

Statistics

Статистичний аналіз. Описова статистика

Есенція

Статистичний аналіз означає дослідження тенденцій, закономірностей та зв'язків за допомогою кількісних даних. Це важкий інструмент дослідження, який використовують вчені, уряди, підприємства та інші організації.

Для отримання валідних висновків статистичний аналіз вимагає уважного планування з самого початку дослідницького процесу. Вам потрібно визначити свої гіпотези та прийняти рішення про дизайн дослідження, обсяг вибірки та процедуру вибірки.

Після збору даних з вибірки ви можете організувати та узагальнити дані за допомогою описової статистики. Потім ви можете використовувати інферентний статистичний аналіз, щоб формально перевірити гіпотези та зробити оцінки про популяцію. Нарешті, ви можете інтерпретувати та узагальнити свої результати.

Ця стаття є практичним вступом до статистичного аналізу для студентів і дослідників. Ми проведемо вас через кроки за допомогою двох прикладів досліджень. Перший досліджує можливий взаємозв'язок причина-наслідок, тоді як другий досліджує можливу кореляцію між змінними.

Приклад: Питання причинно-наслідкового дослідження

Чи може медитація покращити успішність на іспитах у підлітків?

Приклад: Питання кореляційного дослідження

Чи існує зв'язок між доходом батьків та середнім балом успішності (GPA) в коледжі?

Гіпотеза

Гіпотеза - це припущення або твердження, яке формулюється з метою проведення дослідження або перевірки. У статистичному аналізі гіпотези використовуються для встановлення статистичних залежностей, зроблення припущень про популяцію або виявлення взаємозв'язку між змінними.

Існує два типи гіпотез:

1. Нульова гіпотеза (H_0): Нульова гіпотеза формулює припущення про відсутність ефекту, залежності або різниці між групами. Це твердження, яке підлягає перевірці і спростовується, якщо отримані дані надають достатні докази протилежного.

2. Альтернативна гіпотеза (H_1 або H_a): Альтернативна гіпотеза висуває припущення про наявність ефекту, залежності або різниці між групами. Вона є альтернативою нульовій гіпотезі і підтримується, якщо отримані дані надають достатні докази на користь цього твердження.

Гіпотези формуються перед початком дослідження або аналізу і використовуються для встановлення цілей дослідження та перевірки статистичних залежностей. Вони можуть стосуватися співвідношень між змінними, впливу факторів на популяцію, прогнозування результатів та інших аспектів дослідження.

Кроки рішення задач

Крок 1: Напишіть ваші гіпотези та сплануйте дизайн дослідження

Для збору валідних даних для статистичного аналізу, спочатку вам потрібно визначити ваші гіпотези та спланувати дизайн дослідження.

Написання статистичних гіпотез

Метою дослідження часто є дослідження зв'язку між змінними в популяції. Ви починаєте з прогнозу та використовуєте статистичний аналіз для перевірки цього прогнозу.

Статистична гіпотеза - це формальний спосіб запису прогнозу про популяцію. Кожен дослідницький прогноз переформулюється у нульову та альтернативну гіпотези, які можуть бути перевірені за допомогою вибірових даних.

В той час як нульова гіпотеза завжди передбачає відсутність ефекту або зв'язку між змінними, альтернативна гіпотеза вказує на ваш дослідницький прогноз щодо ефекту або зв'язку.

Приклад: Статистичні гіпотези для перевірки ефекту

Нульова гіпотеза: 5-хвилинне медитаційне вправа не матиме впливу на результати математичного тесту у підлітків.

Альтернативна гіпотеза: 5-хвилинне медитаційне вправа покращить результати математичного тесту у підлітків.

Приклад: Статистичні гіпотези для перевірки кореляції

Нульова гіпотеза: Батьківський дохід та середній бал успішності (GPA) не мають між собою зв'язку у студентів коледжу.

Альтернативна гіпотеза: Батьківський дохід та середній бал успішності (GPA)

позитивно корелюють у студентів коледжу.

