



Методы проверки гипотез

Аглиуллина Саида Тахировна
доцент кафедры эпидемиологии и доказательной
медицины ФГБОУ ВО Казанский ГМУ
Минздрава России, к.м.н.

saida.agliullina@kazan-gmu.ru



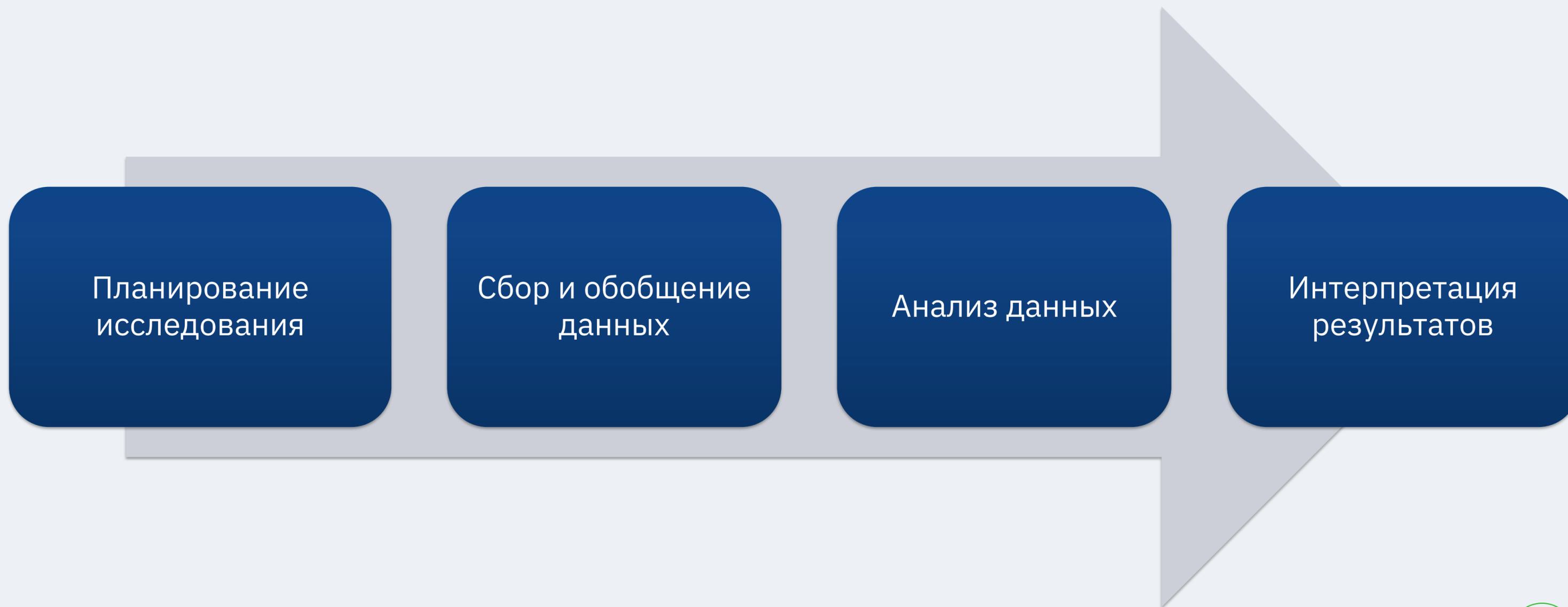


План

1. Формулировка гипотезы: нулевая и альтернативная гипотезы
2. Наиболее употребляемые статистические критерии для проверки гипотез
3. Выбор метода статистического анализа, в т.ч. для проверки гипотез



Проведение исследования





Гипотеза

Нулевая гипотеза (H_0) -

гипотеза, утверждающая, что никакого истинного различия между группами нет.

Пример H_0

Сравниваемые вмешательства одинаково эффективны.

Альтернативная гипотеза (H_1) -

гипотеза, утверждающая, что различия между группами не случайны, а отражают истинные различия между генеральными совокупностями, из которых получены выборки.

