

Лекция 3:
Статистика в клеточной
биологии и в клинических
исследованиях

Распределение Пуассона

Симеон Дени Пуассон (*Siméon Denis*

Poisson, 21.06.1781—25.04.1840)

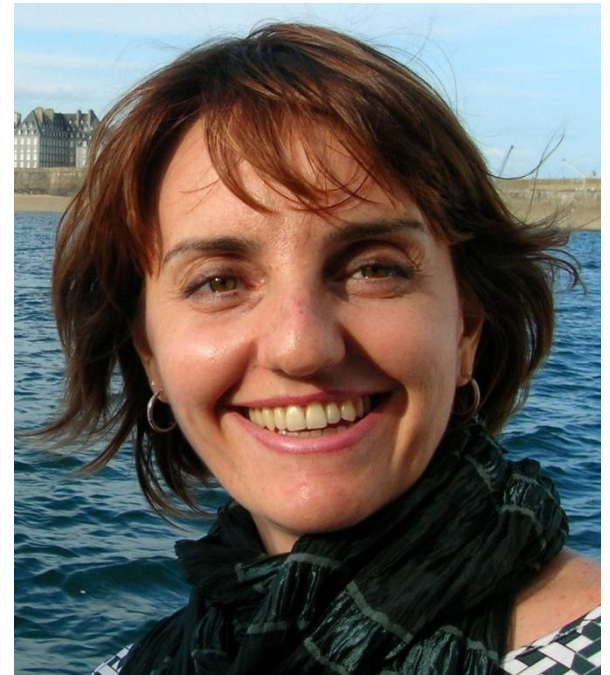


**Упорядоченный посев и пуассонер –
высокоточная техника
количественной микробиологии**

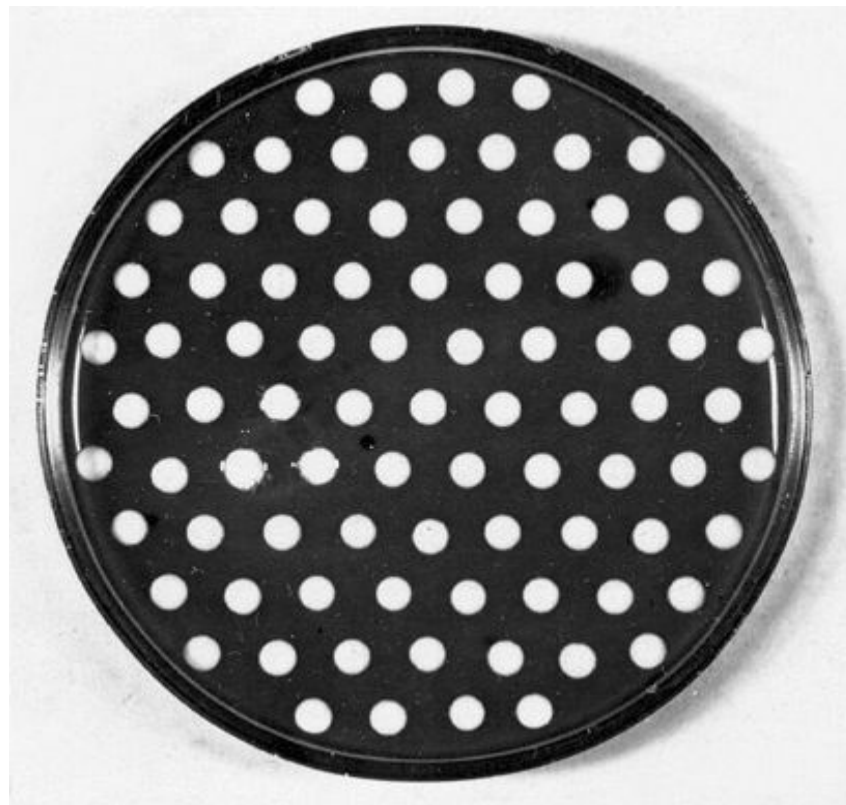
МЕДИЦИНА. XXI ВЕК

№ 2 (11) 2008, с. 92-97

Н. Н. Хромов-Борисов, Jenifer Saffi , Joao A. P. Henriques
**Упорядоченный посев и пуассонер – высокоточная
техника количественной микробиологии**



Упорядоченный посев



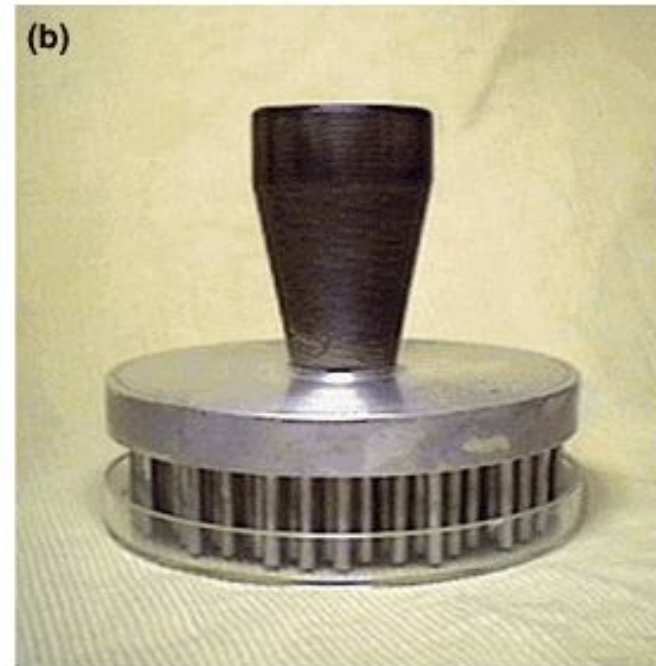
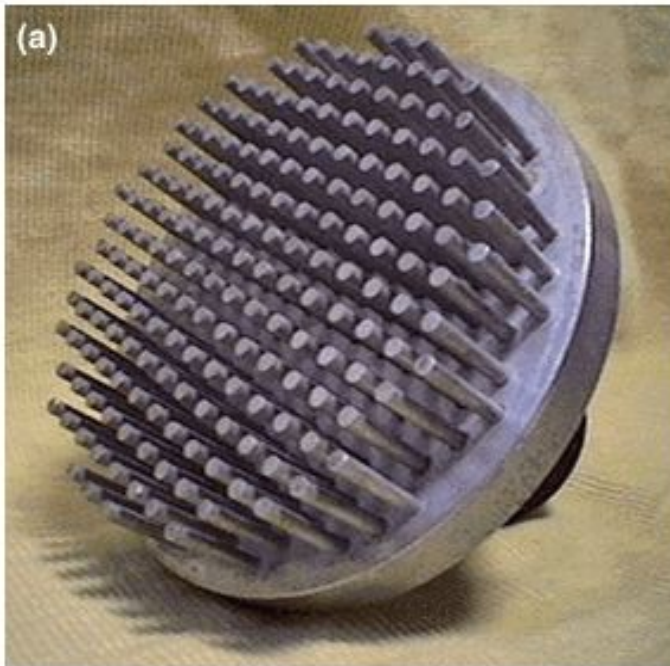
Распределение Пуассона

- Распределение числа событий, происходящих в фиксированном временнóм или пространственном интервале (объеме),
- при условии,
- что эти события независимы и что
- вероятность совпадения (попадания в одну точку пространства) или одновременного наступления двух и более событий пренебрежимо мала.

Распределение Пуассона

- $P(k) = e^{-\lambda} \lambda^k / k!$
- $e = 2,71828$ – основание натурального логарифма
- $k! = 1 \cdot 2 \cdot \dots \cdot (k-1) \cdot k$ – факториал
- Характеристическое свойство распределения Пуассона – его математическое ожидание (среднее значение) и дисперсия равны друг другу:
 - $E k^* = D k^* = \lambda,$
- т.е. это распределение имеет всего лишь один параметр λ .

Пуассонер



Сравнение упорядоченного посева с обычным методом



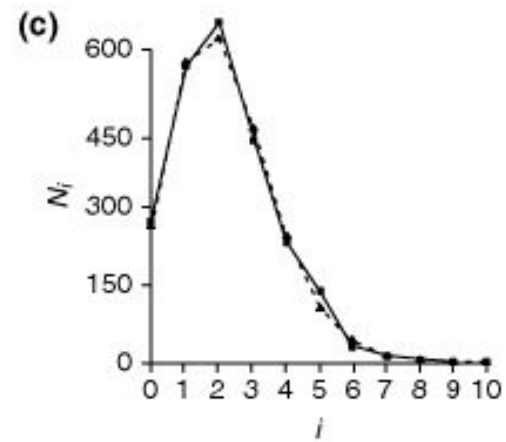
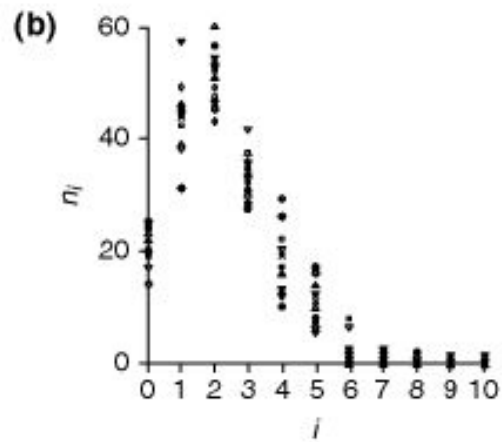
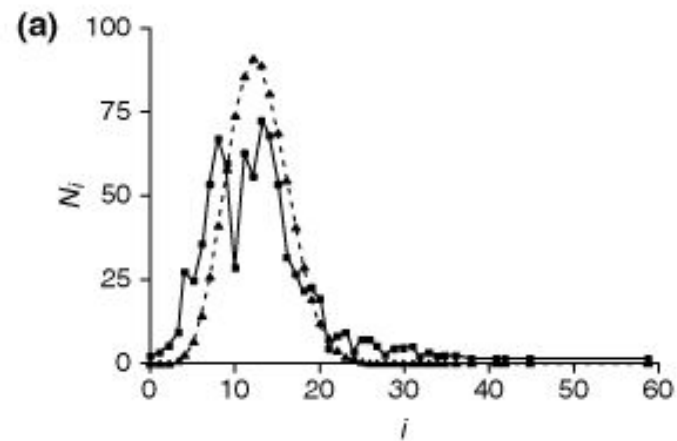
Воспроизводимость



Распределения числа колоний дрожжей на десяти чашках Петри, порожденные пуассонером, и их сравнение с распределением числа колоний, полученных традиционным методом посева

	Число следов (вмятин) с i колониями на каждой чашке Петри:										
i	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	Всего
0	21	23	19	27	25	18	24	23	26	25	231
1	48	48	57	51	48	43	41	54	45	43	478
2	56	54	54	49	59	49	63	54	47	48	533
3	29	29	35	37	32	38	32	34	36	38	340
4	18	17	13	14	11	23	14	13	20	20	163
5	13	15	5	8	8	7	11	7	11	11	96
6	2	1	2	1	2	8	0	1	2	1	20
7	0	0	0	0	0	1	2	1	0	1	5
8	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	2
9	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
10	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
Общее число следов	187	187	187	187	187	187	187	187	187	187	1870
Согласие с распределением Пуассона ^[a]	0,77	0,98	0,39	0,61	0,47	0,89	0,79	0,51	0,95	1,00	0,97
Общее число колоний на чашке, полученных с применением пуассонера ^[b]											
PP = 0,66	396	392	378	362	374	437	388	364	394	401	3886
Общее (с повышенной дисперсией) число колоний на чашке, полученное традиционным методом посева ^[c]											
PT ≈ 10–32	308	443	391	372	341	320	435	381	328	315	3634

Пуассоновость



Среднеквадратичное отклонение (стандартная ошибка среднего)

- Поскольку математическое ожидание (среднее значение) и дисперсия распределения Пуассона равны друг другу:
 - $E k^* = D k^* = \lambda,$
- то его среднеквадратичное отклонение есть:
 - $SE = \sqrt{D k^*} = \sqrt{\lambda}$

Элементы планирования экспериментов

Счетная камера Горяева (гемацитометр)

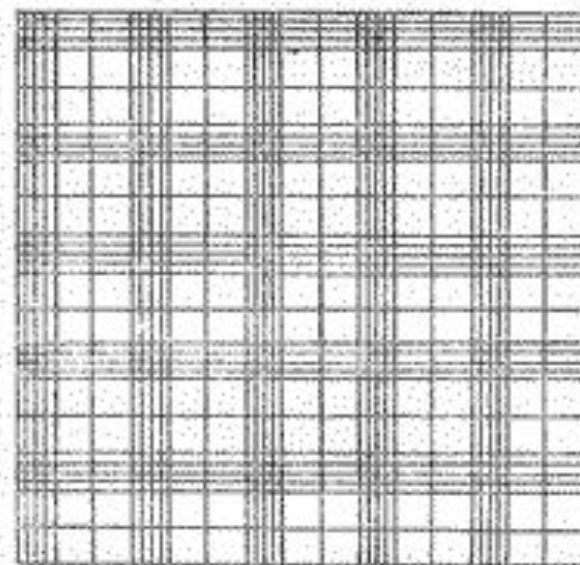
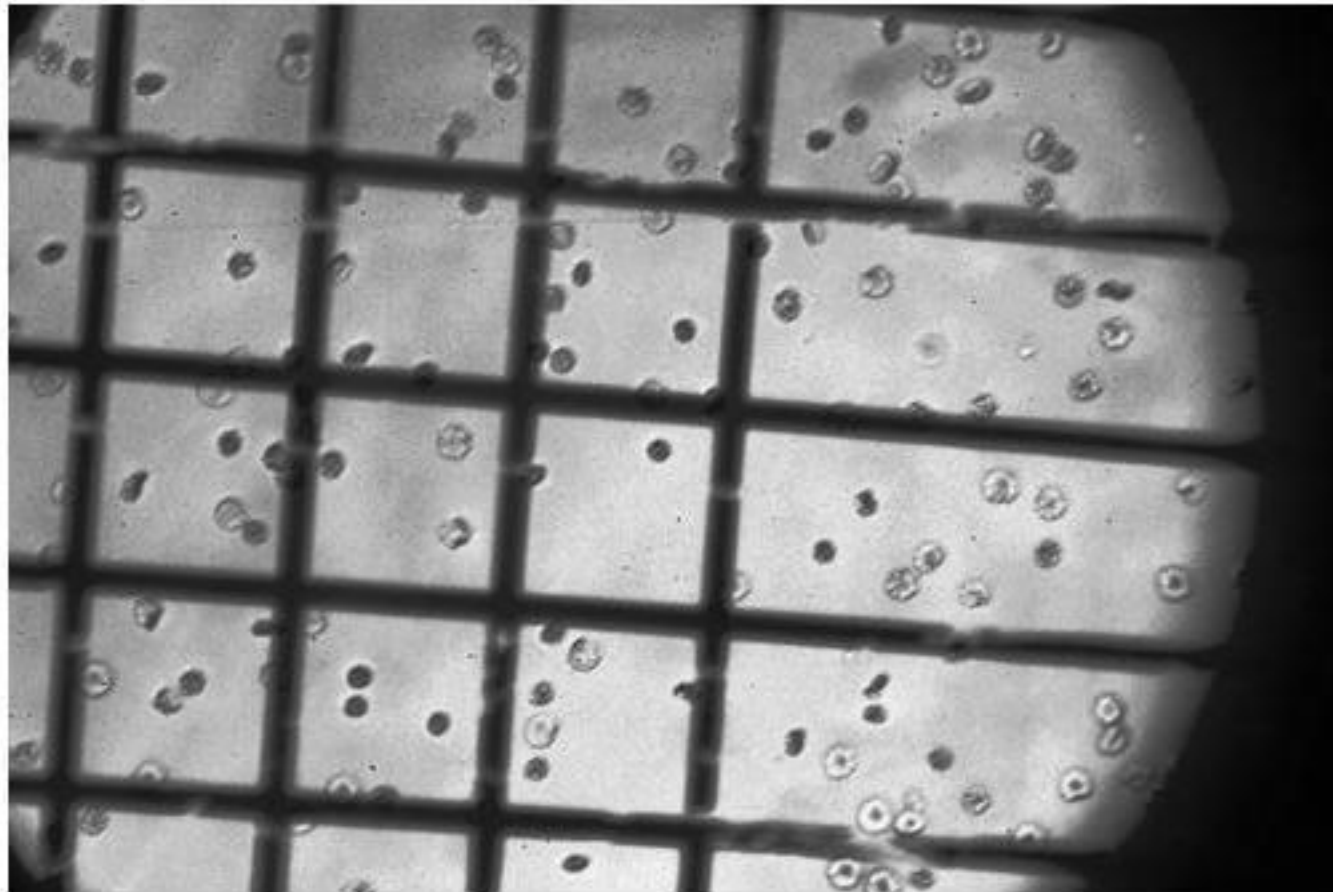
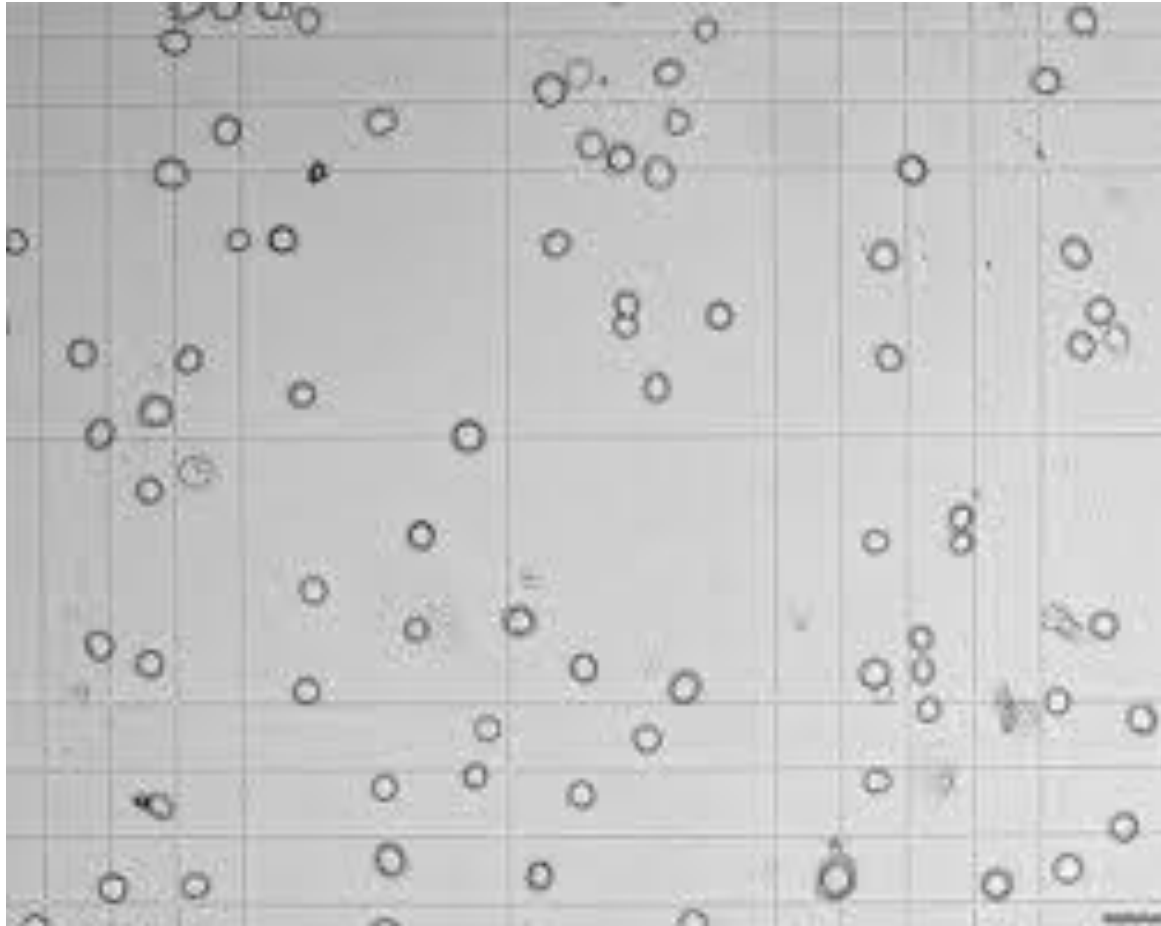


