

## 10A. RELACIÓN ENTRE RESPUESTA CUANTITATIVA Y PREDICTORA BINARIA: COMPARACION DE DOS MEDIAS.

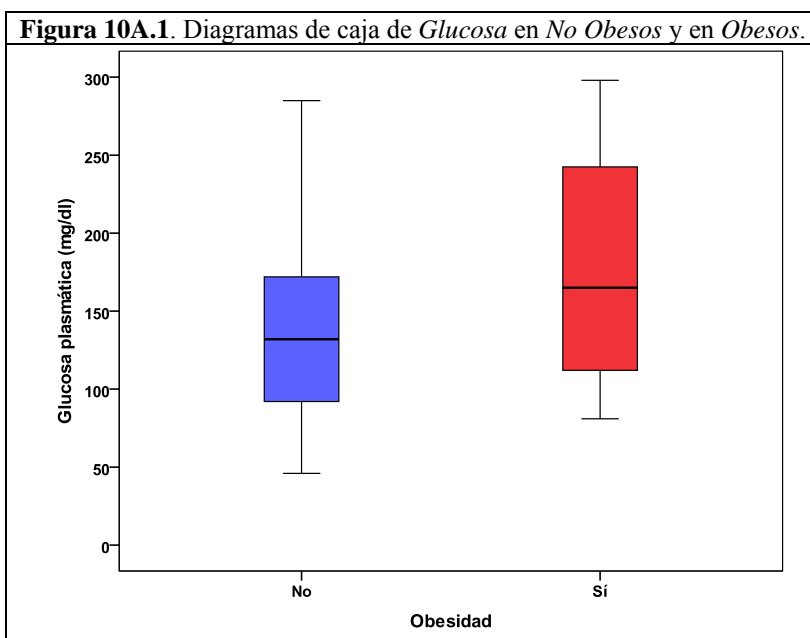
Se pretende averiguar si la glucosa plasmática de los obesos es diferente de la de los no obesos en la población origen de la muestra. El análisis de la relación entre una variable respuesta cuantitativa como *Glucosa* y una exposición binaria como *Obesidad Sí/No* (relación entre dos grupos cuantitativos independientes) consiste en la *comparación de dos medias*: la media de *Glucosa* en Obesos frente a la media de *Glucosa* en No Obesos:

- Si las medias son similares, las variables no están relacionadas o son estadísticamente independientes: la Glucosa no depende de si se es obeso o no.
- Si las medias son diferentes, las variables están relacionadas o son estadísticamente dependientes: la Glucosa depende de si se es obeso o no.

La comparación de ambas medias (Tabla 10A.1) y la inspección de los dos diagramas de caja mostrados en la Figura 10A.1 sugieren que sí son diferentes. Pero para obtener una conclusión se debe aplicar una prueba estadística.

**Tabla 10A.1.** Comparación de medias *Obesidad - Glucosa*.

Media de <i>Glucosa</i> en Obesos	174,8 mg/dl
Media de <i>Glucosa</i> en No Obesos	142,6 mg/dl



Para realizar esta comparación y ver que prueba estadística se debe utilizar se sigue el organigrama mostrado en la Figura 10A.2. Las pruebas estadísticas necesarias se muestran en la Tabla 10A.2.

### ▪ Supuesto de Normalidad

Primero se debe evaluar si la variable cuantitativa en cada uno de los grupos de la variable categórica, (en este caso la *Glucosa* en *Obesos* y en *No Obesos*), sigue una ley normal. La normalidad se evalúa mediante los gráficos y las pruebas estadísticas de normalidad, tal y como se detalla en la unidad 9. El resultado de los gráficos Normal (Figura 9A.3) y Normal sin tendencias (Figuras 9A.4) y de las pruebas de normalidad (Tabla 9A.3) de este ejemplo concreto indica que no se cumple la normalidad, sobre todo en el grupo de obesos.

### ▪ Prueba *t* de Student-Fisher para grupos independientes

Se utiliza si la normalidad se cumple en ambos grupos, obesos y no obesos. Si la *Glucosa* en un grupo es normal y en otro no, no se cumple la normalidad. Hay dos variantes de la prueba *t de Student-Fisher* para grupos independientes, en función de que las varianzas de *Glucosa* en obesos y en no obesos sean iguales u homogéneas. Este Supuesto de igualdad de varianzas se evalúa con la *prueba de Levene* (Tabla 10A.2) que, como todas las pruebas que comparan varianzas, utiliza la distribución de probabilidad F de Snedecor.

- En este caso la prueba de igualdad de varianzas de Levene es no significativa ( $p = 0,697$ ; Tabla 10A.2). Al ser mayor de 0,05 indica que no hay diferencias estadísticamente significativas en las varianzas, por lo se

puede asumir la igualdad de varianzas y utilizar la **prueba t de Student para varianzas homogéneas**, que en este caso es significativa ( $p = 0,020$ ; Tabla 10A.2).

