

УДК 796

DOI <https://doi.org/10.24195/olympicus/2025-1.29>**Хмельницька Ірина Валеріївна**

кандидат наук з фізичного виховання і спорту,
доцент кафедри кінезіології та фізкультурно-спортивної реабілітації
Національний університет фізичного виховання і спорту України
ORCID ID: 0000-0003-0141-3301

Кашуба Віталій Олександрович

доктор наук з фізичного виховання і спорту, професор
завідувач кафедри кінезіології та фізкультурно-спортивної реабілітації
Національний університет фізичного виховання і спорту України
ORCID ID: 0000-0001-6669-738X

Кардаков Віктор Олександрович

викладач кафедри кінезіології та фізкультурно-спортивної реабілітації
Національний університет фізичного виховання і спорту України
ORCID ID: 0009-0008-5026-7746

Шевченко Жанна Олександрівна

магістр кафедри кінезіології та фізкультурно-спортивної реабілітації
Національний університет фізичного виховання і спорту України
ORCID ID: 0009-0007-5268-9689

Ярмолинський Леонід Михайлович

кандидат наук з фізичного виховання і спорту,
старший викладач кафедри кінезіології та фізкультурно-спортивної реабілітації
Національний університет фізичного виховання і спорту України
ORCID ID: 0000-0002-5558-028X

МЕТОДОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ СТАТИСТИЧНОЇ ОБРОБКИ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕННЯ З ВИКОРИСТАННЯМ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ STATISTICA

Актуальність роботи полягає в тому, що ефективність експериментальних досліджень визначається саме методологічною якістю обробки даних і належним рівнем аналізування отриманих результатів. На сьогодні одним із найдосконаліших інструментів для статистичної обробки й аналізу даних є програмне забезпечення STATISTICA. Проте наразі недостатній рівень методологічного забезпечення в українському сегменті наукових джерел щодо практичного використання STATISTICA.

Мета роботи – описати методологію статистичного оцінювання та перевірки гіпотез для порівняння вибірок із використанням програмного забезпечення STATISTICA.

Методи: аналіз наукової і методичної літератури, теоретичний аналіз та узагальнення, системний аналіз, педагогічний експеримент, методи математичної статистики.

Результати дослідження: визначені етапи оброблення й аналізу експериментальних даних за допомогою програмного забезпечення STATISTICA на прикладі результатів експериментального дослідження з оцінки ефективності динамічних і статичних вправ з напрямку йоги за міофасціального больового синдрому спини у чоловіків 25–35 років. Визначено, що першим етапом аналізу кількісних даних є аналіз виду їх розподілу. На другому етапі оброблення експериментальних даних описуються статистичні характеристики вибірок. У випадку їх відповідності закону нормального розподілу слід навести середні арифметичні і середньоквадратичне відхилення або стандартну помилку. Для опису розподілів, що не є «нормальними», потрібно вказувати значення медіани та інтерквартильний розмах (25% і 75% процентиля).

Третім етапом аналізу експериментальних даних є вибір статистичних методів для порівняння вибірок. Якщо критерієм узгодженості Шапіро – Уїлка підтверджено гіпотезу про відповідність вибірки закону нормального розподілу, застосовують параметричні статистичні критерії. Якщо за критерієм узгодженості відхилено гіпотезу про нормальність сукупності, застосовують непараметричні статистичні критерії. На прикладі показників функціонального стану хребта за шкалою Майєра і шкалою Шобера, а також гоніометричних показників латеральної флексії вліво і вправо описані методологічні особливості використання програмного забезпечення *STATISTICA* для перевірки статистичних гіпотез під час оцінки ефективності педагогічного експерименту.

Ключові слова: методологічні особливості, описова статистика, статистична гіпотеза, параметричні та непараметричні критерії, програмне забезпечення *STATISTICA*.

Вступ. У структурі підготовки фахівців фізичної культури та спорту важливе місце відводиться методології статистичної обробки й аналізу результатів вимірювань. Одним з основних шляхів забезпечення належної якості результатів вимірювань є коректне застосування методів математичної статистики. Без використання статистики висновки не можна вважати науково обґрунтованими. Саме методологічною якістю обробки даних і належним рівнем аналізування отриманих результатів визначається ефективність експериментальних досліджень [2].

На сьогодні класичні методи математичної статистики, які часто використовуються в практиці експериментальних досліджень, ґрунтовно висвітлені в літературі [1, 9, 11]. Проте найбільш ефективним інструментом для реалізації статистичних методів залишається комп'ютер.

Основними засобами комп'ютерної обробки даних є табличні процесори і програми статистичного аналізування [5]. Сьогодні одним із найпопулярніших застосунків є табличний процесор *Microsoft Excel (MS Excel)*, який входить до складу *Microsoft Office*. Електронні таблиці *MS Excel* надають змогу накопичувати дані, що вводяться, у вигляді текстової і цифрової інформації, здійснювати табличне оброблення даних, проводити прості й навіть дуже непрості обчислювальні процедури, логічні перевірки за допомогою формул і вбудованих функцій, надавати результати розрахунків у вигляді графіків і діаграм. Проте з методологічного погляду потрібно зазначити, що у *MS Excel* реалізовані лише процедури параметричної статистики, а також відсутні критерії для перевірки вибірки на відповідність закону нормального розподілу. У разі застосування непараметричних критеріїв важко обійтися без програм статистичного оброблення даних, які мають більші обчислювальні можливості й ефектніші засоби візуалізації результатів. Програмне забезпечення *STATISTICA* охоплює величезну кількість методів статистичного аналізу, об'єднаних за модульним принципом [6, 8]. Має чудові графічні можливості візуалізації дво- і тривимірних графіків і діаграм. *STATISTICA* є незамінним інструментом для виконання багатомірних аналізів: кореляційного, регресійного, факторного, дисперсійного, дискримінантного, кластерного тощо [3, 10]. В останніх версіях *STATISTICA* також реалізований метод нейромережевого моделювання [4, 7].

В інтернеті доступною є оригінальна англійська версія програмного продукту *STATISTICA 14.0.1.25 (TIBCO Software Inc.)*. Водночас потрібно відмітити, що в доступній літературі, зокрема україномовній, наразі недостатній рівень методологічного забезпечення щодо статистичного оброблення й аналізу даних із використанням *STATISTICA*.

Мета дослідження – описати методологію статистичного оцінювання та перевірки гіпотез для порівняння вибірок із використанням програмного забезпечення *STATISTICA*.

Завдання дослідження:

1. Визначити етапи розрахунку основних статистик вибірки за допомогою описової статистики.