Рис. 1. Сетка камеры Горяева

Клетки в камере Горяева



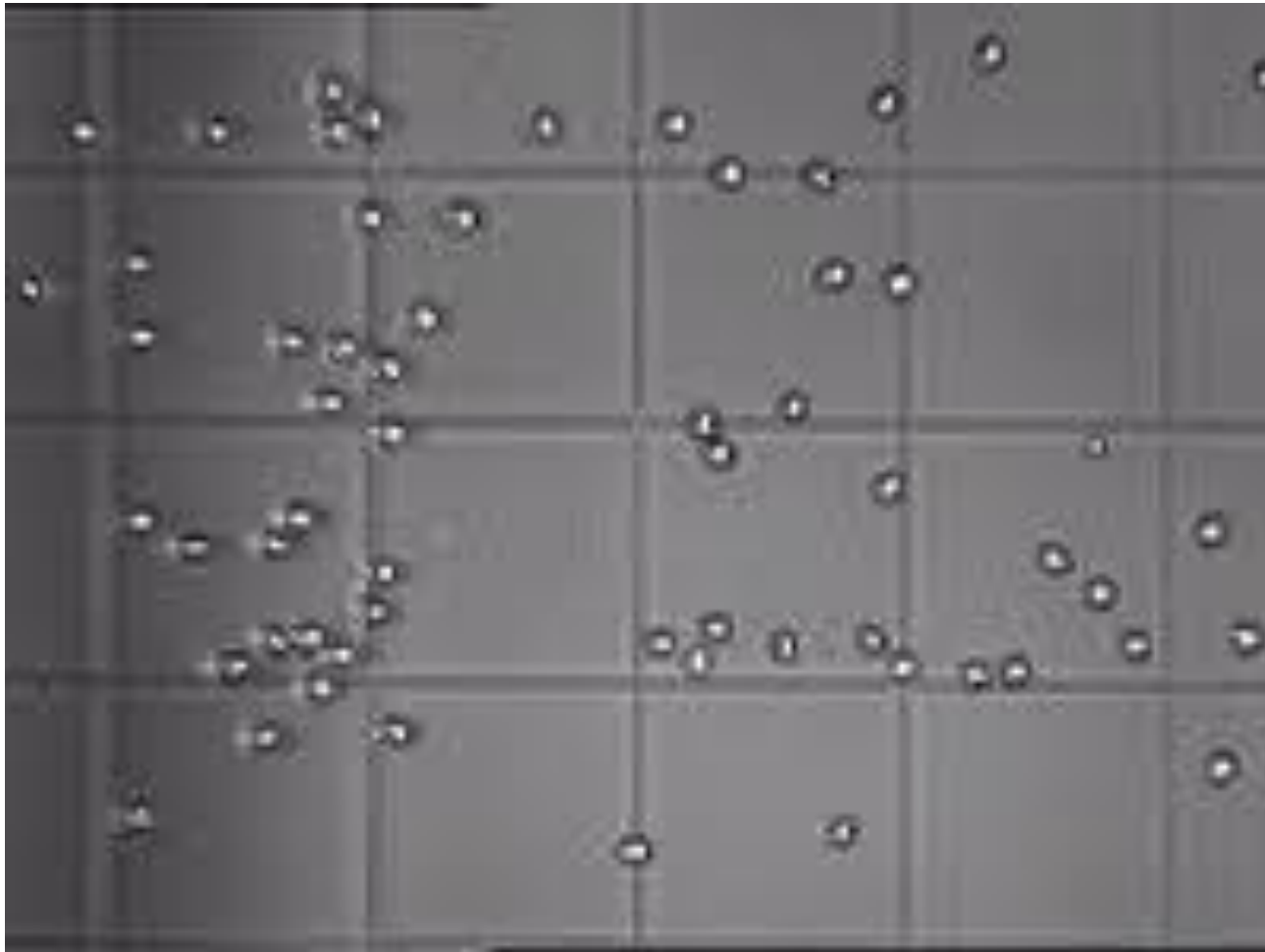
Клетки в камере Горяева



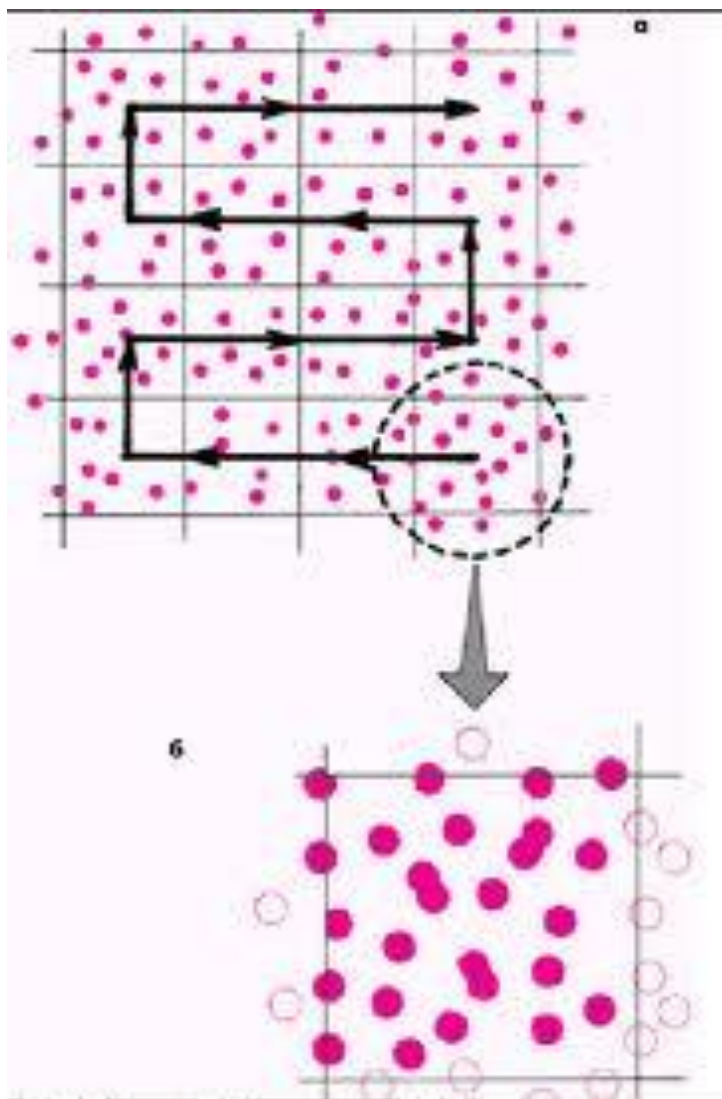
Клетки в камере Горяева



Клетки в камере Горяева



Как подсчитывать клетки в камере Горяева



- $N \pm \sqrt{N}$

- Сколько клеток надо подсчитать, чтобы относительная ошибка составила 5%?
- ~ 400
- $SE = \sqrt{400} = 20$
- $20/400 = 0,05$

- Сколько кеток надо подсчитать, чтобы относительная ошибка составила 1%?
- ~ 10000
- $SE = \sqrt{10000} = 100$
- $100/10000 = 0,01$

Молитва и сепсис

Leonard Leibovici, Университет Тель-Авива, Израиль



- Основные научные интересы:
- Бактериальные инфекции и антибиотикотерапия;
- Компьютеризация медицинских исследований;
- Медицинская этика;
- Доказательная медицина.
-

Leonard Leibovici Effects of remote, retroactive intercessory prayer on outcomes in patients with bloodstream infection: randomised controlled trial.
BMJ, 2001, Vol. 323, p. 1450-1451

- *Методы*
- Выборку из 3393 пациентов с заражением крови (с сепсисом) **рандомизированно**, т.е. случайным образом разбили на две группы – контрольную (1702 пациента) и опытную (1691 пациент).
- Перечень имен пациентов во второй группе был передан человеку, который произносил краткую молитву за улучшение здоровья и полное выздоровление всей этой группы целиком.
- Пациенты, за которых молились, об этом не знали.

Основные характеристики двух групп пациентов

Table 1 Baseline characteristics of patients. Values are percentages in each group, unless stated otherwise. None of the differences between the groups was significant

Characteristic	Intervention group (n=1691)	Control group (n=1702)
Women	46.3	48.5
Median (range) age (years)	72 (18-101)	72 (18-99)
Source of infection:		
Lungs	8.3	9.4
Urinary tract	31.3	28.9
Intra-abdominal	9.5	8.9
Soft tissues	7.5	7.6
Endocarditis	3.5	3.3
Neutropenic fever	3.5	2.7
Intravascular line	6.3	6.4
Other	7.8	9.6
Unknown	22.3	23.2
Septic shock	11.2	11.8
Neutropenia	5.7	5.8
Infected while in hospital	40.2	41.9
Median (range) creatinine (mg/dl)	1.2 (0.2-14.8)	1.2 (0.2-15.0)
Median (range) albumin (mg/dl)	3.8 (1.1-5.1)	3.8 (1.5-5.0)

Результаты

Группа	Умерло	Выжило	Всего
Без молитвы	514 (30%)	1188	1702
С молитвой	475 (28%)	1216	1691
Всего	989 (29%)	2404	3393
Проверка независимости (однородности)			
Точное P -значение	$P_{\text{exact}} = 0,19$		
Бейзов фактор	$BF_{01} = 12,7$		

Связь между молитвой и смертностью от сепсиса статистически незначима ($P_{\text{val}} = 0,19 > 0,05$).

Примерно в 13 раз более правдоподобно получить такие данные, когда эта связь действительно отсутствует, чем когда она есть.

Молитва, скорее всего, не влияет на смертность при сепсисе.

- **Различие эффектов в опыте и в контроле можно выражать абсолютными и (или) относительными показателями (величинами).**
- **И те и другие имеют свои преимущества и недостатки.**
- **В повседневной клинической практике абсолютные показатели считаются более показательными и интерпретируемыми.**

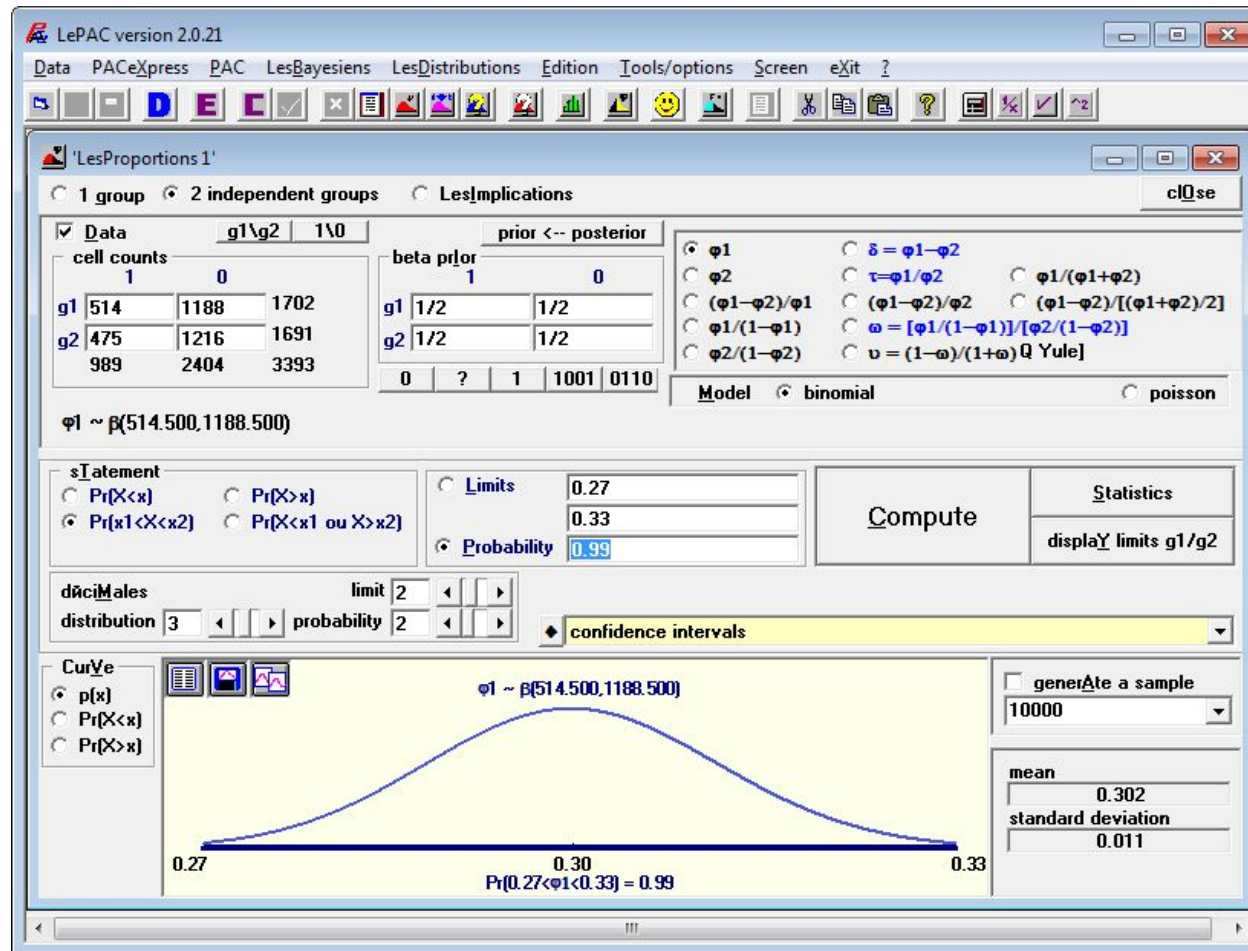
Основные меры эффекта в таблицах 2x2

- Разность долей (рисков) - RD
- Отношение рисков (долей) - RR
- Отношение шансов – OR
- Число подлежащих воздействию - NNT

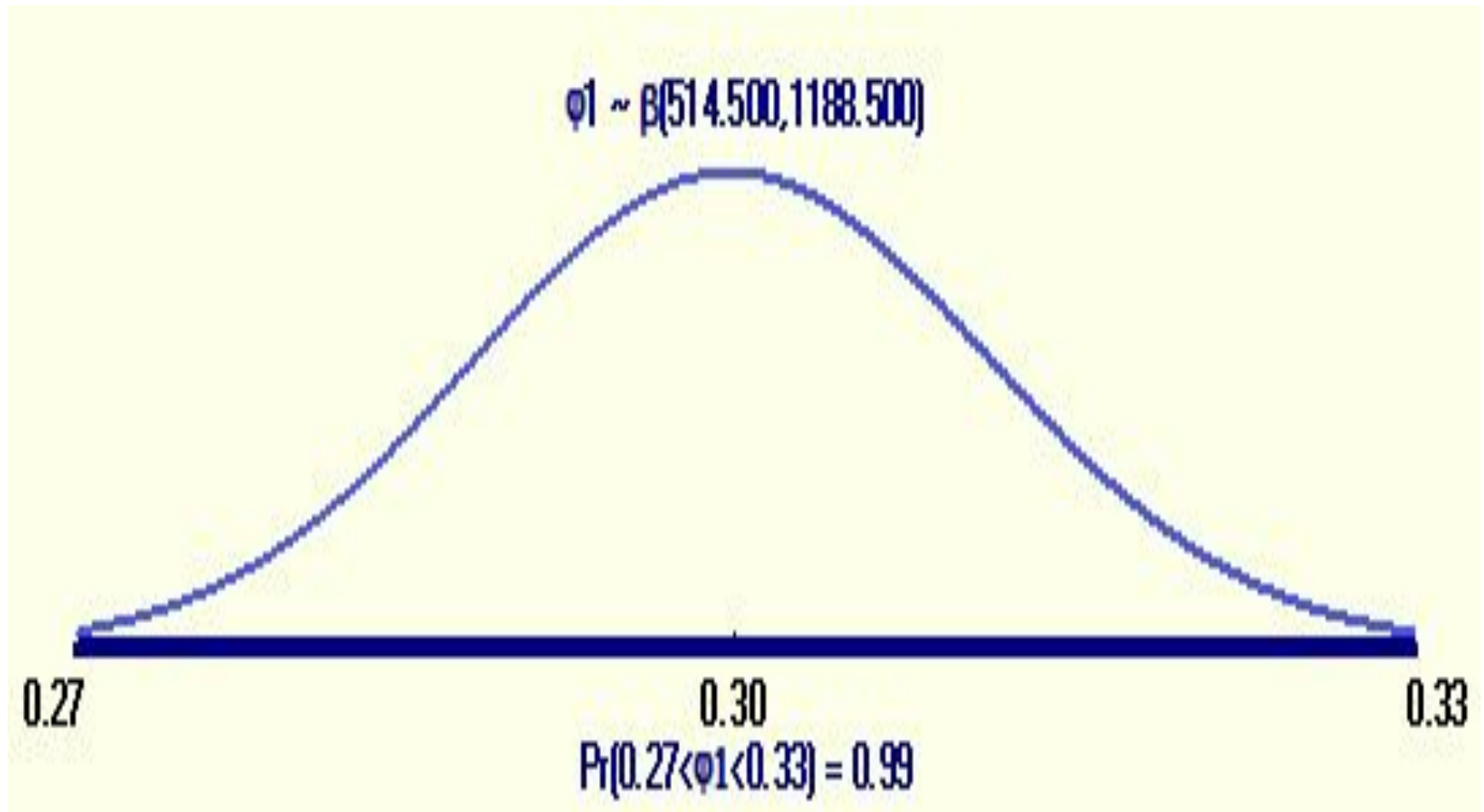
Таблица 2х2

Группа	Исход (эффект)		Всего
	Неблагоприятны й	Благоприятны й	
Опыт	a	b	$a + b$
Контроль	c	d	$c + d$
Всего	$a + c$	$b + d$	N
Разность долей	$RD = [c/(c + d)] - [a/(a + b)]$		
Отношение долей	$RR = [c/(c + d)] : [a/(a + b)]$		
Отношение шансов	$OR = ad/bc$		
Число подлежащих	$NNT = 1/RD$		

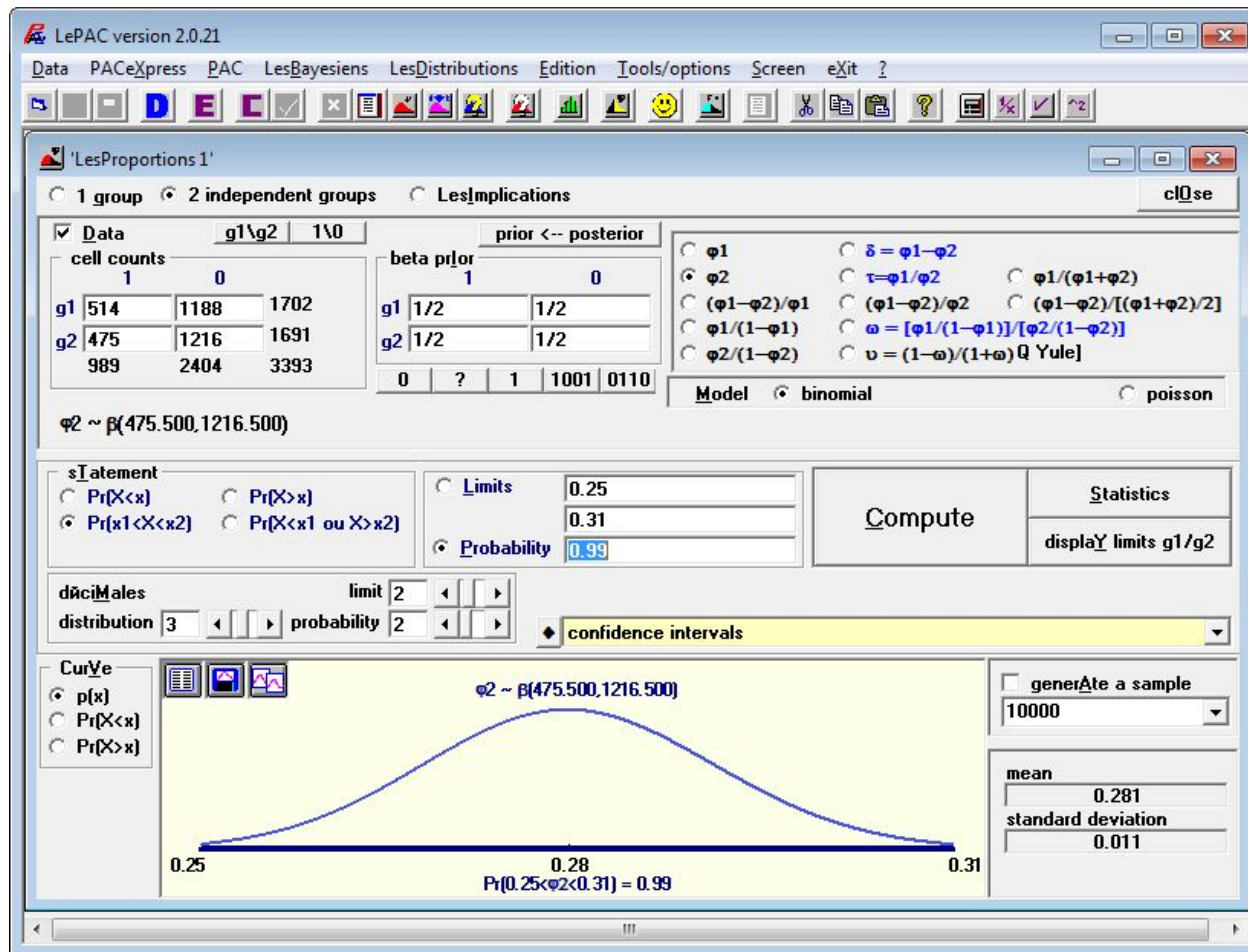
Оценка φ_1 - доли скончавшихся в контрольной группе



