

## PÁROVÝ T-TEST

Párový test je test z třídy parametrických testů, který se používá k porovnání průměru dvou proměnných získaných pro stejný soubor jednotek. Tento test je často používán k porovnání dvou měření, které jsou provedeny na stejných subjektech, například před a po léčbě. Párový t-test funguje tak, že porovnává rozdíly mezi páry pozorování a určuje, zda jsou tyto rozdíly statisticky významné. Pokud jsou rozdíly mezi páry pozorování významné, pak to naznačuje, že existuje rozdíl mezi měřeními a tento rozdíl není způsoben náhodou.

Párový t-test se používá zejména v oblasti biologie, medicíny a psychologie, ale lze ho aplikovat na různé jiné oblasti, kde jsou měřena opakovaná měření na stejných jednotkách.

## PŘEDPOKLADY

1. Nezávislost pozorování
2. Normální rozdělení – data musí být normálně rozdělena v obou skupinách.

## HYPOTÉZY

Obě pozorované veličiny pochází z rozdělení se stejnou střední hodnotou.

$$H_0: \mu_1 = \mu_2$$

Střední hodnoty rozdělení pozorovaných veličin se liší.

$$H_1: \mu_1 \neq \mu_2$$

## NEPARAMETRICKÝ TEST

Neparametrickou alternativou k párovému t-testu je Wilcoxonův test (bez předpokladu normálního rozdělení).

*$H_0$ : obě pozorované veličiny pochází z rozdělení se stejným mediánem*

*$H_1$ : Každá ze dvou pozorovaných veličin pochází z rozdělení s jiným mediánem*

## PŘÍKLAD

### DATOVÝ SOUBOR – MERENI\_HMOTNOSTI.SAV

---

Datový soubor obsahuje údaje o 300 pacientech, kteří kvůli svému zdravotnímu stavu museli zhubnout. Kromě údajů o váze na začátku a na konci diety máme k dispozici také údaje o typu diety, která jim byla nasazena, typu nemoci, věku a pohlaví pacientů.

Pomocí párového t-testu budeme chtít v prvním kroku ověřit, zda pacienti v průměru skutečně zhubli. Tedy zda jejich váha na začátku a na konci diety je statisticky významně odlišná.

Vzhledem k tomu, že váhy jednotlivých pacientů na začátku diety a na jejím konci jsou navzájem závislé (tj. že váha každého pacienta na konci určitým způsobem závisí na jeho počáteční váze) nebylo by vhodné použít dvouvýběrový t-test, který předpokládá nezávislost výběrů.

Nulová a alternativní hypotéza bude vypadat pro tento příklad následovně:

$$H_0: \mu_{zacatek} = \mu_{konec}$$

Průměrná váha pacientů na začátku a na konci diety je stejná. To znamená, že dieta, kterou podstoupili neměla na redukci váhy žádný efekt.

$$H_1: \mu_{zacatek} \neq \mu_{konec}$$

Průměrná váha pacientů na začátku a na konci diety není stejná, je tedy statisticky významně odlišná a to znamená, že se pomocí diety podařilo zredukovat hmotnost pacientů.

## VÝPOČET V SPSS

V prvním kroku je nutné ověřit předpoklady testu.

