

03-Упражнение 2023/2024

Тест на хипотеза. Т-тест.

ас.г-р Костагин Костадинов

Важни правила от дескриптивната и инферентна статистика

1. За да се опише статистически една извадка е необходимо да:

- се определи **централна тенденция** на всички наблюдавани променливи при разглеждането им като едно цяло ¹;
- се определели нивото на **разсейване** спрямо тази тенденция ²;

¹ Показатели за централна тенденция са *средната аритметична, медианата* или *относителен дял*

2. Променливите биват **количествени** и **качествени**:

- *Количествените* се измерват на силни скали ³;
- *Качествените* се измерват на слаби скали ⁴:
 - Ако признакът е подредим – ординална скала (нп. *стадии на онкологично заболяване*);
 - Ако признакът приема само две възможни стойности – дихотомна скала (нп. *пол – мъж/жена*);

² Показатели за разсейване са *стандартното отклонение* и *интерквartilния размах*

³ Като *пропорционална* или *интервална*;

⁴ Като *номинална* и *ординална*;

3. Когато количествени променливи са **нормално разпределение** ⁵, те се описват със средната аритметична $\bar{x}$ и стандартното отклонение SD ;

⁵ Нормалното разпределение е симетрично, камбановидно.

4. При асиметрично разпределение (ляво или дясно изтеглено) подходящи са медианата Me и интерквartilния размах IQR ;

5. Стандартното отклонение:

- Е измерител на средното ниво на вариабилност около средната аритметична;
- Може да бъде "0" при наблюдения с едни и същи стойности;
- Намалява с увеличение на наблюденията в извадката;
- Е високо, ако наблюдаваните стойности са много разпръснати около средната аритметична;

6. Интерквartilния размах:

- Представлява нивото на вариабилност спрямо медианата.
 - Се представя чрез диаграмата **boxplot**.
 - Тя представлява кутия с “мустаци” – двете и страни съответстват на стойностите на първия Q1 и третия Q3 квантил, а средната линия, разделяща кутията, е медианата.
 - Интерквартилният размах е разликата между стойностите на третия и първия квантил;
 - “Мустаците” от двете страни на кутията определят вида на разпределението ⁶;
7. В основа на резултатите от **извадката** (статистики) се изгражда интервал от стойности, в който с определена степен на сигурност, се намира параметърът за генералната съвкупност ⁷.
- Първата стъпка при построяването на доверителния интервал е определянето на **стандартната грешка**
 - Тя зависи от броя наблюдения – увеличаването на броя води до намалява стандартната грешка;
 - Тя зависи от стандартното отклонение – увеличаването на стандартното отклонение води до увеличаване на стандартната грешка;
 - Широчината на **доверителния интервал** зависи от *стандартната грешка* и от избраното *ниво на сигурност* ⁸;
 - При равни други условия, ако увеличим степенята на сигурност от 90 до 99% широчината на интервала нараства;
 - При високи стойности на стандартна грешка интервалът на доверителност също е широк;

⁶ Ако мустаците са равни – разпределението е симетрично, ако десния мустак е по-дълъг от левия – разпределението е дясно изтеглено, ако левият мустак е по-дълъг от десния – разпределението е ляво изтеглено.

⁷ Пример за “статистика” е средната аритметична за ръста в *една извадка*, параметър е средната аритметична за ръста в *генералната съвкупност*.

⁸ В медицината най-често се използва **95%CI**

Тест на хипотези

Освен да опишем една извадка и да направим предположение за това каква е стойността на показателя в генералната съвкупност, статистиката се използва и за тестване на хипотези. Хипотезата е научно предположение за наличие на връзка между две или повече изследвани променливи. Хипотезите биват два вида – нулева и алтернативна.

При тестването на хипотези се определя колко е вероятно една взаимовръзка да бъде наблюдавана в резултат на случайност. Тази вероятност се бележи със символа ***p***. В класическата теория на статистиката се “тества” единствено **нулевата хипотеза** – приемаме, че тя е вярна, ако вероятността ***p*** е равна или по-голяма от 5% (0.05). От друга страна, ако ***p*** е под 5% (0.05) отхвърляме нулевата хипотеза – и приемаме за вярна алтернативната ⁹.

