



Pogotowie[®]
Statystyczne

Jak wykonać w SPSS test t Studenta dla prób zależnych

TUTORIAL TEKSTOWY

TUTORIALE TEKSTOWE



Ten materiał jest jednym z serii tutoriali tekstowych, czyli poradników, w których w praktyczny sposób pokazujemy różne tajniki statystyki.

W TYM TUTORIALU

przedstawimy w jaki sposób wykonać test t Studenta dla prób zależnych w programie IBM SPSS Statistics oraz w jaki sposób zaraportować jego wyniki w standardzie APA 7.

Więcej tutoriali znajdziesz na www.pogotowiestatystyczne.pl w zakładce *Edukacja*.



Wprowadzenie i założenia

Test t Studenta dla prób zależnych to parametryczny¹ test służący do porównania dwóch prób zależnych, to znaczy dwóch pomiarów wykonywanych w różnym czasie na tej samej próbie².

Kiedy stosujemy test t Studenta dla prób zależnych?

- Kiedy zmienna zależna (wyjaśniana) ma charakter ilościowy.
- Kiedy zmienną niezależną (grupującą) jest powtórzony pomiar, co oznacza że zmienna zależna była mierzona dwukrotnie w różnym czasie, ale na tej samej próbce obserwacji (np. przed leczeniem i po leczeniu).

Ponadto, wykonanie tego testu wymaga spełniania założeń o:

- Rozkładzie normalnym dla wyniku różnicy między dwoma pomiarami zmiennej zależnej³ ([tutaj](#) znajduje się materiał dotyczący zagadnienia testowania normalności rozkładu).

Kiedy założenia te nie są spełnione możliwym jest:

- Wykonanie testu, ryzykując że wynik będzie obciążony błędem.
- Transformacja zmiennej zależnej w celu znormalizowania rozkładu (jeśli złamane jest założenie dotyczące rozkładu normalnego).
- Wykonanie nieparametrycznego odpowiednika testu – [Wilcoxon](#)⁴

DEFINICJA

Test t Studenta dla prób zależnych to analiza która pozwala porównać średnie pomiędzy dwoma pomiarami wykonywanymi w różnym czasie na tej samej próbie. Jest to tzw. schemat z powtarzaniem pomiarem.

¹ Test parametryczny to taki test, który opiera się na szacowaniu (estymacji) parametru – rzeczywistej wartości występującej w populacji, na podstawie danych zebranych w próbie pobranej z tej populacji. W przypadku testu t Studenta szacowanym parametrem jest średnia.

² Jest to tzw. schemat dla prób zależnych lub inaczej schemat z powtarzaniem pomiarem.

³ Warto pamiętać, że test t jest odporny na złamanie założenia o normalności rozkładu, szczególnie przy względnie dużych próbkach. Istnieją różne sposoby podejścia do tego zagadnienia, jednym z popularniejszych jest wykonywanie testu t o ile wartości skośności i kurtozy nie przekraczają |2|.

⁴ Test Wilcoxon jest nieparametrycznym odpowiednikiem testu t Studenta dla prób zależnych. Również opiera się na porównywaniu wyników między dwiema pomiarami zależnymi, choć nie są to wartości średnie a tzw. rangi.

Test t Studenta dla prób zależnych testuje poniższą hipotezę zerową:

- H_0 : Średnie dla obu pomiarów są równe.

Odpowiada temu następująca hipoteza alternatywna:

- H_1 : Średnie dla obu pomiarów nie są równe.

Oznacza to, że jeśli wartość $p < 0,05^5$, wynik taki traktujemy jako istotny statystycznie, co pozwala wnioskować iż występująca różnica między pomiarami nie była przypadkowa (H_0 jest nieprawdziwa). Wynik nieistotny statystycznie, tj. $p > 0,05$ pozwala wnioskować o braku różnicy⁶.