### PŘEDPOKLAD NEZÁVISLOSTI POZOROVÁNÍ

---

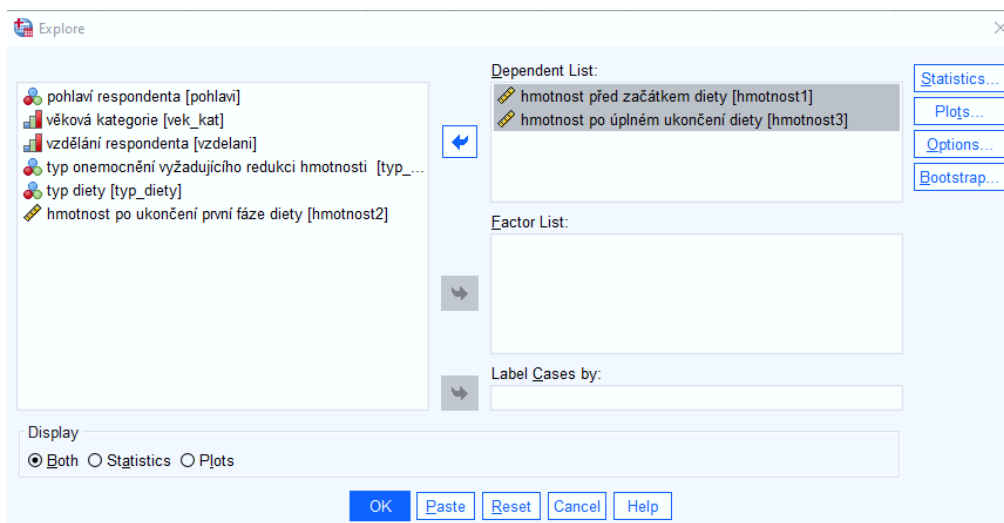
To znamená, že jednotlivá pozorování nesmí být vzájemně závislá. V tomto případě si můžeme závislost pozorování představit tak, že by jeden pacient svou hmotností ovlivňoval hmotnost jiného pacienta, což při daném datovém souboru rozhodně neplatí a není možné. Proto můžeme považovat předpoklad o nezávislosti za splněný.

### NORMALITA

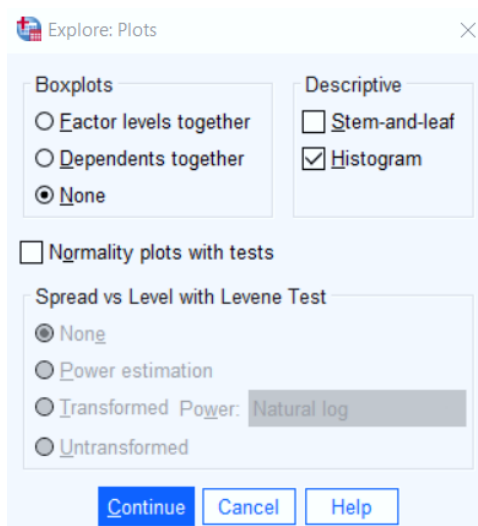
---

Normální rozdělení musíme v tomto případě ověřovat samostatně pro obě proměnné, tedy nejprve pro proměnnou hmotnost na začátku diety a poté pro hmotnost na konci diety. Vzhledem k většímu počtu pozorování bude nejvhodnější normalitu posoudit na základě histogramu.

Klikneme na *Analyze*, dále na *Descriptive Statistics* a *Explore*. Do pole *Dependent List* zadáme obě proměnné, pro které chceme ověřit předpoklad normality.



Následně v záložce *Plots* zvolíme histogram, zrušíme volbu *Stem-and-leaf* a v nabídce *Boxplots* klikneme na možnost *None*.