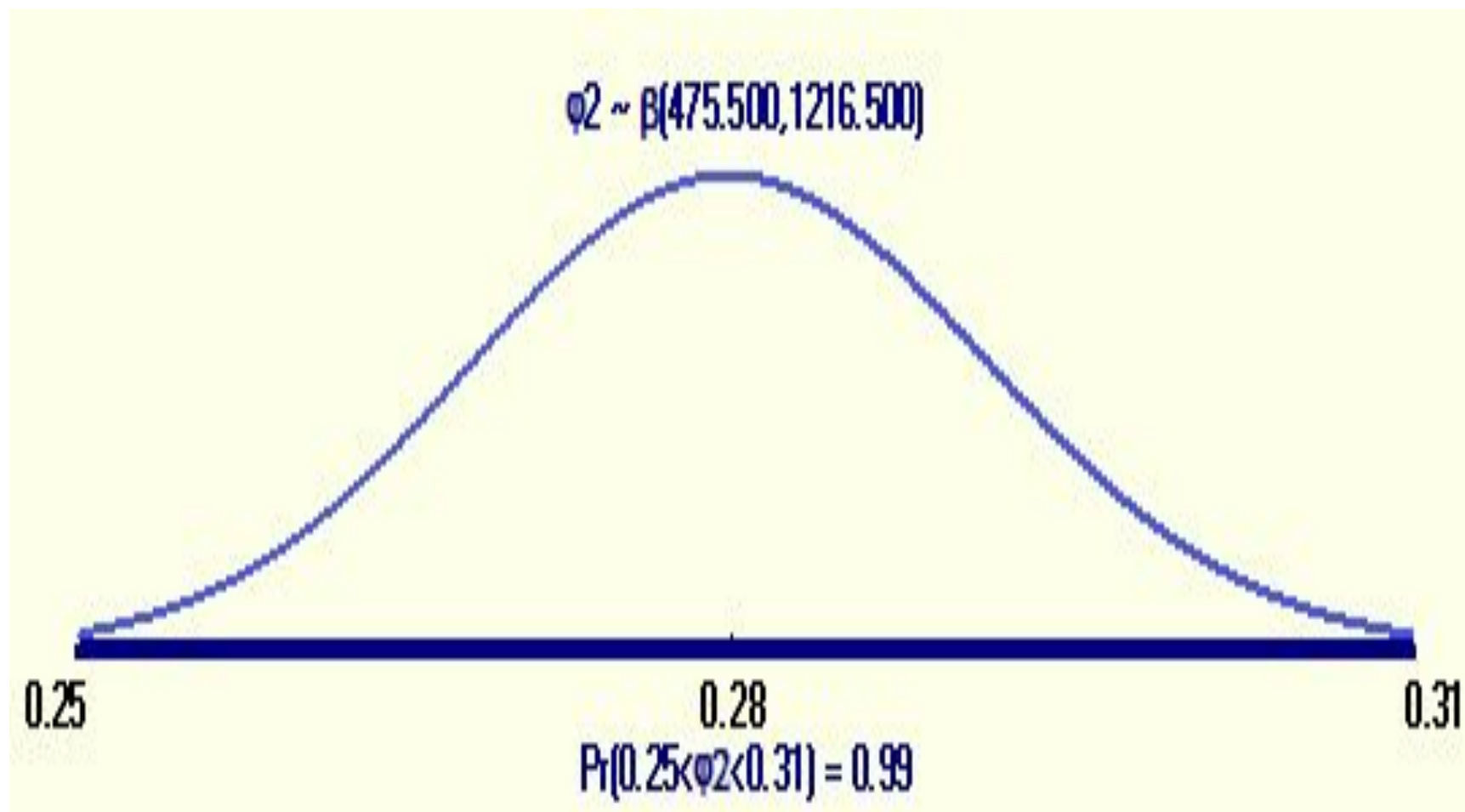
Оценка φ_1 - доли скончавшихся в контрольной группе



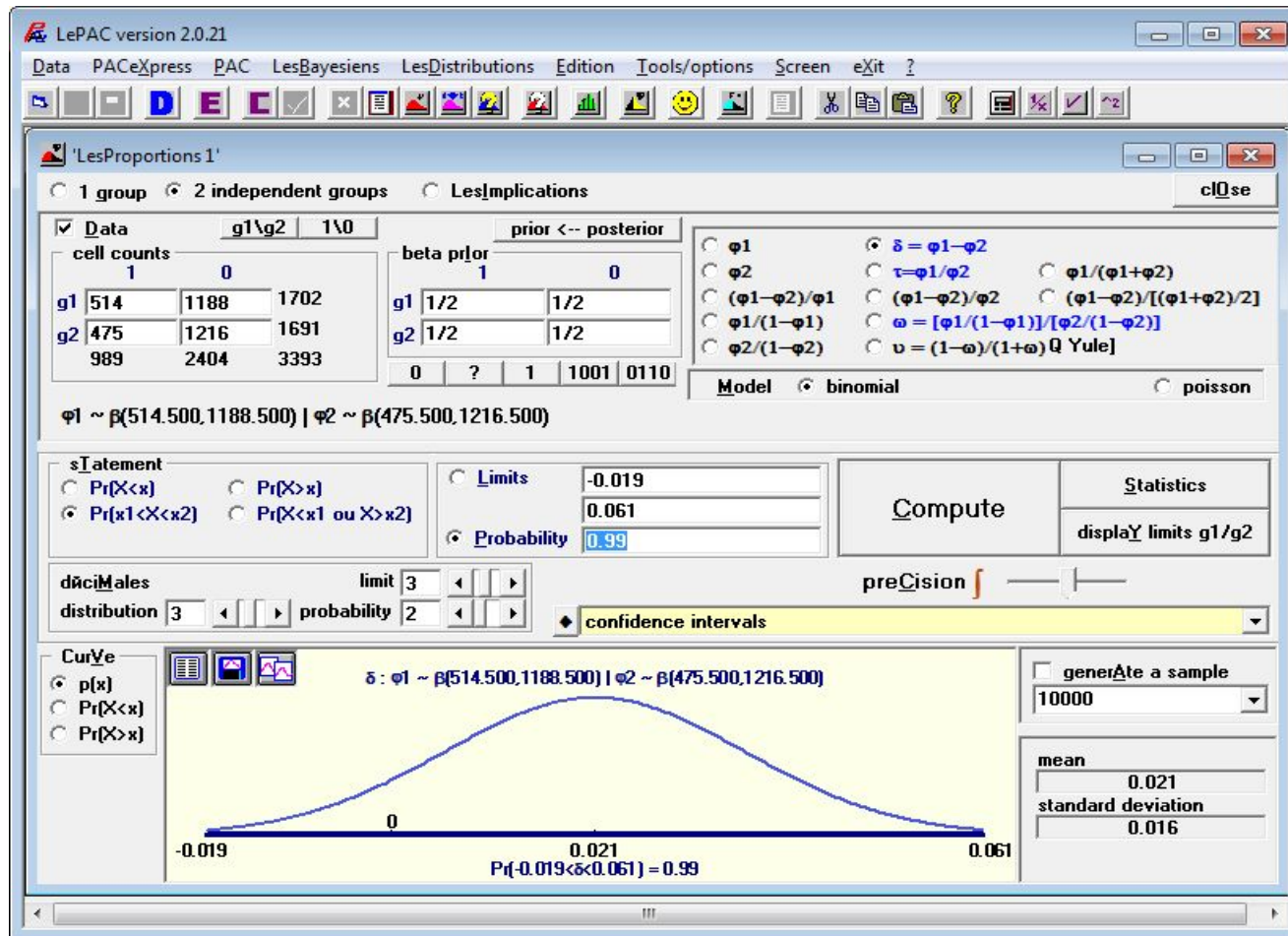
Оценка φ_2 - доли скончавшихся в опытной группе



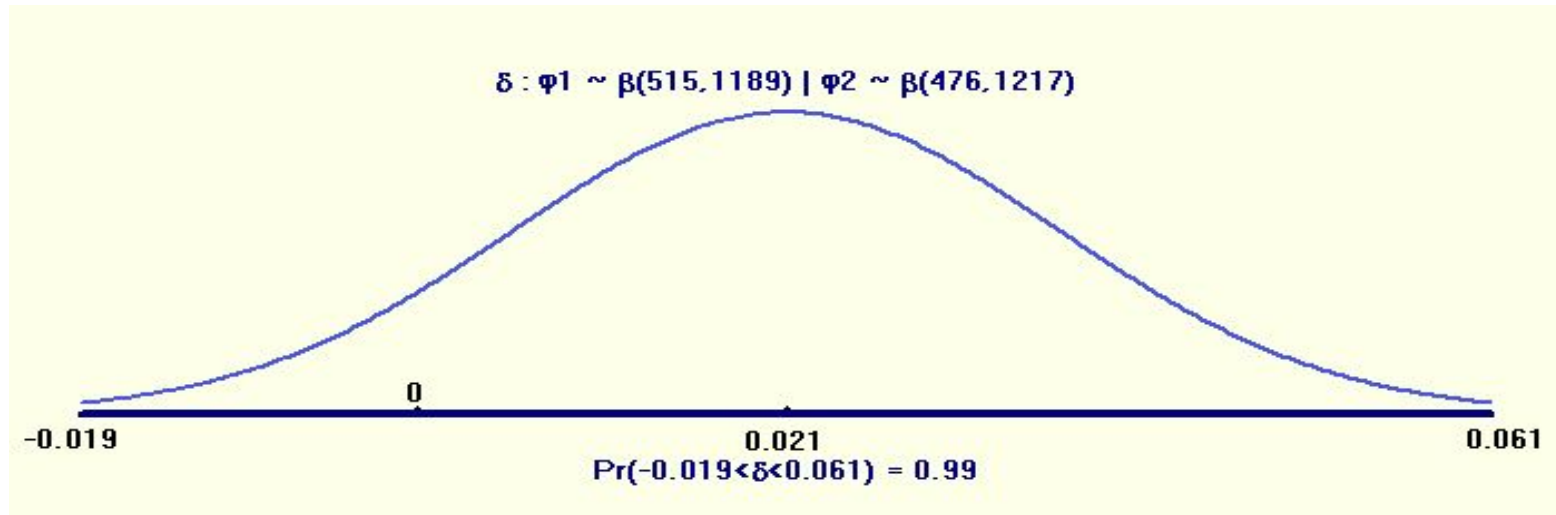
Оценка φ_2 - доли скончавшихся в опытной группе



Оценка разности долей $\varphi_1 - \varphi_2$



Оценка разности долей, $RD = \varphi_1 - \varphi_2$



Когда доли равны, то их разность равна нулю: $RD = \varphi_1 - \varphi_2 = 0$.
Полученный 99%-й ДИ для разности долей покрывает значение $RD = 0$.

Это дает нам основание утверждать, что, скорее всего, истинное (оцениваемое этим интервалом) значение RD статистически (на уровне значимости $\alpha = 0,01$) не отличается от нуля и что, соответственно, первая и вторая доли статистически равны.

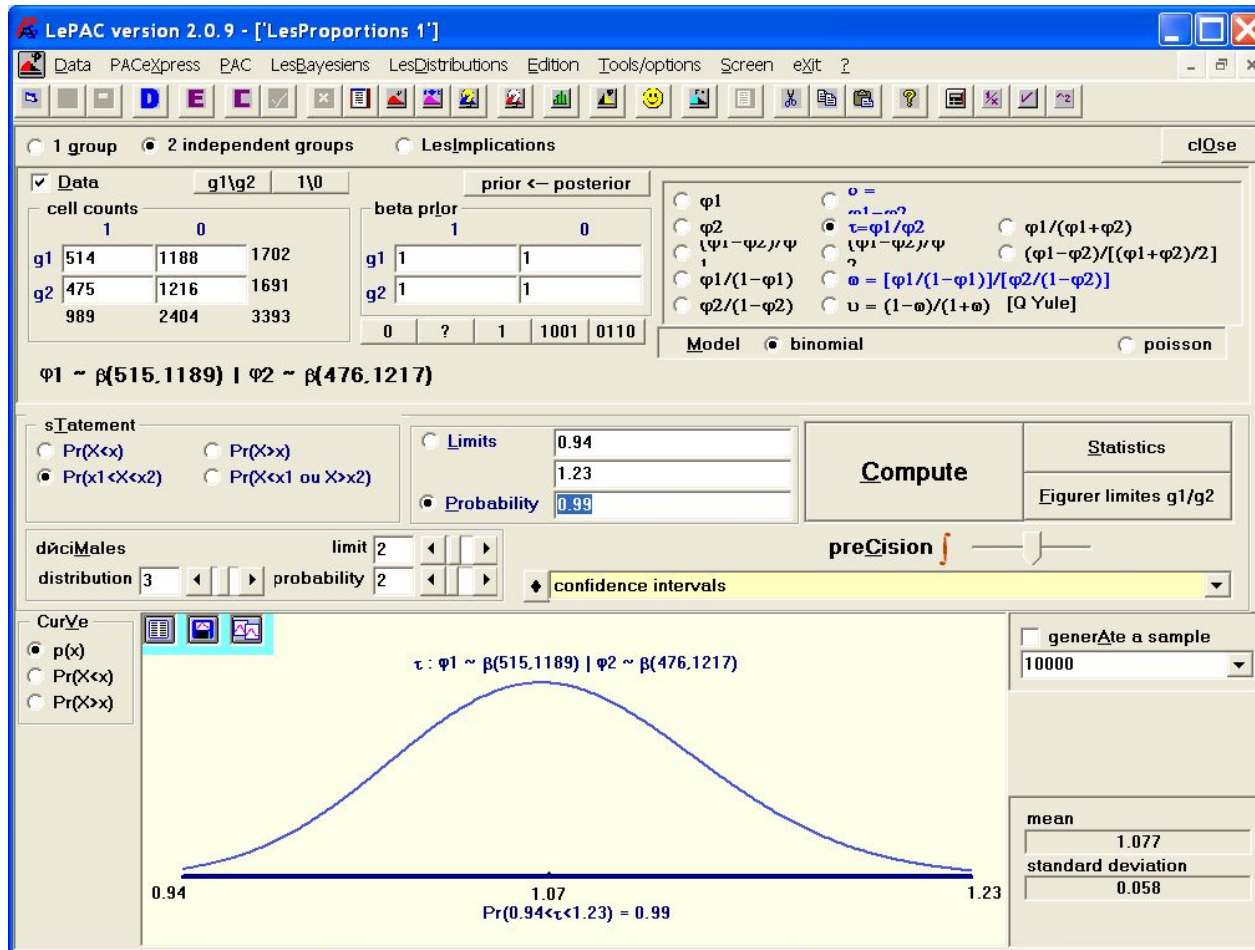
Основной вывод: Молитва, скорее всего, не влияет на смертность при сепсисе.

Что такое отношение рисков, RR ?

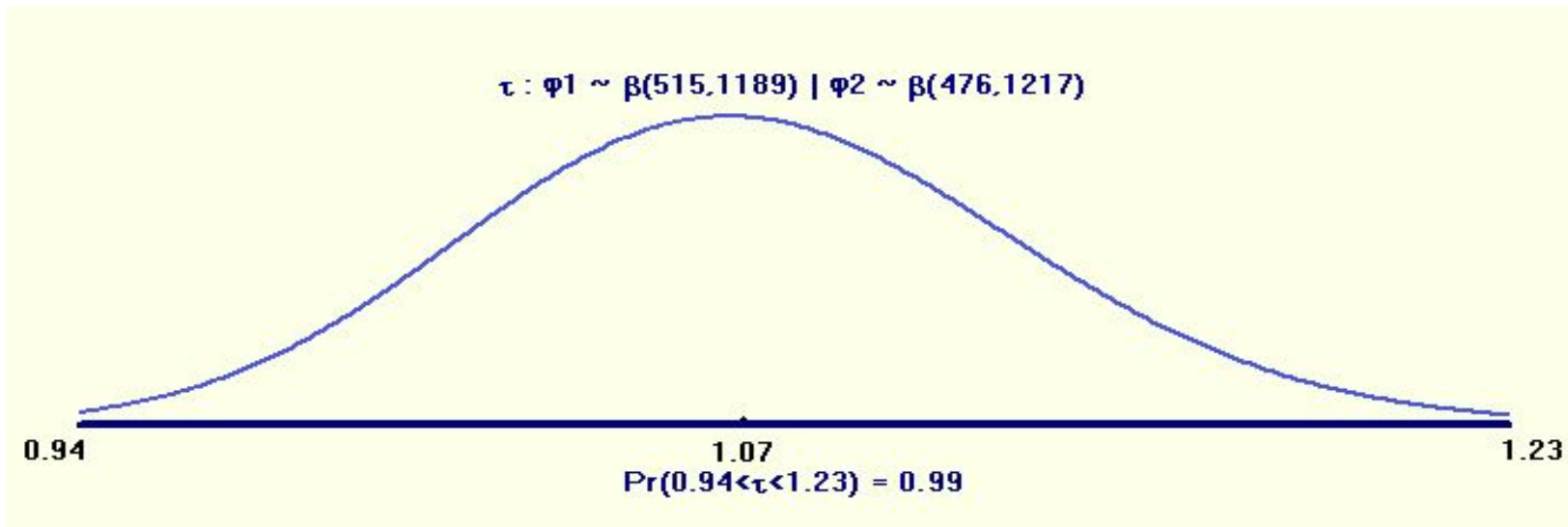
- Это есть отношение двух условных вероятностей (долей), например, доли скончавшихся в контрольной группе φ_1 к доле скончавшихся в опытной группе φ_2 :

- $RR = \varphi_1 / \varphi_2$

Оценка отношения долей (рисков), *RR*



Оценка отношения долей (рисков), RR

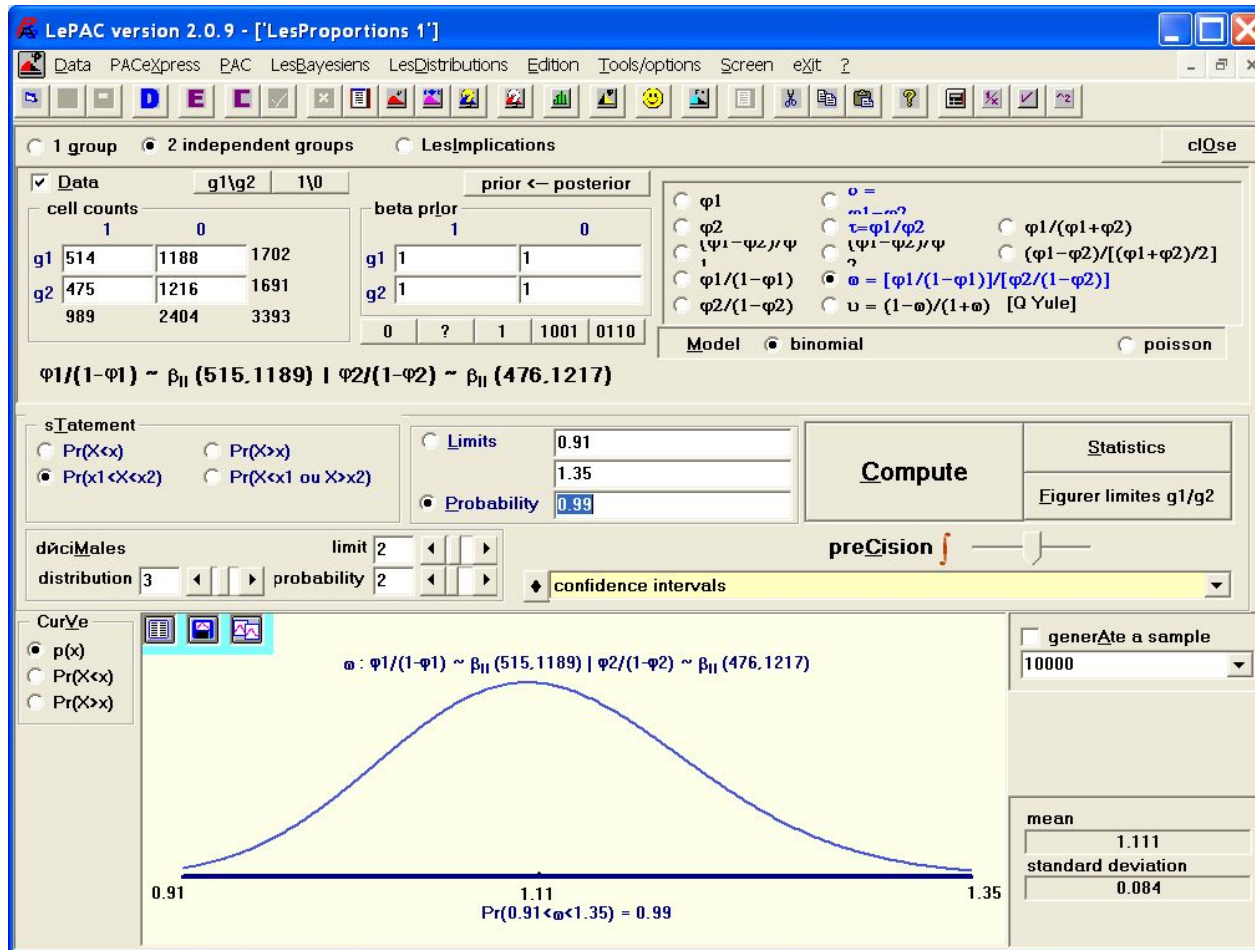


Когда доли равны, то их отношение равно единице: $RR = \phi_1 / \phi_2 = 1$.
Полученный 99%-й ДИ для отношения долей накрывает значение $RR = 1$.
Это дает нам основание утверждать, что, скорее всего, истинное значение RR статистически (на уровне значимости $\alpha = 0,01$) не отличается от 1 и что, соответственно, первая и вторая доли статистически равны.
Основной вывод тот же: Молитва, скорее всего, не влияет на смертность при сепсисе.