2. Описати методологічні особливості використання програмного забезпечення *STATISTICA* для перевірки статистичних гіпотез.

Методи дослідження. Здійснювався теоретичний аналіз і узагальнення даних науково-методичної літератури, а також оброблення й аналізування емпіричних матеріалів наукового

дослідження. Використані методи: аналіз наукової і методичної літератури, теоретичний аналіз та узагальнення, системний аналіз, педагогічний експеримент, методи математичної статистики.

Результати дослідження. У початковому описі первинного масиву даних потрібно наводити результати дескриптивної (описової) статистики. Розрахунок основних статистик вибірки є початковим і обов'язковим етапом будь-якого математичного оброблення. Доцільність розрахунків зумовлено тим, що ці параметри дають змогу описати весь масив даних великого обсягу за допомогою всього декількох значень («параметризувати» вибірку), чого буває достатньо для проведення подальшого математичного оброблення (використання «параметричних» методів).

Як приклад використання програмного забезпечення *STATISTICA* для оброблення й аналізу даних ми представляємо результати експериментального магістерського дослідження (Ж. Шевченко) оцінки ефективності динамічних і статичних вправ із напрямку йоги за наявності міофасціального больового синдрому (МФБС) спини у чоловіків 25–35 років. У педагогічному експерименті реєструвалися показники функціонального стану хребта 12 атлетів-аматорів на базі спортивних клубів Red Barbell та Crossfit Banda (м. Київ) до початку та після завершення тренувальних занять за програмою корекції та профілактики МФБС.

На рис. 1 представлено вікно програми *STATISTICA* з показниками функціонального стану хребта чоловіків за шкалою Майєра і шкалою Шобера, а також гоніометричних показників латеральної флексії вліво і вправо.

Для опису кількісних ознак використовують описові статистики, тобто параметри розподілу.

Якщо дослідження проведено з використанням малої вибірки, то в такому випадку в тексті роботи слід наводити таблицю даних. Для того щоб вибрати спосіб описування кількісної ознаки, потрібно спочатку встановити, чи відповідає вид розподілу значень досліджуваної ознаки закону нормального розподілу. Отже, першим етапом аналізу кількісних даних є аналіз виду їх розподілу. Реально в жодній вибірці не може бути строго нормального розподілу ознаки. Проте потрібно встановити, чи відібрана ця вибірка з генеральної сукупності, у якій досліджувана ознака має нормальний розподіл. Для отримання надійної оцінки відповідності досліджуваної ознаки закону нормального розподілу потрібно перевіряти статистичні гіпотези про вид розподілу. Адже від виду розподілу залежать як вибір способу опису центральної тенденції і розсіювання значень ознаки, так і вибір методів подальшого аналізу даних. Гіпотезу не можна довести, її можна або підтвердити, або відхилити. Прийняття істинної або відхилення

	1 Відстань за Майєра_до, см	2 Відстань за Майєра_після, см	3 Відстань за Шобера_до, см	4 Відстань за Шобера_після, см	5 Латерофлексія вліво_до, град	6 Латерофлексія вліво_після, град	7 Латерофлексія вправо_до, град	8 Латерофлексія вправо_після, град
1	0	0	3	3	18	19	15	19
2	0	0	3	3	12	18	15	18
3	0	0	3	4	18	20	20	20
4	0	0	3	4	22	22	22	22
5	0	0	3	4	20	22	20	22
6	0	0	4	5	20	20	20	20
7	0	0	5	5	12	18	10	15
8	1	0	5	5	15	15	15	15
9	4	2	5	5	16	19	19	22
10	10	4	5	5	15	16	17	19
11	10	5	5	5	15	16	15	16
12	13	5	7	7	16	18	18	18

Рис. 1. Вікно представлення показників функціонального стану хребта чоловіків з МФБС у *STATISTICA*

хибної гіпотези з визначеною імовірністю забезпечує правило, яке називається статистичним критерієм. За результатами аналізу можна прийняти одну з гіпотез:

- нульову гіпотезу H_0 : гіпотезу, відповідно до якої відсутня різниця між сукупностями, що порівнюються, і причина результату, який спостерігається на вибірці, – випадковість;
- альтернативну гіпотезу $H_A (H_1)$: протилежну гіпотезу, відповідно до якої є різниця між сукупностями, і причина результату, який спостерігається на вибірці, – закономірність, що об'єктивно існує.

Алгоритм перевірки статистичної гіпотези:

1. Формулюємо нульову гіпотезу, яку надалі потрібно або прийняти, або відхилити.
2. Вибираємо рівень значущості.
3. Вибираємо статистичний критерій для перевірки гіпотези.
4. На основі вибірових даних розраховуємо значення критерію.
5. Приймаємо (чи відхиляємо) гіпотезу за результатом порівняння розрахованого значення критерію з табличним (критичним) значенням критерію для вибраного рівня значущості.

Усі критерії перевірки статистичних гіпотез можна розділити на три класи: параметричні критерії, непараметричні критерії, критерії узгодженості.

Критерії узгодженості слугують для перевірки гіпотез про згоду розподілу генеральної сукупності з раніше прийнятою теоретичною моделлю. Першим етапом аналізу кількісних даних є аналіз виду їх розподілу. Закон нормального розподілу – фундаментальний закон статистики. Для перевірки на нормальність розподілу у *STATISTICA* використовується низка критеріїв, зокрема критерії Колмогорова – Смірнова, Ліллієфорса і Шапіро – Уїлка, для використання яких потрібно вибрати опцію *Frequency Tables* у модулі *Basic Statistics* (рис. 2).

Критерій Шапіро – Уїлка є найбільш потужним, універсальним і при цьому самим «строгим» із перерахованих критеріїв перевірки гіпотези щодо належності вибірки до нормального закону розподілу. Слід зазначити, що критерій працює однаково ефективно і за малих, і за великих обсягів вибірки. Критерій можна застосовувати в разі обсягу вибірки $n \geq 3$. Отже, у діалоговому вікні вибору процедури перевірки вибірок на відповідність закону нормального розподілу *Tests for normality* опції *Frequency Tables* перевагу надаємо критерію Шапіро – Уїлка, тож потрібно поставити галочку проти критерія Шапіро – Уїлка (рис. 3).