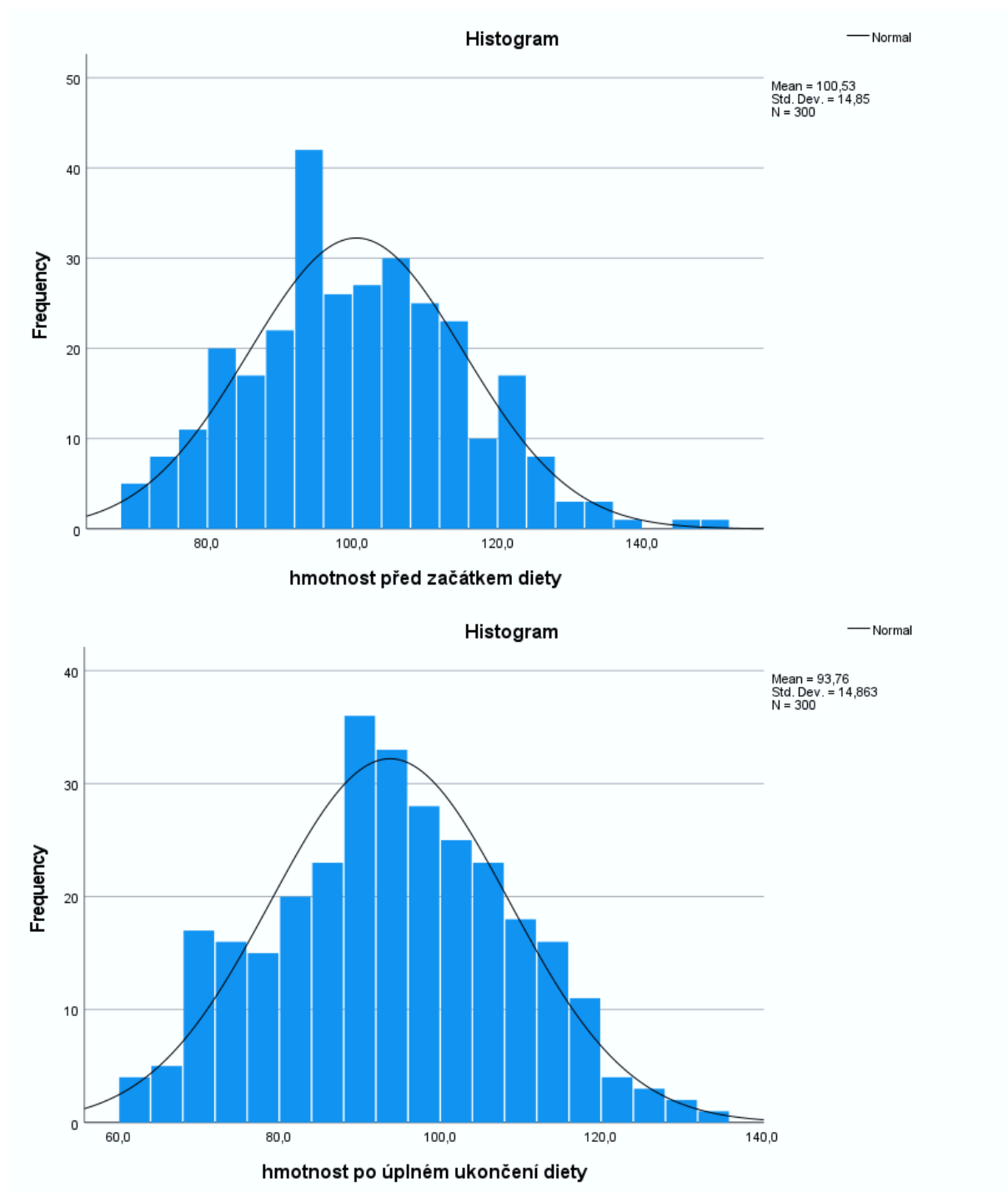
Potvrdíme tlačítkem *Continue* a v hlavním okně klikneme na *OK*. Otevře se nové výstupové okno, ve kterém se kromě histogramů zobrazí ještě tabulka s přehledem o počtu pozorování a popisnou statistikou.

Aby bylo grafické posouzení normality jednodušší, je vhodné si do jednotlivých histogramů vykreslit křivku normálního rozdělení. V prvním kroku 2x klikneme na konkrétní histogram, čímž otevřeme editační okno. Následně v editačním okně klikneme na záložku *Elements*, ve které najdeme volbu *Show Distribution Curve*.

Po této úpravě by se v histogramu měla objevit černá křivka reprezentující normální rozdělení. Po jakékoli editaci grafu je vhodné editační okno zavřít, v opačném případě může zamrznout celé výstupové okno.