Планування дизайну дослідження

Дизайн дослідження - це загальна стратегія збору та аналізу даних. Він визначає статистичні тести, які ви можете використовувати для перевірки вашої гіпотези в подальшому.

Спочатку вирішіть, чи ваше дослідження використовуватиме описовий, кореляційний або експериментальний дизайн. Експерименти безпосередньо впливають на змінні, тоді як описові та кореляційні дослідження лише вимірюють змінні.

У експериментальному дизайні ви можете оцінити причинно-наслідковий зв'язок (наприклад, вплив медитації на результати тесту) за допомогою статистичних тестів порівняння або регресії.

У кореляційному дизайні ви можете досліджувати зв'язки між змінними (наприклад, батьківський дохід та GPA) без будь-яких припущень про причинність за допомогою коефіцієнтів кореляції та тестів на значущість.

У описовому дизайні ви можете вивчати характеристики популяції або явища (наприклад, поширеність тривоги у студентів коледжу США) за допомогою статистичних тестів для отримання висновків на основі вибірових даних.

Дизайн вашого дослідження також стосується того, чи ви будете порівнювати учасників на груповому рівні, індивідуальному рівні або обох.

У груповому дизайні ви порівнюєте результати на рівні груп учасників, які були піддані різним впливам (наприклад, ті, хто займався медитаційними вправами проти тих, хто не робив цього).

У внутрішньо-суб'єктному дизайні ви порівнюєте повторні виміри учасників, які брали участь у всіх етапах дослідження (наприклад, показники до та після медитаційних вправ).

У змішаному (факторному) дизайні одна змінна змінюється між учасниками, а інша - всередині учасників (наприклад, показники до та після медитаційних вправ учасників, які робили або не робили медитаційні вправи).

Приклад: Дизайн експерименту

Ви розробляєте експеримент в межах однієї групи, щоб вивчити, чи може 5-хвилинне медитаційне вправа покращити результати тесту з математики. Ваше дослідження включає повторні виміри від однієї групи учасників.

Спочатку ви виміряєте початкові результати тестів учасників. Потім учасники проводять 5-хвилинну медитаційну вправу. Наприкінці ви реєструєте результати учасників з другого математичного тесту.

У цьому експерименті незалежна змінна - це 5-хвилинна медитаційна вправа, а залежна змінна - це результат тесту з математики до та після втручання.

Приклад: Дизайн кореляційного дослідження

У кореляційному дослідженні ви перевіряєте, чи є зв'язок між доходами батьків та середнім балом (GPA) у студентів, які закінчують університет. Для збору даних ви попросите учасників заповнити опитувальник і самостійно звітувати про доходи їхніх батьків та свій власний середній бал.

У цьому дослідженні немає залежних або незалежних змінних, оскільки ви хочете лише виміряти змінні без будь-якого впливу на них.

Вимірювання змінних

Плануючи дизайн дослідження, ви повинні конкретизувати свої змінні і вирішити, як саме ви будете їх вимірювати.

Для статистичного аналізу важливо врахувати рівень вимірювання ваших змінних, що вказує на те, який тип даних вони містять:

Категоріальні дані представляють групування. Це можуть бути номінальні (наприклад, стать) або ординальні (наприклад, рівень мовної здібності).

Кількісні дані представляють кількості. Це можуть бути на інтервальній шкалі (наприклад, бал тесту) або на відносній шкалі (наприклад, вік).

Багато змінних можна виміряти на різному рівні точності. Наприклад, дані про вік можуть бути кількісними (8 років) або категоріальними (молодий). Якщо змінна закодована числово (наприклад, рівень погодження від 1 до 5), це не означає, що вона автоматично є кількісною, а не категоріальною.

Визначення рівня вимірювання важливо для вибору відповідних статистичних методів і перевірки гіпотез. Наприклад, з кількісними даними можна обчислити середній бал, але не з категоріальними даними.