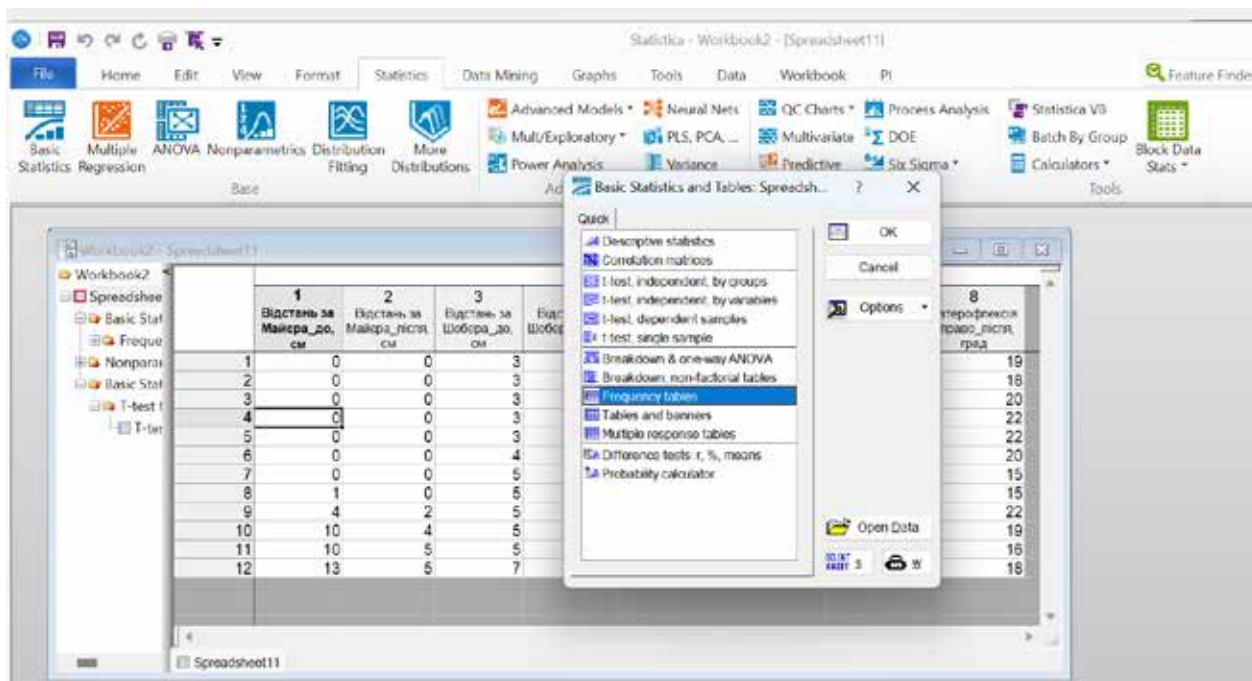


Рис. 2. Діалогове вікно модуля *Basic Statistics* з вибраною опцією *Frequency Tables* у *STATISTICA*

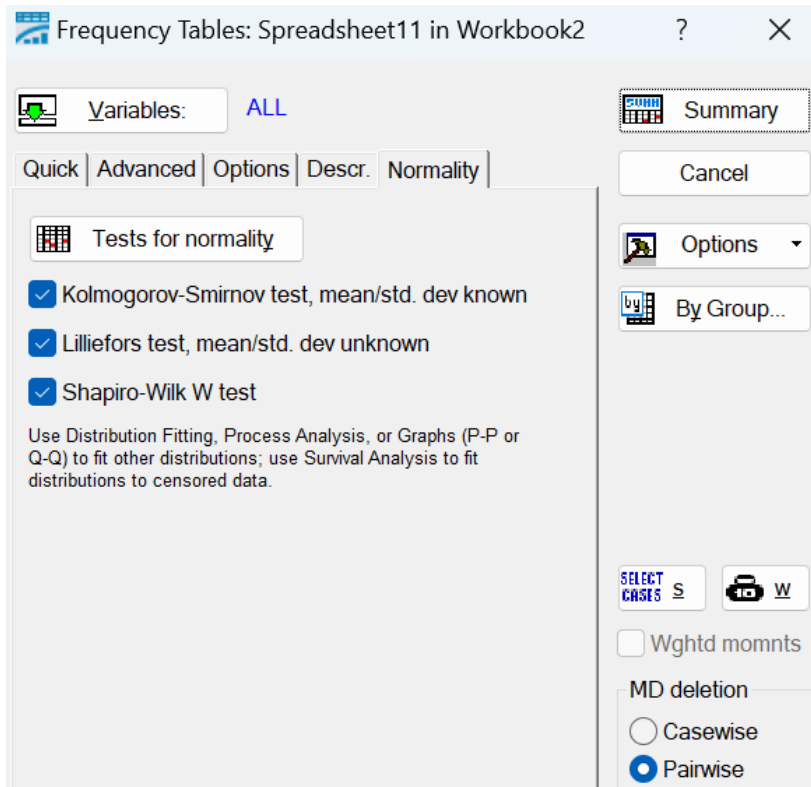


Рис. 3. Діалогове вікно вибору процедури перевірки вибірок на відповідність закону нормального розподілу *Tests for normality* опції *Frequency Tables*

Критерії нормальності перевіряють таку нульову гіпотезу: розподіл досліджуваної ознаки не відрізняється від нормального розподілу. Альтернативна гіпотеза – розподіл досліджуваної ознаки відрізняється від нормального розподілу.

Результат перевірки нормальності вибірок показників функціонального стану хребта чоловіків 25–35 років за наявності МФБС спини наведено на рис. 4.

Аналіз результатів перевірки вибірок показників функціонального стану хребта чоловіків з МФБС на відповідність закону нормального розподілу за критерієм Шапіро – Уїлка показав, що показники функціонального стану хребта чоловіків за шкалою Майєра до та після експерименту та показники за шкалою Шобєра до експерименту не відповідають закону нормального розподілу ($p < 0,05$), а гоніометричні показники латеральної флексії вліво і вправо – відповідають ($p > 0,05$).

Variable	N	max D	K-S p	Lilliefors p	W	p
Відстань за Майєра_до, см	12	0.337017	$p < .15$	$p < .01$	0.687606	0.000642
Відстань за Майєра_після, см	12	0.403593	$p < .05$	$p < .01$	0.657323	0.000337
Відстань за Шобєра_до, см	12	0.250757	$p > .20$	$p < .05$	0.815099	0.013983
Відстань за Шобєра_після, см	12	0.266966	$p > .20$	$p < .05$	0.864024	0.054918
Латерофлексія вліво_до, град	12	0.157545	$p > .20$	$p > .20$	0.946845	0.591419
Латерофлексія вліво_після, град	12	0.147018	$p > .20$	$p > .20$	0.945594	0.573723
Латерофлексія вправо_до, град	12	0.174034	$p > .20$	$p > .20$	0.923352	0.314918
Латерофлексія вправо_після, град	12	0.142628	$p > .20$	$p > .20$	0.908693	0.205268

Рис. 4. Вікно результатів перевірки вибірок показників функціонального стану хребта чоловіків з МФБС на відповідність закону нормального розподілу за критеріями Колмогорова – Смірнова, Лілієфорса і Шапіро – Уїлка у *STATISTICA*

Отже, на другому етапі оброблення експериментальних даних у випадку їх відповідності закону нормального розподілу слід навести значення обсягу вибірки (кількості спостережень), середніх арифметичних і хоча б одного з показників варіабельності, наприклад середньоквадратичного відхилення або стандартної помилки.

