aritméticas. Por tanto se comprueba el efecto de la situación experimental sobre el grupo de no fumadores.

b) Sí, entre los fumadores se observa el mismo efecto, dado que la diferencia entre las medias aritméticas de chi y chf en este grupo es también significativa ( $t=-3,878$ ;  $P=0,001$ ). Y dado que  $0,001<0,05$ , rechazamos la H0 y aceptamos una H1 (con un riesgo alfa=0,05): existe una diferencia significativa entre ambas medias aritméticas. Por tanto se comprueba el mismo efecto de la situación experimental sobre el grupo de fumadores. Se observa un nivel de significación menor que el anterior en este grupo ( $0,001>0,000$ ).

c) Revisar y compartir comentarios en clase...

9: No, hombres y mujeres no presentan diferencias estadísticamente significativas ( $t=0,52$ ;  $P=0,605$ ) entre sus puntajes de ani. Dado que  $0,605>0,005$  es que aceptamos la H0 (con un n.c. = 0,95).

Valorar el hecho, bastante obvio y esperable que los dos géneros no presenten diferencias entre sus niveles de ansiedad...

10: Las medias de chf correspondientes a los grupos de estudiantes fumadores ( ) y no fumadores ( ) sí presentan diferencias estadísticamente significativas ( $t=-2,30$ ;  $P=0,027$ ). Dado que  $0,027<0,05$ , rechazamos la H0 y aceptamos una H1 que evidencia relación significativa entre las dos variables (se afirma con un riesgo de error alfa del 5%).

Debemos ser cuidadosos en la valoración que hagamos de este resultado. Dado que no conocemos los niveles iniciales de carboxi de ambos grupos, no podemos saber si esta diferencia fue producida por la situación experimental o debida al tabaquismo que caracteriza a uno de los grupos.

11: No, las dos variables no presentan una relación estadísticamente significativa ( $t=1,45$ ;  $P=0,157$ ). Dado que  $0,157>0,05$ , aceptamos H0 (con un n.c. del 95%)

El hecho de fumar o no hacerlo es independiente de los niveles de ansiedad que presentan los estudiantes. Esto parece lógico y coherente, dado aunque la falta de tabaco podría provocar un mayor nivel de ansiedad entre los fumadores, mientras estos tengan acceso a la nicotina podrán mantener su ansiedad dentro de los parámetros "normales" y coincidentes con el que presentan los no fumadores...

12: Misma pregunta y respuesta que la 4!!!

13: Revisar y comentar en clase

14: Revisar y comentar en clase.