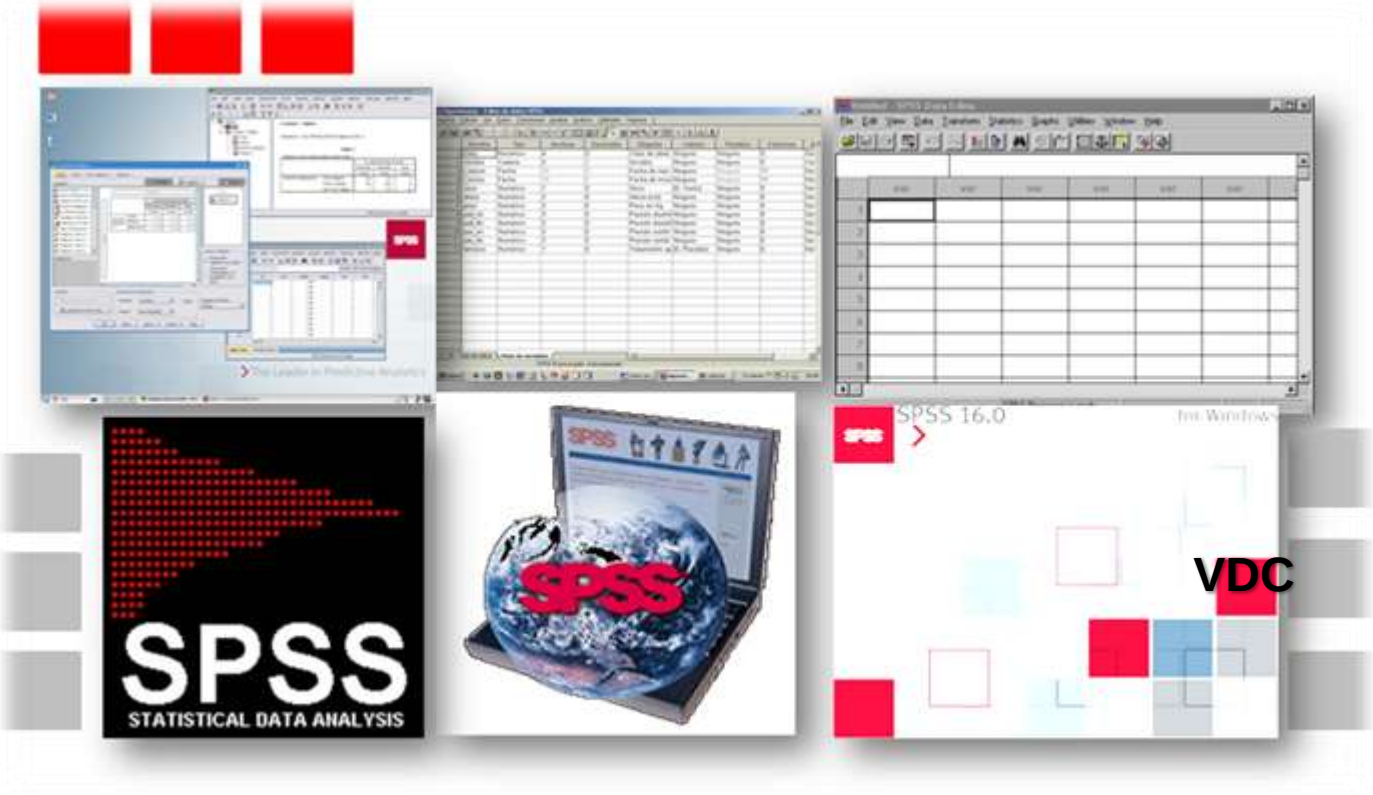
Inferencia Estadística. Pruebas paramétricas y no paramétricas. Análisis de datos



Prof. Mª JOSÉ PRIETO CASTELLÓ

SPSS

ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE DATOS

•Estadística Descriptiva:
-Cualitativas: frecuencias, porcentajes
-Cuantitativas: descriptivos, medidas de centralizacíón, dispersión, posición..)

•Explorar
•Tablas de contingencia

•Estadística analítica (Inferencia estadística):
- estimación de parámetros: puntual y por intervalos
- contraste de hipótesis

SPSS

CONTRASTE DE HIPÓTESIS: Problema de decisión entre dos <u>hipótesis estadísticas</u> (Ho y Ha)

afirmación sobre estadísticos de una muestra

-Paramétricos

-No paramétricos o de libre distribución

CONTRASTE DE HIPÓTESIS. TEST ESTADÍSTICOS

VARIABLE 1	VARIABLE 2	TEST
Cuantitativa	Cualitativa	T-test (k=2) ANOVA (K>2)
Cualitativa	Cualitativa	Test de la Chi cuadrado
Cuantitativa	Cuantitativa	Correlación de pearson Regresión

VARIABLE 1	VARIABLE 2	Test
Cuantitativa	Cualitativa	U de Mann Whitney. (K=2) Test de Kuskral-Wallis (k>2)
Cualitativa	Cualitativa	Test exacto de Fisher
Cuantitativa	Cuantitativa	Correlación de Spearman. Regresión no paramétrica