⁹ Някои изследователи не приемат зададеното ниво за ***p*** от 0.05 (5%). Алтернативно други предложени гранични стойности за отхвърляне на нулевата хипотеза са ***p*** < 0,01 (1%) или ***p*** < 0.1 (10 %).

Определения

Нулевата хипотеза H_0 е винаги **отричащо** твърдение за наличието на връзка между две или повече явления.^a

Алтернативната хипотеза H_1 е твърдение **противоположно** на нулевата хипотеза.^b

^a H_0 е твърдението "Новият медикамент за хипертония **не** намалява стойностите на кръвното налягане, ако има подобно намаляване, то е наблюдавано **случайно**"

^b H_1 е твърдението "Новият медикамент за хипертония намалява стойностите на кръвното налягане, това намаление е **не в резултат на случайност**".

Пример

Тестваме ново лекарство за хипертония, като избираме две групи пациенти (извадки). Случайно избираме едната от тях, която лекуваме с новия медикамент, а на другата прилагаме плацебо таблетка, която не съдържа лечебно вещество. В края на изследването сравняваме средните стойности на кръвното налягане в двете групи пациенти. Нека приемем, че в експерименталната група кръвното налягане е средно 10 mmHg по-ниско от това в плацебо групата.

H_0 Нулевата хипотеза гласи "Не съществува връзка между приема на медикамента и стойността на кръвното налягане. Тази разлика от 10 mmHg е в следствие на случайността."

H_1 Алтернативната хипотеза е противоположна "Има връзка между медикамента и понижаването на кръвното налягане. Тази разлика от 10 mmHg **НЕ** е в резултат на случайността."

Чрез статистически методи определяме **колко е вероятно** да получим подобна разлика случайно (p). Ако приемем, че в нашия пример p е 0.09 (9%), това означава, че ако новият медикамент действително не работи и повторим експеримента с други пациенти 100 пъти, такава или по-голяма разлика в кръвното налягане ще се наблюдава случайно в 9 от тези 100 опита. В случая това е "прекалено много" за да отхвърлим нулевата хипотеза. Обратно, ако сме изчислили, че p е по-малко от 0.05 (5%), това означава, че ако в действителност новият медикамент не работи и повторим експеримента с други пациенти 100 пъти, такава или по-голяма разлика в кръвното налягане ще се наблюдава случайно в по-малко от 5 в тези 100 опита. В случая това е достатъчно за да отхвърлим нулевата хипотеза и приемем алтернативната.

Видове грешки

Определянето на "вероятността за случайност" p зависи от множество фактори. Понякога е възможно да направим "погрешен" статистически извод, следствие на това, че сме наблюдавали много малък брой участници или сме ги подбрали по неправилен начин. При изграждане на извод в основа на тестването на хипотези са възможни два вида грешки¹⁰ представени в таблица 1

таблица 1: Видове грешки при тестването на хипотеза

	H_0 е вярна	H_0 е грешна
Отхвърляме H_0	Грешка от първи род α	Правилно решение
Приемаме H_0	Правилно решение	Грешка от втори род β

- Грешката от първи род α е от особено значение на статистическия анализ. При нея се приемат за "научни открития" явления, които в действителност **не** са верни. Граничната стойност на вероятността p , под която отхвърляме нулевата хипотеза, представлява допустимото ниво на α грешката.
- Грешка от втори род β е свързана основно с използвания статистически тест и броя на включените в изследването наблюдения. В основа на тази грешка не сме способни да докажем действително съществуващи връзки.

¹⁰ Двата вида грешки са взаимосвързани (**но не пропорционално**) – ако намалим вероятността за грешка от първи род, като променим гранична стойността на p от 0.5 на 0.1, ще се увеличим възможността за грешка от втори род. Обратно, ако приемем, че отхвърляме нулевата хипотеза при ниво от 0.1, вместо 0.5 – увеличаваме възможността за грешка от първи род α , но намаляваме възможността за грешка от втори род β .