У дослідженні, разом зі значеннями ваших змінних інтересу, ви часто збираєте дані про характеристики відповідних учасників.

Крок 2: Збір даних з вибірки

У більшості випадків занадто складно або дорого зібрати дані від кожного члена населення, яке вас цікавить для дослідження. Замість цього, ви будете збирати

дані з вибірки.

Статистичний аналіз дозволяє застосовувати висновки поза вашою власною вибіркою, якщо ви використовуєте відповідні процедури вибірки. Ви повинні прагнути до вибірки, яка є представником населення.

Вибірка для статистичного аналізу

Існують два основних підходи до вибору вибірки.

Імовірнісний вибір: кожен член населення має шанс бути обраним для дослідження за допомогою випадкового вибору.

Неімовірнісний вибір:

деякі члени населення мають більшу ймовірність бути обраними для дослідження через критерії, такі як зручність або добровільний самовідбір. У теорії, для отримання висновків, які можна широко узагальнити, варто використовувати метод ймовірнісного вибору. Випадковий вибір зменшує кілька типів дослідницького спотворення, таких як спотворення вибірки, і забезпечує, що дані з вашої вибірки фактично є типовими для населення. За допомогою параметричних тестів можна зробити сильні статистичні висновки, коли дані збираються за допомогою ймовірнісного вибору.

Але на практиці збирати ідеальну вибірку рідко вдається. Хоча неімовірнісні вибірки більш схильні до спотворень, таких як спотворення самовідбору, їх набагато легше залучити і зібрати дані. Непараметричні тести є більш відповідними для неімовірнісних вибірок, але вони дають слабкі висновки про населення.

Якщо ви хочете застосовувати параметричні тести до даних з неімовірнісних вибірок, вам потрібно довести такі моменти:

- ваша вибірка є представником населення, до якого ви узагальнюєте ваші висновки;
- ваша вибірка не має систематичних спотворень.

Пам'ятайте, що зовнішня валідність означає, що ви можете узагальнювати свої висновки лише на тих, хто має характеристики вашої вибірки. Наприклад, результати, отримані з вибірок Західних, освічених, індустріалізованих, багатих і демократичних (наприклад, студенти коледжів у США), не автоматично застосовні до всіх неЗАХІДних населень.

Якщо ви застосовуєте параметричні тести до даних з неімовірнісних вибірок, обов'язково розкажіть про обмеження у висновках, що можна зробити щодо

узагальнення результатів у розділі обговорення.

Створіть відповідну процедуру вибірки

Виходячи з наявних ресурсів для вашого дослідження, вирішіть, як ви будете набирати учасників.

- Чи матимете ви ресурси для широкої реклами вашого дослідження, включаючи поза університетським середовищем?
- Чи матимете ви засоби для залучення різноманітної вибірки, яка представляє широке населення?
- Чи маєте ви час для зв'язку та взаємодії з учасниками з важкодосяжних груп?

Експериментальне кореляційне

Приклад: Вибірка (експеримент)

Населення, яке вас цікавить, - це учні старших класів середніх шкіл у вашому місті. Ви зв'язуєтеся з трьома приватними школами і семи державними школами різних районів міста, щоб дізнатися, чи можете ви провести свій експеримент з учнями 11-го класу.

Ваші учасники самостійно обираються їхніми школами. Хоча ви використовуєте неімовірнісну вибірку, ви прагнете до різноманітної та представницької вибірки. Розрахуйте достатній обсяг вибірки

Перед набором учасників визначте обсяг вашої вибірки, або прогляньте інші дослідження у вашій галузі або скористайтесь статистикою. Вибірка, яка є занадто малою, може не бути представницькою для вибірки, тоді як занадто велика вибірка буде більш коштовною, ніж це потрібно.

Існує багато онлайн-калькуляторів обсягу вибірки. Використовуються різні формули в залежності від того, чи є у вас підгрупи або наскільки ретельне має бути ваше дослідження (наприклад, у клінічному дослідженні). Як загальне правило, необхідно мати мінімум 30 одиниць або більше на підгрупу.