PARAMÉTRICOS **NO PARAMÉTRICOS**

Tamaño muestral < 30

Ausencia de normalidad

COMPARACIÓN DE MEDIAS

1 variable CUANTITATIVA – 1 variable CUALITATIVA)

Variable cualitativa 2 grupos

PARAMÉTRICO	NO PARAMÉTRICO
T-test para muestras independientes	U-Mann Whitney
T-test para muestras apareadas	Test de Wilconson

COMPARACIÓN DE MEDIAS

1 variable CUANTITATIVA – 1 variable CUALITATIVA)

Variable cualitativa K grupos

N< 30, NO normal

Varianzas no homogeneas

PARAMÉTRICO	NO PARAMÉTRICO
Análisis de varianza ANOVA de una vía	Test de Kruskall -Wallis
Análisis de varianza ANOVA de medidas repetidas	Test de Friedman

SPSS

SUPUESTOS DE NORMALIDAD

Kolmogorov-Smirnov (K-S).

Shapiro-Wilk (S-W) es más potente.

Gráfico Q-Q normal.

Gráfico Q-Q normal sin tendencias.

Las pruebas de normalidad son contrastes de hipótesis:

H_0: NO hay diferencias significativas entre la distribución de la muestra y la distribución normal.

H_1: SI hay diferencias significativas entre la distribución de la muestra y la distribución normal.

Ho= distribución normal
Ha=distribución difiere de la normal

SPSS

SUPUESTOS DE NORMALIDAD

CUMPLIMIENTO DEL SUPUESTO DE NORMALIDAD

1. Menú analizar: Estadísticos descriptivos: opción “Explorar”
2. Seleccionar las variables y pasarlas a la ventana “Variables”
3. Si queremos que compruebe la normalidad de una variable en función de otra, pasamos la variable de agrupación a la ventana “Factores”
4. Cuadro de diálogo “Gráficos”: activar la opción “Gráficos con pruebas de normalidad”.
5. Aceptar

Menu Pruebas no paramétricas: para una muestra

SPSS

SUPUESTOS DE NORMALIDAD

CUMPLIMIENTO DEL SUPUESTO DE NORMALIDAD

1. Menú analizar: Estadísticos descriptivos: opción “Explorar”
2. Seleccionar las variables y pasarlas a la ventana “Variables”
3. Si queremos que compruebe la normalidad de una variable en función de otra, pasamos la variable de agrupación a la ventana “Factores”
4. Cuadro de diálogo “Gráficos”: activar la opción “Gráficos con pruebas de normalidad”.
5. Aceptar

Pruebas de normalidad

		Kolmogorov-Smirnov[a]			Shapiro-Wilk		
	obesidad	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
EMGpost	no obesos	,208	258	,000	,813	258	,000
	obesos	,146	216	,000	,842	216	,000

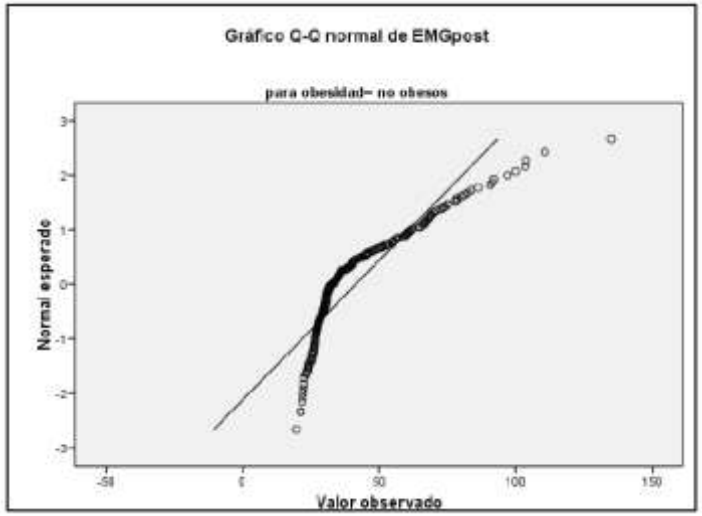
a. Corrección de la significación de Lilliefors

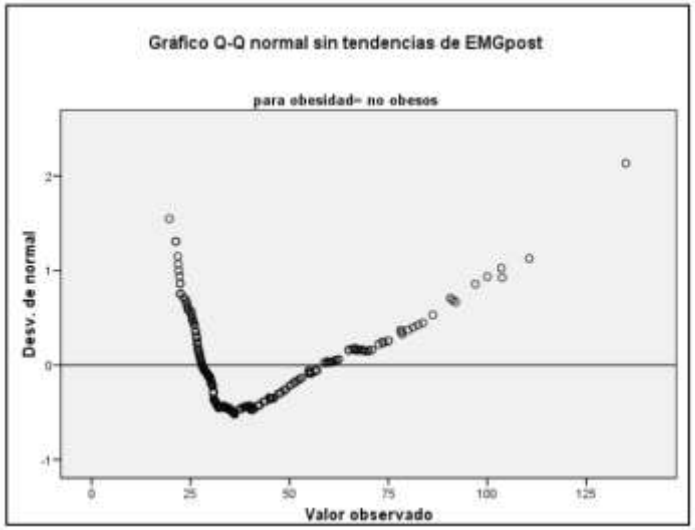
Si la significación es menor de 0,05 se considera que la distribución de la muestra estudiada difiere significativamente de la normalidad.

