

## ЛАБОРАТОРНЕ ЗАНЯТТЯ № 15

### ТЕМА: ОЦІНКА ДОСТОВІРНОСТІ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕННЯ: ВТОРИННІ МЕТОДИ СТАТИСТИЧНОГО АНАЛІЗУ

**Мета:** ознайомитися з вторинними методами обробки результатів експерименту і застосувати їх при визначенні достовірності відмінностей показників для АСТ, глюкози, білірубіну та тимолової проби у здорових осіб та хворих на гепатит С.

#### **Значення теми:**

Статистика в біології та медицині є одним з інструментів аналізу експериментальних даних і клінічних спостережень, а також мовою, за допомогою якої повідомляються отримані математичні результати.

#### **Знати:**

- вторинні методи статистичного аналізу;
- параметричні статистичні методи для незалежних і залежних вибірок;
- непараметричні статистичні методи для незалежних і залежних вибірок.

#### **Вміти:**

- порівнювати вибіркові середні величини незалежних і залежних вибірок;

#### ***Короткий зміст теми***

Достовірність результатів біологостатистичних досліджень залежить від ряду умов: від правильності побудови дослідження, надійності вихідних документів, точності ручної і комп'ютерної обробки.

**До вторинних методів** статистичної обробки, за допомогою яких на базі первинних даних виявляють приховані в них статистичні закономірності, належать: методи порівняння первинних даних двох або декількох вибірок, кореляційний аналіз, регресійний аналіз, факторний аналіз.

#### **Хід роботи**

##### *1. Визначення достовірності відмінностей показників і середніх величин*

У науково-дослідницькій практиці часто буває необхідно порівняння двох середніх арифметичних величин, двох показників між собою, наприклад, при порівнянні результатів у контрольній та експериментальній групах, порівнянні показників здоров'я населення в різних місцевостях, за різні роки, тощо.

Застосовуваний метод оцінки достовірності різниці показників (середніх величин) дозволяє встановити: виявлені відмінності істотні або вони є результатом дії випадкових причин.

В основі методу лежить визначення так званого критерію достовірності (t) - критерію Ст'юдента. Це параметричний метод, який використовується для перевірки гіпотез про достовірність різниці середніх при аналізі кількісних даних. Метод Ст'юдента різний для незалежних і залежних вибірок. Незалежні вибірки отримуються при дослідженні двох різних груп випробовуваних. У разі незалежних вибірок для аналізу різниці середніх застосовують формулу:

$$t = \frac{(\bar{X}_1 - \bar{X}_2)}{\sqrt{m_1^2 + m_2^2}}$$

де  $\bar{X}_1$  – середнє значення змїнної за однією вибіркою даних,  $\bar{X}_2$  – середнє значення змїнної за іншою вибіркою даних,  $m_1$  і  $m_2$  – інтегровані показники відхилень частотних значень з двох порівнюваних вибірок від відповідних середніх величин.

Тобто величина  $t$  визначається відношенням різниці показників (середніх величин) до своєї помилки різниці. Критерій достовірності ( $t$ ) вказує, у скільки разів різниця перевищує свою помилку. При різних значеннях  $t$  існує певна міра надійності, з якою можна говорити про суттєвості відмінностей.

Після того як за допомогою формули вираховано показник  $t$ , за спеціальною таблицею для заданого числа ступенів свободи, яке дорівнює  $(n_1+n_2)-2$  і обраної ймовірності припустимої помилки (див. таблицю «Величина критерію достовірності...»), знаходять потрібне табличне значення  $t$  і порівнюють з ним обчислене значення  $t$ . Якщо обчислене значення  $t$  більше або дорівнює табличному, то роблять висновок про те, що порівнювані середні значення з двох вибірок дійсно статистично достовірно різняться з прийнятою ймовірністю допустимої помилки.

У більшості біологічних досліджень досить мати значення  $t$ , рівне або більше 2. Тоді виявлені відмінності не випадкові, достовірні, статистично підтверджені. Якщо  $t < 2$ , різниця не доведена, випадкова, статистично не підтверджується.