Для опису розподілів, що не є «нормальними», крім обсягу вибірки, потрібно вказувати значення медіани та інтерквартильний розмах (25% і 75% процентилі, тобто верхню границю 1-го і нижню границю 4-го квартилей (рис. 5).

Результати обчислення статистичних характеристик вибірок показників функціонального стану хребта чоловіків з МФБС у процедурі описової статистики *Descriptive Statistics* модуля *Basic Statistics* наведено на рис. 6.

Отже, представимо результати описової статистики показників функціонального стану хребта чоловіків 25–35 років за наявності МФБС спини в таблиці 1.

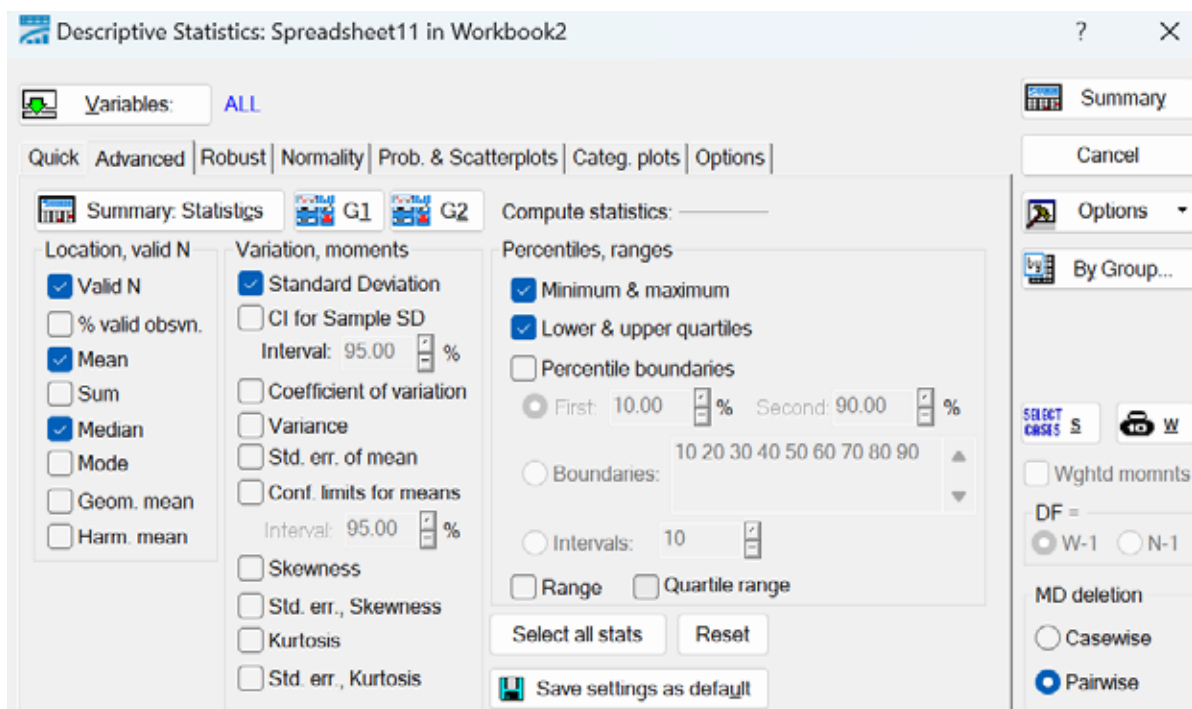


Рис. 5. Діалогове вікно вибору статистичних характеристик процедури описової статистики *Descriptive Statistics* модуля *Basic Statistics* у *STATISTICA*

Variable	Valid N	Mean	Median	Minimum	Maximum	Lower Quartile	Upper Quartile	Std.Dev.
Відстань за Майєра_до, см	12	3.2	0.0	0.0	13.0	0.0	7.0	4.91
Відстань за Майєра_після, см	12	1.3	0.0	0.0	5.0	0.0	3.0	2.10
Відстань за Шобера_до, см	12	4.3	4.5	3.0	7.0	3.0	5.0	1.29
Відстань за Шобера_після, см	12	4.6	5.0	3.0	7.0	4.0	5.0	1.09
Літерофлексія вліво_до, град	12	16.6	16.0	12.0	22.0	15.0	19.0	3.12
Літерофлексія вліво_після, град	12	18.6	18.5	15.0	22.0	17.0	20.0	2.23
Літерофлексія вправо_до, град	12	17.2	17.5	10.0	22.0	15.0	20.0	3.33
Літерофлексія вправо_після, град	12	18.8	19.0	15.0	22.0	17.0	21.0	2.55

Рис. 6. Вікно результатів обчислення статистичних характеристик вибірок показників функціонального стану хребта чоловіків з МФБС у процедурі описової статистики *Descriptive Statistics* модуля *Basic Statistics*

Таблиця 1

**Показники функціонального стану хребта чоловіків 25–35 років за наявності
МФБС спини, n = 12**

Показник	Статистична характеристика				
	$\bar{x}$	S	Me	25 %	75 %
Функціональний стан хребта за шкалою Майєра до експерименту, см	3,2	4,91	0	0	7,0
Функціональний стан хребта за шкалою Майєра після експерименту, см	1,3	2,10	0	0	3,0
Функціональний стан хребта за шкалою Шобера до експерименту, см	4,3	1,29	4,5	3,0	5,0
Функціональний стан хребта за шкалою Шобера до експерименту, см	4,6	1,08	5,0	4,0	5,0
Латерофлексія вліво до експерименту, град	16,6	3,12	16,0	15,0	19,0
Латерофлексія вліво після експерименту, град	18,6	2,23	18,5	17,0	20,0
Латерофлексія вправо до експерименту, град	17,2	3,33	17,5	15,0	20,0
Латерофлексія вправо після експерименту, град	18,8	2,55	19,0	17,0	21,0

Наступним, третім, етапом аналізу експериментальних даних є вибір статистичних методів для порівняння вибірок: наприклад, для того щоб оцінити ефективність педагогічного експерименту, потрібно порівняти вибірки досліджуваних показників до та після експерименту.

