



Paired-Sample T Test – párový T-test

K čemu slouží procedura

Párový T-test je určen k porovnání středních hodnot (populačních průměrů) dvou proměnných na jednom výběrovém souboru. Každý případ je v analýze reprezentován dvojicí měření.

Test má mnoho aplikací:

- a) porovnání průměrů pro *dvě proměnné se stejnou škálou* (spokojenost s vedoucím a spokojenost s kolektivem) na jednom souboru;
- b) porovnání průměrů stejné vlastnosti *u dvojice významově spojených subjektů* (otec/syn; manžel/manželka; ředitel(ka)/sekretářka, obchodní ředitel/finanční ředitel); dvojice je ale jednoznačně určena svými vlastnostmi, nejde o dvojice typu dva automobily v rodině, dva učitelé na škole, dvojčata apod., u kterých je zařazení do sloupců libovolné;
- c) měření u stejných objektů ve *dvou pevně daných časových bodech* (názor týden před volbami a týden po volbách; panel dvou výzkumů: 2005 a 2007; panelové studie) ;
- d) měření u stejných objektů, mezi měřeními nastane *určitá spontánně nebo experimentálně vzniklá událost*, zjišťuje se efekt události (názor měsíc před a měsíc po zavedení opatření v zaměstnání; názor před a po shlédnutí reklamy například v panelových výzkumech, kdy je stejná informace zjišťována znovu po určité době, při ověřování vhodnosti léčby (u pacientů se srovnává stav před začátkem léčby a v jejím průběhu) apod.

Užití testu má smysl pouze tehdy, pracujeme-li s výběrovými daty a neznáme skutečné průměry zkoumaných proměnných. Výběrová data vznikají buď *z konečného souboru* (např. marketingový výzkum) nebo *opakovanými nezávislými měřeními* (např. klinické studie a měření u pacientů v nemocnicích; experimentální jednotky).

Na základě Studentovy statistiky t zamítáme nebo nezamítáme nulovou hypotézu o rovnosti středních hodnot proměnných. Procedura rovněž zobrazí vybrané popisné statistiky.

Test vychází z těchto základních předpokladů:

- chyby pozorování jsou mezi sebou navzájem nezávislé,
- skutečné hodnoty a chyby jsou navzájem nezávislé,
- obě sledované proměnné (jejich rozdíl) pocházejí z normálního rozdělení.

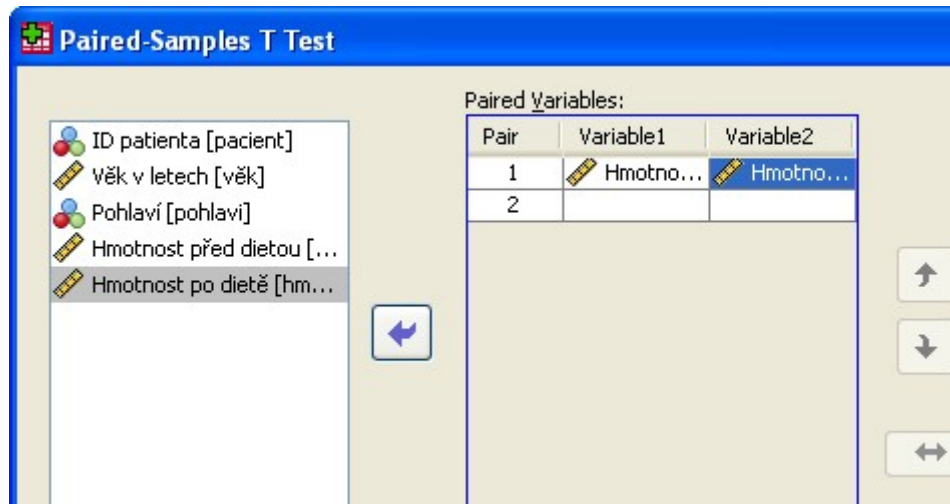
Listy procedur IBM SPSS Statistics

Obě vstupní proměnné mohou být korelované, proto se test nazývá také *testem pro dvě závislé proměnné*.

Volání procedury v IBM SPSS Statistics

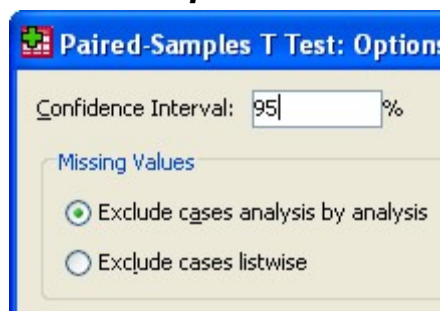
Analyze → Compare Means → Paired-Samples T Test

Nastavení dialogu



- Do pole *Paired Variables* přeneseme dvojici proměnných, jejichž střední hodnoty porovnáváme. Pokud zadáme dvojic více, provede se pro každou z nich test samostatně.