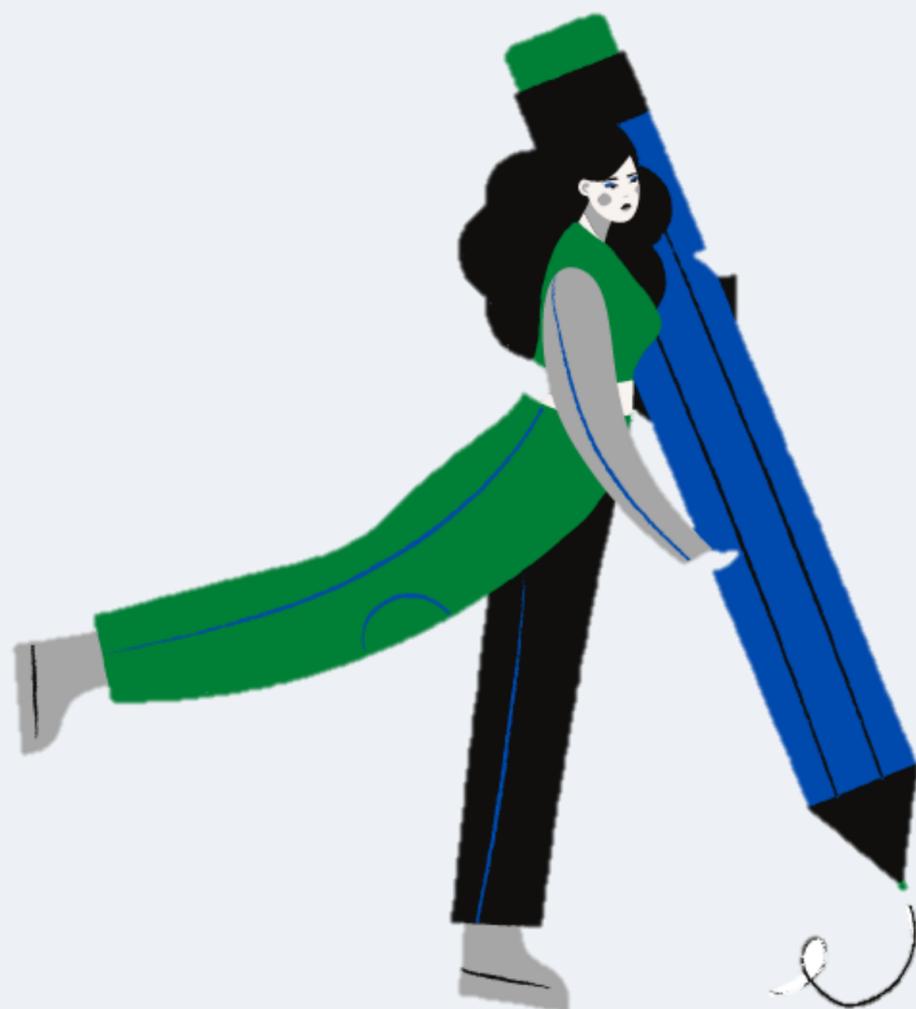
Пример H_1

Есть различия между сравниваемыми вмешательствами (один эффективнее другого).





Этапы проверки гипотез



1. Сформулировать нулевую и альтернативную гипотезы в исследовании.

2. Отобрать необходимые данные из выборки пациентов.

3. Вычислить значение статистики критерия, отвечающей нулевой гипотезе.

4. Сравнить числовое значение статистического критерия со значением из известного распределения вероятностей (для данного критерия).