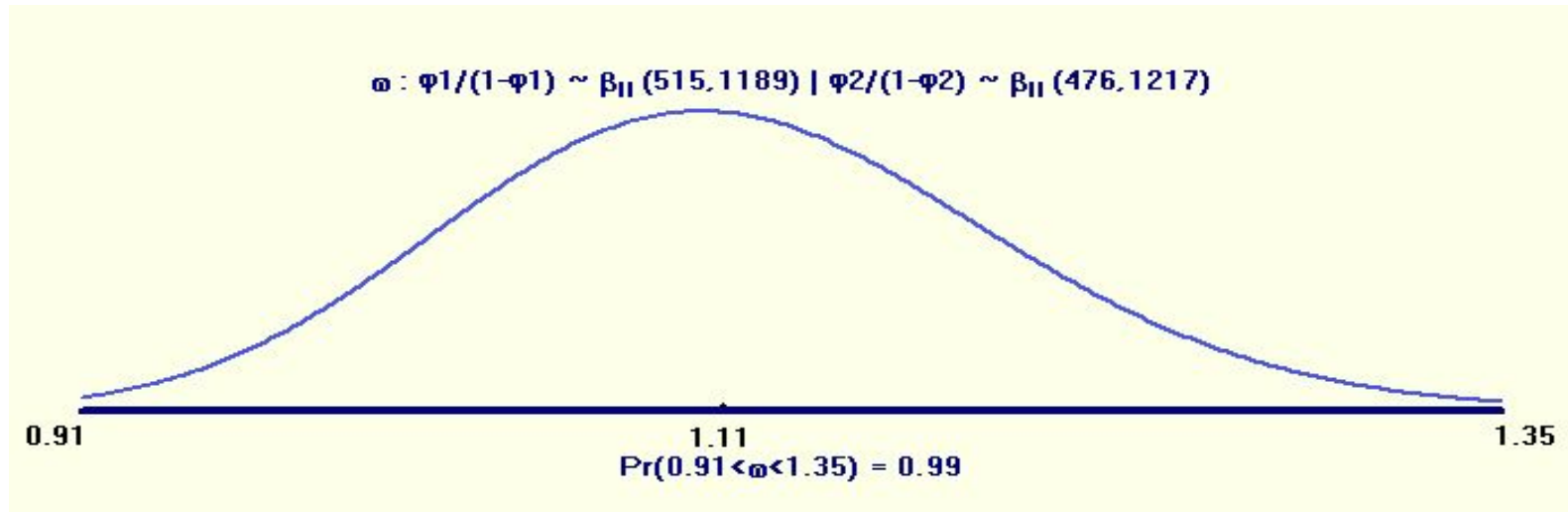
Что такое «отношение шансов», *OR*?

- Это трехэтажное отношение:
- 1. Вероятность есть отношение количества исходов k , благоприятствующих данному событию (A) к общему количеству исходов N :
 - $P(A) = k / N$
- 2. Шансы (Odds) суть ставки за и против, т. е. отношение вероятности данного события $P(A)$ к вероятности противоположного события $P(\text{non}A) = 1 - P(A)$:
 - $\text{Odds} = P(A) : [1 - P(A)] = k / (N - k)$
- 3. Отношение шансов (*OR* – Odds Ratio) есть отношение шансов за и против события A к шансам за и против события B :
 - $OR = \{P(A) / [1 - P(A)]\} : \{P(B) / [1 - P(B)]\}$

Оценка отношения шансов, OR



Оценка отношения шансов, *OR*



Когда доли равны, то отношение шансов равно единице:
 $OR = [\phi_1 / (1 - \phi_1)] : [\phi_2 / (1 - \phi_2)] = 1$. Полученный 99%-й ДИ для отношения шансов покрывает значение $OR = 1$.

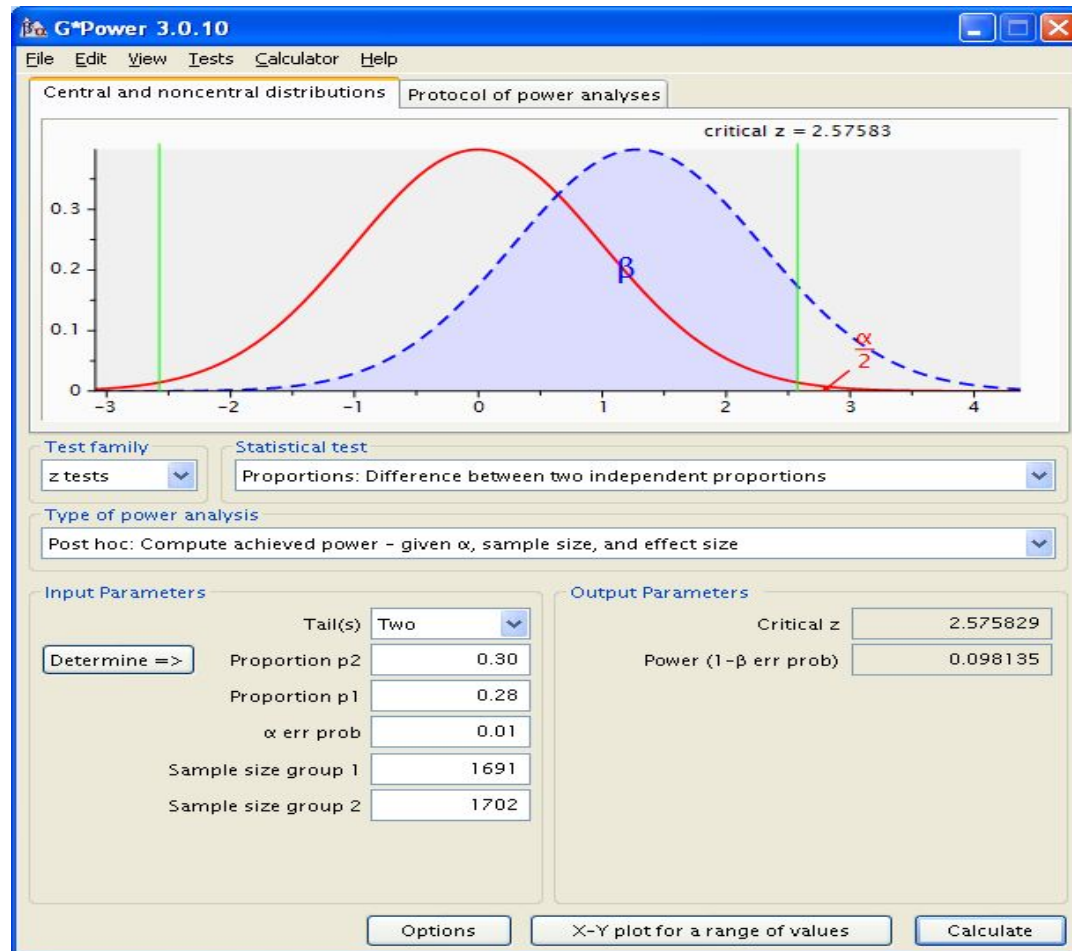
Это дает нам основание утверждать, что, скорее всего, истинное значение OR статистически (на уровне значимости $\alpha = 0,01$) не отличается от 1 и что, соответственно, первая и вторая доли статистически равны.

Основной вывод тот же: Молитва, скорее всего, не влияет на смертность при сепсисе.

Результаты

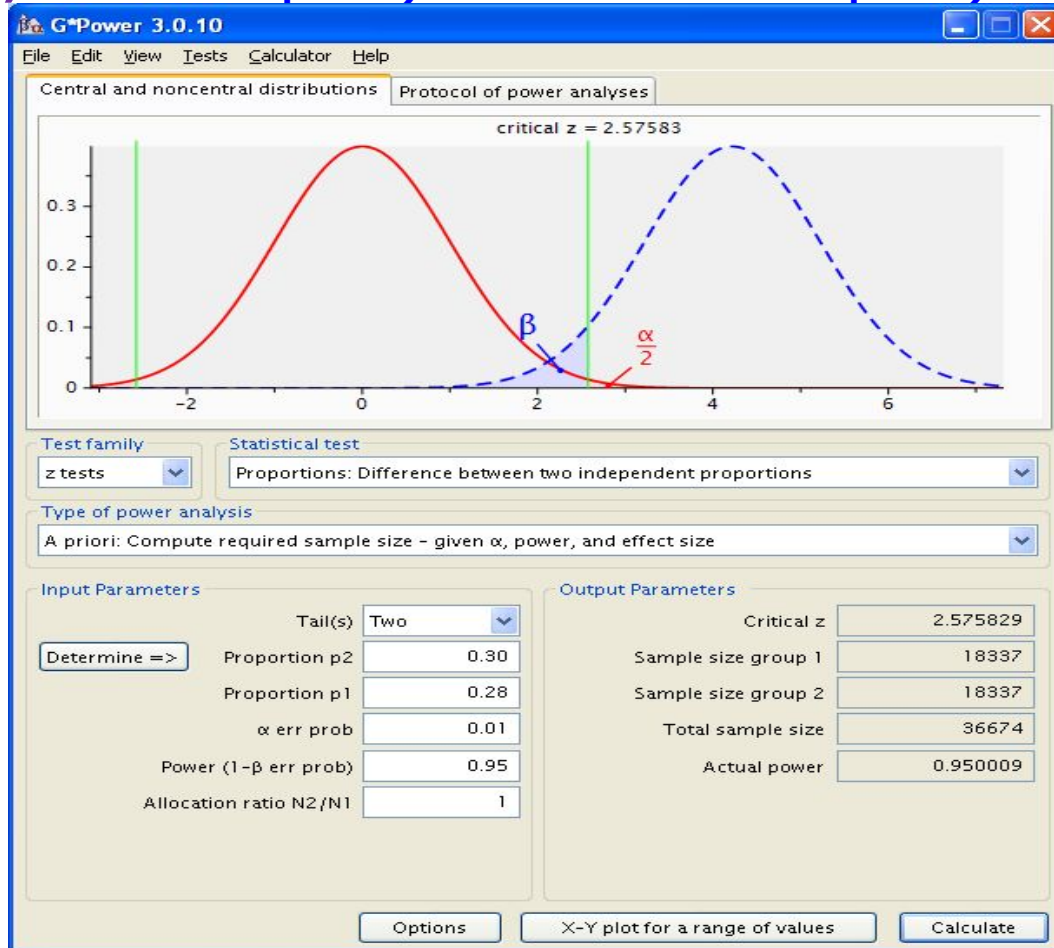
- Смертность в опытной группе была примерно на 2% ниже, чем в контрольной, однако наблюдаемое различие между долями $\varphi_1 - \varphi_2$ является статистически незначимым.
- $\varphi_1 = {}_{0,27}^{0,30}_{0,32}$
- $\varphi_2 = {}_{0,25}^{0,28}_{0,31}$
- $RD = \varphi_1 - \varphi_2 = {}_{-0,019}^{0,021}_{0,061}$
- $RR = \varphi_1 / \varphi_2 = {}_{0,94}^{1,07}_{1,23}$
- $OR = [\varphi_1(1 - \varphi_1)] / [\varphi_2(1 - \varphi_2)] = {}_{0,91}^{1,11}_{1,35}$

Оценка (*post hoc*) достигнутой мощности критерия при уровне значимости $\alpha = 0,01$: $(1 - \beta) = 0,098$



Оценка (*a priori*) минимально необходимых объемов выборок при уровне значимости $\alpha = 0,01$ и МОЩНОСТИ

$$(1 - \beta) = 0,95: n_1 = n_2 = 18\,337; N = n_1 + n_2 = 36\,674$$



КПВ –

количество подлежащих воздействию

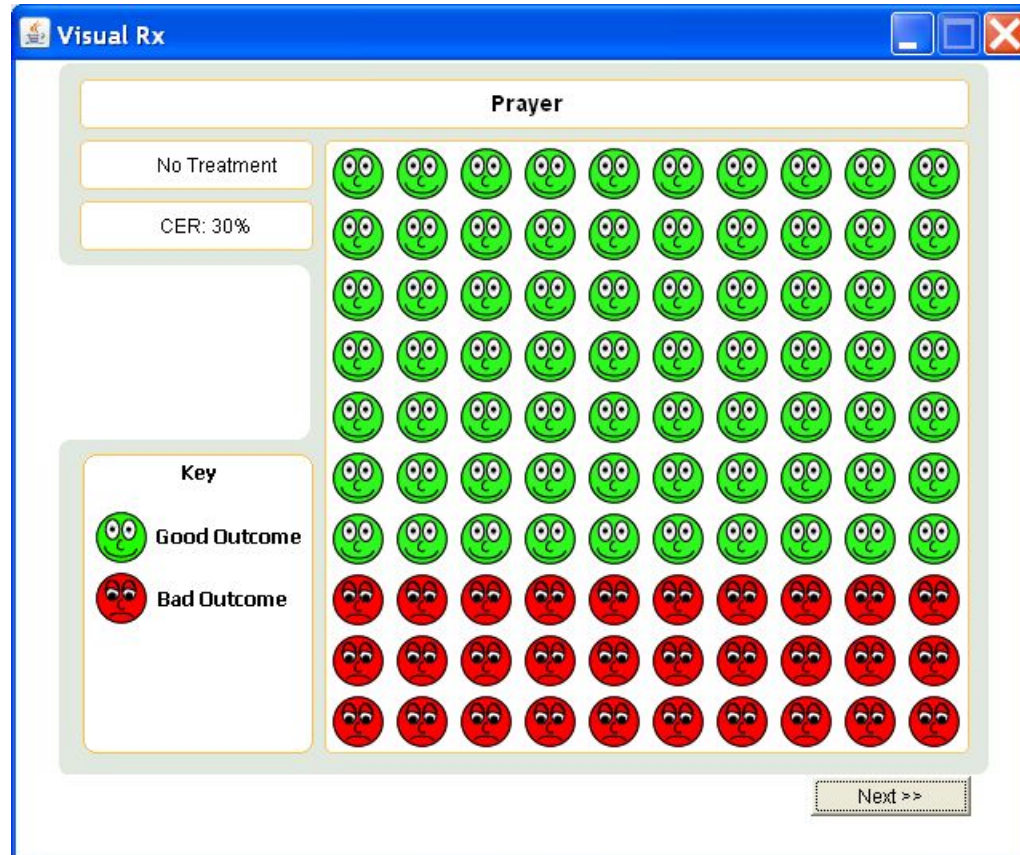
- NNT – Number Needed to Treat
- Среднее количество пациентов, которых надо подвергнуть (данному) воздействию, дабы предотвратить один неблагоприятный исход
- (или получить один дополнительный благоприятный исход)
- по сравнению с контрольной группой (без данного воздействия).

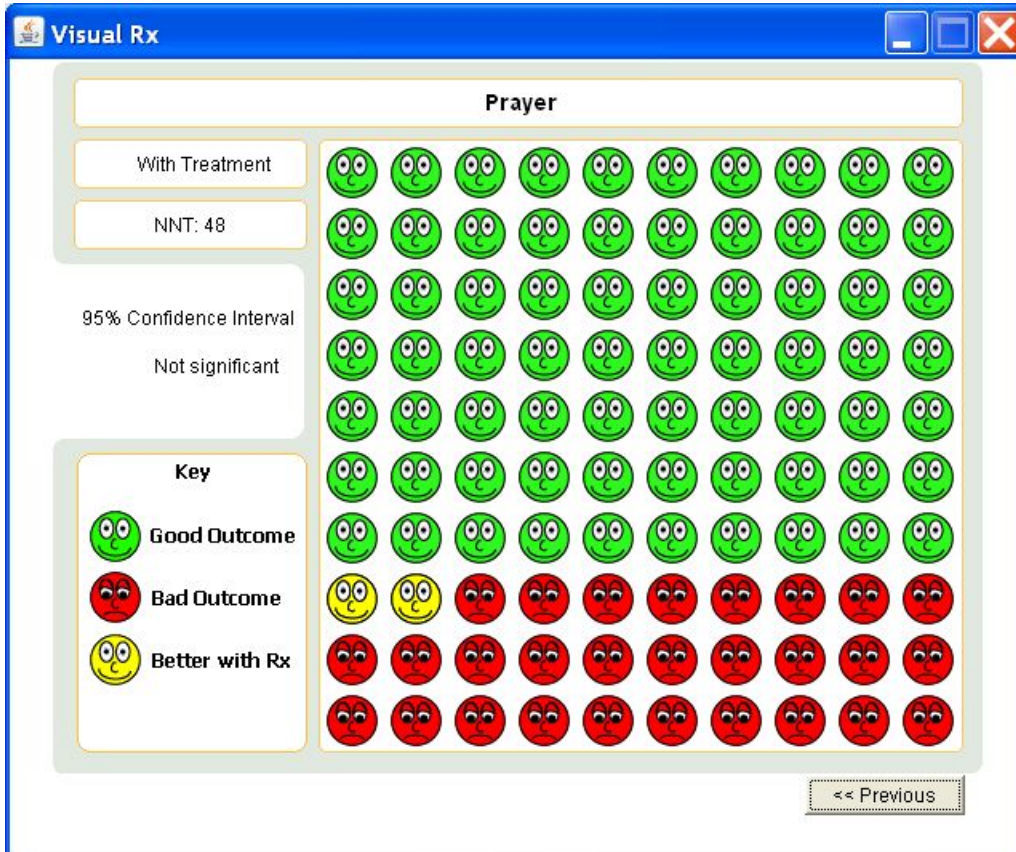
Прочувствуйте разницу

- Утверждение:
- «необходимо подвергнуть данному воздействию 50 пациентов, чтобы предотвратить один неблагоприятный исход»
- информативнее и понятнее, нежели:
- «данное воздействие снижает риск неблагоприятного исхода на 0,02

- Относительные меры эффекта OR , RR , часто приводят к впечатляющим цифрам, даже когда абсолютные эффекты воздействия (RD) оказываются малыми
- Примеры:
 - 1. $\varphi_1 = 0,6$; $\varphi_2 = 0,1$; $RR = 6$; $OR = 13,5$;
 $RD = 0,5$; $NNT = 2$
 - 2. $\varphi_1 = 0,06$; $\varphi_2 = 0,01$; $RR = 6$; $OR = 110,06$; **Но** $RD = 0,05$ и $NNT = 20$

Visual Rx <http://www.nntononline.net/visualrx/>

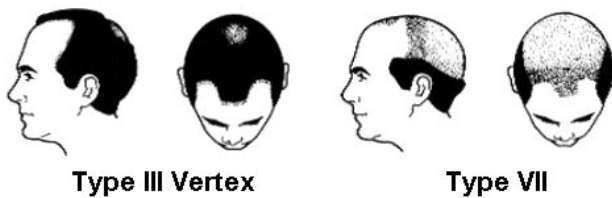
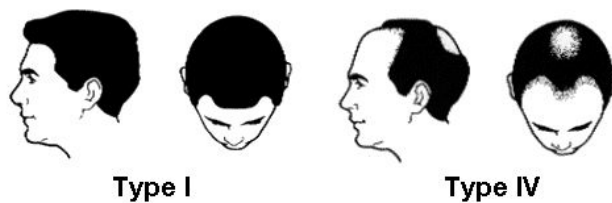




Алопеция (облысение) и ИБС

- Алопе́ция (лысость, от др. греч. ἀλωπτεκία через лат. *alopesia* — облысение, плешивость) — патологическое выпадение волос, приводящее к их поредению или полному исчезновению в определенных областях головы или туловища.
- К наиболее распространенным видам алопеции относится андрогенетическая (androgenetic), диффузная или симптоматическая (effluviums), очаговая или гнездная (areata), рубцовая (scarring)

Градации облысения по Норвуду



Lotufo P.A.