Мощност

Мощността е характеристика на статистическия тест и представлява възможността докажем връзка между две явления, когато действително такава съществува. Мощността е равна на $1 - \beta$ и зависи от:

- Риска за грешка от 1-ви род α . Увеличаването на допустимото ниво на риск за грешка от 1-ви род α от 0.5 до 0.1, намалява грешката от втори род β и увеличава мощността.
- Размер на "терапевтичния ефект". При много силни взаимосвързки в статистическите явления, тестът има по-голяма мощност¹¹.
- Хомогенността на групата. Колкото по-хомогенно е представена статистическата връзка в изследваните индивиди, толкова по-голяма е мощността на теста.
- Обемът на извадките. Високия брой наблюдения в извадката води до по-малко стандартно отклонение и стандартна грешка. От своя страна по-малката стандартна грешка повишава мощността на статистическия тест.

¹¹ В ситуация, в която "новият" медикамент действително е много силен и драстично намаля кървното налягане, разликата между с плацебо групата ще е голяма, а вероятността да сме я наблюдавали случайно – ниска.

Видове статистически тестове

Статистическите тестове са математическите “инструменти”, с които се определя числено вероятността за случайно установяване на взаимовръзка между две или повече променливи. Изборът на тест зависи от:

1. Вида на променливата, която изследваме¹²
2. Броя на изследваните групи¹³
3. Дизайна на изследването¹⁴

В таблица 2 и таблица 3 са представени основните статистически тестове спрямо разгледаните по-горе признаци.

таблица 2: Видове статистически тестове при независим дизайн (еднократно изследване на групите)

Групи	Параметричен тест (количествени)	Непараметричен тест (количествени)	Непараметричен тест (качествени)
1	Едногрупов t тест	Wilcoxon тест	χ^2 за съответствие
2	t тест	Mann Whitney U тест	χ^2 тест
≥ 3	ANOVA	Kruskal Wallis H тест	χ^2 тест

таблица 3: Видове статистически тестове при зависим дизайн (едни и същи групи са изследвани многократно във времето)

Групи	Параметричен тест (количествени)	Непараметричен тест (количествени)	Непараметричен тест (качествени)
2	RM - t test	Wilcoxon тест	McNemar тест
≥ 3	RM-ANOVA	Friedman тест	TMcnemar тест

¹² Важно е да определим типа на променливите за които предполагаем връзка - възможни са всички комбинации между качествени и/или количествени променливи. Ако изследване връзка с участие на количествени променливи, които са **нормално разпределени** използваме **параметрични** тестове, за всички останали - **непараметрични**.

¹³ Възможно е да тестваме резултатите получени от една единствена група спрямо предполагаема от литературата стойност. Повечето изследвания сравняват две групи - експериментална и контролна, а други включват допълнителни множество изследвани групи.

¹⁴ Трябва да се определи дали изследваните групи са “независими” - тоест такива, които се изследват еднократно или “зависими” - при които провеждаме изследване на едни и същи единици в два или повече момента във времето.

Статистическа и клинична значимост

Потвърждаването на статистически значима връзка между две променливи не означава, че тя е и клинично значима. Ако приемем, че нов медикамент понижава стойностите на кръвното налягане статистически значимо, но с минимален ефект от 1 mmHg не можем да твърдим, че той приложим за болшинството пациенти страдащи от това заболяване.

Определения

Статистическата значимост представлява математическа оценка на вероятността да получим подобен или по-висок резултат в следствие на случайност.

Клинична значимост представлява оценка на ефектът на статистическата взаимовръзка в реалната клинична практика ^a.

^a Нов медикамент, може да е "статистически значим" като редуцира кръвното с 2 mmHg, но това не е клинично значим ефект нито пациента, нито вие като лекар.

Т-тест

Т тестът установява наличието на **разлика** в една нормално разпределена количествена величина в две независими една от други групи.

Условия за използване на Т тест ¹⁵

1. Количествената величина в двете изследвани извадки е нормално разпределена и има приблизително еднаква вариабилност (стандартно отклонение);
2. Включени са поне 30 единици във всяка от двете групи;
3. Извадките са представителни по отношение на генералната съвкупност.

¹⁵ Т тестът се използва основно за количествени признаци, но е разработен и модифициран вариант за качествени променливи измерени чрез относителен дял.