- Si la prueba de igualdad de varianzas de Levene hubiera resultado significativa ( $p \leq 0,05$ ; no se encuentran diferencias estadísticamente significativas en las varianzas), se hubiera utilizado **la prueba t de Student para varianzas no homogéneas**, que se calcula con una pequeña corrección a la t de Student. En este caso es muy similar a la anterior ( $p = 0,019$ ; Tabla 10A.2).

**Figura 10A.2.** Comparación de dos variables cuantitativas independientes: *Glucosa – Obesidad Sí/No.*

Normalidad (de <i>Glucosa</i> en cada grupo de <i>Obesidad Sí/No</i> ) Pruebas: Kolmogorov-Smirnov y Shapiro-Wilks Gráficos: de Normalidad, de Caja, Histograma	
Sí	No
Prueba t de Student-Fisher para grupos independientes	
Homogeneidad de varianzas Prueba de igualdad de varianzas de Levene	
Varianzas homogéneas	Varianzas no homogéneas
<b>Prueba t de Student-Fisher para grupos independientes y varianzas homogéneas</b>	<b>Prueba t de Student-Fisher para grupos independientes y varianzas no homogéneas</b>
Prueba no paramétrica U de Mann-Whitney	

▪ **Prueba no paramétrica U de Mann-Whitney**

Se debe utilizar si no se cumple la normalidad, como en este caso. Es significativa ( $p = 0,026$ ; Tabla 10A.2). La prueba no paramétrica **W de Wilcoxon** es equivalente a la prueba U de Mann-Whitney y su un nivel de significación exactamente igual (Tabla 10A.2). Esta prueba no paramétrica W de Wilcoxon se utiliza para comparar dos variables cuantitativas de grupos independientes y es distinta de la prueba no paramétrica T de Wilcoxon que se utiliza para comparar dos variables cuantitativas para grupos relacionados que se verá en la unidad 14.

**Tabla 10A.2.** Pruebas estadísticas utilizadas en la comparación *Obesidad Sí/No – Glucosa.*

Prueba	Estadístico	gl	p	Diferencia de Medias (IC95%)
Igualdad de varianzas de Levene	F = 0,152		0,697	
t Student varianzas homogéneas	t = 2,365	110	0,020	32,2 mg/dl (IC95% 5,2 – 59,2)
t Student varianzas no homogéneas	t = 2,383	91,39	0,019	32,2 mg/dl (IC95% 5,4 – 59,1)
U de Mann-Whitney	U = 1112,5		0,026	
W de Wilcoxon	W = 3527,5		0,026	

**Pruebas no paramétricas**

Trabajan ordenando los casos de menor a mayor según su valor de *Glucosa*, asignando a cada caso el rango correspondiente a su orden o el rango promedio en caso de producirse empates y realizando el análisis a partir de los números de orden obtenidos. Si no hay diferencias entre las variables, los rangos estarán uniformemente repartidos en los dos grupos. Si por el contrario hay diferencias, habrá predominio de rangos menores en uno de los grupos y rangos mayores en el otro. A diferencia de las pruebas paramétricas en las que se comparan parámetros (la t de Student se basa en la comparación del parámetro media), la pruebas no paramétricas reciben este nombre porque no comparan parámetros, comparan la distribución de la variable en general, contrastando si los grupos son equivalentes en su posición. Se utilizan para variables ordinales o con categorías ordenadas y para variables cuantitativas que no cumplen las condiciones de aplicación de la prueba paramétrica, tales como no seguir la normalidad o tener asimetrías marcadas. Tienen las siguientes características:

- **Se pueden utilizar siempre.** A diferencia de las paramétricas, no precisan condiciones de aplicación por lo que se pueden emplear en todos los casos.
- **Tienen menos potencia.** En general se estima que la potencia de una prueba no paramétrica es el 95% de la potencia de su correspondiente prueba paramétrica. Pero a medida que aumenta el tamaño de muestra aumentan su potencia estadística en relación a las no paramétricas. En muestras menores de 11 casos la potencia de ambas pruebas es equivalente. Por este motivo es aconsejable utilizar pruebas no paramétricas cuando la muestra es pequeña. Pero si la variable difiere de forma muy manifiesta de la normalidad las pruebas no paramétricas pueden tener más potencia que las paramétricas.
- **Tienen menos plasticidad.** Sólo dan el valor de significación p, pero no el intervalo de confianza de la diferencia. Por ejemplo en el caso de la diferencia de medias lo correcto sería indicar el grado de

significación p de la prueba no paramétrica, en este caso la indicada por la prueba U de Mann-Whitney y la diferencia entre las medias (la proporciona la prueba t de student) y pero sin el IC95% ya que para su cálculo se requiere la normalidad.

- **Son más entendibles.** Se requieren menos conocimientos de estadística para comprender la lógica de las pruebas no paramétricas que para comprender la de las paramétricas.

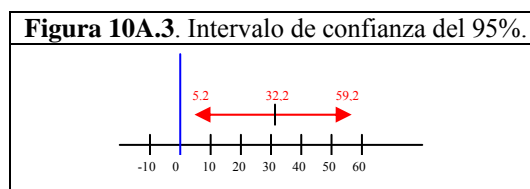
### Significación estadística, magnitud del efecto y relación causal.