**Male Pattern Baldness and Coronary Heart Disease: The
Physician's Health Study**

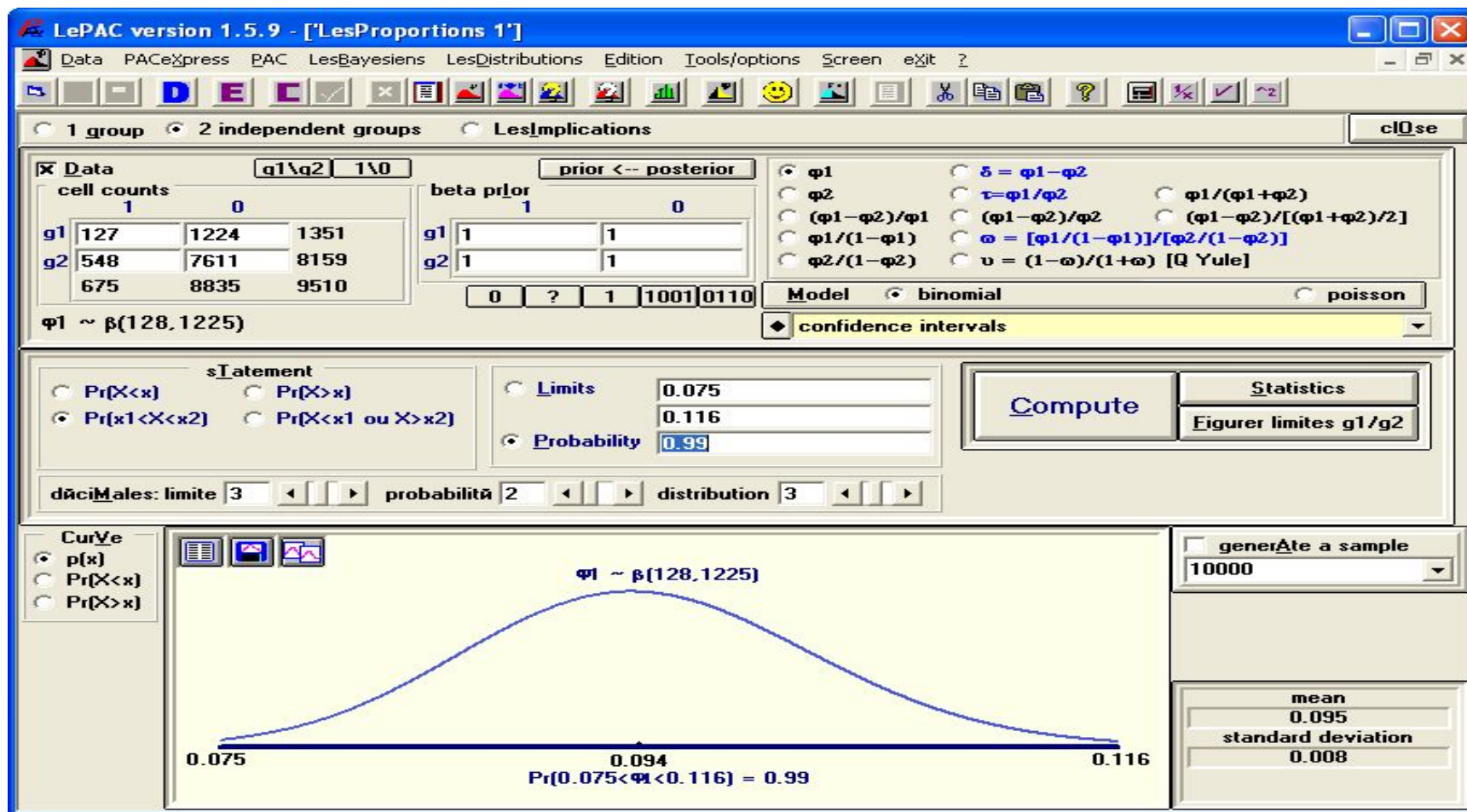
Archives of Internal Medicine 2000;160(165-171)

Период наблюдения: 11 лет

		ИБС		Всего
		есть	нет	
Алопеция	есть	127 (9,4%)	1224	1351
	нет	548 (6,7%)	7611	8159
Всего		675	8835	9510
Проверка независимости (однородности)		$P_{\text{val}} = 0,00058$		
		$BF_{01} = 0,053$		
		$BF_{10} = 18,9$		

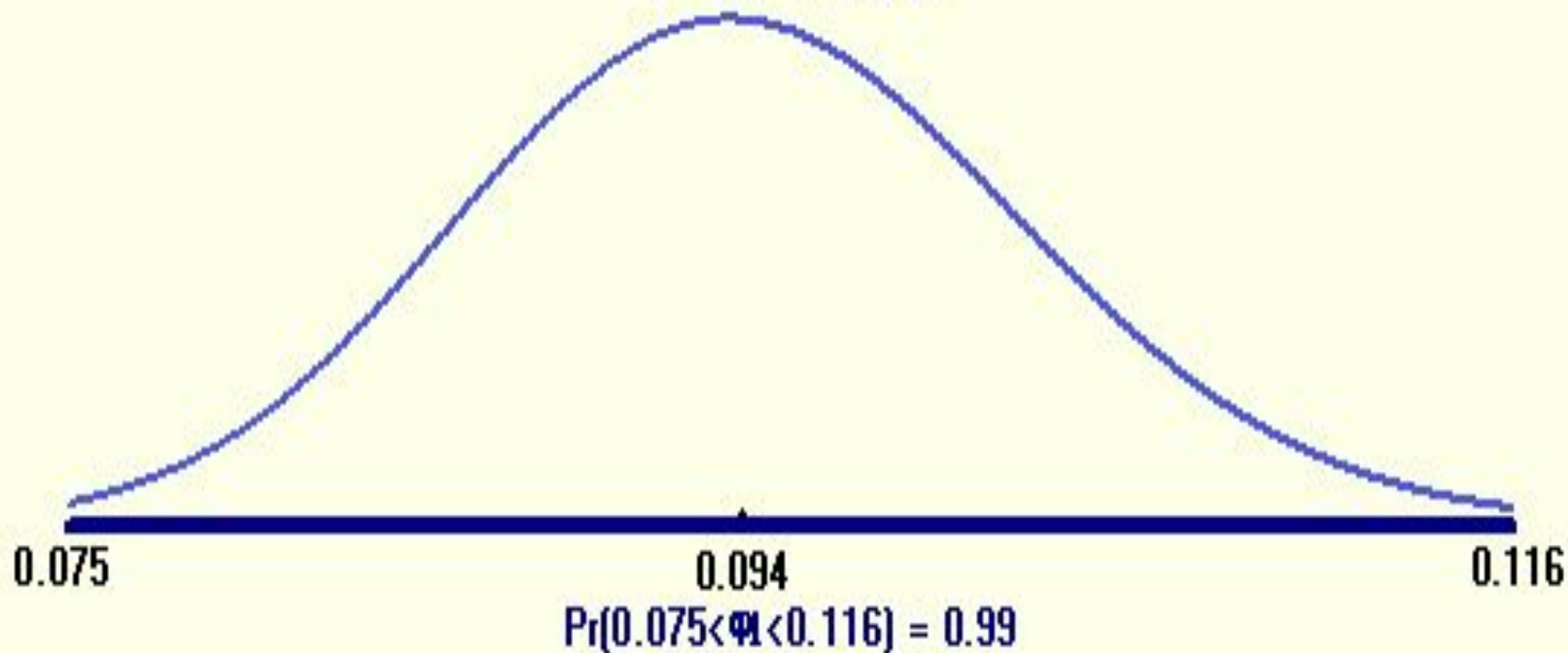
Связь между алопецией и развитием ИБС статистически высоко значима ($P_{\text{val}} = 0,00058 \approx 6 \cdot 10^{-4}$).

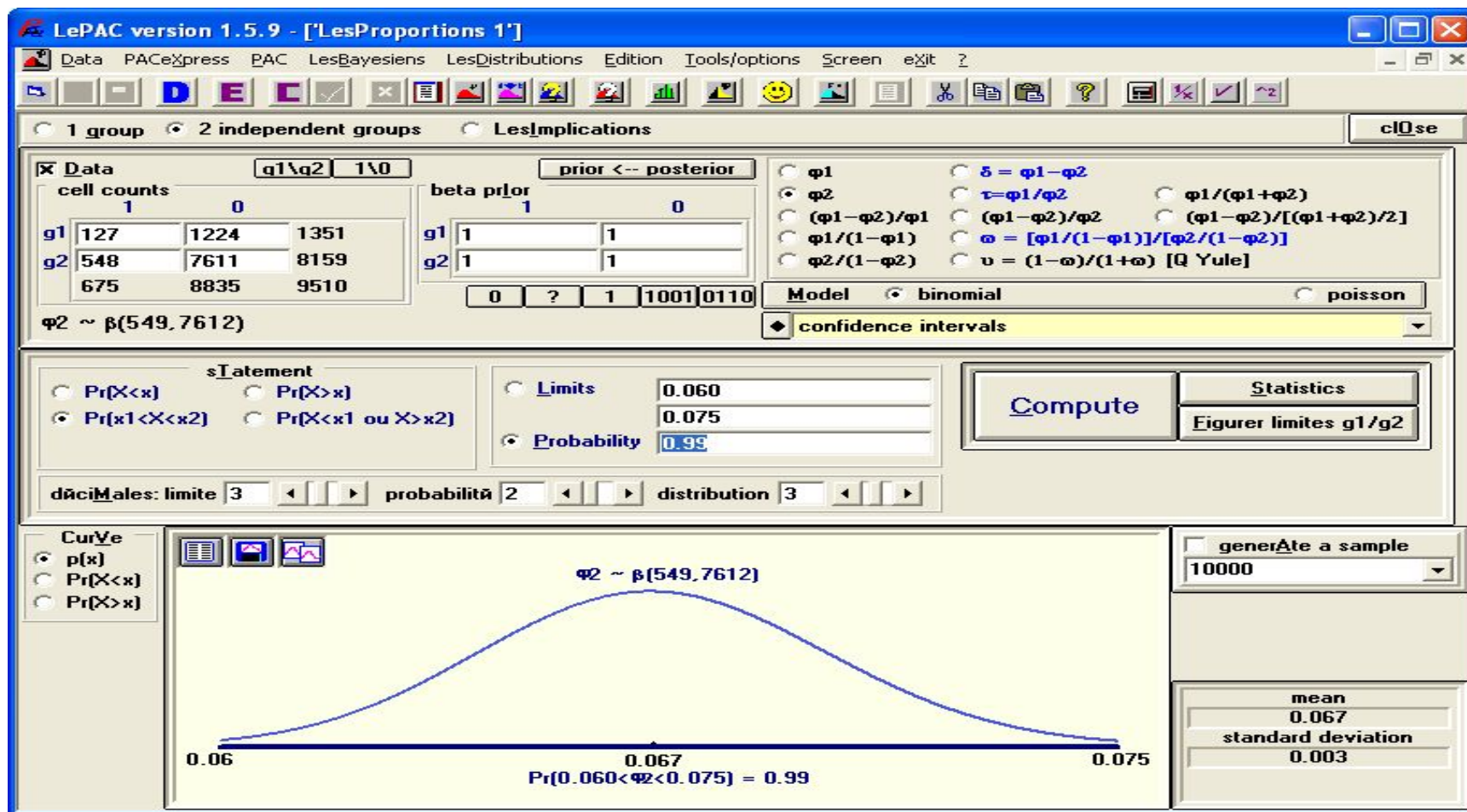
Примерно в 19 раз более правдоподобно получить такие данные, когда эта связь действительно есть, чем когда ее нет.