Т-тест за количествени признаци

Т- тестът се прилага при следването на следните 7 стъпки:

1. Дефиниране на нулева хипотеза H_0 и алтернативна хипотеза H_1 ;
2. Определяне на ниво на значимост α ;
3. Определянето на средната аритметична и стандартното отклонение в двете групи;
4. Изчисляване на стандартната грешка;
5. Изчисляване на t статистиката;
6. Определяне на p стойността;
7. Статистическо заключение.

За да представим стъпките нека разгледаме следния *пример*. Проведено е проучване с цел да установим дали нов медикамент – бета блокер е ефективен за намаляване на сърдечната честотата ¹⁶. Изследователската компанията е

¹⁶ При пациенти със сърдечно-съдови заболявания, пулс около 60 е оптимален, защото позволява на сърцето да си "почива" по-дълго във фазата на диастола, по време на която се храни с кръв от коронарните артерии.

извършила първоначален експеримент с 80 случайно избрани пациенти – 40 са получили новия медикамент, а останалите 40 плацебо таблетка. След 4 месеца са измерени стойностите на сърдечната честота на всеки един участник. Данните са представени в таблица 4 и в таблица 5

Експериментална група

58, 58, 58, 59, 60, 60, 60, 60, 61, 61, 62, 62, 63, 64, 64, 64, 64, 65, 65, 65, 65, 66, 66, 66, 66, 67, 67, 67, 68, 68, 68, 69, 69, 70, 70, 70, 71, 71, 71, 72

Контролна група

68, 68, 70, 71, 71, 72, 72, 74, 74, 75, 75, 76, 76, 78, 78, 79, 80, 80, 81, 82, 82, 82, 83, 84, 84, 85, 85, 86, 88, 89, 89, 90, 91, 92, 93, 93, 93, 94, 94, 96

таблица 4: Стойности на сърдечна честота на пациентите в експерименталната група

таблица 5: Стойности на сърдечна честота на пациентите в контролната група

Дефиниране на нулева хипотеза H_0 и алтернативна хипотеза H_1

Нулева хипотеза Няма разлика между средната сърдечна честота в двете групи пациенти. В случай, че такава се наблюдава, това е в резултат на случайност¹⁷.

Алтернативна хипотеза Има значителна разлика в средната сърдечна честота между групата ползваща лекарство и тази приемаща плацебо¹⁸

¹⁷ Това е тестваната хипотеза. Тя предполага, че независимо в коя група е попаднал пациента съществена разлика в пулса не се наблюдава. Дори и да има такава, това ще е в резултат на случайността (а не на медикамента).

¹⁸ Алтернативната хипотеза е противоположна на нулевата нулевата. Според нея разлика в стойностите на пулса има и причината за това е новия медикамент.

Определяне на риска за грешка α

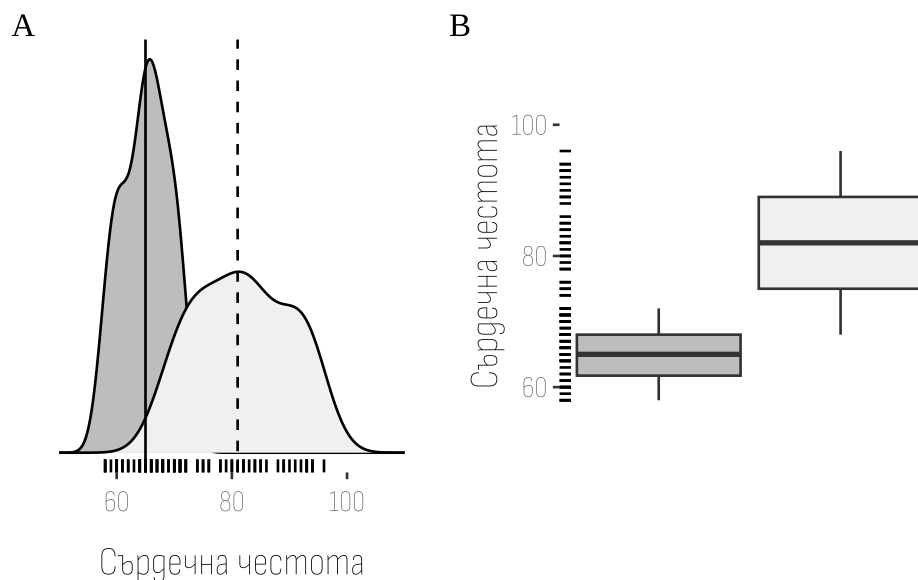
Както посочихме по-рано α в медицинските изследвания е **0.05 (5%)**. С други думи можем да "отхвърлим" нулевата хипотеза, само ако вероятността да наблюдаваме явлението в резултат на случайност е под риска за грешка от 5 %.