Для використання цих калькуляторів вам потрібно зрозуміти та ввести такі ключові компоненти:

Рівень значимості (альфа): ризик відкидання правильної нульової гіпотези, який ви готові прийняти, зазвичай встановлюється на 5%.

Статистична потужність: ймовірність того, що ваше дослідження виявить ефект певного розміру, якщо такий існує, зазвичай 80% або більше.

Очікуваний розмір ефекту: стандартизована індикація того, наскільки великим буде очікуваний результат вашого дослідження, зазвичай на основі інших

подібних досліджень.

Стандартне відхилення населення: оцінка параметра населення на основі попереднього дослідження або пілотного дослідження вашого власного.

Крок 3: Узагальнення даних за допомогою описової статистики

Після того, як ви зібрали всі ваші дані, ви можете їх оглянути та обчислити описову статистику, яка їх узагальнює.

Огляд даних

Є різні способи огляду ваших даних, включаючи наступні:

Організація даних для кожної змінної у таблицях розподілу частот.

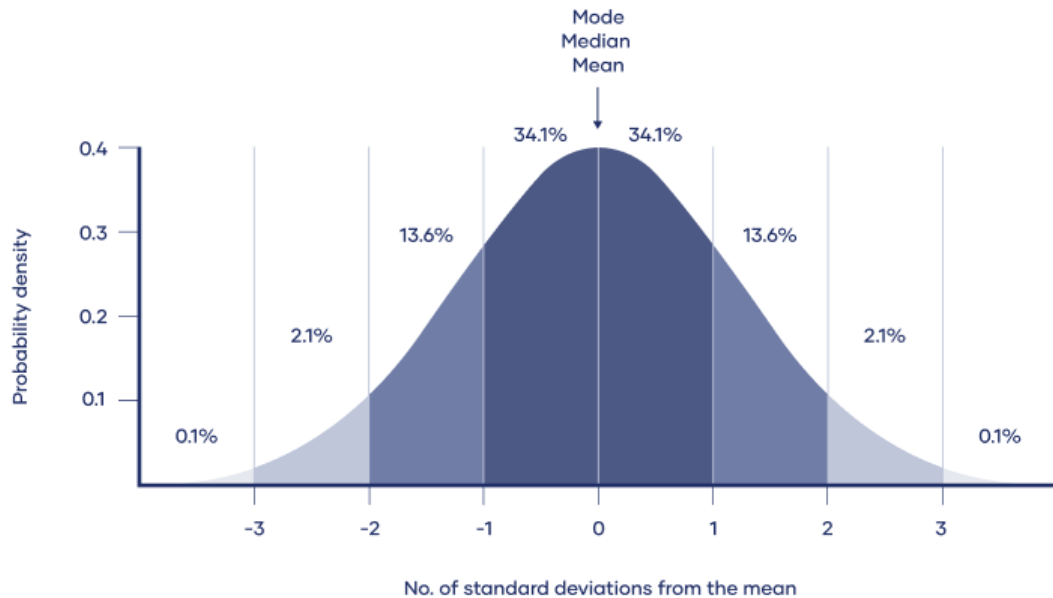
Відображення даних ключової змінної на графіку стовпчиків, щоб переглянути розподіл відповідей.

Візуалізація взаємозв'язку між двома змінними за допомогою графіку розсіювання.

Візуалізуючи ваші дані у таблицях та графіках, ви можете оцінити, чи ваші дані слідуєть зміщеному або нормальному розподілу, а також чи є викиди або пропущені дані.

Нормальний розподіл означає, що ваші дані симетрично розподілені навколо центру, де більшість значень знаходиться, і значення зменшуються на кінцях "хвостів".

Standard normal distribution



 Scribbr

Навпаки, зміщений розподіл є несиметричним і має більше значень на одному кінці, ніж на іншому. Форма розподілу важлива, оскільки деякі описові статистики слід використовувати тільки з зміщеними розподілами.