Al analizar la relación entre la exposición binaria *Obesidad Sí/No* y la respuesta cuantitativa *Glucosa plasmática* en mg/dl, podemos referirnos a tres niveles de evidencia (Tabla 10A.3).

Significación estadística	p = 0,02	Cuantifica el grado en que la relación pueda ser debida al azar
Magnitud del efecto	Diferencia de medias (IC95%): 32 (5 – 59) mg/dl	Cuantifica la importancia clínica o práctica del efecto
Relación causal	¿La obesidad es la causa del aumento de la glucosa?	Depende del diseño del estudio y de que esté desprovisto de sesgos

- **Significación estadística.** La diferencia de medias de *Glucosa* entre obesos y no obesos es significativa (p = 0,020). Únicamente indica la probabilidad de que la relación obtenida sea debida al azar. En este caso el 2% de las veces que realicemos este estudio con muestras de 112 casos obtenidas de la misma población en la que no hay diferencias en la *Glucosa* en obesos y no obesos, encontraremos una diferencia como la que nos ha salido o mayor.
- **La magnitud del efecto.** La importancia clínica o práctica del efecto se cuantifica con la diferencia de medias (32 mg/dl) y sobre todo su IC95%, que en este caso es de 5 a 59 mg/dl (Figura 10A.3). Tomando el extremo más desfavorable del intervalo, se puede concluir que en los obesos aumenta la glucemia *al menos* 5 mg/dl respecto a los no obesos. El investigador experto en el campo de la diabetes es el que debe interpretar si la magnitud de esa diferencia es clínicamente importante o tiene relevancia pronóstica (p. ej., si aumenta las complicaciones metabólicas o la mortalidad). La estimación del efecto con la diferencia de medias y su IC95% tiene las siguientes ventajas:
  - Lleva implícita la significación estadística.** Si el valor correspondiente a la ausencia del efecto (diferencia de medias de 0) se encuentra fuera del IC95% estimado, los resultados serán estadísticamente significativos al 5% (p < 0,05). Por el contrario si se encuentra incluido en el IC95%, los resultados serán no significativos al 5% (p > 0,05).
  - Informa de la magnitud del efecto y de la importancia clínica.** Indica no solo que es diferente, además ofrece una cuantificación. Al valorar los límites de los valores posibles permite evaluar si la magnitud del efecto clínicamente importante está incluida o excluida en el IC95%.
  - Informa de la potencia del estudio.** Si el IC95% es muy amplio e incluye por poco en un extremo la ausencia de efecto, indica que el estudio tiene poca potencia y que con mayor muestra se puede estrechar el IC95% y poner de manifiesto el efecto.

Las pruebas t de Student para varianzas homogéneas y no homogéneas de la Tabla 10A.2 indican el intervalo de confianza del 95% de la diferencia de medias que informa de la magnitud del efecto (importancia clínica de la diferencia), lleva implícito el nivel de significación (al no incluir la hipótesis nula, el cero, son significativas) e informa sobre la potencia. En la Figura 10A.3 se representa el IC95% de la diferencia de medias de la prueba t de Student para varianzas homogéneas.



- **Relación causal.** Con la información obtenida de esta relación se puede concluir que la glucosa plasmática es mayor en los obesos que en los no obesos, pero la evaluación de si la obesidad es la causa del aumento de glucosa (relación causal) no depende del análisis estadístico. La obesidad sería la causa del aumento de glucosa si los dos grupos fueran comparables en todos los factores determinantes del aumento de glucosa (los conocidos y los desconocidos) excepto en la obesidad. Esto depende del diseño del estudio y de que esté desprovisto de errores sistemáticos o sesgos. El diseño experimental basado en la aleatorización de la

exposición es el que proporciona mayor evidencia causal. En los diseños observacionales el análisis estratificado y el análisis multivariante con modelos de regresión permiten aproximarse a la relación causal. En el curso “Análisis de supervivencia y Regresión Lineal, Logística y de Cox” se desarrollan estos conceptos.

#### **Videotutorial 10A1tStudent1.avi**

Con el archivo *Factores.sav* se muestra como se evalúa la relación entre la exposición binaria *Obesidad Sí/No* y la respuesta cuantitativa *Glucosa* con la **prueba t de Student-Fisher para grupos independientes** en el cuadro *Prueba t para muestras independientes*. Se trata de la comparación de dos medias de grupos independientes. Primero se evalúa la igualdad u homogeneidad de varianzas con la *prueba de Levene*, con el fin de utilizar la prueba t de Student para grupos independientes y varianzas homogéneas o la prueba t de Student para grupos independientes y varianzas no homogéneas. Para la aplicación de la prueba t de Student se requieren el supuestos de normalidad que se evalúa con el cuadro *Explorar* (ver Videotutorial 9A1Normalidad.avi).

#### **Videotutorial 10A2MannWhitney1.avi**

Con el archivo *Factores.sav* se muestra como se evalúa la relación entre la exposición binaria *Obesidad Sí/No* y la respuesta cuantitativa *Glucosa* con la **prueba no paramétrica U de Mann-Whitney** y su homóloga **W de Wilcoxon** con el cuadro *Prueba para dos muestras independientes*.