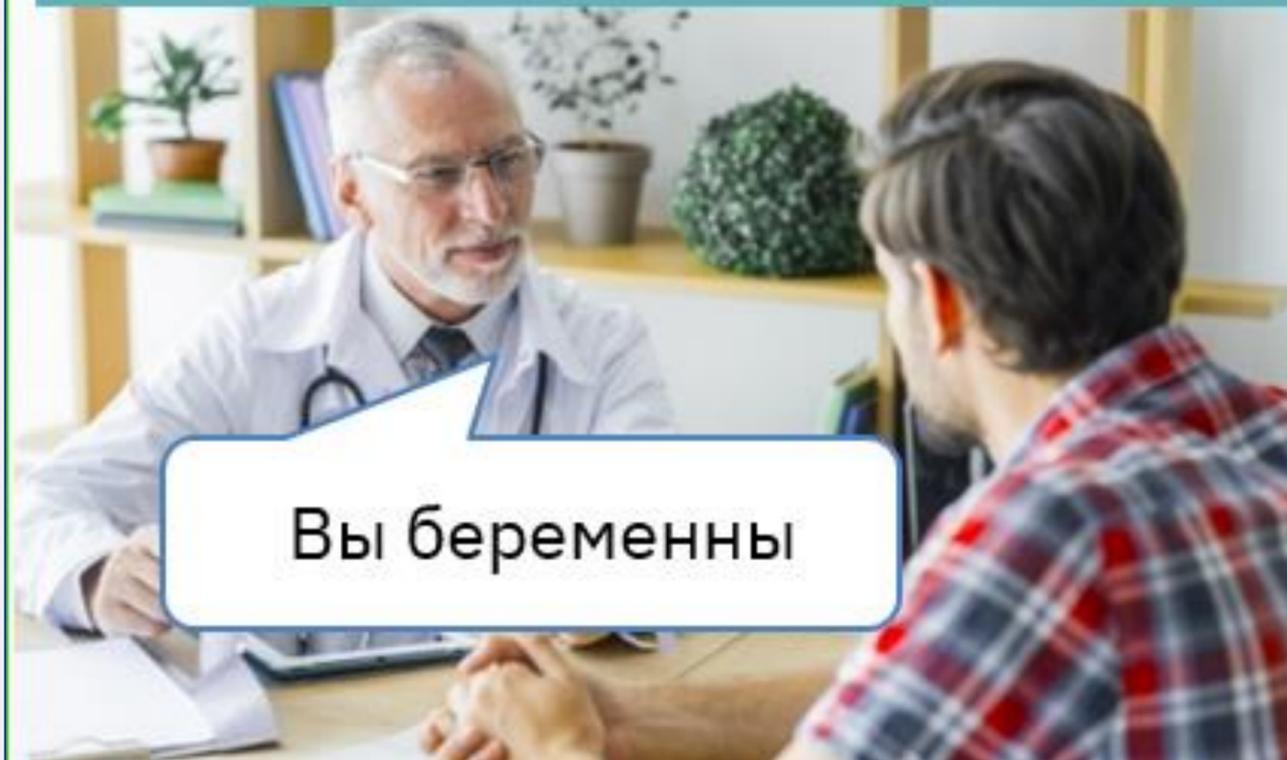
5. Интерпретировать достигнутый уровень значимости p -значения и результаты.



Ошибки 1 и 2 рода

Ложноположительная

Ошибка 1 рода



Ложноотрицательная

Ошибка 2 рода





Наиболее употребляемые статистические критерии для проверки гипотез¹

Число сравниваемых групп	Независимые выборки	Парные выборки
Группы номинальных данных		
2 и более	Критерий хи-квадрат	Критерий МакНемара ²
Группы порядковых данных		
2	Критерий ранговых сумм Уилкоксона или U-критерий Манна-Уитни ²	Критерий знаков Уилкоксона ²
3 и более	Критерий Краскела-Уоллиса ²	Однофакторный дисперсионный анализ Фридмана ²
Группы непрерывных данных		
2	Критерий Стьюдента ³ , критерий ранговых сумм Уилкоксона, или U-критерий Манна-Уитни ²	Парный t-критерий ³ или критерий Уилкоксона ²
3 и более	Дисперсионный анализ (ANOVA или F-test) ³ или Критерий Краскела-Уоллиса ²	ANOVA повторных изменений ³ или однофакторный дисперсионный анализ Фридмана ²

¹ могут применяться и другие критерии

² непараметрические критерий

³ параметрический критерий



Выбор методов проверки статистических гипотез (на примере количественных данных)





Параметрические и непараметрические методы

Параметрический критерий – это метод статистического вывода, который применяется в отношении параметров генеральной совокупности на основе расчета их оценок по выборочным данным.

В отличие от параметрических тестов – непараметрические критерии (тесты) позволяют исследовать данные без каких-либо допущений о характере распределения переменных.