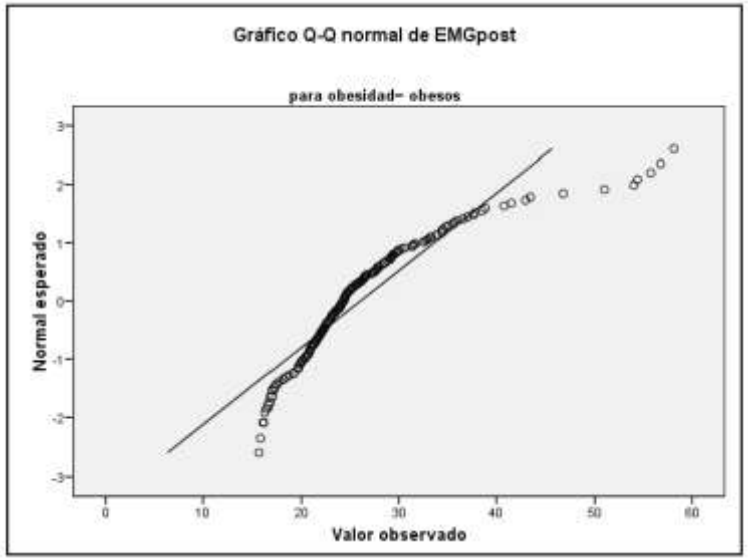
ESTADÍSTICA ANALÍTICA

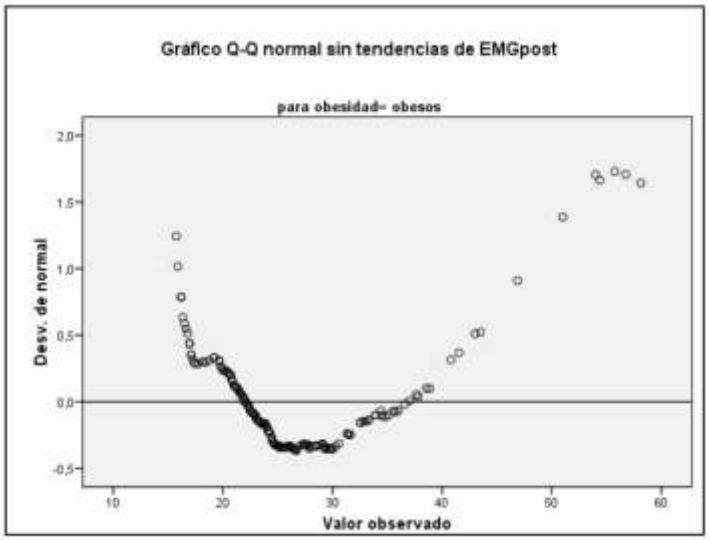
SPSS

SUPUESTOS DE NORMALIDAD





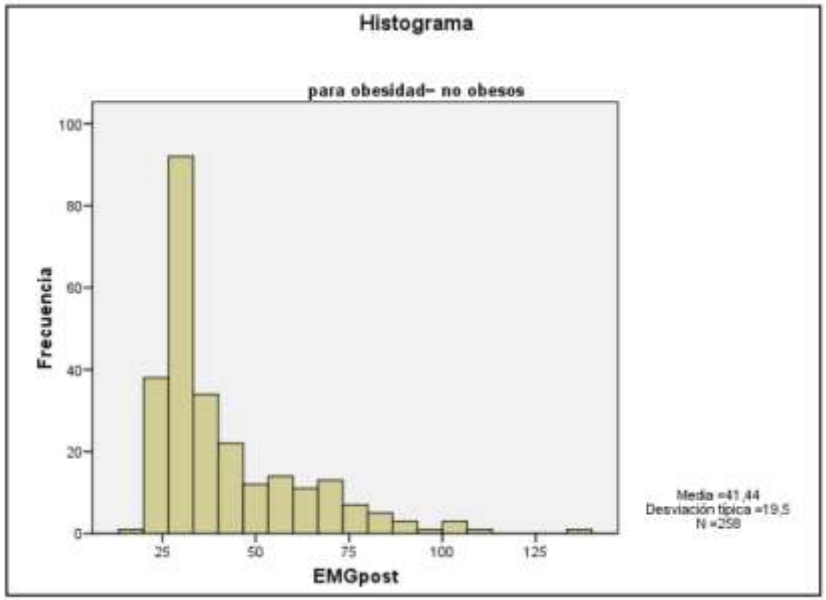


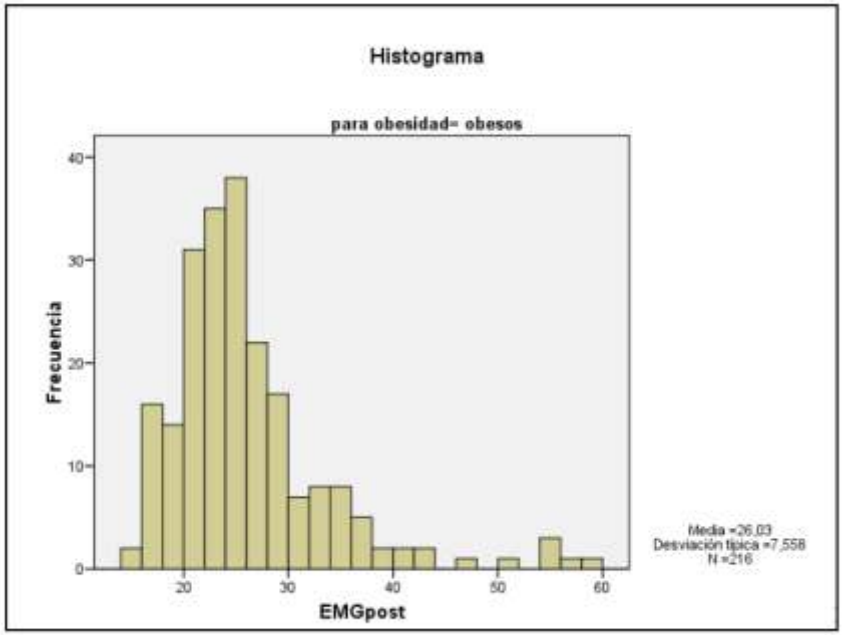


ESTADÍSTICA ANALÍTICA

SPSS

SUPUESTOS DE NORMALIDAD

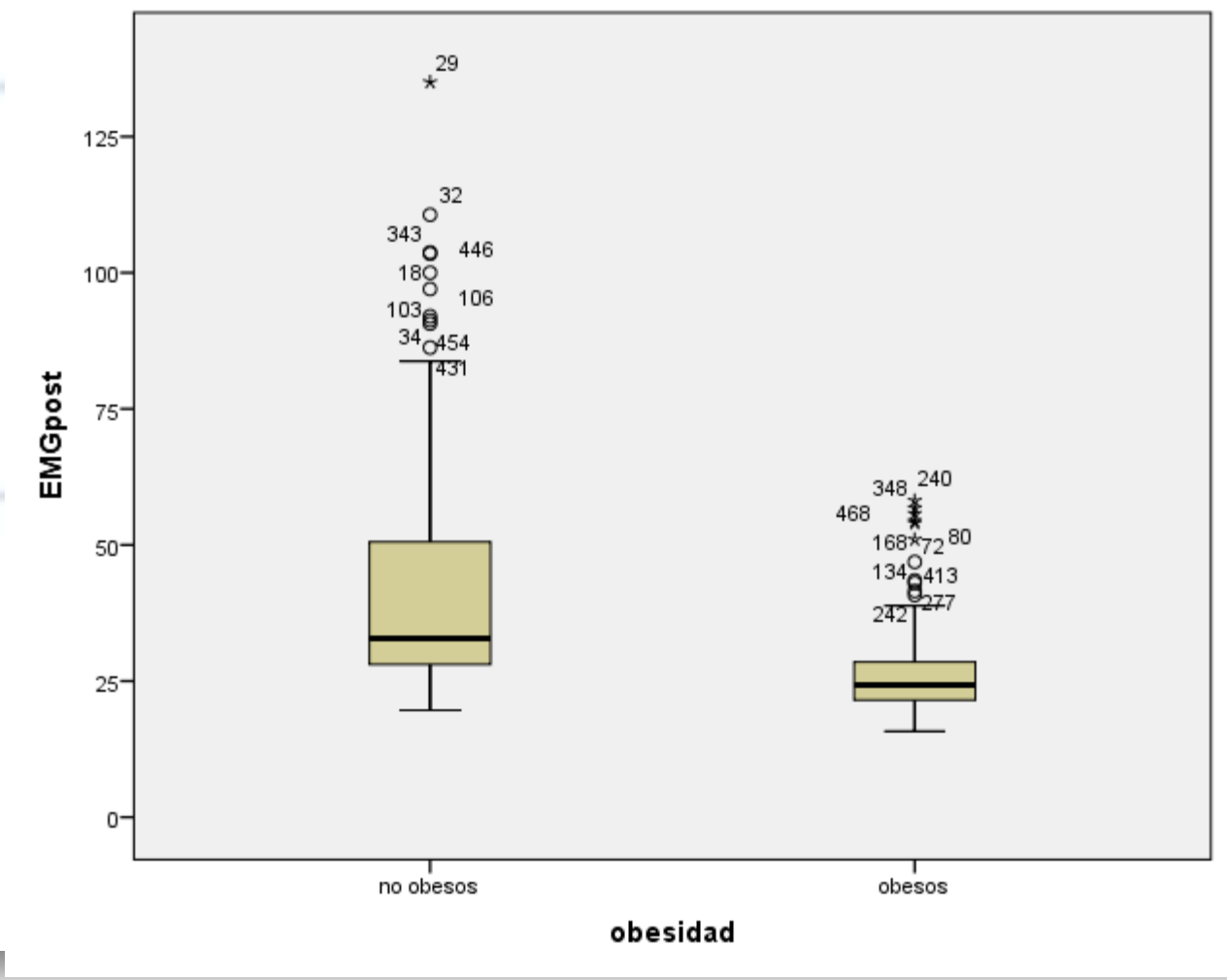