Определянето на средната аритметична и стандартното отклонение в двете групи¹⁹

От фигура 1, както и от таблица 6 можем да добием представа за това как е разпределена величина пулс в двете изследвани групи. Пациентите лекувани с бета блокер се характеризират с среден пулс от 65 уд/мин и стандартно отклонение от 4,08 уд/мин, докато при пациентите приемащи плацебо

¹⁹ Формулите и методът за определяне на средната аритметична и стандартното отклонение са представени в упражнение 2.

средният пулс е близо 82 уд/мин, а стандартното отклонение 8.16 уд/мин. Наблюдаваната разлика между средните величини в двете групи е почти 17 уд/мин.



фигура 1: В групата с бета блокер (тъмно сиво) средният пулс е 65уд/мин (непрекъсната линия), докато в контролната група (светлосиво) пулсът е 81 уд/мин (прекъсната линия). Добиваме и представа и за хомогеността. Пулсът на пациентите с бета блокер варира малко, а стойностите са близко около средната аритметична, докато в плацебо групата вариацията е по-голяма - разпределението по-широко.

характеристика	Бета блокер	Плацебо
Средна аритметична	65.00	81.83
SD	4.08	8.16
Медиана	65.00	82.00
IQR	6.25	14.00

таблица 6: Описателна статистики на променливата сърдечен пулс в двете групи

Изчисляване на t-статистиката

За да достигнем до извод колко е вероятно тази разликата в пулса да е случайна, трябва да изчислим стойността t като използваме формула

$$t = \frac{|\bar{x}_1 - \bar{x}_2|}{\sqrt{SE_{m_1}^2 + SE_{m_2}^2}}$$

Където:

- $\bar{x}_1$ е средната аритметична на пулса в групата с бета блокер;

- $\bar{x}_2$ е средната аритметична на пулса в контролната група;
- SE_{m_1} е стандартната грешка на средната аритметична в групата с бета блокер;
- SE_{m_2} е стандартната грешка на средната аритметична в контролната група;
- $|\bar{x}_1 - \bar{x}_2|$ е абсолютната стойност на разликата между средните аритметични;
- $\sqrt{SE_{m_1}^2 + SE_{m_2}^2}$ е корен квадратен от сумата на квадратите на стандартните грешки на средните аритметични;
- t е стойността на t-статистиката.

Изчисляване на стандартните грешки

За да изчислим стандартната грешка за всяка от групите прилагаме вече позната формула от упражнение 2

За групата с бета блокер:

$$SE_{m_1} = \frac{SD_1}{\sqrt{n_1}}$$

$$SE_{m_1} = \frac{4,08}{\sqrt{40}} = \frac{4,08}{6,32} = 0,75$$

За групата с плацебо²⁰

$$SE_{m_2} = \frac{SD_2}{\sqrt{n_2}}$$

$$SE_{m_2} = \frac{8,16}{\sqrt{40}} = \frac{8,16}{6,32} = 1,29$$

²⁰ Тук е момента да припомним, че плацебо групата има по-голяма грешка, поради факта, че групата е по-нехомогенна.