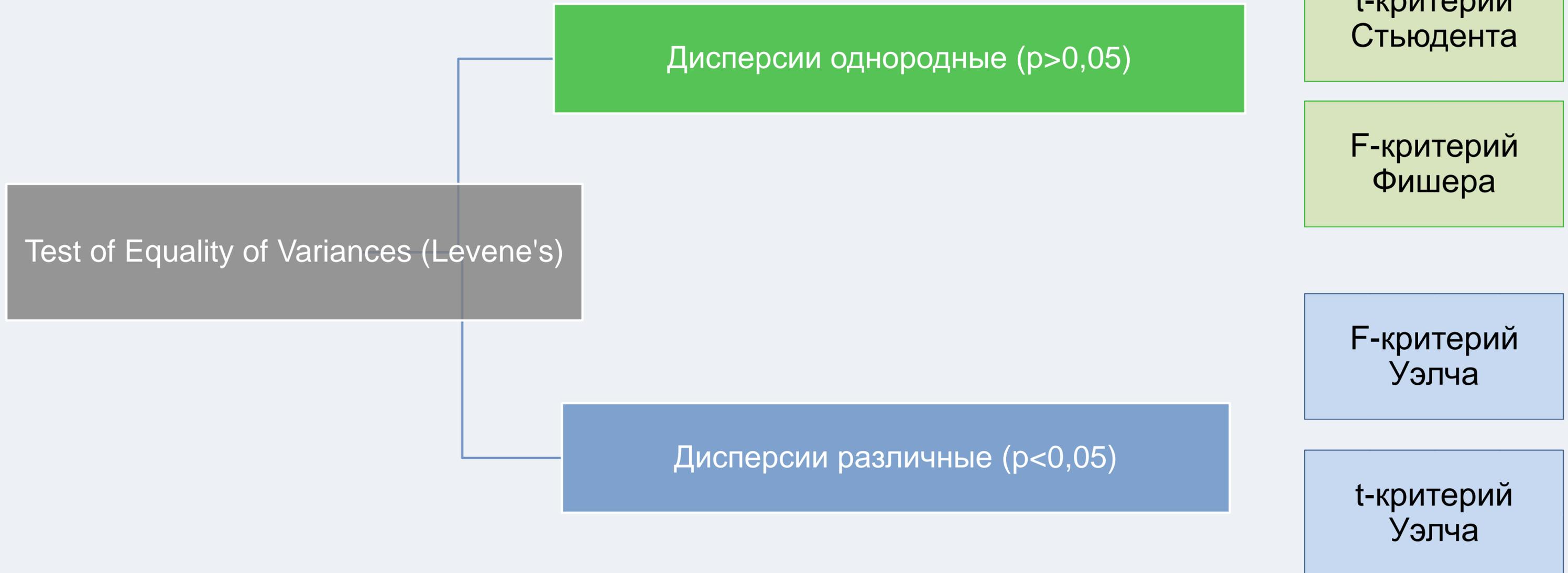


Стратегия выбора метода при анализе количественных данных





Проверка однородности дисперсий (при анализе количественных данных)





Выбор критерия в зависимости от результата Levene's Test

Independent Samples T-Test

Independent Samples T-Test

		statistic	df	p
Возраст, полных лет	Student's t	-1.34	40.0	0.1867923614954218
	Welch's t	-1.34	36.8	0.1871916171146753
	Mann-Whitney U	167		0.2172598931753698

Assumptions

Test of Equality of Variances (Levene's)

	F	df	df2	p
Возраст, полных лет	0.0641	1	40	0.8014915755869740

Note. A low p-value suggests a violation of the assumption of equal variances

[3]

Group Descriptives

	Group	N	Mean	Median	SD	SE
Возраст, полных лет	не курящие	24	41.1	40.0	12.4	2.54
	курящие	18	46.3	49.0	12.4	2.92

$p=0,801$

Дисперсии
однородные, т.к.
 $p>0,05$



Стратегия выбора метода при анализе категориальных данных



Contingency Tables

Пол		Курение		Total
		не курящие	курящие	
женский	Observed	9	12	21
	Expected	12.0	9.00	21.0
	% within row	42.9 %	57.1 %	100.0 %
мужской	Observed	15	6	21
	Expected	12.0	9.00	21.0
	% within row	71.4 %	28.6 %	100.0 %
Total	Observed	24	18	42
	Expected	24.0	18.00	42.0
	% within row	57.1 %	42.9 %	100.0 %



min ожидаемое
явление в двух
ячейках менее 10

χ^2 Tests			
	Value	df	p
χ^2	3.50	1	0.0613688291394020
χ^2 continuity correction	2.43	1	0.1189907208931237
Fisher's exact test			0.1179717985437079
N	42		

**Выбор метода при анализе
категориальных данных**



Сравнение количественных и категориальных данных независимых групп

Задача – сравнить возраст и пол исследуемых в основной и контрольной группах



H_0 - группы не отличаются по полу и возрасту

H_1 - группы имеют различия по полу и возрасту



Описание результатов статистической обработки

Параметры	Случаи	Контроли	Уровень значимости p
Возраст, Me (Q1-Q3)	37 (29-45,8) лет	35,5 (25-48,8) лет	0,476 (U-критерий Манна-Уитни = 5713)
<i>Возрастная группа</i>			0,705 (критерий $\chi^2 = 2,17$)
18-19 лет	3(2,7%)	1(0,9%)	
20-29 лет	30(27,3%)	35(31,8%)	
30-39 лет	30(27,3%)	29(26,4%)	
40-49 лет	24(21,8%)	19(17,3%)	
50 лет и более	23(20,9%)	26(23,6%)	
<i>Структура по полу</i>			0,225 (критерий $\chi^2 = 1,473$)
Мужчины	59(53,6%)	50(45,5%)	
Женщины	51(46,4%)	60(54,5%)	