Wykonanie testu t Studenta dla prób zależnych w SPSS

W tym tekście jako przykład wykonywać będziemy analizę dla następującego pytania badawczego:

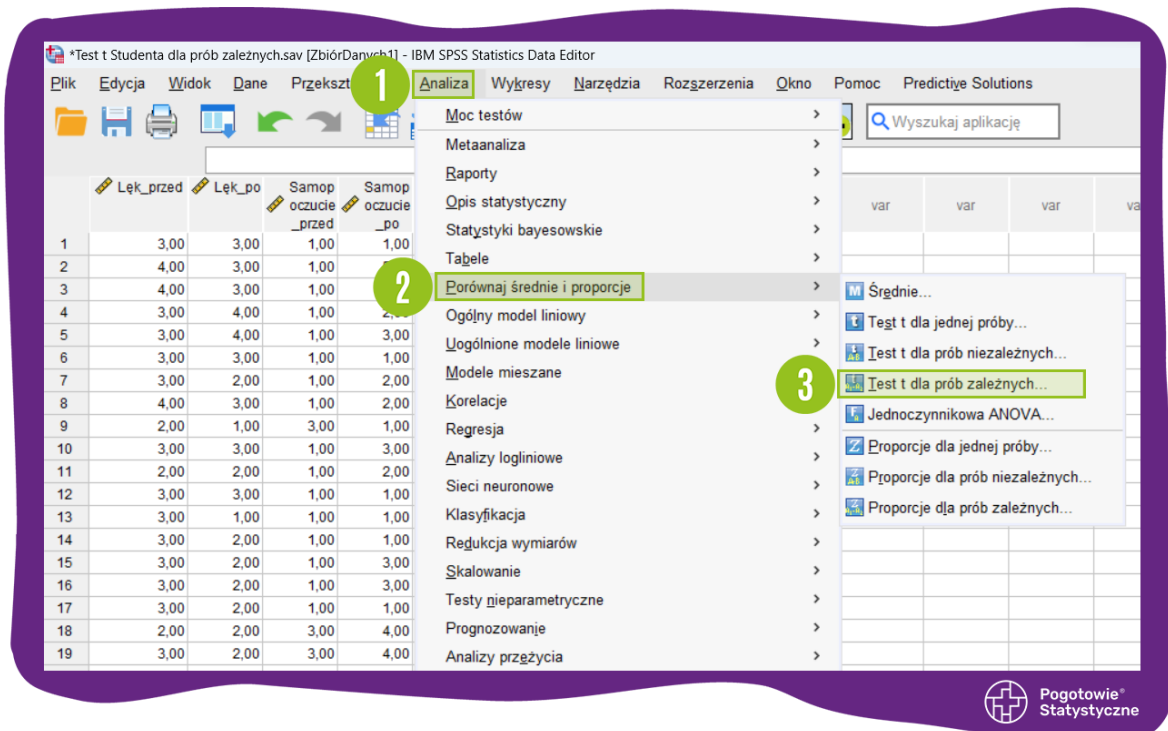
*Czy nasilenie lęku i deklarowane samopoczucie
będzie różnić się przed i po terapii psychologicznej?*

Aby wykonać test t Studenta dla prób zależnych w SPSS, należy podjąć następujące kroki:

- (1) W interfejsie głównym programu klikamy w menu „Analiza”.
- (2) Najeżdżamy kursorem na opcję „Porównaj średnie i proporcje”, w efekcie czego rozwija nam się lista z wyborem analiz.
- (3) Z listy tej wybieramy opcję „Test t dla prób zależnych”.

⁵ Przy założeniu $\alpha = 0,05$. Taki próg przyjmuje się zazwyczaj, jednak może to być inna wartość np. 0,01 lub 0,1.

⁶ W praktyce jest to bardziej złożone. Taki wniosek możemy wyciągnąć jeśli moc testu jest wystarczająco wysoka ($1 - \beta \geq 0,80$). Jeśli moc testu jest niższa, wtedy wnioskujemy, że nie posiadamy wystarczających dowodów aby stwierdzić różnicę lub jej brak.