Приложение на формулата за t-стойността

След като сме изчислили стандартните грешки на средните аритметични за двете групи заместваме във формулата:

$$t = \frac{|\bar{x}_1 - \bar{x}_2|}{\sqrt{SE_{m_1}^2 + SE_{m_2}^2}}$$

$$t = \frac{|65,00 - 81,83|}{\sqrt{0,75^2 + 1,29^2}}$$

$$t = \frac{|-16,83|}{\sqrt{0,56 + 1,66}} = \frac{16,83}{\sqrt{2,22}} = \frac{16,83}{1,49} = 11,3$$

Изчисляване на p стойността

За да определим вероятността разликата в двете групи да бъде случайна - p използваме изчислената t стойност. Не са необходими допълнителни формули, понеже не е необходима точната числена стойност на p . В тази стъпка само определяме отношението на вероятността p спрямо зададеното ниво на значимост (риск от грешка 1-ви род) α . За целта използваме таблица 7

таблица 7: t -разпределение

df	$p = 0.1$	$p = 0.05$	$p = 0.01$
30	$t = 1.645$	$t = 1.960$	$t = 2.576$

В таблицата:

- df е **степен на свобода**. Тя зависи от броя единици на наблюдения. Познаването на този индикатор не е необходимо за настоящият анализ - по правило се използват само стойностите отговарящи на $df > 30$;
- Всяка една колона представя гранично ниво на риска за грешка от първи род α . В медицината използваме лимитираща стойност от $\alpha < 0.05$, затова се интересуваме от стойностите във **втората колона**;
- По редове са представени стойностите на t критерия, отговарящи на съответните нива на значимост;
- Ако получим $t = 1,645$ вероятността за случайност е 10% (0.1). При $t = 1,96$ вероятността за случайност е 5% (0.05), а при $t = 2,576$ вероятността за случайност е 1% (0.01).

В нашия пример стойността $t = 11,3$. Въпреки, че тя липсва в таблица 7 можем да заключим, че вероятността за случайност е под 1% (0.01).

Статистически извод

Сега е момента да направим финалното заключение за нашето проучване.

- Разликата между двете групи е 16,83, а t критерия е 11,3.
- В таблицата установения t критерий е по-голям от 2.576, следователно и вероятността да наблюдаваме подобна разлика в двете групи е по-малка от 0,01.

- Определената вероятност е под риска за грешка - $p < \alpha < 0.05$, което означава че отхвърляме H_0 и приемаме H_1 - групата лекувана с бета блокер има значително по-ниски стойности на сърдечния пулс спрямо пациентите лекувани с плацебо.

Важно

Колкото е по-висока стойността на t критерия, толкова по-малко вероятно е да бъде наблюдаване случайно. При стойност на t над 1,96, вероятността за случайност $p < 0.05$, което ни позволява да отхвърлям нулевата хипотеза

Важни зависимости

При равни други условия:

- По-голямата **абсолютната разлика** в средните аритметични води до по-голяма стойност на t критерия и до по-малка вероятност за случайност;
- По-високата **хомогенност** в групите води до по-малко стандартно отклонение, което е причина за по-малка стандартна грешка и по-високи стойности на t критерия;
- Увеличаването на **броя наблюдения** в извадката води до по-малко стандартно отклонение и по-малка стандартната грешка, тоест до по-високи стойности на t критерия.

Т-тест за качествени признаци

Т тестът може да се използва и за качествени признаци, когато искаме да сравним два относителни дяла. За целта се използва формулата:

$$t = \frac{|\hat{p}_1 - \hat{p}_2|}{\sqrt{SE_{p_1}^2 + SE_{p_2}^2}}$$

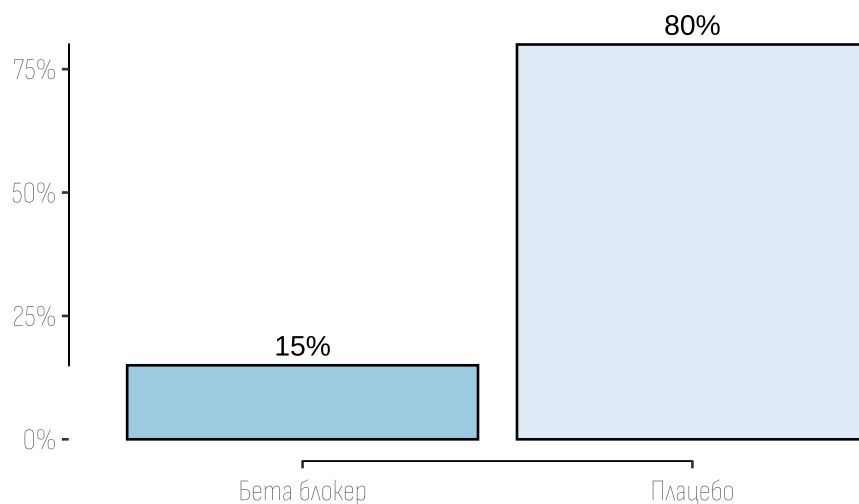
Където:

- $\hat{p}_1$ е относителният дял на група 1;
- $\hat{p}_2$ е относителният дял на група 2;
- SE_{p_1} е стандартната грешка на относителния дял в група 1;
- SE_{p_2} е стандартната грешка на относителния дял в група 2;
- $|\hat{p}_1 - \hat{p}_2|$ е абсолютната стойност на разликата между относителните дялове;

• $\sqrt{SE_{p_1}^2 + SE_{p_2}^2}$ е корен квадратен от сумата на квадратите на стандартните грешки на относителните дялове.

За да приложим формулата нека представим следния пример. Проследили сме пациентите ползващи бета блокер или плацебо за период от 5 години. Изследователите са записали броя на починалите от всяка една от двете групи.

Общо са починали 38 пациенти. В групата с бета блокер са починали 6-ма (15%), а в групата с плацебо 32-ма (80%). В фигура 2 прави впечатление, че пропорцията на починалите сред приемащите новото лекарство е в пъти по-малка от тази на контролната група.



фигура 2: Пропорция на починалите в двете групи пациенти

За да установим дали тази разлика е в резултат на случайност, отново използваме t-теста. В този пример обаче е необходима неговата модификация – вместо средните аритметични се използват относителните дялове (процент).

Дефиниране на нулева хипотеза H_0 и алтернативна хипотеза H_1

Нулева хипотеза Няма разлика между съотношението на починалите в двете групи пациенти. Дори и да наблюдаваме такава, тя е резултат на случайност и не съществува в генералната съвкупност.

Алтернативна хипотеза Има разлика между относителните дялове на починалите пациенти в двете групи. Тази разлика не е в резултат на случайност.

Определяне на риска за грешка (ниво на значимост)

Отново използваме нивото α под 0,05

Определяне на стандартната грешка

Използваме познатата от упражнение 2 формула:

$$SE_p = \sqrt{\frac{\hat{p} \cdot (100 - \hat{p})}{n}}$$

За пациентите ползващи бета блокер:

$$SE_{p1} = \sqrt{\frac{\hat{p}_1 \cdot (100 - \hat{p}_1)}{n}} = \sqrt{\frac{15 \cdot (100 - 15)}{40}} = \sqrt{\frac{15 \cdot 85}{40}} = \sqrt{\frac{1275}{40}} = \sqrt{31,88} = 5,6$$

За пациентите ползващи плацебо:

$$SE_{p2} = \sqrt{\frac{\hat{p}_2 \cdot (100 - \hat{p}_2)}{n}} = \sqrt{\frac{80 \cdot (100 - 80)}{40}} = \sqrt{\frac{80 \cdot 20}{40}} = \sqrt{\frac{1600}{40}} = \sqrt{40} = 6,32$$

Изчисляване на t-статистиката

Прилагаме формулата:

$$t = \frac{|\hat{p}_1 - \hat{p}_2|}{\sqrt{SE_{p1}^2 + SE_{p2}^2}}$$

$$t = \frac{|15 - 80|}{\sqrt{5,6^2 + 6,32^2}} = \frac{|-65|}{\sqrt{31,36 + 40,45}} = \frac{65}{\sqrt{71,81}} = \frac{65}{8,47} = 7,6$$

Определяме р стойността

След като получим стойността на t критерия проверяваме в коя посока се намира вероятността p в таблица 8

таблица 8: t -разпределение

df	$p = 0.1$	$p = 0.05$	$p = 0.01$
30	$t = 1.645$	$t = 1.960$	$t = 2.576$

T критерият е по-висок от 2.576 (тоест е надясно от най-високата стойност), което означава, че вероятността p е по-малка от 0,01.

Заклучение

При $t = 7,6$ вероятността за случайност p е по-малка от риска за грешка $\alpha < 0.05$. Следователно, отхвърляме H_0 и приемаме H_1 - съществува статистически значима разлика в относителните дялове на починалите в двете извадки.