Доля больных ИБС среди облывсевших

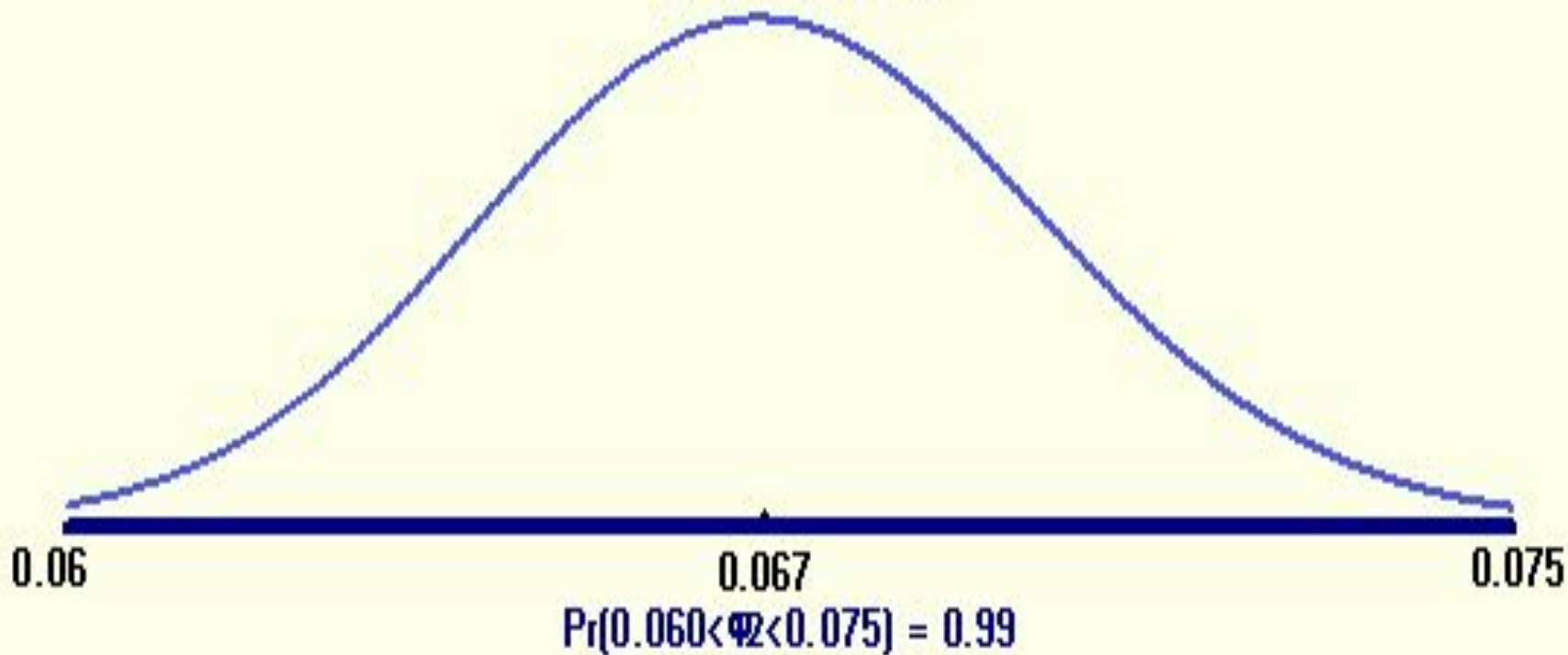
$$\varphi \sim \beta(128, 1225)$$

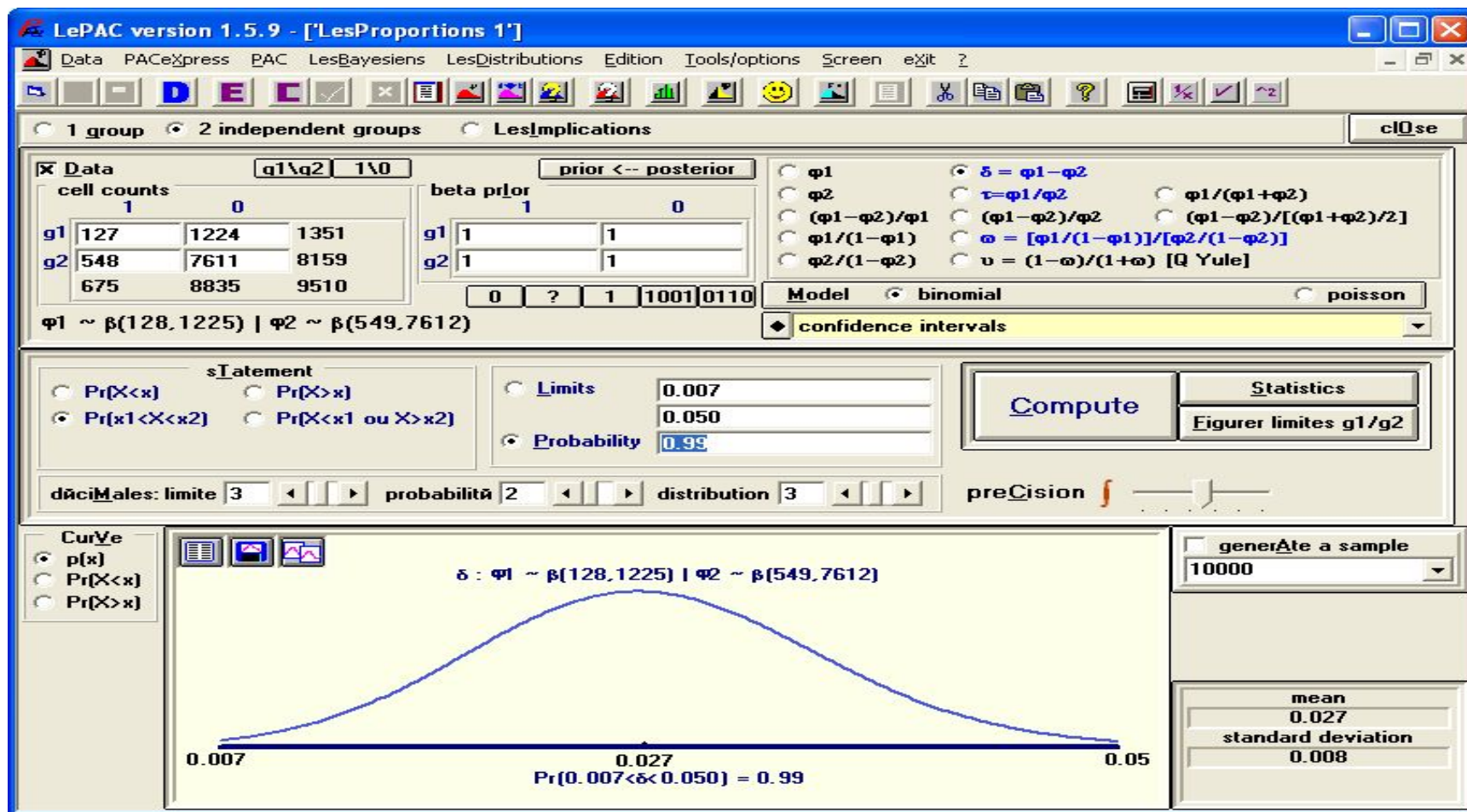




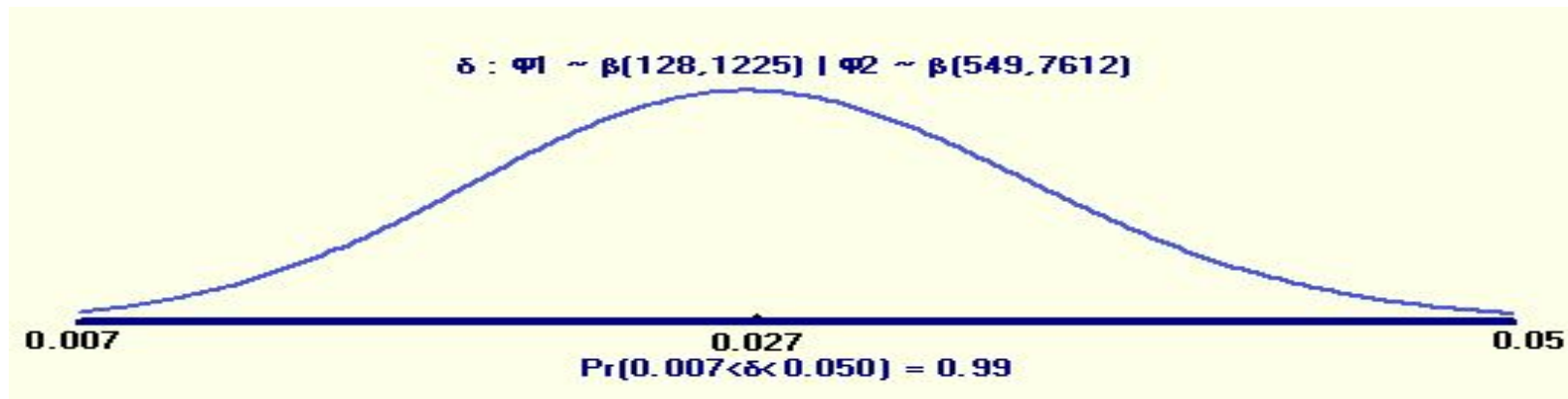
Доля больных ИБС среди не облысевших

$$\varphi_2 \sim \beta(549, 7612)$$





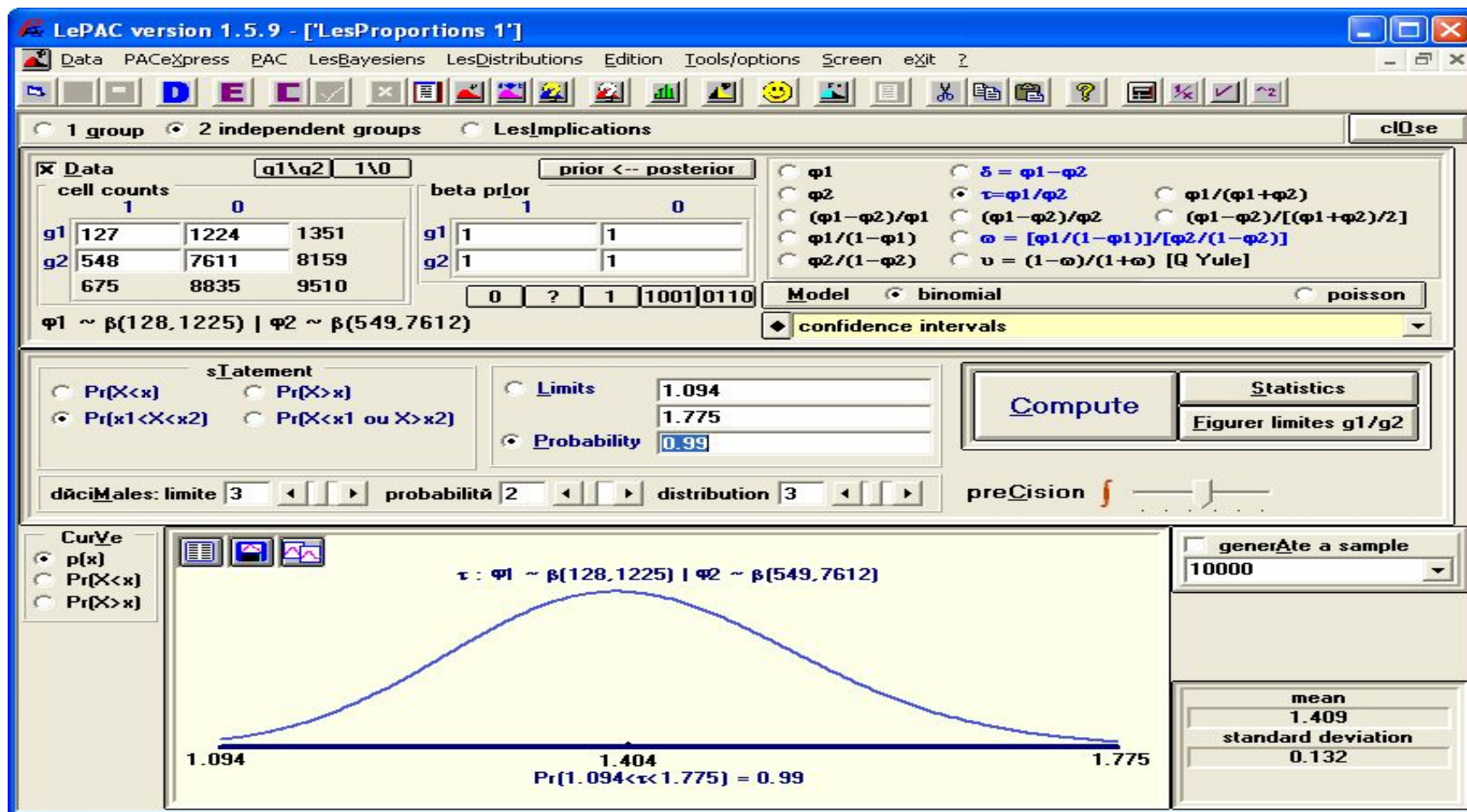
Разность долей (рисков), RD



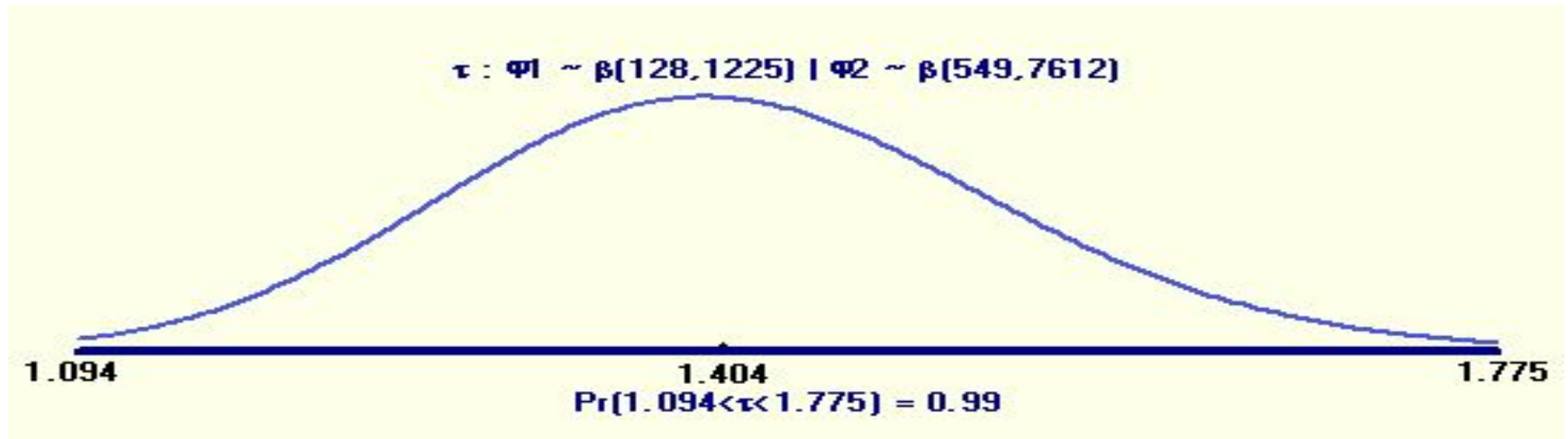
Когда доли равны, то их разность равна нулю: $RD = \varphi_1 - \varphi_2 = 0$.
Полученный 99%-й ДИ для разности долей не покрывает значение $RD = 0$.

Это дает нам основание утверждать, что, скорее всего, истинное (оцениваемое этим интервалом) значение RD **статистически значимо** отличается от нуля, т.е. первая и вторая доли статистически различаются (на уровне значимости $\alpha = 1 - 0,99 = 0,01$).

Основной вывод: между алопецией и ИБС, скорее всего, имеется взаимозависимость.

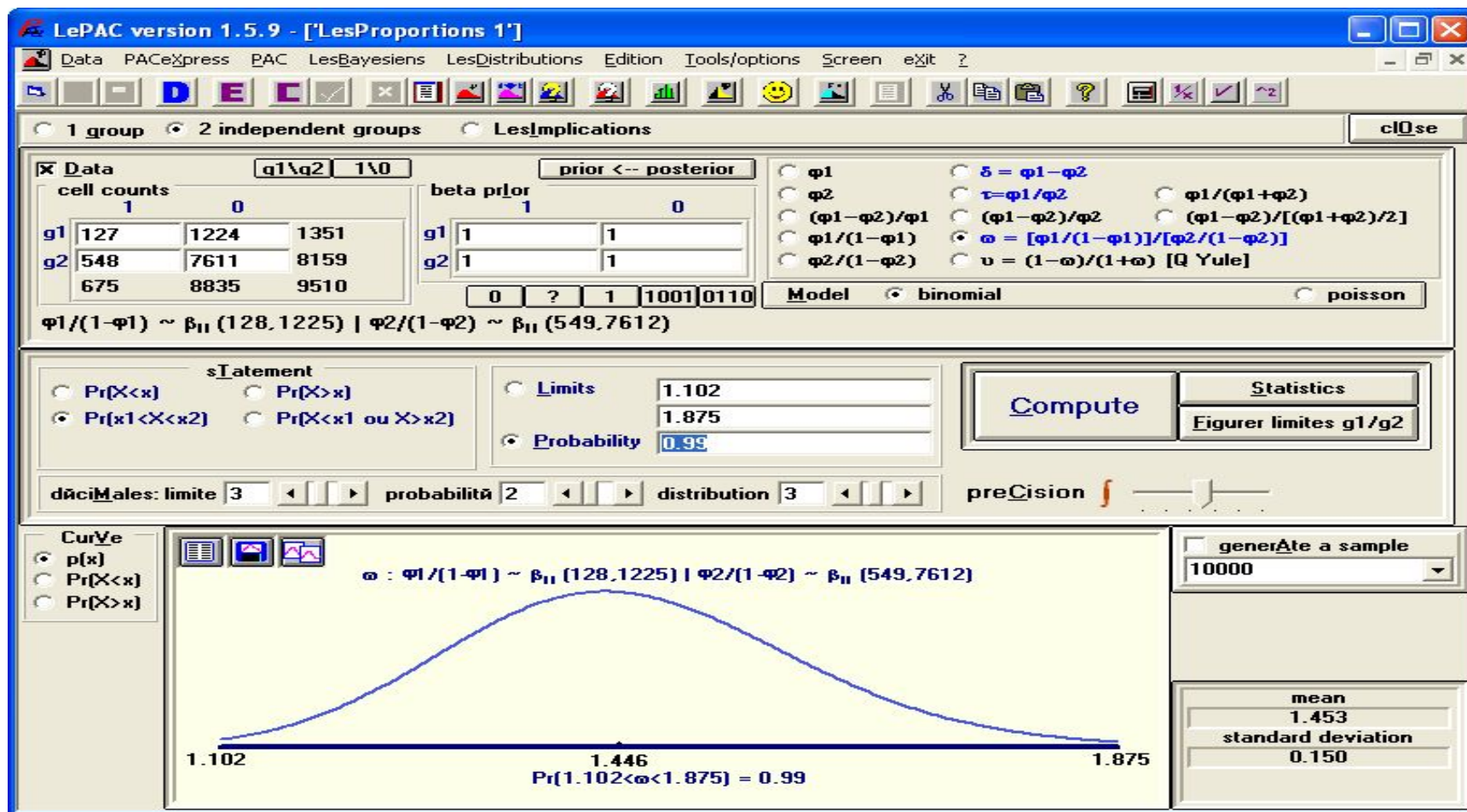


Отношение рисков (RR)

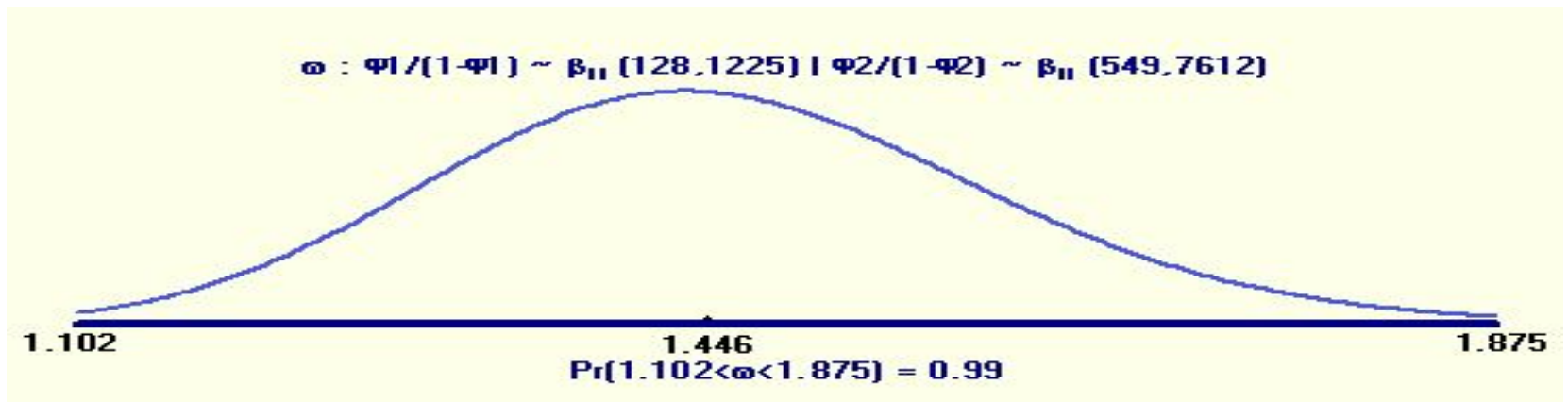


Когда доли равны, то их отношение равно единице: $RR = \varphi_1 / \varphi_2 = 1$.
Полученный 99%-й ДИ для отношения долей не покрывает значение $RR = 1$.

Это дает нам основание утверждать, что, скорее всего, истинное (оцениваемое этим интервалом) значение RR **статистически значимо** (на уровне значимости $\alpha = 0,01$) отличается от 1 и что, соответственно, первая и вторая доли статистически различаются. Основной вывод тот же: между алопечией и ИБС, скорее всего, имеется взаимозависимость.



Отношение шансов (OR)

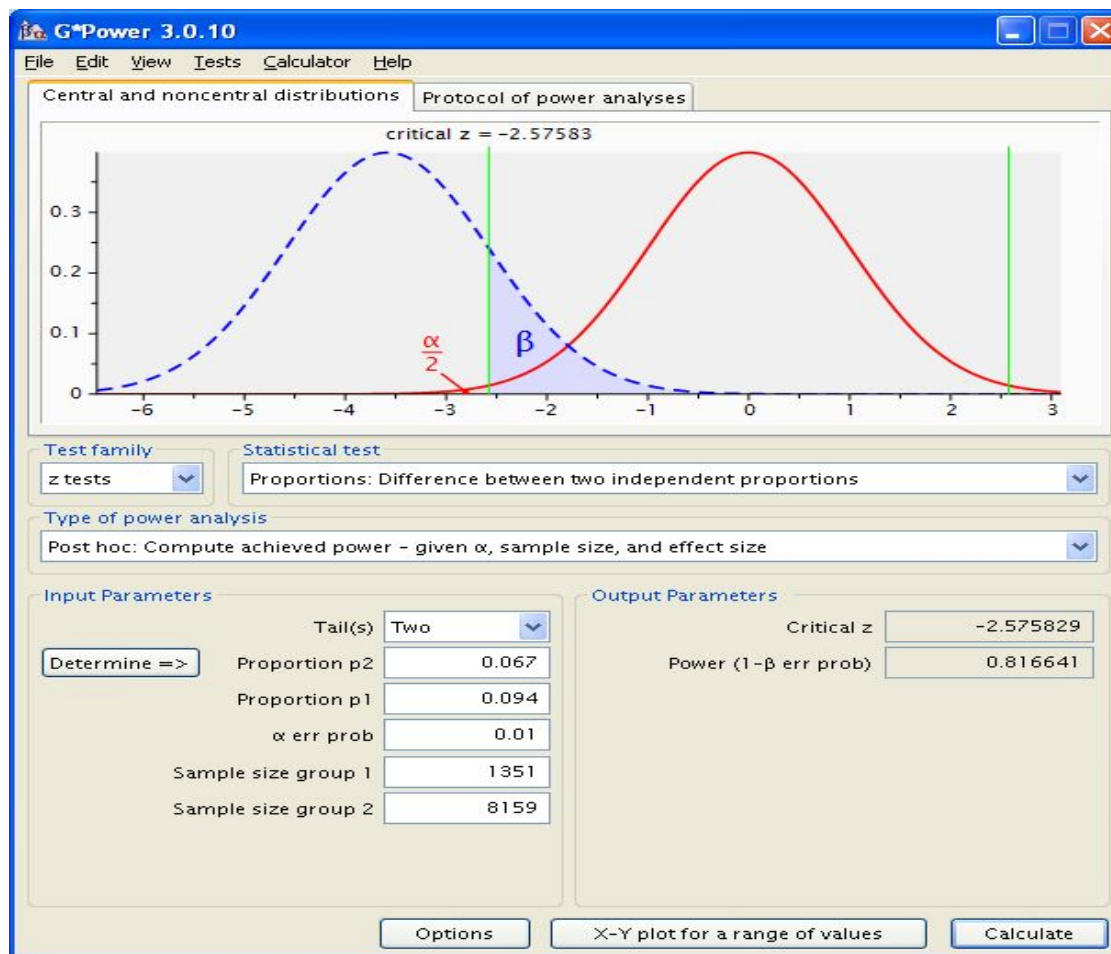


Когда доли равны, то отношение шансов равно единице:
 $OR = [\varphi_1 / (1 - \varphi_1)] : [\varphi_2 / (1 - \varphi_2)] = 1$. Полученный 99%-й ДИ для отношения долей не покрывает значение $OR = 1$.

Это дает нам основание утверждать, что, скорее всего, истинное значение **OR статистически значимо** (на уровне значимости $\alpha = 0,01$) отличается от 1 и что, соответственно, первая и вторая доли статистически различаются.

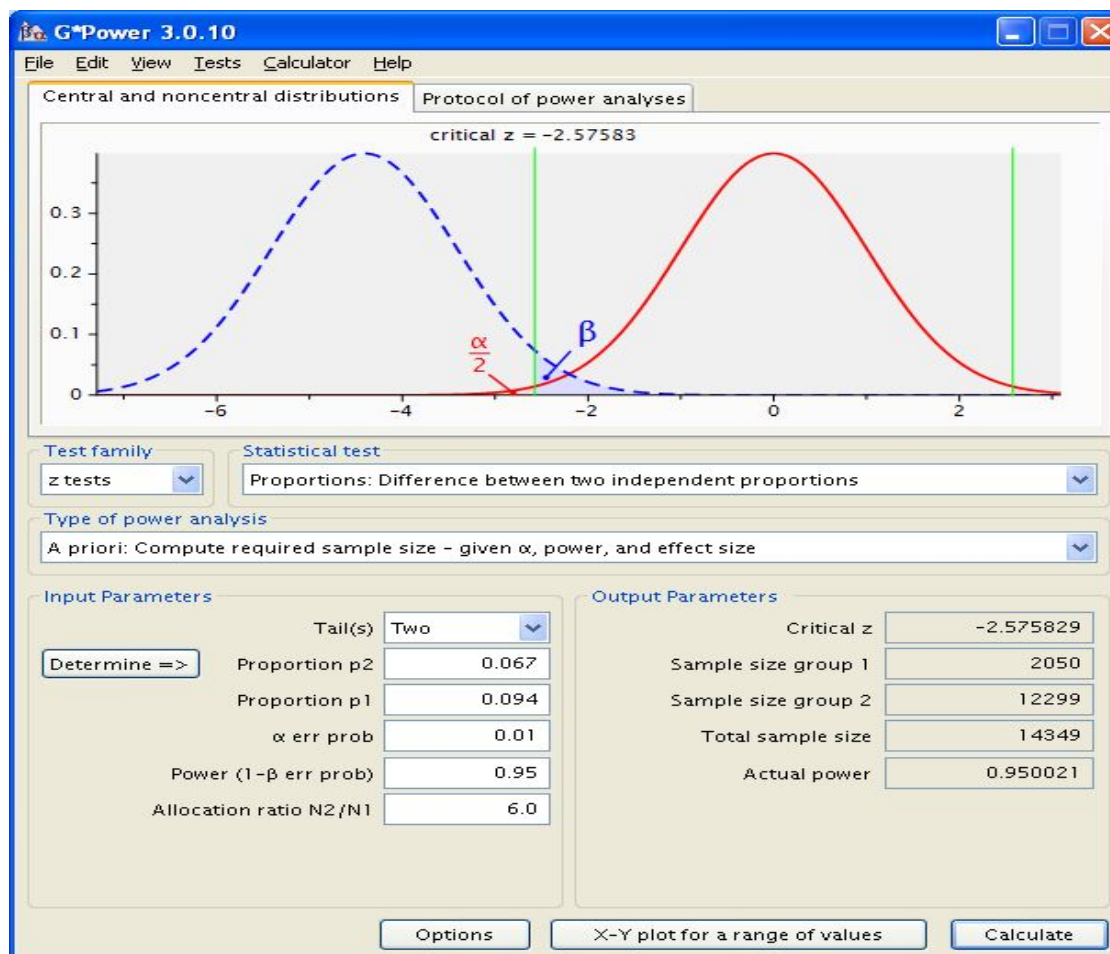
Основной вывод тот же: между алопцией и ИБС, скорее всего, имеется взаимосвязь.