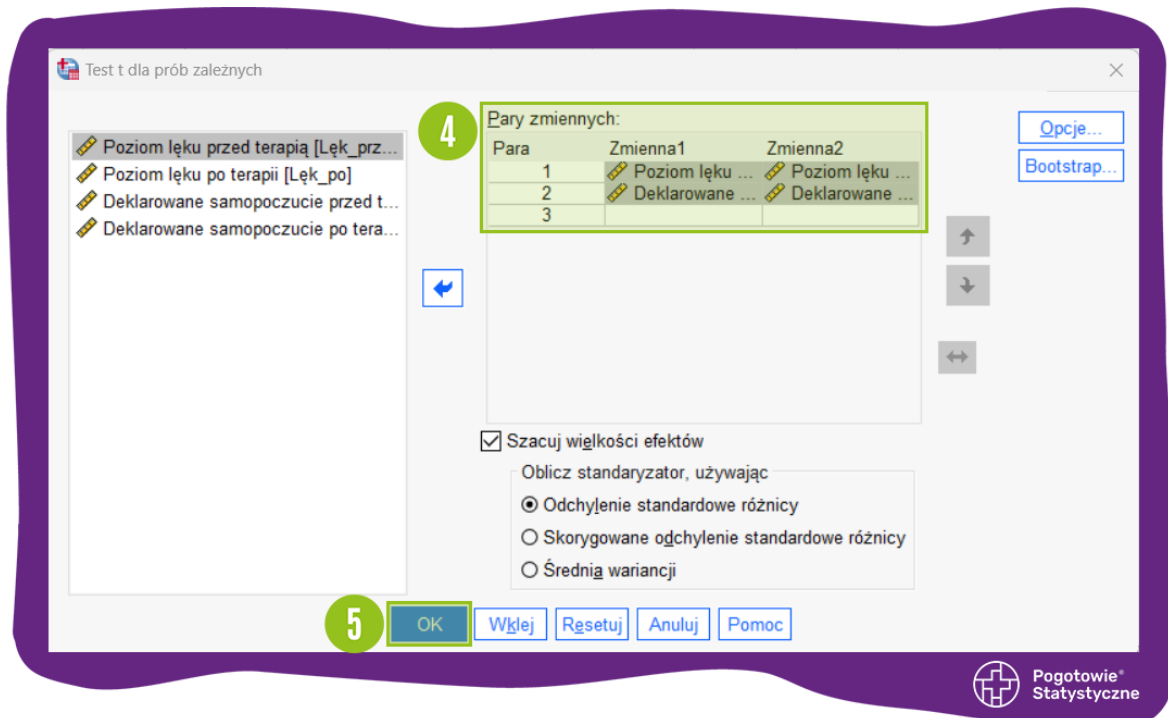


Rysunek 1. Zrzut ekranu z głównego okna programu SPSS przedstawiający sposób wyboru okna testu t Studenta dla prób zależnych z menu.

Otwiera się nowe okno, w którym możemy ustawić szczegóły naszej analizy.

Kolejne kroki to:

- (4) W górnym oknie „Pary zmiennych” umieszczamy zmienne zależne, czyli pary pomiarów, które chcemy ze sobą porównać.
- (5) Następnie zatwierdzamy ustawienia analizy klikając „OK”.



Rysunek 2. Zrzut ekranu z okna menu testu t Studenta dla prób zależnych w programie SPSS przedstawiający sposób wprowadzania par pomiarów, które będą ze sobą porównywane.

Test został wykonany. Jego wyniki otrzymujemy w postaci wydruku w skład którego wchodzi cztery tabele. Trzeci wydruk, zatytułowany „Test dla prób zależnych”, zawiera informacje o wyniku testu t Studenta. Jest on dość złożony i zawiera wiele kolumn. Poniżej przedstawiamy jego istotne elementy z perspektywy tworzenia interpretacji w standardzie APA.

Test dla prób zależnych

Różnice w próbach zależnych

95% przedział ufności dla różnicy średnich

Dolna granica Górna granica t df Istotność

		Dolna granica	Górna granica	t	df	Jednostronny P	Dwustronny P
Para 1	Poziom lęku przed terapią – Poziom lęku po terapii	,36755	,69667	6,409	108	<,001	<,001
Para 2	Deklarowane samopoczucie przed terapią – Deklarowane samopoczucie po terapii	-1,06910	-,63732	-7,834	108	<,001	<,001

Pogotowie Statystyczne

Rysunek 3. Zrzut ekranu z wydruku wyników w programie IBM SPSS przedstawiający sposób odczytywania wyników testu t Studenta dla prób zależnych.

Interpretacja wyniku

Teraz czas na interpretację wyniku testu t Studenta dla prób zależnych. Zaczynamy od sprawdzenia czy hipoteza zerowa dla tego testu została odrzucona czy nie. W tym celu dokonujemy interpretacji wartości p . To czy interpretujemy p dwustronne, czy jednostronne zależy od rodzaju stawianej hipotezy. Jednocześnie, często można spotkać się z podejściem wedle którego zawsze wykonuje się test dwustronny ⁷.

Zasada interpretacji wartości p dla testu t Studenta dla prób zależnych (przy założeniu $\alpha = 0,05$) jest następująca:

- **Jeżeli $p < 0,05$** (wynik istotny statystycznie): odrzucamy hipotezę zerową o braku różnic – **stwierdzamy występowanie różnicy między pomiarami**.
- **Jeżeli $p > 0,05$** (wynik nieistotny statystycznie): przyjmujemy hipotezę zerową o braku różnic – **stwierdzamy brak różnic między pomiarami** ⁸.