ESTADÍSTICA ANALÍTICA

SPSS

SUPUESTOS DE NORMALIDAD



ESTADÍSTICA ANALÍTICA

SPSS

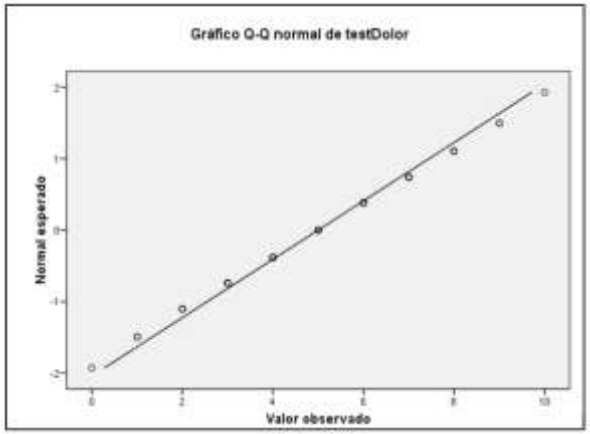
SUPUESTOS DE NORMALIDAD

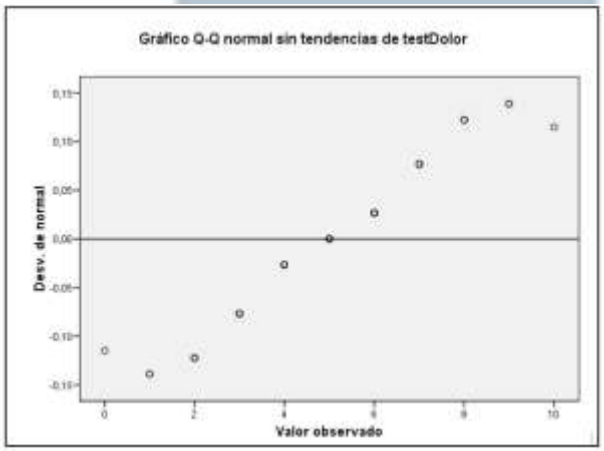
Pruebas de normalidad

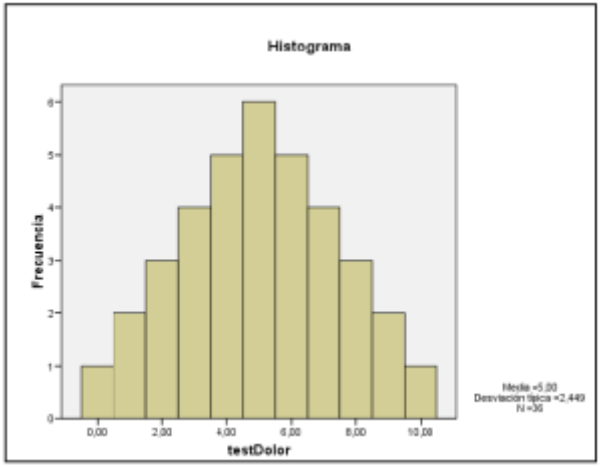
	Kolmogorov-Smirnov[a]			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
testDolor	,083	36	,200*	,981	36	,782

*. Este es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de la significación de Lilliefors







SPSS

COMPARACIÓN DE MEDIAS

Podemos comparar las medias de varias muestras simplemente observando juntos los estadísticos descriptivos de los diversos grupos definidos.