Оценка (*post hoc*) достигнутой мощности критерия при $\alpha = 0,01$: $1 - \beta = 0,82$



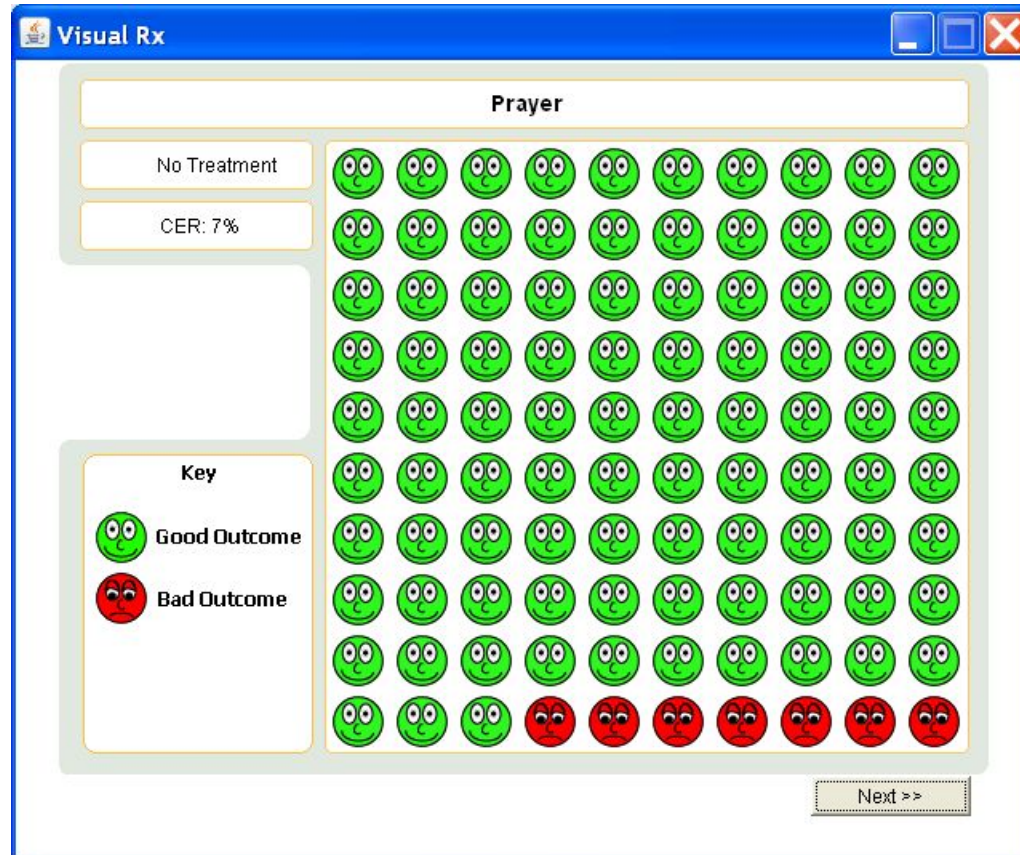
Оценка (*a priori*) минимально необходимых
объемов выборок при $\alpha = 0,01$ и $1 - \beta = 0,95$:

$$n_1 = 2\,050; n_2 = 12\,299; N = n_1 + n_2 = 14\,349$$



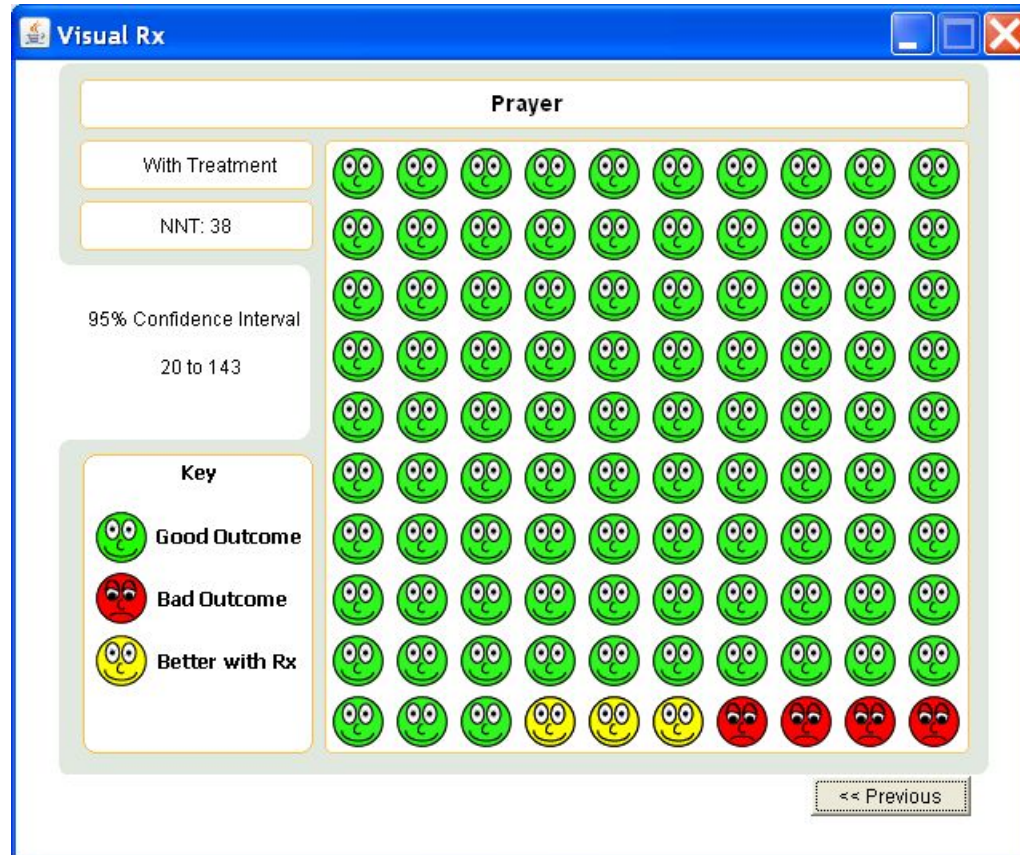
Visual Rx

<http://www.nntononline.net/>



Visual Rx

<http://www.nntonline.net/>



Словесная шкала градаций для размеров эффекта

Мера эффекта				Градация эффекта
<i>RD</i>	<i>RR</i>	<i>OR</i>	<i>NNT</i>	
0 – 0,1	1,0 – 1,2	1,0 – 1,5	∞	ничтожный
0,1 – 0,5	1,2 – 3,0	1,5 – 9,0	> 5	слабый
0,5 – 0,9	3,0 - 20	9,0 - 360	2 - 5	сильный
0,9 – 1,0	> 20	> 360	< 2	очень сильный

Корреляция и регрессия

Займемся своей фигурой и здоровьем

Roger W. Johnson

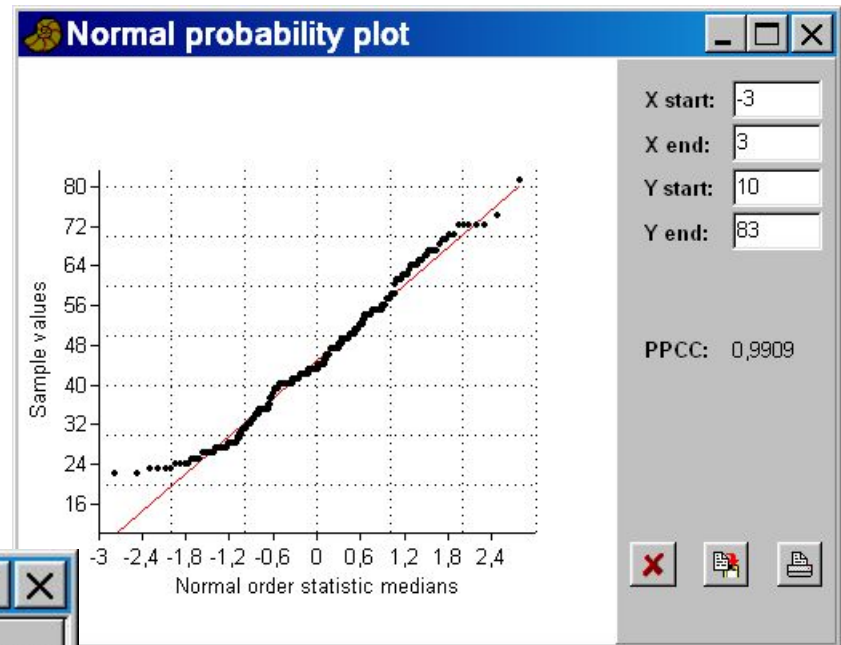
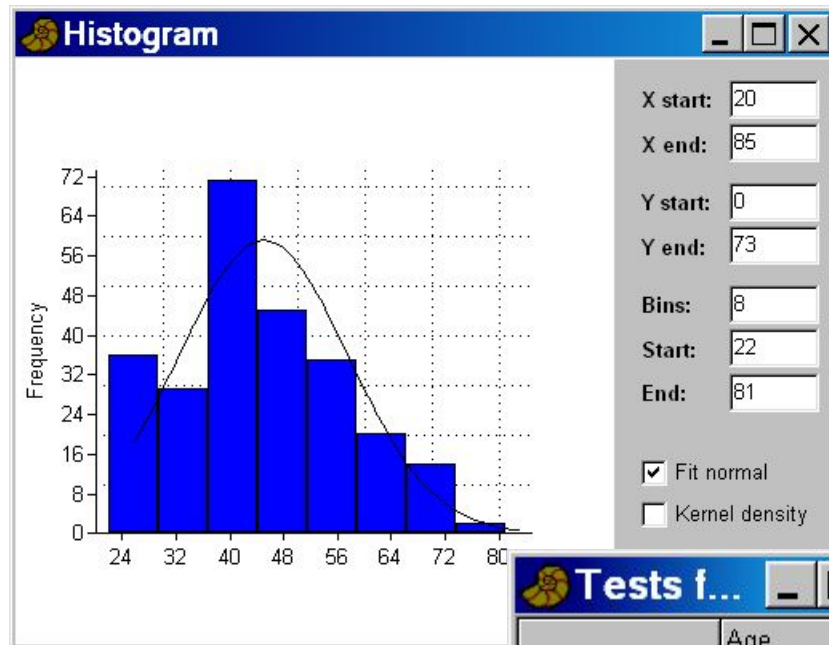
**Fitting percentage of body fat to simple body
measurements**

Journal of Statistics Education v.4, n.1 (1996)

<http://www.amstat.org/publications/jse/v4n1/datasets.johnson.html>



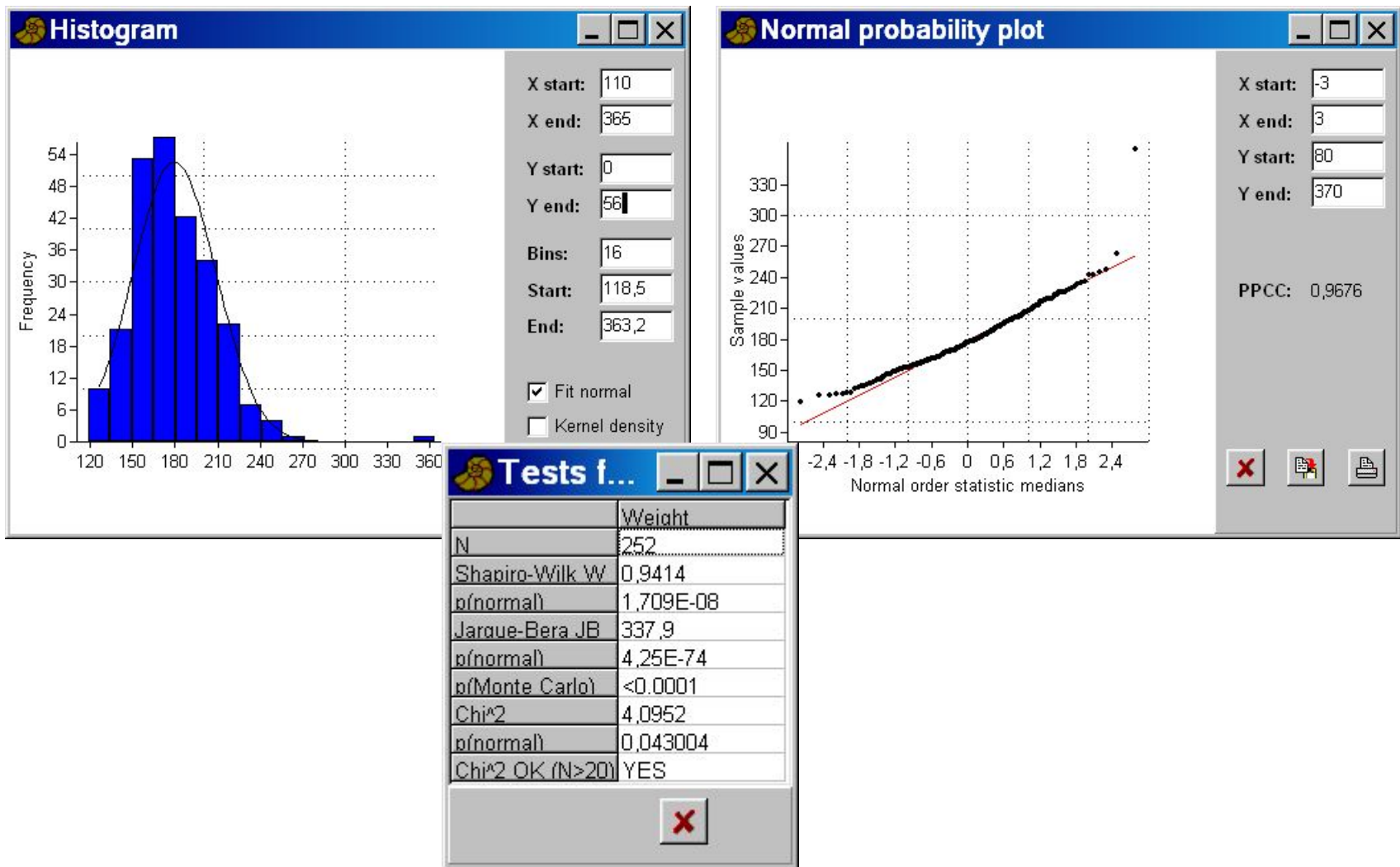
Возраст



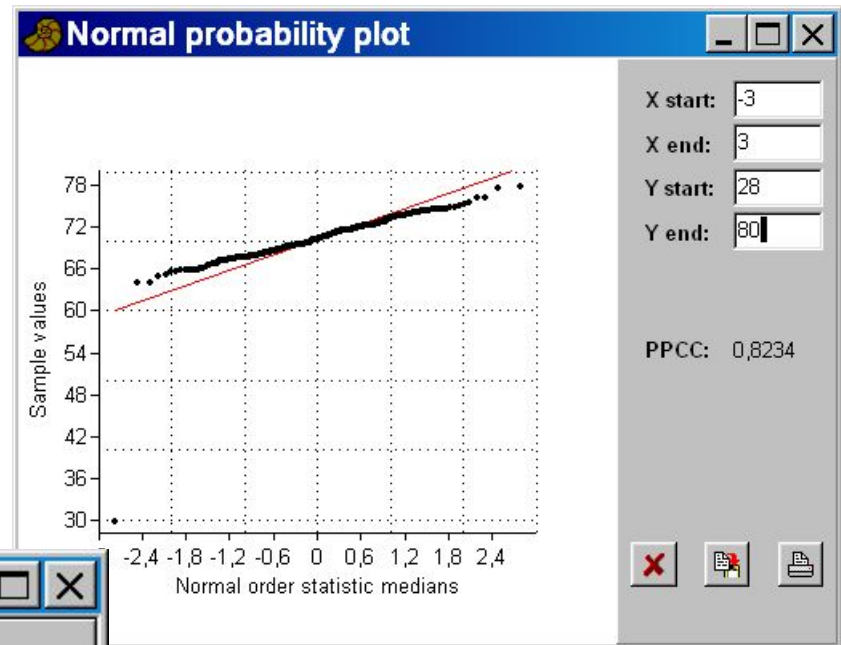
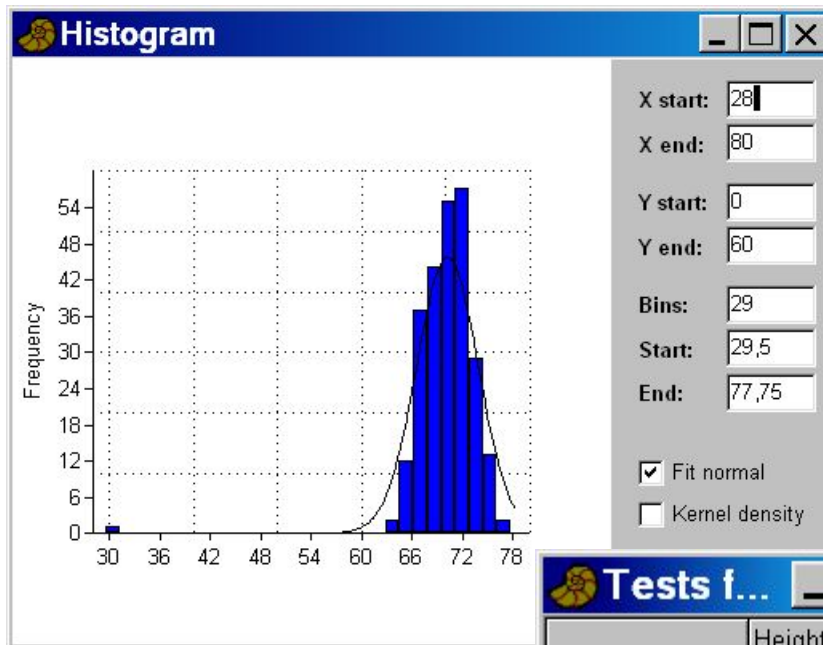
Tests f...

	Age
N	252
Shapiro-Wilk W	0,9795
p(normal)	0,001043
Jarque-Bera JB	5,295
p(normal)	0,07083
p(Monte Carlo)	0,0627
Chi²	3,4286
p(normal)	0,064078
Chi² OK (N>20)	YES

Вес, фунты (1 lbs = 0,4536 кг)



Рост, дюймы (1 inch = 2,54 см)



Tests f...

	Height
N	252
Shapiro-Wilk W	0,6916
p(normal)	3,225E-21
Jarque-Bera JB	3,695E04
p(normal)	0
p(Monte Carlo)	<0.0001
Chi^2	17,048
p(normal)	3,6454E-05
Chi^2 OK (N>20)	YES

ИМТ

- Показатель индекса массы тела предложил бельгийский социолог и статистик Адольф Кетле (*Adolphe Quetelet*) в 1869 году.
- **ИМТ - индекс массы тела**
- **BMI Body Mass Index**
 - $BMI_1 = ИМТ = W/h^2, \text{ кг/м}^2$
 - $BMI_2 = ИМТ = W^{1,2}/h^{3,3}, \text{ кг}^{1,2}/\text{м}^{3,3}$
- Abdel-Malek A. K., Mukherjee D., Roche, A. F. A method of constructing an index of obesity
- *Human Biology*, 1985. – Vol. 57. № 3. – P. 415-430.

Адо́льф Кетле́ (Ламбер Адо́льф Жак Кетеле; *Lambert-Adolph-Jacques Quetelet*; 22.02.1796, Гент - 17.02.1874 Брюссель

- Бельгийский математик, астроном, метеоролог, социолог.
- Один из родоначальников научной статистики.
- В частности он предложил индекс массы тела в 1869 году.