Якщо критерієм Шапіро – Уїлка підтверджено гіпотезу про відповідність вибірки закону нормального розподілу, застосовують параметричні статистичні критерії. Якщо за критерієм узгодженості відхилено гіпотезу про нормальність сукупності, застосовують непараметричні статистичні критерії.

Непараметричні критерії не потребують знання параметрів розподілу і застосовуються до даних, які виражені у шкалах найменувань чи порядку.

Загалом непараметричні методи (у разі використання їх на малих вибірках) є менш потужними порівняно з параметричними, тобто іноді не дають змоги виявити статистичні закономірності, які можуть бути виявлені за допомогою параметричних методів.

Водночас непараметричні методи більш надійні у випадку, коли є сумнів у тому, що досліджувана ознака має нормальний розподіл.

Для нормально розподілених ознак параметричні та непараметричні методи дають близькі результати.

На рис. 7 представлено діалогове вікно вибору опцій непараметричної статистики модуля *Nonparametric Statistics* у програмному забезпеченні *STATISTICA*.

У модулі *Nonparametric Statistics* для порівняння двох залежних вибірок реалізовані непараметричні критерії: Z-критерій знаків (*sign test*) і T-критерій Вілкоксона (*Paired sample Wilcoxon Signed Ranks Test*) (рис. 8).

Результати використання критерію Вілкоксона в модулі *Nonparametric Statistics* для порівняння показників функціонального стану хребта за шкалою Майєра і шкалою Шобера до та після експерименту наведено на рис. 9.

Отримані результати свідчать, що різниця між показниками функціонального стану хребта за шкалою Майєра до та після експерименту є статистично значущою ($Z = 2,02$; $p = 0,043$), а за шкалою Шобера – статистично незначущою ($Z = 1,83$; $p = 0,068$).

Отже, лише динаміка показника функціонального стану хребта за шкалою Майєра дає змогу стверджувати про ефективність програми корекції та профілактики МФБС спини у чоловіків 25–35 років.

Графічний аналіз показників функціонального стану хребта чоловіків з МФБС за шкалою Майєра і шкалою Шобера до та після експерименту представлений на рис. 10, на якому відмічені медіана, нижній і верхній кuartили та розмах вибірок.

Оскільки гоніометричні показники латеральної флексії вліво і вправо чоловіків з МФБС відповідали закону нормального розподілу, для порівняння їх до та після експерименту

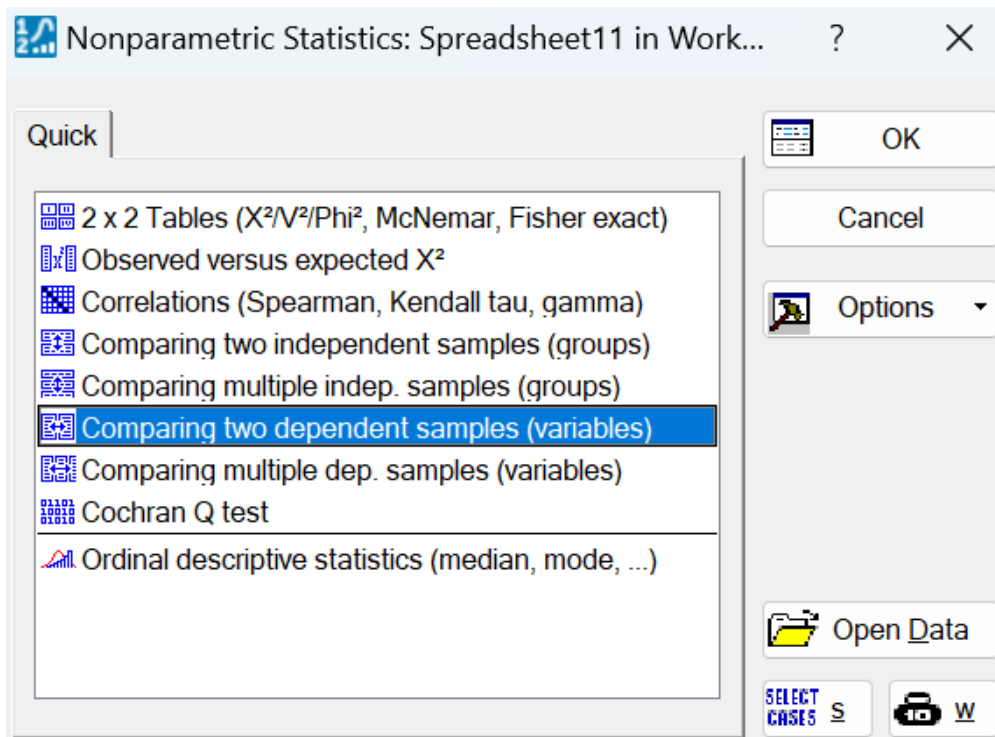


Рис. 7. Діалогове вікно вибору опцій непараметричної статистики модуля *Nonparametric Statistics* у *STATISTICA*

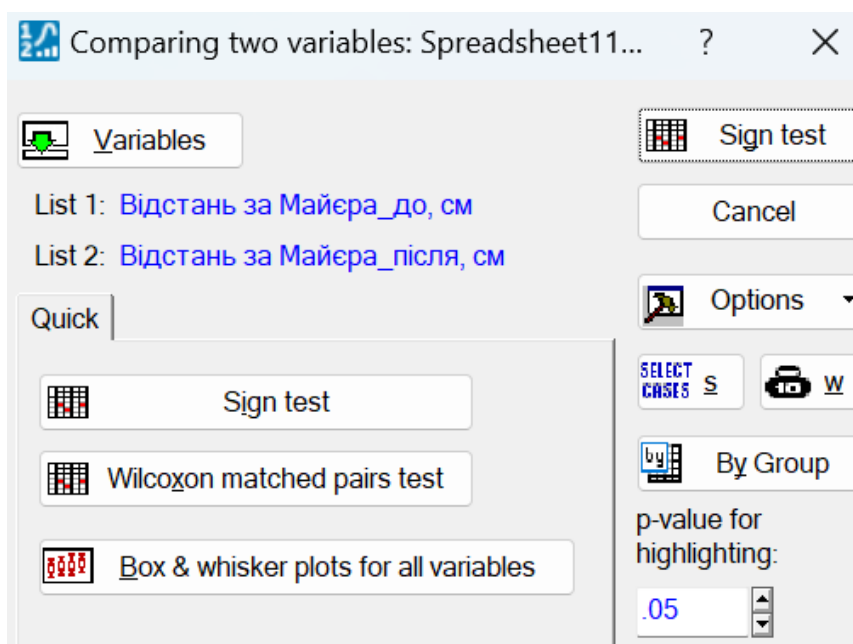
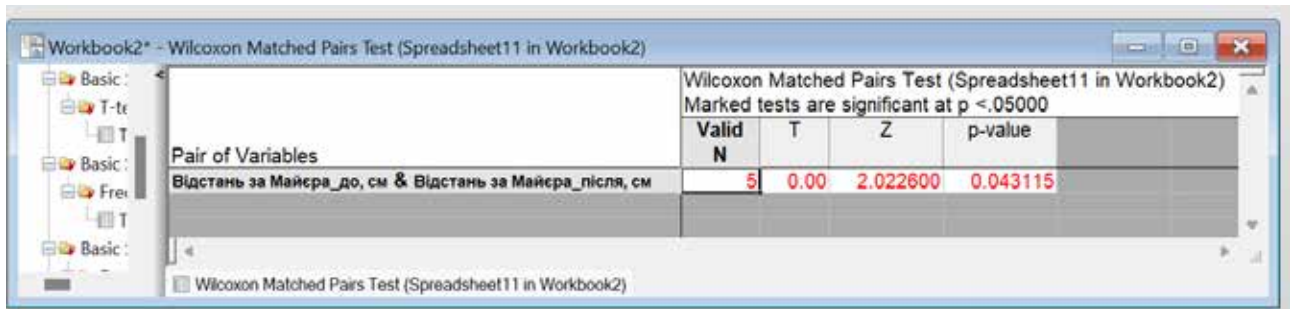