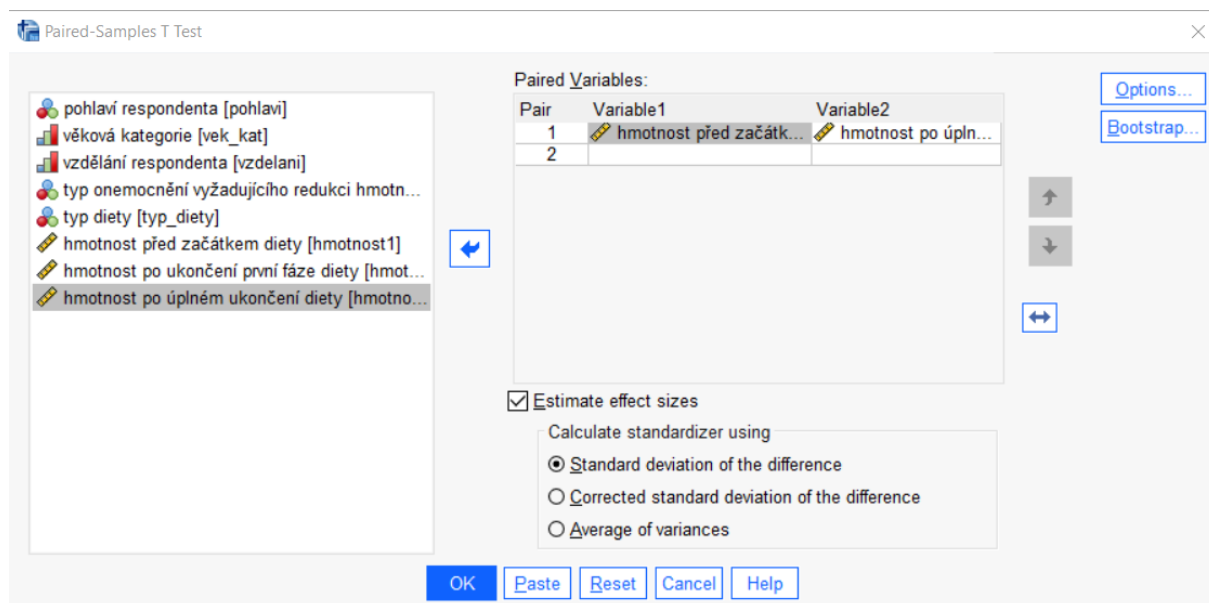
## INTERPRETACE HISTOGRAMU

Je důležité každý histogram posoudit samostatně. V obou případech ale vidíme, že odchylky od normality nejsou nijak zásadní a rozdělení rozhodně není výrazně zešikmeno. Bude tedy možné použít parametrický test.



Dialog pro párový t-test najdeme v záložce Analyze-Compare Means – Paired Samples T-test.

V tomto okně stačí zadat dvojici proměnných, jejichž střední hodnoty chceme srovnávat, tedy proměnné hmotnost před začátkem a hmotnost po úplném ukončení. Postupně je pomocí ikony modré šipky přesuneme do pole *Paired Variables – Pair 1*. Následně jen stačí potvrdit zadání tlačítkem *OK* a ve výstupovém okně se objeví několik tabulek.



Pro interpretaci testu jsou nejdůležitější tabulky *Paired Samples Statistics* a *Paired Samples Test*.

V tabulce *Paired Samples Statistics* máme několik základních popisných statistik. První z nich je průměr. Vidíme, že průměrná hmotnost pacientů před začátkem diety byla 100,53 kilogramů a po ukončení 93,76 kilogramů. Na první pohled je tedy zřejmé, že pacienti zhubli, to, jestli tento rozdíl v průměrech je statisticky významný a byl způsoben dietou, a nejen náhodou nám řekne až samotný párový t-test.