Розглянемо процедуру обчислення  $t$ -критерію Ст'юдента для незалежних вибірок і визначення на його основі різниці в середніх величинах на конкретному прикладі.

групи	№	АЛТ	АСТ	глюкоза	білірубін	тимолова проба
1	1	26	30	5,3	10,0	1,6
1	2	27	31	4,4	13,0	2,4
1	3	31	28	5,2	15,0	3,2
1	4	24	36	4,8	10,0	1,8
1	5	21	27	5,0	13,0	0,8
1	6	23	25	4,6	15,5	2,4
1	7	24	23	4,8	10,0	1,6
1	8	21	28	5,2	13,0	1,2
1	9	29	32	5,3	16,8	3,6
1	10	20	24	4,5	12,0	1,8
$\bar{X}_1$		<b>24,6</b>				
$m_1$		<b>1,15</b>				
2	1	85	76	6,0	17,0	2,4
2	2	60	48	6,2	14,0	3,2
2	3	48	34	4,3	18,0	1,8
2	4	46	30	5,0	14,0	2,4

2	5	54	33	5,2	12,0	1,8
2	6	44	28	5,8	14	1,8
2	7	44	30	5,2	18,0	1,8
2	8	70	50	4,8	15,0	2,4
2	9	40	32	4,8	16,0	1,8
2	10	68	42	5,0	14,0	2,4
$\bar{X}_2$		<b>55,9</b>				
$m_2$		<b>4,6</b>				

Припустимо, що є дві вибірки даних по активності АЛТ у здорових ( $n_1 = 10$ ) і хворих на вірусний гепатит С людей ( $n_2 = 10$ ). Середні значення по цим вибіркам відповідно дорівнюють:  $\bar{X}_1 = 24,6$  Од/л и  $\bar{X}_2 = 55,9$  Од/л

Наскільки статистично достовірні ці відмінності? На це питання може точно відповісти статистичний аналіз з використанням t-критерію Стьюдента.

$$\text{Рахуємо за формулою } t = \frac{(\bar{X}_1 - \bar{X}_2)}{\sqrt{m_1^2 + m_2^2}}$$

$$t = \frac{|24,6 - 55,9|}{\sqrt{1,15^2 + 4,6^2}} = \frac{31,3}{4,74} = 6,6$$

Задають довірчу ймовірність  $\alpha$ . Зазвичай довірчу ймовірність вважають рівною 0,90; 0,95; 0,98; 0,99. За обраним значенням довірчої ймовірності  $\alpha$  і для виконаної кількості вимірювань  $n$  за таблицею визначають коефіцієнт Стьюдента.

### Критерій Ст'юдента $t$

Число ступенів свободи $f$	Рівень значимості $\alpha$			
	0,10	0,05	0,01	0,001
1	6,31	12,70	63,70	637,00
2	2,92	4,30	9,92	31,60
3	2,35	3,18	5,84	12,90
4	2,13	2,78	4,60	8,61
5	2,01	2,57	4,03	6,86
6	1,94	2,45	3,71	5,96
7	1,89	2,36	3,50	5,40
8	1,86	2,31	3,36	5,04
9	1,83	2,26	3,25	4,78
10	1,81	2,23	3,17	4,59
11	1,80	2,20	3,11	4,44
12	1,78	2,18	3,05	4,32
13	1,77	2,16	3,01	4,22
14	1,76	2,14	2,98	4,14
15	1,75	2,13	2,95	4,07
16	1,75	2,12	2,92	4,01
17	1,74	2,11	2,90	3,96
18	1,73	2,10	2,88	3,92
19	1,73	2,09	2,86	3,88
20	1,73	2,09	2,85	3,85
21	1,72	2,08	2,83	3,82
22	1,72	2,07	2,82	3,79
23	1,71	2,07	2,81	3,77
24	1,71	2,06	2,80	3,74
25	1,71	2,06	2,79	3,72
26	1,71	2,06	2,78	3,71
27	1,71	2,05	2,77	3,69
28	1,70	2,05	2,76	3,66
29	1,70	2,05	2,76	3,66
30	1,70	2,04	2,75	3,65
40	1,68	2,02	2,70	3,55
60	1,67	2,00	2,66	3,46
120	1,66	1,98	2,62	3,37
$\infty$	1,64	1,96	2,58	3,29