Також, вкрай віддалені значення можуть спричиняти неправильні статистичні показники, тому може знадобитися систематичний підхід до роботи з цими значеннями.

Розрахунок показників центральної тенденції

Показники центральної тенденції описують, де знаходиться більшість значень в наборі даних. Зазвичай повідомляються три основних показники центральної тенденції:

Мода: найпопулярніша відповідь або значення в наборі даних.

Медіана: значення, яке знаходиться в самій середині набору даних, коли вони впорядковані від найменшого до найбільшого.

Середнє: сума всіх значень, поділена на кількість значень.

Однак, в залежності від форми розподілу і рівня вимірювання, може бути відповідним лише один або два з цих показників. Наприклад, багато демографічних характеристик можуть бути описані лише за допомогою моди

або пропорцій, тоді як змінна, наприклад, час реакції, може взагалі не мати моди.

Розрахунок показників розмаїтості

Показники розмаїтості показують, наскільки розподілені значення в наборі даних. Зазвичай повідомляються чотири основних показники розмаїтості:

Розмах: різниця між найбільшим і найменшим значенням в наборі даних.

Міжквартильний розмах: розмах середньої половини набору даних.

Стандартне відхилення: середня відстань між кожним значенням у вашому наборі даних і середнім значенням.

Дисперсія: квадрат стандартного відхилення.

Знову ж таки, форма розподілу та рівень вимірювання повинні керувати вашим вибором показників розмаїтості. Міжквартильний розмах є найкращим показником для зміщених розподілів, тоді як стандартне відхилення і дисперсія надають найкращу інформацію для нормальних розподілів.

Крок 4: Перевірка гіпотез або здійснення оцінок за допомогою інферентних статистик

Число, що описує вибірку, називається статистикою, тоді як число, що описує популяцію, називається параметром. За допомогою інферентних статистик, ви можете робити висновки про параметри популяції на основі статистик вибірки.

Дослідники часто використовують два основні методи (одночасно) для здійснення висновків у статистиці.

Оцінка: розрахунок параметрів популяції на основі статистик вибірки.

Перевірка гіпотез: формальний процес перевірки дослідницьких передбачень про популяцію з використанням вибірок.

Оцінка

Ви можете зробити два типи оцінок параметрів популяції на основі статистик вибірки:

Оцінка точки: значення, яке представляє вашу найкращу відповідь на точний параметр.

Інтервальна оцінка: діапазон значень, що представляють вашу найкращу відповідь на місце розташування параметра.

Якщо вашою метою є висновки та повідомлення про характеристики популяції на основі даних вибірки, найкраще використовувати як оцінку точки, так і інтервальну оцінку в вашій роботі.

Ви можете вважати статистику вибірки оцінкою точки для параметра популяції, коли у вас є представницька вибірка (наприклад, у широкому опитуванні

громадської думки, частка вибірки, яка підтримує поточний уряд, вважається часткою популяції прихильників уряду).

Завжди існує помилка при оцінці, тому ви також повинні надати довірчий інтервал як інтервальну оцінку для показника змінності навколо оцінки точки.

Довірчий інтервал використовує стандартну помилку та z-оцінку зі стандартного нормального розподілу, щоб показати, де ви зазвичай очікуєте знайти параметр популяції.

Перевірка гіпотез

З використанням даних з вибірки ви можете перевіряти гіпотези про зв'язки між змінними в популяції. Перевірка гіпотез починається з припущення, що нульова гіпотеза є правдивою у популяції, і ви використовуєте статистичні тести, щоб оцінити, чи можна відхилити нульову гіпотезу чи ні.

Статистичні тести визначають, де б ваші дані з вибірки знаходилися на очікуваному розподілі даних з вибірки, якби нульова гіпотеза була правдивою. Ці тести надають два основні виходи:

Статистика тесту розкаже вам, наскільки ваші дані відрізняються від нульової гіпотези тесту.

p-значення повідомляє ймовірність отримання ваших результатів, якщо нульова гіпотеза фактично є правдивою у популяції.