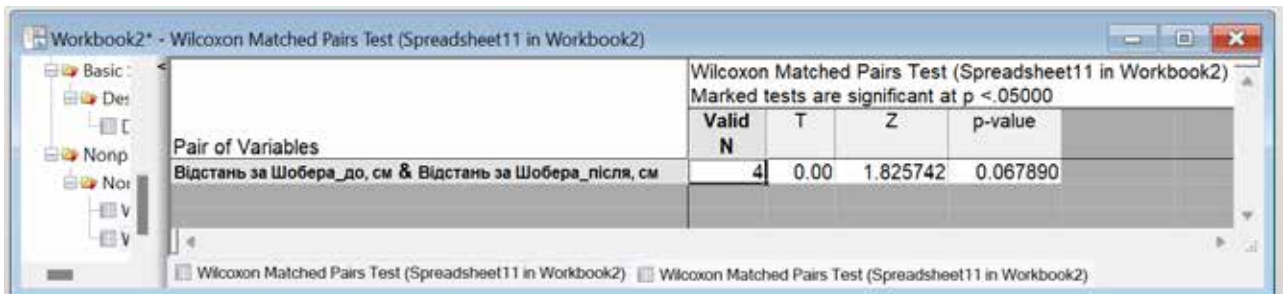
Рис. 8. Діалогове вікно вибору непараметричних критеріїв для зв'язаних вибірок показників функціонального стану хребта за шкалою Майєра у модулі *Nonparametric Statistics*

використано параметричний двовибірковий t-критерій Стюдента для зв'язаних вибірок (рис. 11).

Отримані результати свідчать, що різниця між гоніометричними показниками латеральної флексії вліво ($t = 3,32$; $p = 0,007$) і вправо ($t = 3,25$; $p = 0,008$) до та після експерименту є статистично значущою, отже, можемо стверджувати про ефективність програми корекції та профілактики МФБС спини у чоловіків 25–35 років.



а



б

Рис. 9. Вікна результатів використання критерію Вілкоксона для порівняння показників функціонального стану хребта за шкалою Майєра (а) і шкалою Шобєра (б) до та після експерименту в модулі *Nonparametric Statistics*

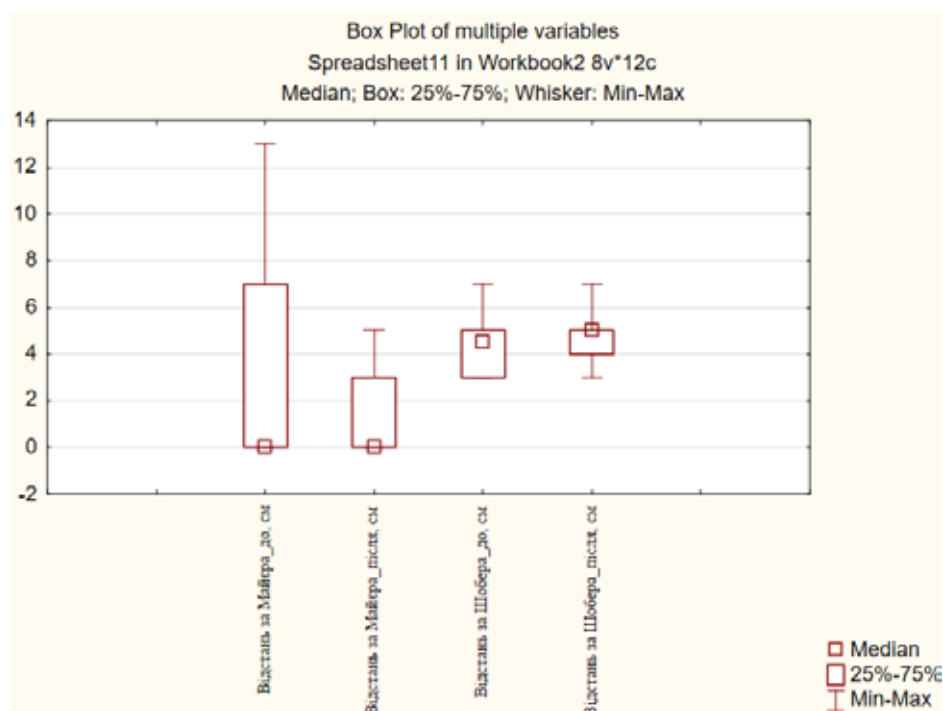
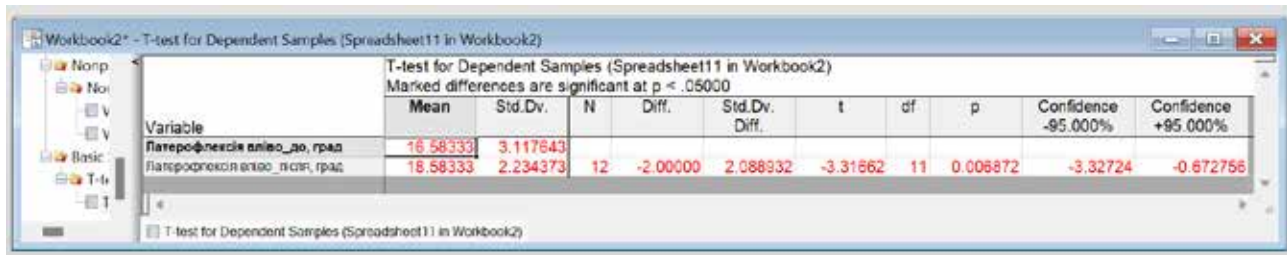
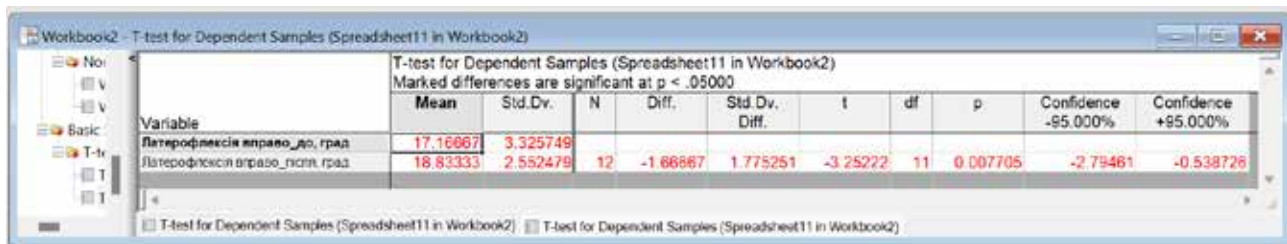