SPSS:

- **Menú analizar: Comparar medias: opción "Medias"**
- **Seleccionar las variables y pasarlas a la ventana "Dependientes"**
- **Las variables a partir de las cuales se definen las agrupaciones se introducen en la ventana "Independientes". Se introducen por capas: una variable/ capa siguiente/ otra variable…**
- **Aceptar**

Ejemplo: Obtener los descriptivos media, número de casos y desviación típica para la variable "EMGpre" por "cumplimentación" y "EMGpre" por "cumplimentación" por "obesidad", del archivo "Entrenamiento"

ESTADÍSTICA ANALÍTICA

SPSS

COMPARACIÓN DE MEDIAS

EMGpre

cumplim	Media	N	Desv. típ.
suficiente	14,10	363	2,907
buena	15,08	27	1,341
excelente	30,26	84	9,981
Total	17,02	474	7,871

EMGpre

cumplim	obesidad	Media	N	Desv. típ.
suficiente	no obesos	15,86	157	2,565
	obesos	12,75	206	2,391
	Total	14,10	363	2,907
buena	no obesos	15,08	27	1,341
	Total	15,08	27	1,341
excelente	no obesos	31,63	74	9,750
	obesos	20,12	10	4,252
	Total	30,26	84	9,981
Total	no obesos	20,30	258	9,112
	obesos	13,09	216	2,936
	Total	17,02	474	7,871

SPSS

COMPARACIÓN DE MEDIAS

Homogeneidad de varianzas

La HOMOCEDASTICIDAD es la homogeneidad de varianzas.

Para comparar dos muestras mediante la prueba t, las varianzas de ambas muestras NO PUEDEN SER SIGNIFICATIVAMENTE DIFERENTES. Si lo son hay que utilizar una modificación de la prueba t.

La homocedasticidad se comprueba mediante la prueba de LEVENE, que es un contraste de hipótesis:

H_0: NO hay diferencias significativas entre las varianzas de las muestras. Ho:varianzas =s

H_1: SI hay diferencias significativas entre las varianzas de las muestras. Ha: varianzas ≠s

Supuesto de Homocedasticidad

1. Menú analizar: Estadísticos descriptivos: opción "Explorar"
2. Activar el recuadro "Ambos" o "Gráficos".
3. Seleccionar la variable y pasarla a la ventana "Dependientes"
4. Pasar la variable de agrupación a la ventana "Factores"
5. Cuadro de diálogo "Gráficos": activar el recuadro "Dispersión por nivel con prueba de Levene", "no transformados".
6. Aceptar

Ejemplo: Comprobar la homocedasticidad de los datos de la variable "EMGpost" entre los sujetos obesos y no obesos del archivo "Entrenamiento".

Supuesto de Homocedasticidad

Prueba de homogeneidad de la varianza

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
EMGpost	Basándose en la media	119,675	1	472	,000
	Basándose en la mediana.	51,603	1	472	,000
	Basándose en la mediana y con gl corregido	51,603	1	310,597	,000
	Basándose en la media recortada	95,451	1	472	,000

- **Hay varias maneras de calcular el estadístico de Levene: la más habitual es a partir de la media. *Al hacer la prueba T para muestras independientes, SPSS calcula automáticamente éste estadístico de Levene.***
- **Se rechaza H_0 y se acepta H_1 con un margen de error menor del 1% ($P<0,01$) Las varianzas de "EMGpost" de obesos y no obesos SÍ son significativamente diferentes, es decir, NO se cumple el supuesto de homogeneidad de varianzas.**

SPSS

COMPARACIÓN DE MEDIAS

Incumplimiento de la Homocedasticidad

Si la prueba de Levene nos dice que las muestras tienen varianzas significativamente distintas, hay que usar una versión alternativa de la prueba T.

El SPSS calcula con la prueba T tanto la prueba de Levene como la versión alternativa de la prueba T para el caso de incumplimiento de la homogeneidad de varianzas.

SPSS

COMPARACIÓN DE MEDIAS

Incumplimiento del supuesto de NORMALIDAD

Si pasamos la prueba de K-S y alguna de las muestras no se distribuye normalmente, estadísticamente no pasa mucho, ya que LA PRUEBA T ES ROBUSTA Y SOPORTA EL INCUMPLIMIENTO DEL SUPUESTO DE NORMALIDAD.

Es decir, en principio no haría falta tener muy en cuenta la normalidad al pasar una prueba T (más aún con tamaños muestrales altos, que según el Teorema del Límite Central se distribuirán habitualmente de forma normal). *Pero no cuesta nada hacerlo, en previsión del típico revisor pejiguero que considera que la prueba T no es lo suficientemente robusta…*

...la ROBUSTEZ DE UNA PRUEBA es la propiedad de mantener la validez de las probabilidades de los errores tipo I y II, a pesar de que no se verifiquen algunas condiciones de aplicación, sobre todo la asunción de que los datos se distribuyen normalmente.

SPSS

COMPARACIÓN DE MEDIAS

Incumplimiento del supuesto de INDEPENDENCIA

Si las muestras no son independientes, hay que utilizar la PRUEBA T PARA MUESTRAS RELACIONADAS.

SPSS

PRUEBA T DE STUDENT

Prueba t para muestras independientes

Contrasta la hipótesis de igualdad entre las medias de DOS muestras extraídas de dos poblaciones INDEPENDIENTES.

H_0: según los datos de la muestra que tenemos, NO podemos decir que la media de la población de la que proviene esta muestra y el valor x sean diferentes.

H_1: según los datos de la muestra que tenemos, podemos decir que la media de la población de la que proviene esta muestra NO es el valor x (y además la prueba me proporciona un intervalo de confianza para la diferencia entre la verdadera media poblacional y el valor x).