Paired Samples Statistics					
		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	hmotnost před začátkem diety	100,530	300	14,8498	,8574
	hmotnost po úplném ukončení diety	93,759	300	14,8630	,8581

V prvním sloupci tabulky *Paired Samples Test* vidíme údaj o průměrném úbytku váhy pacientů, který byl 6,7 kilogramů. Dále směrodatná odchylka, kterou lze interpretovat tak, že úbytek váhy pacientů se průměrně lišil o 4,7 kilogramu. Výsledek samotného testu je v posledním sloupci tabulky (*Two sided p*). Signifikance vyšla v tomto případě velmi blízka 0. Při srovnání s 5% hladinou významnosti bychom došli k následujícímu závěru:

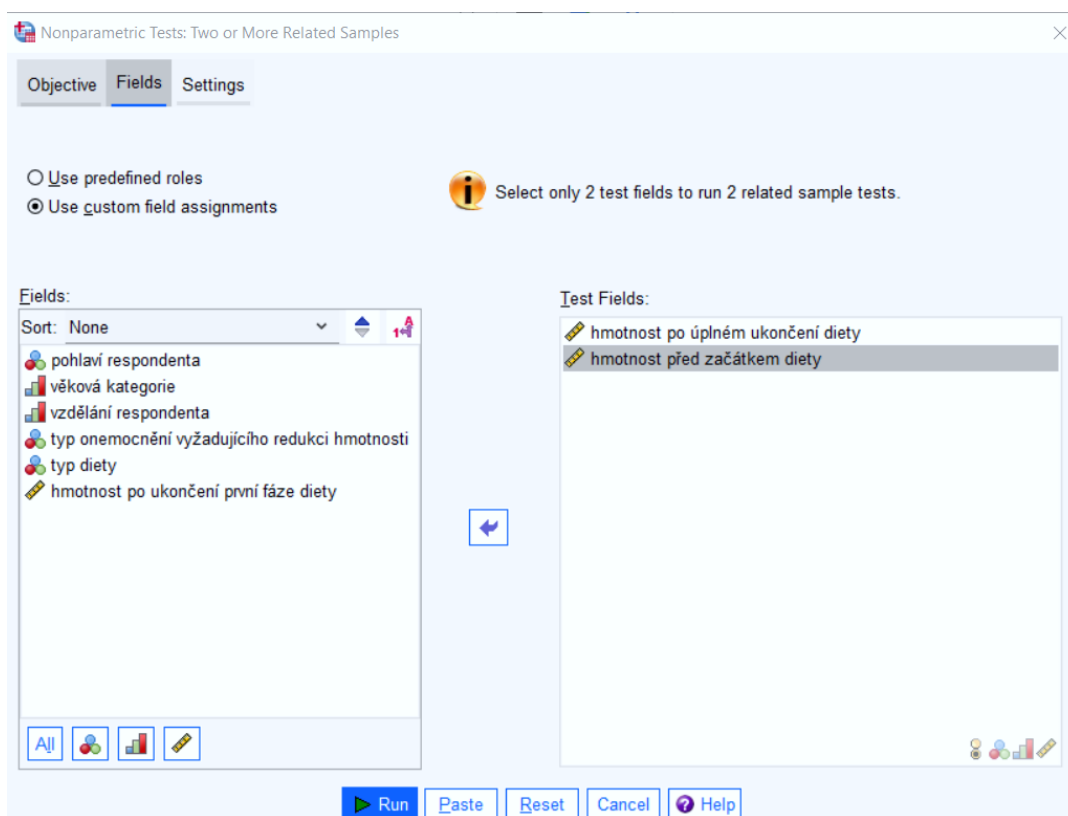
**Na 5 % hladině významnosti zamítáme nulovou hypotézu o shodě středních hodnot daných výběrů. To znamená, že hmotnost pacientů je na konci diety statisticky významně odlišná od hmotnosti na jejím začátku, zvolená dieta tedy skutečně měla vliv na hmotnost pacientů**