Статистичні тести існують у трьох основних варіаціях:

- Тести порівняння оцінюють різниці між групами результатів.
- Тести регресії оцінюють причинно-наслідкові зв'язки між змінними.
- Тести кореляції оцінюють зв'язки між змінними без передбачення причинності.

Вибір статистичного тесту залежить від вашої дослідницької питання, дизайну дослідження, методу вибірки та характеристик даних.

Параметричні тести

Параметричні тести дають потужні висновки про популяцію на основі даних вибірки. Але для їх використання необхідно виконувати певні припущення, і можна використовувати тільки певні типи змінних. Якщо ваші дані порушують ці припущення, ви можете виконати відповідні перетворення даних або використовувати альтернативні непараметричні тести.

Регресія моделює ступінь, до якої зміна прогностичної змінної призводить до змін змінних результату.

Проста лінійна регресія містить одну прогностичну змінну і одну змінну результату.

Множинна лінійна регресія містить дві або більше прогностичних змінних і одну змінну результату.

Тести порівняння зазвичай порівнюють середні значення груп. Це можуть бути середні значення різних груп у вибірці (наприклад, група лікування і контрольна група), середні значення однієї групи взяті в різні моменти часу (наприклад, попередні й наступні оцінки), або середнє значення вибірки та середнє значення популяції.

- t-тест застосовується для однієї або двох груп, коли вибірка невелика (30 або менше).
- z-тест застосовується для однієї або двох груп, коли вибірка велика.
- ANOVA застосовується для трьох або більше груп.

z- та t-тести мають підтипи, залежно від кількості і типів вибірок та гіпотез:

Якщо у вас є лише одна вибірка, яку ви хочете порівняти зі середнім значенням популяції, використовуйте одновибірковий t-тест або z-тест.

Якщо у вас є дві незалежні вибірки, які ви хочете порівняти, використовуйте незалежний t-тест або z-тест.

Якщо у вас є дві пов'язані вибірки (наприклад, попередні й наступні вимірювання), використовуйте парний t-тест або залежний t-тест.

ANOVA тест дає вам змогу порівняти середні значення трьох або більше груп.

Якщо ваш тест ANOVA показує статистично значущі різниці, ви можете використовувати пост-гок аналіз, такий як тест Тьюркі або тест Шеффе, щоб ідентифікувати, які групи мають відмінності.

Непараметричні тести

Непараметричні тести є менш чутливими до припущень про розподіл даних і можуть бути використані з різними типами змінних. Вони зазвичай використовуються, коли ви не можете виконати припущення про нормальність даних або коли у вас є невеликі вибірки.

Wilcoxon signed-rank test використовується для порівняння двох пов'язаних вибірок.

Mann-Whitney U test використовується для порівняння двох незалежних вибірок.

Kruskal-Wallis test використовується для порівняння трьох або більше груп.

У багатьох випадках непараметричні тести можуть бути менш потужними за параметричні тести, але вони все ще можуть надати важливі висновки, особливо якщо ваші дані не відповідають вимогам параметричних тестів.

Крок 5: Висновки та інтерпретація результатів

Після проведення аналізу даних і виконання статистичних тестів ви можете зробити висновки і зробити інтерпретацію результатів. Важливо пам'ятати, що статистична значимість не завжди означає практичну значущість.

Переконайтеся, що ваші висновки засновані на контексті дослідження і враховують практичну важливість знайдених ефектів.

Для кожного аналізу або тесту, який ви проводите, важливо враховувати обмеження і припущення, пов'язані з використаними методами. Добре знайомитися з літературою та консультуватися зі спеціалістами, щоб переконатися, що ви правильно виконуєте аналіз даних і виправляєте будь-які можливі помилки.

Приклад: Інтерпретація результатів (експеримент)

Ви порівнюєте ваше значення p , яке становить 0.0027, з пороговим значенням значущості 0.05. Оскільки ваше значення p менше, ви вирішуєте відхилити нульову гіпотезу і вважаєте ваші результати статистично значущими.