SPSS

PRUEBA T DE STUDENT

Prueba t para muestras independientes

1. Menú analizar: Comparar medias: opción “Prueba T para muestras independientes”
2. Seleccionar la variable categórica que diferencia ambos grupos y pasarla a la ventana “Variable de agrupación”
3. En “Definir grupos” introducir los valores asignados a cada uno (por ejemplo, 1 para mujeres, 0 para hombres).
4. Si utilizamos como variable de agrupación una variable continua, ambos grupos estarán a un lado y al otro de un “Punto de corte” que hemos de introducir.
5. Aceptar

Ejemplos:

– Comprobar si existen diferencias estadísticamente significativas en el porcentaje de EMG post-entrenamiento entre obesos y no obesos.

SPSS

PRUEBA T DE STUDENT

Prueba t para muestras independientes

Estadísticos de grupo

	obesidad	N	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media
EMGpost	no obesos	258	41,44	19,500	1,214
	obesos	216	26,03	7,558	,514

Prueba de muestras independientes

		Prueba de Levene para la igualdad de varianzas		Prueba T para la igualdad de medias						
									95% Intervalo de confianza para la diferencia	
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Error típ. de la diferencia	Inferior	Superior
EMGpost	Se han asumido varianzas iguales	119,675	,000	10,945	472	,000	15,410	1,408	12,644	18,177
	No se han asumido varianzas iguales			11,688	344,264	,000	15,410	1,318	12,817	18,003

Si la prueba de Levene es significativa (NO HAY HOMOCEDASTICIDAD) nos fijamos en la linea de abajo.

Rechazamos H_0 y aceptamos H_1: los porcentajes de EMG post-entrenamiento son diferentes entre ambos grupos. Viendo las medias, podremos decir con una probabilidad de error menor del 1% que los porcentajes de EMG post-entrenamiento son significativamente mayores en los sujetos no obesos.

SPSS

PRUEBA T DE STUDENT

Prueba t para muestras dependientes

Muestras relacionadas.

Generalmente Pre-Post

Dos muestras pueden estar relacionadas si son:

- Dos medidas hechas sobre un mismo grupo (por ejemplo, antes y después de una intervención). A esto se le llama MEDIDAS REPETIDAS.

- Casos especiales: por ejemplo, estudios en gemelos homocigóticos (coeficiente de inteligencia y cosas así).

EJEMPLO. Un grupo de pacientes con hernia discal y afectación radicular reciben un nuevo medicamento del cual se espera que reduzca el dolor por irritación neural. Se hace una primera medida del grado de dolor mediante un cuestionario a todos los sujetos antes de empezar el tratamiento, y se les vuelve a pasar el cuestionario después de tratar a todos los sujetos durante dos meses. Se utiliza la prueba t para muestras relacionadas para comparar los resultados medios del cuestionario antes y después del tratamiento.

SPSS

PRUEBA T DE STUDENT

Prueba t para muestras dependientes

1. **Menú analizar: Comparar medias: opción "Prueba T para muestras relacionadas"**
2. **Seleccionar los pares de variables a comparar y pasarlos al cuadro "Variables relacionadas".**
3. **Aceptar**

Ejemplo:

Comprobar si existen diferencias estadísticamente significativas en el porcentaje de EMG pre-entrenamiento y el porcentaje de EMG post-entrenamiento .

SPSS

PRUEBA T DE STUDENT

Prueba t para muestras dependientes

Estadísticos de muestras relacionadas

		Media	N	Desviación típ.	Error típ. de la media
Par 1	EMGpost	34,42	474	17,076	,784
	EMGpre	17,02	474	7,871	,362

Prueba de muestras relacionadas

	Diferencias relacionadas					t	gl	Sig. (bilateral)
	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media	95% Intervalo de confianza para la diferencia				
				Inferior	Superior			
Par 1 EMGpost - EMGpre	17,404	10,815	,497	16,428	18,380	35,035	473	,000

- **Para el análisis se genera una nueva variable, que es la DIFERENCIA ENTRE PARES DE MEDIDAS.**

Rechazamos H_0 y aceptamos H_1: los porcentajes de EMG pre-entrenamiento son diferentes de los porcentajes de EMG post-entrenamiento. Viendo las medias, podremos decir con una probabilidad de error menor del 1% que los porcentajes de EMG post-entrenamiento son significativamente mayores.

SPSS

PRUEBA T DE STUDENT

Prueba t para una muestra

Contrasta la hipótesis sobre una media poblacional y un valor específico. Además, proporciona el INTERVALO DE CONFIANZA de la diferencia entre la media poblacional y ese valor.

H_0: según los datos de la muestra que tenemos, NO podemos decir que la media de la población de la que proviene esta muestra y el valor x sean diferentes.

H_1: según los datos de la muestra que tenemos, podemos decir que la media de la población de la que proviene esta muestra NO es el valor x (y además la prueba me proporciona un intervalo de confianza para la diferencia entre la verdadera media poblacional y el valor x).