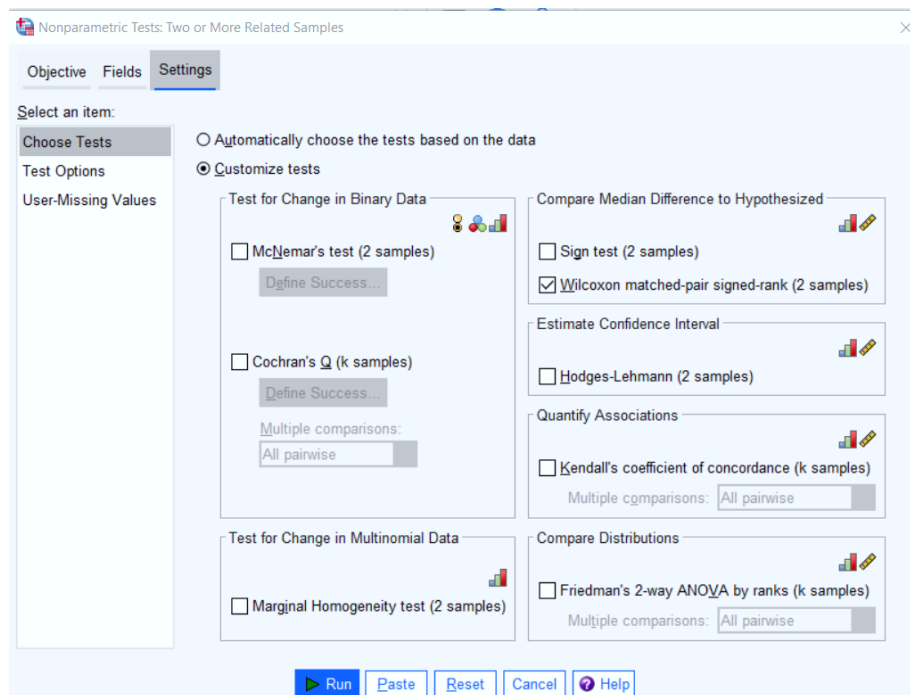
Paired Samples Test										
		Paired Differences					Significance			
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference		t	df	One-Sided p	Two-Sided p
					Lower	Upper				
Pair 1	hmotnost před začátkem diety - hmotnost po úplném ukončení diety	6,7713	4,7626	,2750	6,2302	7,3125	24,626	299	<,001	<,001

## NEPARAMETRICKÝ TEST

V případě, že by alespoň jedna z testovaných proměnných byla výrazně odchýlena od normálního rozdělení, nebylo by vhodné použít párový t-test. Jeho neparametrickou alternativou je Wilcoxonův test, který se v SPSS nachází v záložce *Analyze-Nonparametric Tests-Related Samples*.

Toto dialogové okno obsahuje tři záložky. První důležité nastavení je v záložce *Fields*, kde volíme testované proměnné. V našem příkladu by to tedy byly proměnné hmotnost před začátkem diety a po úplném ukončení diety.





Dále v záložce *Settings* je třeba nastavit konkrétní test, který chceme spočítat, zvolíme možnost *Wilcoxon matched-pair signed-rank (2 samples)*. Následně už jen stačí spustit výpočet tlačítkem *Run*.

Následující tabulka obsahuje výsledek tohoto testu. Je důležité si uvědomit, že Wilcoxonův test již netestuje shodu středních hodnot, ale hypotézu o shodě mediánů. Tuto nulovou hypotézu se ale na 5 % hladině významnosti podařilo zamítnout. Výsledek neparametrického testu s jistou mírou zobecnění lze považovat za shodný s výsledkem parametrického testu, tedy podařilo se prokázat, že obě proměnné mají odlišnou hodnotu mediánu, a tudíž hmotnost pacientů je po ukončení diety statisticky významně odlišná.

Hypothesis Test Summary				
	Null Hypothesis	Test	Sig. <sup>a,b</sup>	Decision
1	The median of differences between hmotnost před začátkem diety and hmotnost po úplném ukončení diety equals 0.	Related-Samples Wilcoxon Signed Rank Test	,000	Reject the null hypothesis.

a. The significance level is ,050.  
b. Asymptotic significance is displayed.

V tomto konkrétním příkladu by ale bylo vhodnější použití parametrického testu, vzhledem k tomu, že byly splněny jeho předpoklady. Tento test má větší sílu testu než Wilcoxonův test, tedy menší pravděpodobnost toho, že nastane chyba 2. druhu.