Це означає, що ви вірите, що медитаційний вплив, а не випадкові фактори, прямо спричинив зростання балів на тесті.

Інтерпретація результатів забезпечує розуміння статистичної значущості отриманих результатів дослідження. Ви приходите до висновку, що медитаційний вплив має певний ефект на підвищення балів на тесті, враховуючи усі інші впливи.

Приклад: Інтерпретація результатів (кореляційне дослідження)

Ви порівнюєте ваше значення p , яке становить 0.001, з пороговим значенням значущості 0.05. З таким значенням p , ви можете відхилити нульову гіпотезу. Це свідчить про статистично значущу кореляцію між доходом батьків та середнім балом успішності (GPA) у студентів чоловічої статі в коледжі.

Варто зауважити, що кореляція не завжди означає причинно-наслідковий зв'язок, оскільки часто існує багато підлеглих факторів, що сприяють складним змінним, таким як GPA. Навіть якщо одна змінна пов'язана з іншою, це може бути через вплив третьої змінної, що впливає на обидві, або через непрямі зв'язки між цими двома змінними.

Великий обсяг вибірки також може сильно вплинути на статистичну значущість коефіцієнта кореляції, роблячи дуже малі коефіцієнти кореляції значущими.

Розмір ефекту

(Effect size) вказує на практичне значення результатів дослідження і показує, наскільки важливі вони можуть бути у реальному житті або в клінічній практиці. Хоча статистично значимий результат свідчить про наявність статистичної вагомості, це не завжди означає, що він має важливе практичне застосування.

У контрасті до цього, розмір ефекту вказує на практичне значення отриманих результатів. При публікації результатів дослідження важливо звітувати про розмір ефекту разом з інференційною статистикою, щоб отримати повну картину результатів. Також, якщо ви пишете статтю в стилі APA, ви повинні також навести інтервальні оцінки розміру ефекту.

Звітування про розмір ефекту дозволяє краще розуміти практичне значення результатів дослідження і сприяє прозорості в наукових публікаціях. Також це дозволяє іншим дослідникам оцінити значущість результатів і порівняти їх з іншими дослідженнями.

Приклад: Розмір ефекту (експеримент)

Ви обчислюєте коефіцієнт Коена d , щоб визначити розмір різниці між показниками до та після тесту.

Значення коефіцієнта Коена d становить 0.72, що вказує на середній або високий практичний значимість вашого висновку про те, що медитаційні вправи покращують результати тесту.

Помилки прийняття рішень

Тип I та тип II помилки - це помилки, які допускаються при прийнятті висновків у дослідженні. Тип I помилка означає відхилення нульової гіпотези, коли вона фактично є правильною, тоді як тип II помилка означає невідхилення нульової гіпотези, коли вона є неправильною.

Ви можете намагатися зменшити ризик цих помилок, вибираючи оптимальний рівень значущості та забезпечуючи високу потужність. Однак, є компроміс між двома помилками, тому необхідно знайти правильний баланс.

Частотна та байєсівська статистика

Традиційно частотна статистика наголошує на перевірці значущості нульової гіпотези та завжди базується на припущенні про правильність нульової гіпотези.

Однак, у останні десятиліття зросла популярність байєсівського підходу як альтернативного. У цьому підході ви використовуєте попередні дослідження для постійного оновлення ваших гіпотез на основі очікувань та спостережень.

Фактор Байєса порівнює відносну силу доказів на користь нульової гіпотези проти альтернативної гіпотези, а не робить висновки щодо відхилення нульової гіпотези чи ні.

Для гарного розуміння всього іншого можна читати тут

The Beginner's Guide to Statistical Analysis | 5 Steps & Examples

Statistical analysis is an important part of quantitative research. You can use it to test hypotheses and make estimates about populations.

 <https://www.scribbr.com/category/statistics/>