SPSS

PRUEBA T DE STUDENT

Prueba t para una muestra

1. **Menú analizar: Comparar medias: opción "Prueba T de una muestra"**
2. **Seleccionar las variables y pasarlas a la ventana "Contrastar variables"**
3. **Introducir el valor específico en "Valor de prueba".**
4. **Opciones: Intervalo de confianza: 95%.**
5. **Aceptar**

Ejemplo: Contrastar la hipótesis de que el porcentaje medio de EMG pre-entrenamiento de la población es el 40%

SPSS

PRUEBA T DE STUDENT

Prueba t para una muestra

Prueba para una muestra

	Valor de prueba = 40					
					95% Intervalo de confianza para la diferencia	
	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Inferior	Superior
EMGpre	-63,577	473	,000	-22,984	-23,69	-22,27

Se rechaza H_0 y se acepta H_1. El porcentaje de EMG medio pre NO es del 40%, con una probabilidad de error...

- Además la prueba nos dice que con un 95% de seguridad la diferencia entre la media real y 40 está entre -23,69 y -22,27
- Si entre los límites de este intervalo de confianza estuviera el 0, se aceptaría H_0 (la diferencia entre la media poblacional y el valor de prueba podría ser de 0 con el nivel de significación asignado, 95%).

SPSS

ANOVA

¿Y SI HAY MÁS DE DOS GRUPOS?
No podemos hacer múltiples pruebas T porque multiplicaríamos la probabilidad de error tipo I

-Anova de una factor entre sujetos
-Anova de un factor de medidas repetidas

SPSS

ANOVA DE UN FACTOR ENTRE SUJETOS

Ho: k1 = k2 = K3= kn: NO diferentes
Ha : existe ki diferentes
La prueba no informa entre qué grupos se dan las diferencias → pruebas post hoc

- **Asumiendo varianzas iguales: BONFERRONI, DUNET, TUKEY**
- **No asumiendo varianzas iguales: GAMES-HOWEL**

SUPUESTOS
-Normalidad
-Independencia
-Homogeneidad de varianzas → si no utilizar estadísticos de BROWN FORSYITHE y WELCH

SPSS

ANOVA DE UN FACTOR DE MEDIDAS REPETIDAS

Un mismo grupo de sujetos sometidos a varias condiciones experimentales (más de 2)
Se genera una nueva medida que es la diferencia entre pares de medidas → Analizar: modelo lineal general medidas repetidas; post hoc: Bonferroni

SUPUESTOS
-Normalidad
-Homogeneidad entre las varianas de los pares de medidas
→ Esfericidad (prueba de MAUCHLY)

- Si se cumple la esfericidad: aproximación UNIVARIADA
- Si no se cumple : UNIVARIADA o MULTIVARIADA (menos potente

ASOCIACIÓN ENTRE 2 VARIABLES CUALITATIVAS

•Tablas de contingencia

-Chi cuadrado de pearson (2x2); $P<0,05$ si $\chi2>3,84$; $p<0,01$ si $\chi2>6,63$ (rxc: no válida $N<20$, más de 20% con valor esperado <5)

-Test exacto de fisher (en tablas 2x2) $N<20$ o $\chi2$ no valida

-Corrección de Yates (2x2) cuando frecuencias observada menor de 5

-Chi cuadrado de Mantel y Haenszel (2x2) datos ordinales

-Test de Mac Nemar (apareado)

ASOCIACIÓN ENTRE 2 VARIABLES CUANTITATIVAS

- **CORRELACIÓN: Cuánta relación hay**
  r de Pearson → Rho de spearman

- **REGRESIÓN: qué forma tiene la relación**
  Expresión matemática v. respuesta = f (v. explicativa)

ESTADÍSTICA ANALÍTICA

SPSS

RESUMEN ESTADÍSTICO INFERENCIAL

Grupos	Variables dependientes	Tipo de Variable	Medida	Prueba
1	1	Continua	Media	Prueba t para una muestra
		Discreta	Mediana	
		Categórica	Proporción	Chi-Cuadrado / Test binominal
2 indep.	1	Continua	Paramétricos	Prueba t muestras independ
		Continua	No paramétric	Mann-Whitney
		Categórica	Proporción	Chi-Cuadrado / Fisher
2 relac.	1	Continua	Paramétricos	Prueba t para muestras relac.
		Continua	No paramétric	Wilcoxon
		Categórica	Proporción	Chi-Cuadrado / McNemar
3 o más indep	1	Continua	Paramétricos	ANOVA
		Continua	No paramétric	Kruskal-Wallis
		Categórica	Proporción	Chi-Cuadrado
1 medido 3 o más veces	1	Continua	Paramétricos	ANOVA medidas repetidas
		Continua	No paramétric	Friedman
2	2 o más	Continua	Paramétricos	Regresión lineal multiple
		Continua	Paramétricos	MANOVA
		Categórica	Paramétricos	MANOVA