Рис. 10. Графічний аналіз показників функціонального стану хребта за шкалою Майєра і шкалою Шобєра до та після експерименту в STATISTICA

На рис. 12 представлений графічний аналіз гоніометричних показників латеральної флексії вліво і вправо до та після експерименту в програмному забезпеченні *STATISTICA*. Оскільки показники латеральної флексії вліво і вправо відповідають закону нормального розподілу, на діаграмі розмаху відмічені середні арифметичні значення, діапазон стандартних помилок, мінімальні й максимальні значення вибірок.



а



б

Рис. 11. Вікна результатів використання двовибіркового t-критерію Стюдента для зв'язаних вибірок гоніометричних показників латеральної флексії вліво (а) і вправо (б) до та після експерименту в модулі *Basic Statistics*

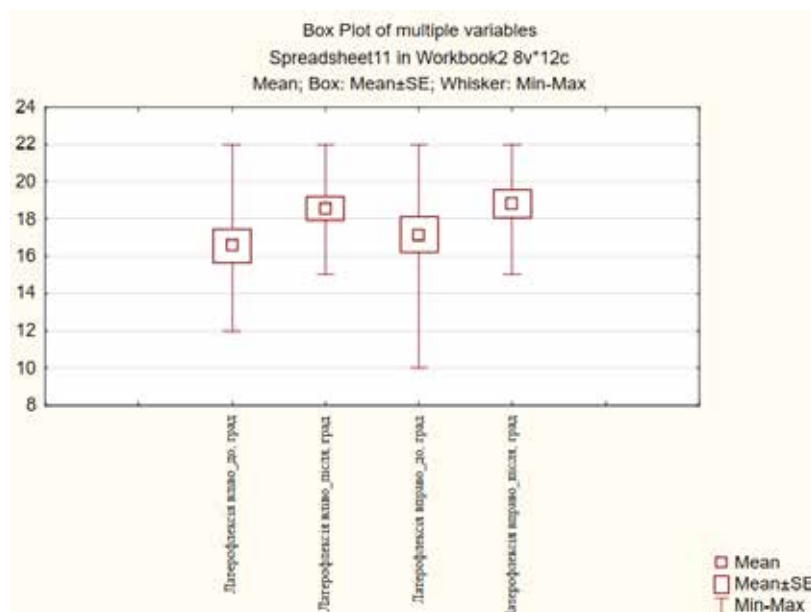


Рис. 12. Графічне представлення динаміки гоніометричних показників латеральної флексії вліво і вправо до та після експерименту в *STATISTICA*

Висновки

Аналіз літературних джерел та матеріалів мережі Інтернет показав, що наразі рівень методологічного забезпечення щодо статистичного оброблення й аналізу даних з використанням статистичних комп'ютерних програм є недостатнім.

Програмне забезпечення *STATISTICA* – це потужний інструмент для реалізації непараметричних методів на практиці.

За результатами дослідження визначені етапи оброблення й аналізу експериментальних даних за допомогою програмного забезпечення *STATISTICA*.

Описані методологічні особливості використання програмного забезпечення *STATISTICA* для перевірки статистичних гіпотез під час оцінки ефективності педагогічного експерименту.

Література:

1. Антомонов М. Ю., Коробейніков Г. В., Хмельницька І. В., Харковлюк-Балакіна Н. В. Математичні методи оброблення та моделювання результатів експериментальних досліджень : навчальний посібник. Олімпійська література. 2021. Київ, 216 с.
2. Хмельницька І., Денисова Л. Сучасні вимоги до опису результатів статистичного аналізу даних. Біомеханіка спорту, оздоровчої рухової активності, фізичної терапії та ерготерапії: актуальні проблеми, інноваційні проєкти та тренди. Матеріали I Всеукраїнської електронної науково-практичної конференції з міжнародною участю. Київ : Національний університет фізичного виховання і спорту України [електронний ресурс]. 2021. С. 58–60.
3. Хмельницька І., Кашуба В., Асаулюк І., Шевчук О., Кардаков В., Верзлова К. Метод головних компонентів і факторний аналіз в обробці результатів наукових досліджень у фізичній культурі та спорті. *Фізична культура, спорт та здоров'я нації*: збірник наукових праць. 2024. Вип. 18 (37). С. 279–289. DOI: 10.31652/2071-5285-2024-18(37)-279-289.
4. Imas Y., Khmelnytska I., Khurtyk D., Korobeynikov G., Spivak M., Kovtun V. Neural network modeling of diagonal stride technique of highly qualified skiers with hearing impairments. 2018. *Journal of Physical Education and Sport*® (JPES), 18 Supplement, issue 2, Art 181, pp. 1217–1222. DOI: 10.7752/jpes.2018.s2181.
5. Han J., Kamber M. *Data mining: Concepts and Techniques*. 2000. New York: Morgan-Kaufman. P. 20–34.
6. Hill T., Lewicki P. *STATISTICS: Methods and Applications*. StatSoft, 2007. Tulsa, OK. P. 12–45.
7. Khmelnytska I., Dmytro K. Neural network modeling in sports. III Всеукраїнська електронна конференція з міжнародною участю Інноваційні та інформаційні технології у фізичній культурі, спорті, фізичній терапії та ерготерапії, 2020. P. 2–4.
8. StatSoft. Inc. *Electronic Statistics Textbook*. 2013. Tulsa, OK: StatSoft. WEB: <http://www.statsoft.com/textbook/>.
9. Vincent W.J. *Statistics in kinesiology*. 2005. 3rd ed. Champaign: Human Kinetics, 312 p.
10. Witten I., Frank E. *Data Mining: Practical Machine Learning Tools and Techniques*. 2000. New York: Morgan Kaufmann. 212 p.
11. Wood T.M., Zhu W. *Measurement theory and practice in kinesiology*. 2006. Champaign: Human Kinetics, XII, 428 p.