⁷ Wartość p dwustronną interpretujemy wykonując analizę dotyczącą tzw. hipotezy niekierunkowej, a wartość p jednostronną podczas weryfikacji hipotezy badawczej kierunkowej. Przyjęło się, by odczytywać p dwustronne, ponieważ w starszych wersjach SPSS brak było wielu testów jednostronnych. Obecnie program daje większy wachlarz możliwości, dzięki czemu można łatwiej dostosować interpretację w zależności od hipotezy.

⁸ Znów, w praktyce wniosek tak możemy wyciągnąć jeśli moc testu jest wystarczająco wysoka ($1 - \beta \geq 0,80$). Jeśli moc testu jest niższa, wtedy wnioskujemy, że nie posiadamy wystarczających dowodów aby stwierdzić różnicę lub jej brak.

W naszym przykładzie przedstawia się to w sposób ukazany poniżej:

		Test dla prób zależnych			
		Istotność			
		t	df	Jednostronny P	Dwustronny P
Para 1	Poziom lęku przed terapią – Poziom lęku po terapii	6,409	108	<,001	<,001
Para 2	Deklarowane samopoczucie przed terapią – Deklarowane samopoczucie po terapii	-7,834	108	<,001	<,001

Wynik istotny statystycznie ($p < 0,05$)

Rysunek 4. Zrzut ekranu z wydruku wyników w programie IBM SPSS przedstawiający sposób interpretacji wartości p dla testu t Studenta dla prób zależnych.

Wnioski są zatem następujące:

- Dla zmiennej „Poziom lęku” uzyskano wynik istotny statystycznie ($p < 0,05$), co pozwala wyciągnąć wniosek o różnicy między pomiarami.
- Dla zmiennej „Deklarowane samopoczucie” uzyskano wynik istotny statystycznie ($p < 0,05$), co pozwala wyciągnąć wniosek o różnicy między pomiarami.

PAMIĘTAJ

Istotny statystycznie ($p < 0,05$) wynik testu t Studenta dla prób zależnych wskazuje na występowanie różnic między grupami. Wynik nieistotny statystycznie ($p > 0,05$)* wskazuje na brak różnic*

* Przy założeniu $\alpha = 0,05$

Postawiona hipoteza niekierunkowa została zweryfikowana, teraz czas na dwa kolejne etapy interpretacji wyniku:

- Gdy wynik jest istotny statystycznie (zwykle: $p < 0,05$), wiemy jedynie że występuje różnica między pomiarami, ale nie wiemy jeszcze jaki jest jej charakter (w którym pomiarze wynik był wyższy⁹). Aby to sprawdzić, oceniamy wartości średnie.

⁹ W przypadku hipotezy niekierunkowej jest to istotne z punktu widzenia interpretacji wyniku (hipoteza została już potwierdzona), natomiast w przypadku hipotezy kierunkowej ma to kluczowe znaczenie dla samej weryfikacji hipotezy, to znaczy oceny tego czy wykazana różnica ma taki sam kierunek jak ten założony w hipotezie.

- Wartość *p* wskazuje na „istotność statystyczną”, nie zaś na różnicę w sensie praktycznym. Aby ocenić jej wielkość należy zinterpretować wartość wskaźnika siły efektu, np. *d* Cohena.


Zacznijmy od analizy średnich. W tym celu przechodzimy do trzeciej tabeli w wydruku, zatytułowanej „Statystyki dla prób zależnych”. Uwaga! W praktyce, poza wartością średnią (*M*) raportujemy też wartość odchylenia standardowego (*SD*), jako miary rozproszenia.

Wartość średnia (M)

Odchylenie standardowe (SD)

Statystyki dla prób zależnych

		Średnia	N	Odchylenie standardowe	Błąd standardowy średniej
Para 1	Poziom lęku przed terapią	3,1009	109	,70639	,06766
	Poziom lęku po terapii	2,5688	109	,89615	,08584
Para 2	Deklarowane samopoczucie przed terapią	1,3394	109	,65575	,06281
	Deklarowane samopoczucie po terapii	2,1927	109	1,23586	,11837

 Pogotowie Statystyczne

Rysunek 5. Zrzut ekranu z wydruku wyników w programie IBM SPSS przedstawiający zawartość wydruku ze statystykami opisowymi będący częścią wyników testu *t* Studenta dla prób zależnych.