Tlačítko Options



- V poli *Confidence Interval* zadáme požadovanou hladinu spolehlivosti (pro výpočet intervalu spolehlivosti rozdílu průměrů).
- Přepínačem *Missing Values* řídíme způsob zacházení s chybějícími hodnotami. Je-li třeba vyloučit z analýzy všechny případy, které obsahují u některé z testovaných proměnných vynechanou hodnotu, zvolíme *Exclude cases listwise*. Chceme-li u každé proměnné samostatně využít maximální možný počet případů, označíme *Exclude cases analysis by analysis*.

Výstupy

Lékaři testují účinky nového typu diety pro pacienty se sklonem k srdečním chorobám. Datový soubor obsahuje informace o 59 pacientech, u nichž byla po dobu šesti měsíců tato dieta aplikována. U každého pacienta byla zaznamenána hmotnost před začátkem diety a po jejím ukončení.

Tabulka popisných statistik párových proměnných

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	Hmotnost před dietou	197.20	59	33.241	4.328
	Hmotnost po dietě	189.46	59	33.208	4.323

Tabulka *Group Statistics* obsahuje pro obě proměnné přehled těchto popisných statistik: počet případů (*N*), průměr (*Mean*), směrodatná odchylka (*Std. Deviation*), standardní chyba průměru (*Std. Error Mean*). Průměrná hmotnost pacientů před začátkem diety byla 197 kg na konci diety 189 kg.

Korelace párových proměnných

Paired Samples Correlations

		N	Correlation	Sig.
Pair 1	Hmotnost před dietou & Hmotnost po dietě	59	.995	.000

V tabulce je zobrazen počet případů (*N*), Pearsonův lineární korelační koeficient (*Correlation*) a hodnota significance pro nulovou hypotézu o nulovosti korelačního koeficientu (*Sig*). Z tabulky vyplývá, že sledované proměnné jsou na sobě velmi silně závislé – korelační koeficient se blíží jedné. Rovněž nízká hodnota significance vyjadřuje, že je třeba nulovou hypotézu zamítnout (tj. korelační koeficient není roven nule).

Výstupní tabulka párového T-testu

Paired Samples Test

		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower	Upper			
Pair 1	Hmotnost před dietou - Hmotnost po dietě	7.746	3.467	.451	6.842	8.649	17.160	58	.000

Pomocí výstupní tabulky párového T-testu rozhodujeme o tom, zda zamítneme nebo nezamítneme nulovou hypotézu o shodě středních hodnot. V našem případě je nulová hypotéza formulována tak, že střední hodnota hmotnosti pacienta před začátkem diety je stejná jako střední hodnota hmotnosti po ukončení diety.

Listy procedur IBM SPSS Statistics

Ve sloupcích postupně čteme: průměrný rozdíl sledovaných proměnných (*Mean*), směrodatnou odchylku rozdílu (*Std. Deviation*), standardní chybu průměru pro rozdíl (*Std. Error Mean*), dolní a horní mez intervalu spolehlivosti pro rozdíl (*Confidence Interval of the Difference*), hodnotu Studentovy statistiky t (t), počet stupňů volnosti (df) a significance při oboustranné alternativní hypotéze (*Sig. (2-tailed)*).

Testová statistika t se počítá jako rozdíl výběrového průměru dělený standardní chybou rozdílu:

$$t = \sqrt{n} \frac{\bar{d}}{s_d}, \quad df = n - 1$$

$$t = \sqrt{n} \frac{\bar{X} - \bar{Y}}{\sqrt{(s_X^2 - 2s_X s_Y r_{XY} + s_Y^2)}}, \quad df = n - 1, \quad \text{kde}$$

$\bar{X}, \bar{Y}, \bar{d}$... výběrové průměry proměnných X, Y a průměrný rozdíl ($X - Y$),

s_X, s_Y, s_d ... výběrové směrodatné odchylky proměnných X, Y a rozdílu ($X - Y$),

r_{XY} ... korelační koeficient proměnných X, Y ,

n ... počet případů ve výběru,

df ... stupně volnosti.

Počet stupňů volnosti je nutný k přesnému určení Studentova t rozložení. Na základě significance potom rozhodujeme, zda zamítneme nebo nezamítneme nulovou hypotézu na předem zvolené hladině spolehlivosti (na 95% hladině spolehlivosti zamítáme nulovou hypotézu v případě, že hodnota significance < 0.05).

V našem případě je průměrný úbytek na váze po aplikaci diety 7.746 kg. Interval spolehlivosti napovídá, že nulovou hypotézu T-testu je třeba zamítnout, protože nula neleží uvnitř intervalu. Rovněž nízká hodnota significance vyjadřuje, že rozdíl v hmotnosti pacienta před začátkem diety a po jejím ukončení je statisticky významný.

Výslednou tabulku párového T-testu lze upravit do přehlednější podoby pomocí skriptu *Párový T-test*, který je volně k dispozici na stránkách www.acrea.cz. Skript tabulku zjednoduší, zobrazí jen relevantní výsledky, přeloží text do češtiny, setřídí řádky podle difference a obarví podle hodnoty significance T-testu.