References:

1. Antomonov, M.Yu., Korobeynikov, G.V., Khmelnytska, I.V., & Kharkovlyuk-Balakina, N.V. (2021). Matematychni metody obroblyennia ta modeliuvannia rezul'tativ eksperymentalnykh doslidzhen: navchalnyi posibnyk [Mathematical methods of processing and modeling the results of experimental research: a textbook]. *Olimpiiska literatura – Olympic literature*. Kyiv, 216 p. [in Ukrainian].
2. Khmelnytska, I., & Denisova, L. (2021). Suchasni vymohy do opysu rezul'tativ statystychnoho analizu danykh. Biomekhanika sportu, ozdorovchoi rukhovoï aktyvnosti, fizychnoi terapii ta erhoterapii: aktualni problemy, innovatsiini proiektu ta trendy [Modern requirements for describing the results of statistical data analysis. Biomechanics of sports, recreational motor activity, physical therapy and occupational therapy: current problems, innovative projects and trends]. *Materialy I Vseukrainskoi elektronnoi naukovopraktychnoi konferentsii z mizhnarodnoiu uchastiu – Proceedings of the 1st All-Ukrainian electronic scientific and practical conference with international participation*. Kyiv: National University of Physical Education and Sports of Ukraine [electronic resource]. May 25, 2021. P. 58–60 [in Ukrainian].
3. Khmelnytska, I., Kashuba, V., Asauluk, I., Shevchuk, O., Kardakov, V., & Verzlava, K. (2024). Metod holovnykh komponentiv i faktorny analiz v obrobtsi rezul'tativ naukovykh doslidzhen u fizychnii kulturi ta sporti [The method of principal components and factor analysis in processing the results of scientific research in physical culture and sports]. *Fizychna kultura, sport ta zdorovia natsii: zbirnyk naukovykh prats – Physical culture, sports and health of the nation: collection of scientific works*, 18 (37), 279–289. DOI: 10.31652/2071-5285-2024-18(37)-279-289 [in Ukrainian].
4. Imas, Y., Khmelnytska, I., Khurtyk, D., Korobeynikov, G., Spivak, M., & Kovtun, V. (2018). Neural network modeling of diagonal stride technique of highly qualified skiers with hearing

impairments. *Journal of Physical Education and Sport* ® (JPES), 18 Supplement, issue 2, Art 181, pp. 1217–1222. DOI: 10.7752/jpes.2018.s2181 [in English].

5. Han, J., & Kamber, M. (2000). *Data mining: Concepts and Techniques*. New York: Morgan-Kaufman. P. 20–34 [in English].

6. Hill, T., & Lewicki, P. (2007). *STATISTICS: Methods and Applications*. StatSoft, Tulsa, OK. P. 12–45 [in English].

7. Khmel'nitska, I., & Khurtyk, D. (2020). Neural network modeling in sports. III All-Ukrainian Electronic Conference with International Participation “Innovative and Information Technologies in Physical Education, Sports, Physical Therapy and Occupational Therapy”, April 8, 2020. P. 2–4 [in English].

8. StatSoft. Inc. (2013). *Electronic Statistics Textbook*. Tulsa, OK: StatSoft. Retrieved from: <http://www.statsoft.com/textbook/> [in English].

9. Vincent, W.J. (2005). *Statistics in kinesiology*. 3rd ed. Champaign: Human Kinetics, 312 p. [in English].

10. Witten, I., & Frank, E. (2000). *Data Mining: Practical Machine Learning Tools and Techniques*. New York: Morgan Kaufmann. 212 p. [in English].

11. Wood, T.M., & Zhu, W. (2006). *Measurement theory and practice in kinesiology*. Champaign: Human Kinetics, XII, 428 p. [in English].

**Khmel'nitska Irene, Kashuba Vitalii, Kardakov Viktor,
Shevchenko Zhanna, Yarmolinsky Leonid**

METHODOLOGICAL FEATURES OF STATISTICAL PROCESSING OF RESEARCH RESULTS USING STATISTICA SOFTWARE

The relevance of the work lies in the fact that the effectiveness of experimental research is determined precisely by the methodological quality of data processing and the appropriate level of analysis of the results obtained. Today, one of the most advanced tools for statistical processing and data analysis is the STATISTICA software. However, the level of methodological support in the Ukrainian segment of scientific sources regarding the practical use of STATISTICA is currently insufficient.

The purpose of the work is to describe the methodology of statistical evaluation and hypothesis testing for comparing samples using the STATISTICA software. Methods: analysis of scientific and methodological literature, theoretical analysis and generalization, system analysis, pedagogical experiment, methods of mathematical statistics.

Research results: the stages of processing and analysis of experimental data using the STATISTICA software are determined using the example of the results of an experimental study on the effectiveness assessing of dynamic and static yoga exercises for myofascial pain syndrome of the back in men aged 25–35. It was determined that the first stage of quantitative data analysis is the analysis of the type of their distribution. At the second stage of experimental data processing, the statistical characteristics of the samples are described. In case of their compliance with the law of normal distribution, the arithmetic mean and standard deviation or standard error should be given. To describe distributions that are not “normal”, it is necessary to indicate the median value and interquartile range (25% and 75% percentiles). The third stage of experimental data analyzing is the choice of statistical methods for samples comparing. If the Shapiro-Wilk test confirms the hypothesis that the sample is normally distributed, parametric statistical criteria must be used. If the normality test rejects the null-hypothesis that the population is normally distributed, nonparametric statistical criteria must be used. Using the example of indicators of the functional state of the spine according to the Mayer scale and the Schober scale, as well as goniometric indicators of lateral flexion to the left and right, the methodological features of using the STATISTICA software to test statistical hypotheses when assessing the effectiveness of a pedagogical experiment are described.

Key words: *methodological features, descriptive statistics, statistical hypothesis, parametric and nonparametric criteria, STATISTICA software.*