Значення 6,6 більше ніж значення 3,92 отже рівень значущості менше 0,001. Якщо рівень значимості менше 0,05 робиться висновок про наявність відмінностей між групами. Отже, гіпотеза про те, що середні цих вибірок (24,6 і 55,9) статистично достовірно відрізняються одна від одної, підтвердилася.

До залежних вибірок відносяться, наприклад, результати однієї і тієї ж групи випробовуваних до і після впливу незалежної змінної. Даний метод порівняння середніх величин застосовується тоді, коли необхідно, наприклад, встановити, вдався чи не вдався експеримент, надав або не чинив він вплив на рівень змін досліджуваного показника.

Оцінюються залежні змінні на початку і в кінці експериментального дослідження. Отримавши такі оцінки і обчисливши середнє **за всією вивченою вибіркою** випробовуваних, ми можемо скористатися критерієм Ст'юдента для точного встановлення наявності або відсутності статистично достовірних відмінностей між середніми до і після експерименту. Якщо виявиться, що вони дійсно вірогідно розрізняються, то можна буде зробити певний висновок про те, що експеримент вдався. В іншому випадку немає переконливих підстав для такого висновку навіть у тому випадку, якщо самі середні величини на початку і в кінці експерименту за своїми абсолютними значеннями різні.

Для визначення достовірності різниці середніх у разі залежних вибірок застосовується наступна формула:

$$t = \frac{\sum d}{\sqrt{\frac{n \sum d^2 - (\sum d)^2}{n-1}}},$$

де d – різниця між результатами в кожній парі;  $\sum d$  – сума цих приватних різниць;  $\sum d^2$  – сума квадратів приватних різниць.

Отримані результати зрівнюють з таблицею t, відшукуючи в ній значення, відповідні обсягу вибірки (n - 1); n – це в даному випадку число пар даних.

Розберемо конкретний приклад. У нас є дані із вивчення вербального мислення школярів 12-14 років до і після застосування розвиваючої методики. Необхідно визначити чи є статистично достовірною різниця результатів, отриманих в ході вивчення вербального мислення до і після використання розвиваючої програми. Для цього можна використовувати t-критерій Ст'юдента. Перед тим як використовувати формулу, необхідно обчислити для кожної групи приватні різниці між результатами у всіх парах, квадрат кожної з цих різниць, суму цих різниць і суму їх квадратів. Необхідно виконати такі дії (див. таблицю):

Досліджувані	До застосування розвиваючої програми	Після застосування розвиваючої програми	d	d <sup>2</sup>
Д 1	19	21	+2	4

2	10	8	-2	4
3	12	13	+1	1
4	13	11	-2	4
5	17	20	+3	9
6	14	12	-2	4
7	17	15	-2	4
Ю 1	15	17	+2	4
2	14	15	+1	1
3	15	15	0	0
4	17	18	+1	1
5	15	16	+1	1
6	18	15	-3	9
7	19	19	0	0
			$\Sigma d=3$	$\Sigma d^2=55$

$$t = \frac{+3}{\sqrt{\frac{15 \times 55 - 3^2}{15-1}}} = \frac{+3}{\sqrt{\frac{825-9}{14}}} = \frac{+3}{\sqrt{58.28}} = 0.39$$

Величина  $t = 0,39$  нижча табличного значення, що відповідає рівню значущості 0,05 при обсязі вибірки 14. Таким чином різниця між вибірками недостовірна.

**Завдання:** визначити достовірності відмінностей показників для АСТ, глюкози, білірубіну та тимолової проби у здорових осіб та хворих на гепатит С.

Зробити висновки.