Odczytujemy wartości średnie zmiennych, dla poszczególnych par pomiarów.

W naszym przykładzie okazuje się, że:

- Poziom lęku przed terapią był wyższy ($M = 3,10$; $SD = 0,71$), niż poziomu lęku po terapii ($M = 2,57$; $SD = 0,90$).
- Deklarowane samopoczucie przed terapią było niższe ($M = 1,34$; $SD = 0,66$), niż po terapii ($M = 2,19$; $SD = 1,24$).

PAMIĘTAJ

*Raportując wyniki testu *t* dla prób zależnych dla obu pomiarów zapisujemy nie tylko wartość średnią (*M*), ale również wartość odchylenia standardowego (*SD*), jako miary rozproszenia wyników wokół średniej.*

Kolejno, interpretujemy uzyskaną wartość wskaźnika siły efektu. Aby to zrobić, przechodzimy do ostatniej, czwartej tabeli uzyskanego wydruku, zatytułowanej „Wielkość efektów dla prób zależnych”. Tabela ta zawiera dwie miary siły efektu, jednak najczęściej interpretuje się wskaźnik d Cohena^{10 11}. Wynik odczytujemy z kolumny „Oszacowanie punktowe”.

Fragment tabeli z którego odczytujemy wartość d Cohena

Wielkości efektów dla prób zależnych						
			Standaryzatora ^a	Oszacowanie punktowe	Przedział ufności 95%	
					Dolna granica	Górna granica
Para 1	Poziom lęku przed terapią – Poziom lęku po terapii	d Cohena	,86676	,614	,408	,817
		Poprawka Hedgesa	,87284	,610	,405	,812
Para 2	Deklarowane samopoczucie przed terapią – Deklarowane samopoczucie po terapii	d Cohena	1,13713	-,750	-,962	-,536
		Poprawka Hedgesa	1,14511	-,745	-,955	-,533

a. Mianownik używany przy szacowaniu wielkości efektów.
W przypadku d Cohena używane jest odchylenie standardowe średnich różnic w próbie.
W przypadku poprawki różnic Hedgesa używane jest odchylenie standardowe średnich różnic powiększone o współczynnik poprawki.

Pogotowie[®] Statystyczne

Rysunek 6. Zrzut ekranu z wydruku wyników w programie IBM SPSS przedstawiający zawartość wydruku z wartością wskaźnika siły efektu d Cohena będącego częścią wyników testu t Studenta dla prób zależnych.

Należy pamiętać, że wynik dla d Cohena podajemy w wartości bezwzględnej, a zatem jako wartość dodatnią, nawet jeśli na wydruku znajduje się wartość ujemna. Im wyższa jest wartość d Cohena, tym większa jest różnica między grupami.

Przyjmuje się że (Cohen, 1988):

- $d \leq 0,2$ – brak efektu,
- $0,2 < d \leq 0,5$ – efekt słaby,
- $0,5 < d \leq 0,8$ – efekt umiarkowany,
- $d > 0,8$ – efekt silny.

¹⁰ d Cohena to wystandaryzowana różnica między średnimi, czyli średnia różnica między wynikami w obu pomiarach wyrażona w jednostkach odchylenia standardowego. Pozwala to ocenić wielkość różnicy w jednostce niezależnej od jednostki pomiaru. Dzięki czemu możliwe jest m.in. porównywanie efektu między wynikami różnych analiz (wewnątrz badania lub między różnymi badaniami). Taką strategię wykorzystuje się w m.in. w metaanalizie, gdzie porównuje się wielkość efektu między różnymi badaniami.

¹¹ Drugi wskaźnik zatytułowany „poprawka Hedgesa” to skorygowany współczynnik d Cohena z poprawką na wynik w populacji, dlatego różnica ich wartości jest niewielka.

Dla naszego przykładu, interpretacja jest następująca:

- Dla zmiennej „Poziom lęku”, $d = 0,61$, co oznacza że różnica jest umiarkowana.
- Dla zmiennej „Deklarowane samopoczucie”, $d = 0,75$, co oznacza że różnica jest umiarkowana.