ТЕОРИЯ

КАЛЬКУЛЯТОРЫ

ФОРУМ

ЛИТЕРАТУРА

АЛГОРИТМЫ

ПРЕЗЕНТАЦИИ

МЕТОДЫ

АВТОРЫ

Планирование исследования
Выбор статистического метода
Определение объема выборки

Расчет статистических
величин:
Расчет относительных величин
Анализ динамического ряда
Прямой метод стандартизации
Показатели вариационного ряда
Расчет демографических
показателей

Сравнение совокупностей по
качественным признакам:
Относительный риск
Отношение шансов
Анализ четырехпольной таблицы
(критерий хи-квадрат)
Критерий хи-квадрат для
произвольных таблиц
Q-критерий Кохрена
Критерий Мак-Немара

Сравнение совокупностей по
количественным признакам
(параметрический анализ):
t-критерий Стьюдента для
несвязанных совокупностей
t-критерий Стьюдента для
связанных совокупностей

Сравнение совокупностей по
количественным признакам
(непараметрический анализ):
U-критерий Манна-Уитни

Онлайн калькуляторы для расчета статистических критериев

Выбор статистического метода

В данном сервисе реализован алгоритм выбора оптимальной методики статистического анализа, который позволит исследователю на основании информации о количестве сравниваемых совокупностей, типе распределения, шкале измерения переменных, определить наиболее подходящий статистический метод, статистический критерий.

[перейти к сервису](#)

Расчет относительных величин

Калькулятор позволит найти значение любой относительной величины по заданным параметрам: числителю, знаменателю, десятичному коэффициенту. Учитывается вид относительной величины для правильного обозначения вводимых данных и формирования грамотного ответа. Для каждого результата также выводится средняя ошибка m .

[перейти к вычислениям](#)

Оценка значимости различий средних величин по t-критерию Стьюдента

Данный статистический метод служит для сравнения двух средних величин (M), рассчитанных для несвязанных между собой вариационных рядов. Для вычислений также понадобятся значения средних ошибок средних арифметических (m). Примеры сравниваемых величин: среднее артериальное давление в основной и контрольной группе, средняя длительность лечения пациентов, принимавших препарат или плацебо.

[перейти к вычислениям](#)

Оценка значимости изменений средних величин при помощи парного t-критерия Стьюдента

Выбор метода статистического анализа



Медицинская
Статистика

Условия выбора

Число сравниваемых совокупностей:
не определено ▾

Цель статистической обработки:
не определена ▾

Подходящие методы:

- Двухвыборочный t-критерий Стьюдента
- Парный t-критерий Стьюдента
- Линейная регрессия
- Многофакторный дисперсионный анализ (MANOVA)
- Общая линейная модель
- Логлинейный анализ
- Дискриминантный анализ
- Логистическая регрессия
- Критерий Манна-Уитни
- Критерий Краскела-Уоллиса
- Однофакторный дисперсионный анализ (ANOVA)

Условия выбора

Число сравниваемых совокупностей:
не определено ▾

Цель статистической обработки:
не определена ▾

- сравнение связанных совокупностей
- сравнение несвязанных совокупностей
- нахождение связи между признаками
- анализ выживаемости
- определение нормальности распределения
- описание совокупности
- построение прогностической модели

Условия выбора

Число сравниваемых совокупностей:
не определено ▾

Цель статистической обработки:
не определена ▾

- одна
- две
- три и более



Пример использования сервиса по выбору метода статистического анализа

Медицинская
Статистика

Условия выбора

Число сравниваемых совокупностей:

две

Цель статистической обработки:

сравнение несвязанных совокупностей

Шкала измерения показателя

количественная

Тип распределения совокупностей

не определен

Подходящие методы:

Двухвыборочный t-критерий
Стьюдента

Критерий Манна-Уитни

Q-Критерий Розенбаума



Список литературы

1. Эпидемиология: учебник/ В.В. Власов. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2021. – 496 с.: ил.
2. Наглядная медицинская статистика: учеб. пособие/ Петри А., Сэбин К.; перевод с англ. под ред. В.П. Леонова. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2015. – 216 с.: ил.
3. Как описать статистику в медицине: руководство для авторов, редакторов и рецензентов/ Т.А. Ланг, М. Сесик; пер. с англ. под ред. В.П. Леонова. – М.: Практическая медицина, 2016. – 480 с.: ил.
4. Designing clinical research / Stephen B Hulley [et al.]. – 4th ed. 367 pp.
5. Интернет-портал «Медицинская статистика». Доступно по ссылке: <https://www.medstatistic.ru/index.php>