DEFINICJA

Wartość *d* Cohena to najczęściej stosowana miara siły efektu dla testu *t* Studenta dla prób zależnych. Dzięki niej możemy określić jakiej wielkości jest różnica między pomiarami – małej ($0,2 < d \leq 0,5$), średniej ($0,5 < d \leq 0,8$) lub dużej $0,5 < d \leq 0,8$. Raportowanie siły efektu jest wymagane w stylu APA.

Raportowanie wyników testu *t* Studenta dla prób zależnych w stylu APA 7

Ogólne wytyczne dotyczące raportowania wyników w APA 7 zostały przedstawione [w tym artykule](#). Zaprezentowany jest w nim również sposób raportowania wyników testu *t* Studenta dla prób zależnych w postaci tabelarycznej.

Poniżej przedstawiono przykładowy sposób raportowania wyników omawianej jako przykład w tym tekście analizy w formie opisu tekstowego wykonanego według stylu APA7.

PAMIĘTAJ

Pod [tym linkiem](#) znajdziesz artykuł w którym wyjaśniamy najważniejsze podstawowe zasady raportowania wyników analizy statystycznej w stylu APA 7 wraz z przykładami raportowania wyniku testu *t* Studenta dla prób zależnych w tekście i tabeli oraz wzorcowymi wykresami.

PRZYKŁAD

W celu weryfikacji hipotezy, w której postulowano iż nasilenie lęku oraz deklarowane samopoczucie różnić się będzie przed i po terapii psychologicznej, przeprowadzono analizę statystyczną z użyciem testu t Studenta dla prób zależnych.

Analiza wykazała istotny statystycznie wynik dla obu zmiennych zależnych – poziomu lęku, $t(108) = 6,41; p < 0,001; 95\%CI [0,37; 0,70]$ oraz deklarowanego samopoczucia, $t(108) = -7,83; p < 0,001; 95\%CI [-1,07; -0,64]$.

Porównanie średnich pozwala wyciągnąć wniosek, że poziom lęku był wyższy przed terapią ($M = 3,10; SD = 0,71$) niż po terapii ($M = 2,57; SD = 0,90$). Natomiast deklarowane było wyższe po terapii ($M = 2,19; SD = 1,24$) niż przed terapią ($M = 1,34; SD = 0,66$).

Analiza miary siły efektu d Cohena pokazała, że zaobserwowana różnica była umiarkowana zarówno dla poziomu lęku ($d = 0,61$) jak i deklarowanego samopoczucia ($d = 0,75$).

PRZYKŁAD

Literatura

American Psychological Association. (2020). *Publication manual of the American Psychological Association 2020: the official guide to APA style* (7th ed.). American Psychological Association.

Cohen, J. (1988). *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences* (2nd ed.). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Publishers.

Spis rysunków

Rysunek 1. Zrzut ekranu z głównego okna programu SPSS przedstawiający sposób wyboru okna testu t Studenta dla prób zależnych z menu. (**strona 5**)

Rysunek 2. Zrzut ekranu z okna menu testu t Studenta dla prób zależnych w programie SPSS przedstawiający sposób wprowadzania par pomiarów, które będą ze sobą porównywane. (**strona 6**)

Rysunek 3. Zrzut ekranu z wydruku wyników w programie IMB SPSS przedstawiający sposób odczytywania wyników testu t Studenta dla prób zależnych. (**strona 7**)

Rysunek 4. Zrzut ekranu z wydruku wyników w programie IMB SPSS przedstawiający sposób interpretacji wartości p dla testu t Studenta dla prób zależnych. (**strona 8**)

Rysunek 5. Zrzut ekranu z wydruku wyników w programie IMB SPSS przedstawiający zawartość wydruku ze statystykami opisowymi będący częścią wyników testu t Studenta dla prób zależnych. (**strona 9**)

Rysunek 6. Zrzut ekranu z wydruku wyników w programie IMB SPSS przedstawiający zawartość wydruku z wartością wskaźnika siły efektu d Cohena będącego częścią wyników testu t Studenta dla prób zależnych. (**strona 10**)

Pogotowie Statystyczne Paweł Iwankowski
ul. prof. Stefana Hausbrandta 34/88
80-126 Gdańsk
NIP: 7412032970,
REGON: 280490493

tel. 501 599 278
info@pogotowiestatystyczne.pl



Autorzy:

Andrzej Jankowski

ajankowski@pogotowiestatystyczne.pl

Kacper Sawicki

sawicki.kacper@gmail.com

Korekta:

Paweł Krasa

Paweł Iwankowski

Zapoznaj się z naszą ofertą:
www.pogotowiestatystyczne.pl