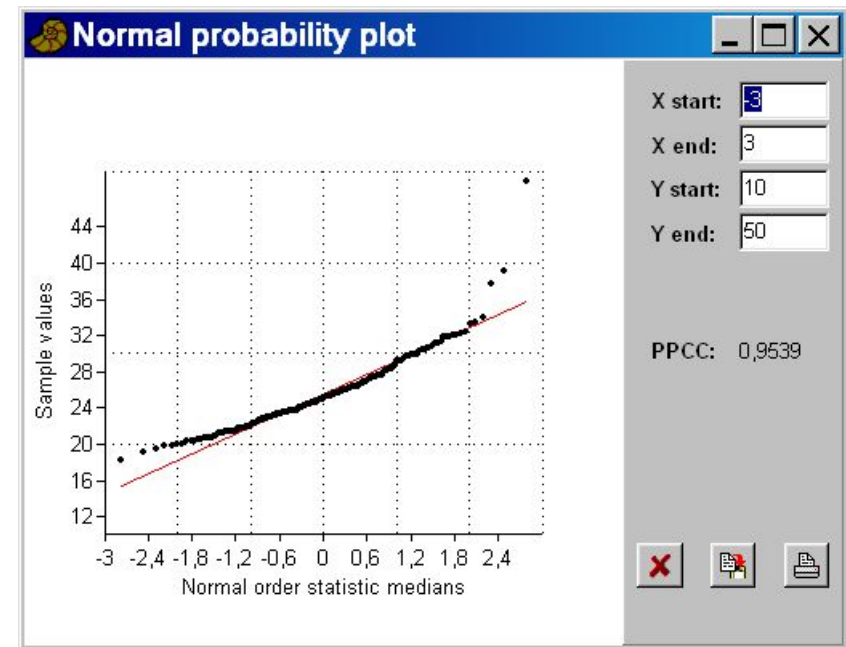
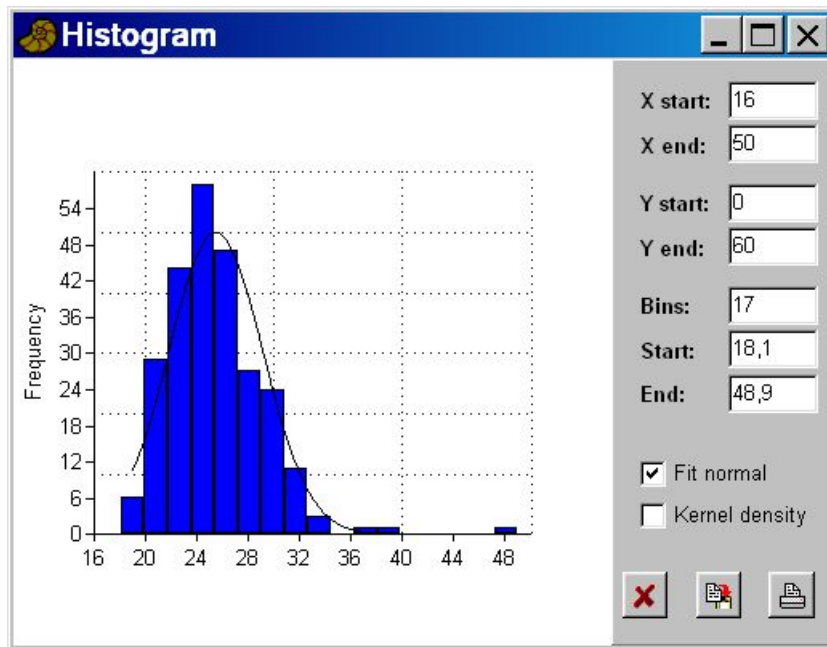


Интерпретация показателей ИМТ согласно рекомендациями ВОЗ

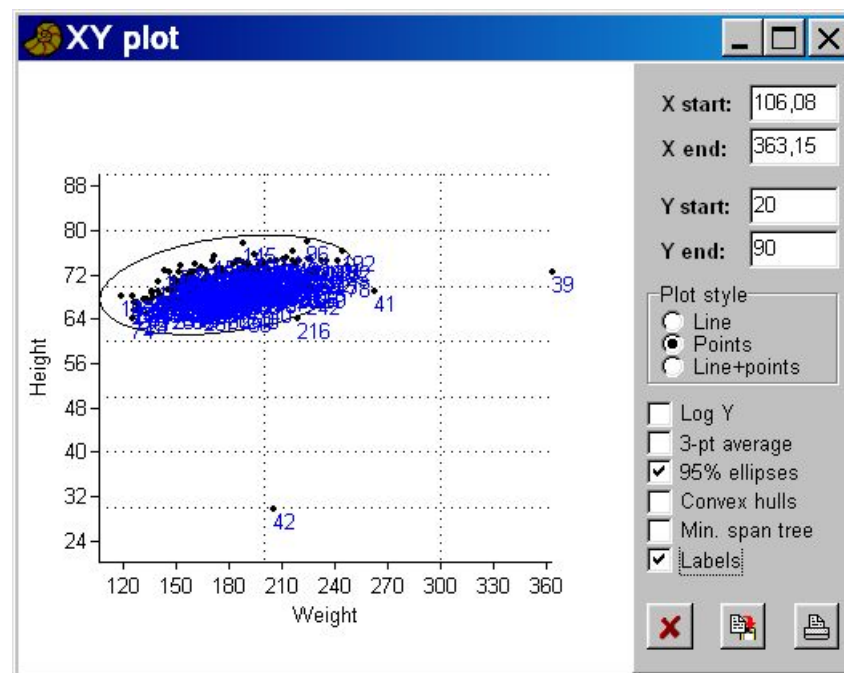
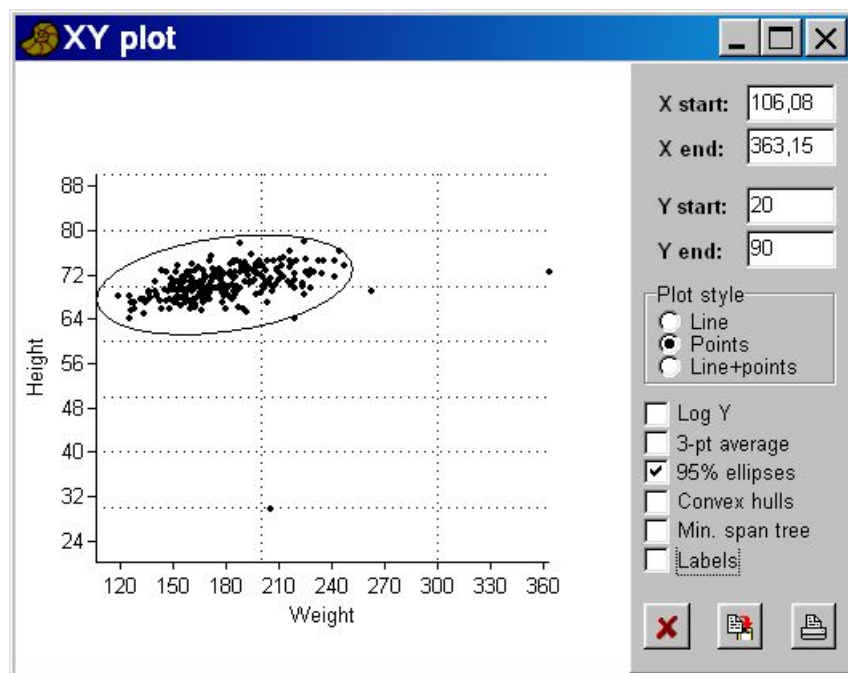
http://ru.wikipedia.org/wiki/Индекс_массы_тела

Индекс массы тела	Соответствие между массой человека и его ростом
менее 16,	Выраженный дефицит массы
16,5—18,5	Недостаточная (дефицит) масса тела
18,5—25,0	Норма
25,0— 30,0	Избыточная масса тела (предожирение)
30,0—35,0	Ожирение первой степени
35,0 —40,0	Ожирение второй степени
40 и более	Ожирение третьей степени (морбидное)

Индекс массы тела, кг/м²

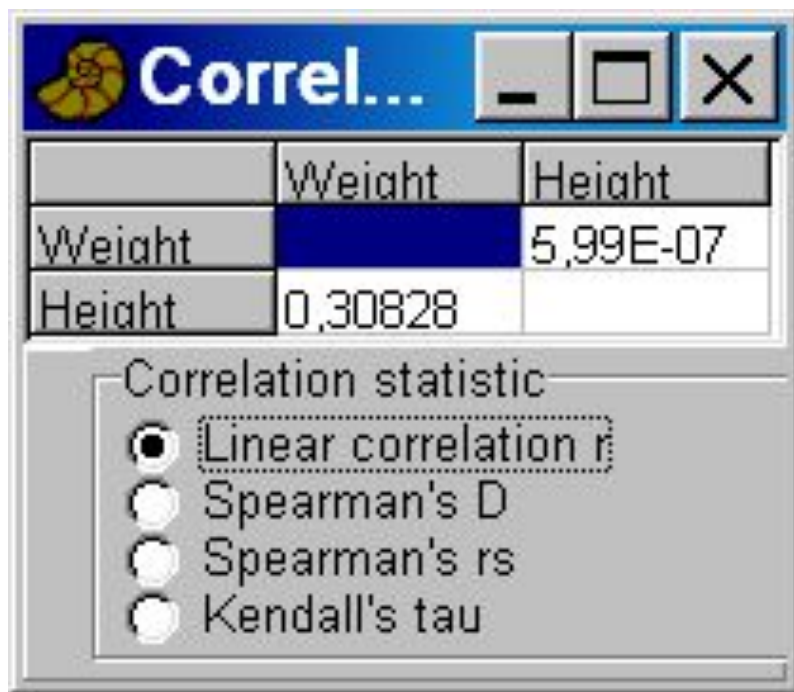


Корреляция между ростом и весом



Корреляция между ростом и весом

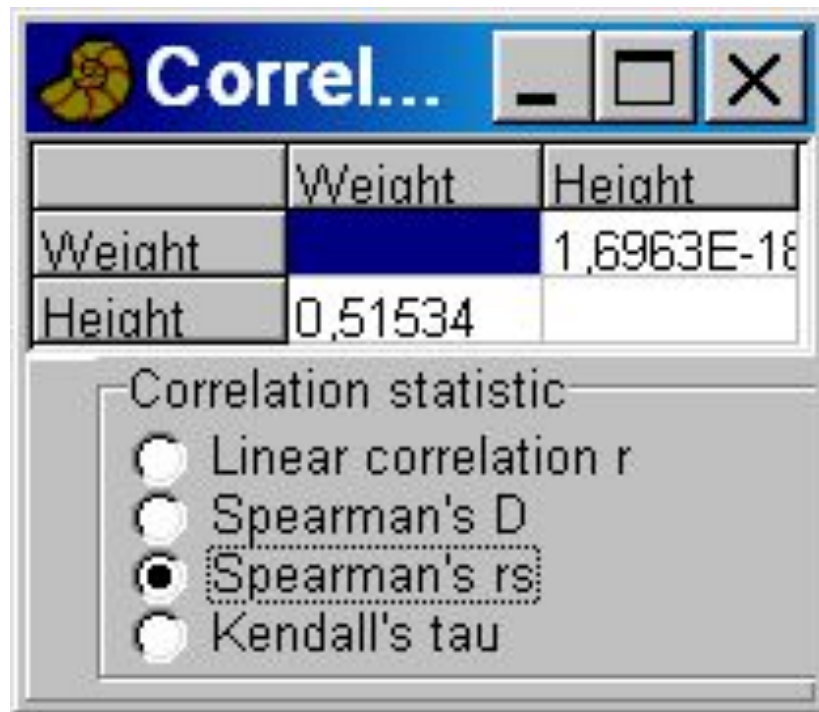
Оценка коэффициентов корреляции: r и r_s



	Weight	Height
Weight		5,99E-07
Height	0,30828	

Correlation statistic

- ☒ Linear correlation r
- ☐ Spearman's D
- ☐ Spearman's r_s
- ☐ Kendall's tau

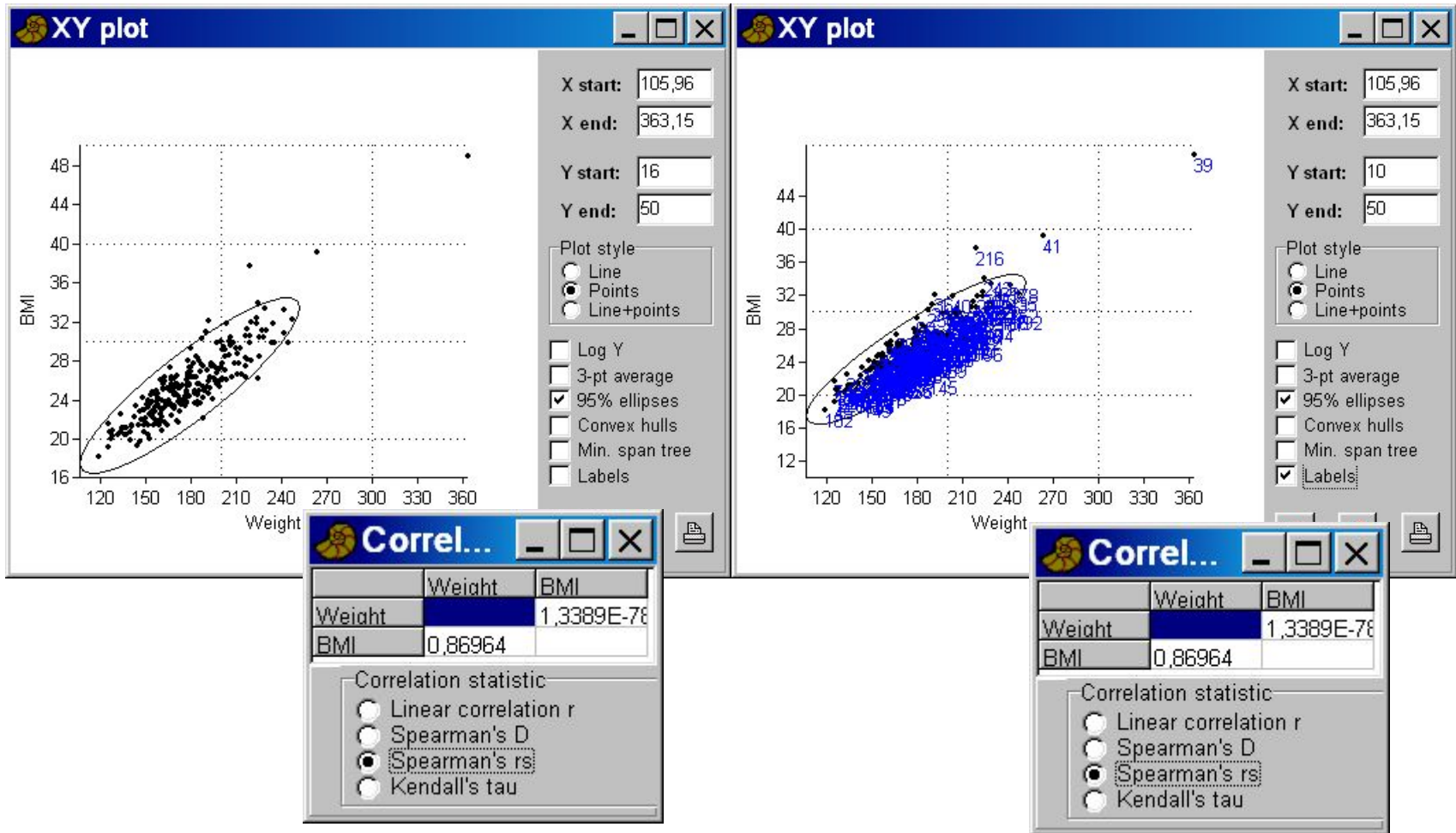


	Weight	Height
Weight		1,6963E-18
Height	0,51534	

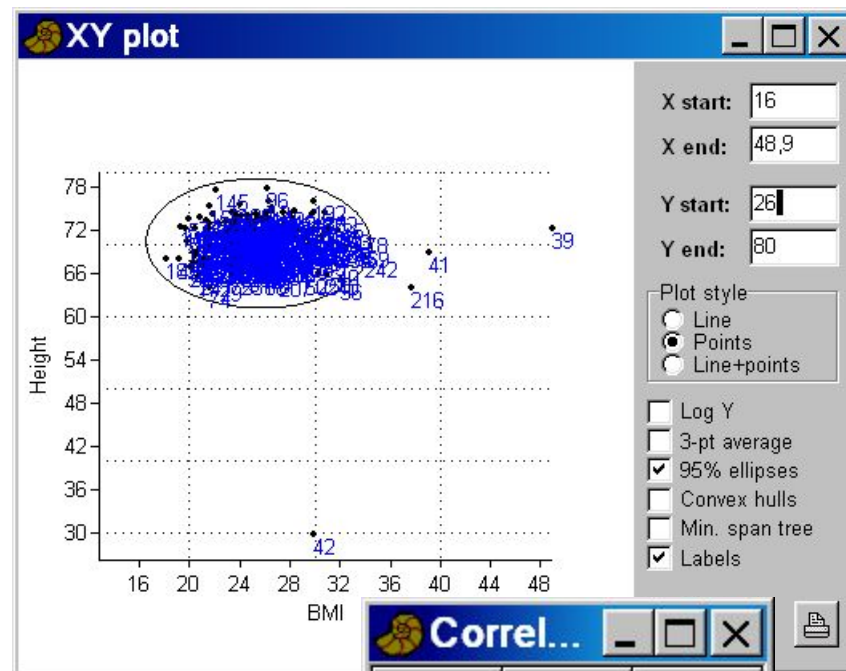
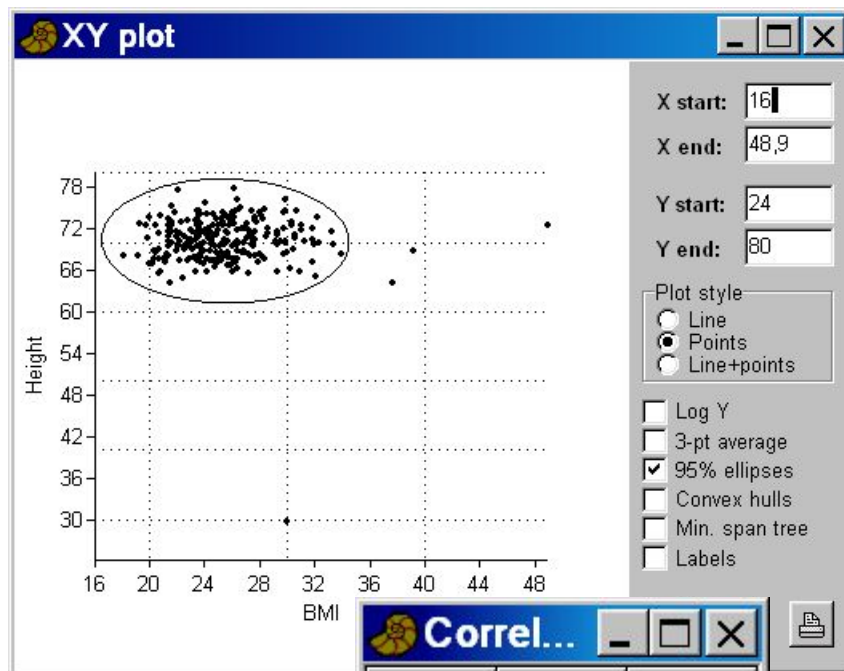
Correlation statistic

- ☐ Linear correlation r
- ☐ Spearman's D
- ☒ Spearman's r_s
- ☐ Kendall's tau

Корреляция между массой тела и ИМТ



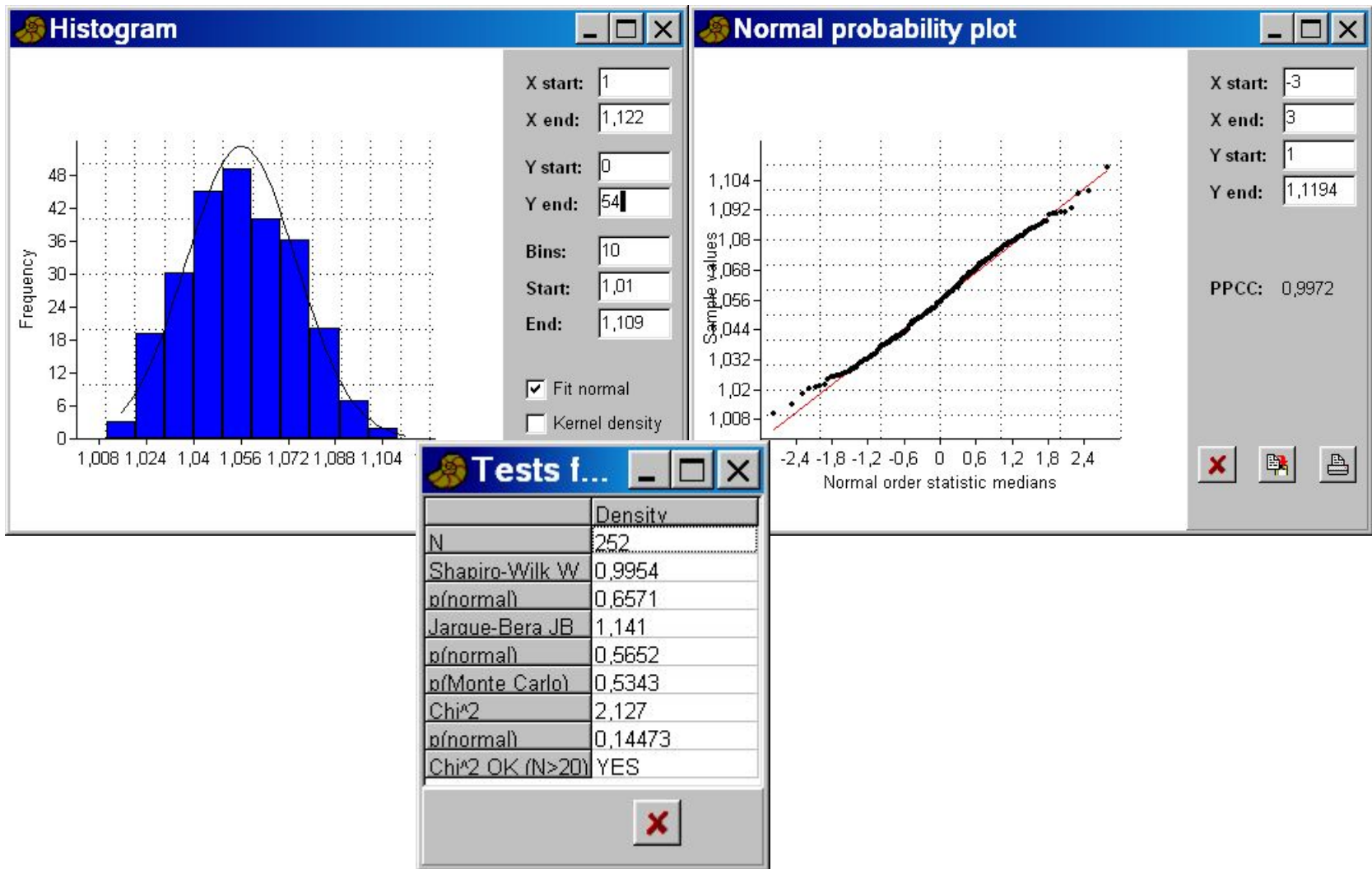
Корреляция между ростом и ИМТ



Плотность тела

- $D = WA / [(WA - WW) / c - LV]$,
- WA – вес тела на воздухе, кг
- WW – вес тела в воде, кг
- c – температурная поправка для плотности воды
- LV – остаточный объем легких, л
- При $t = 39,2^\circ \text{ F}$, т.е. $t = 4^\circ \text{ C}$, $c = 1$
- При $t = 77^\circ \text{ F}$, т.е. $t = 25^\circ \text{ C}$, $c = 0,997$

Плотность тела



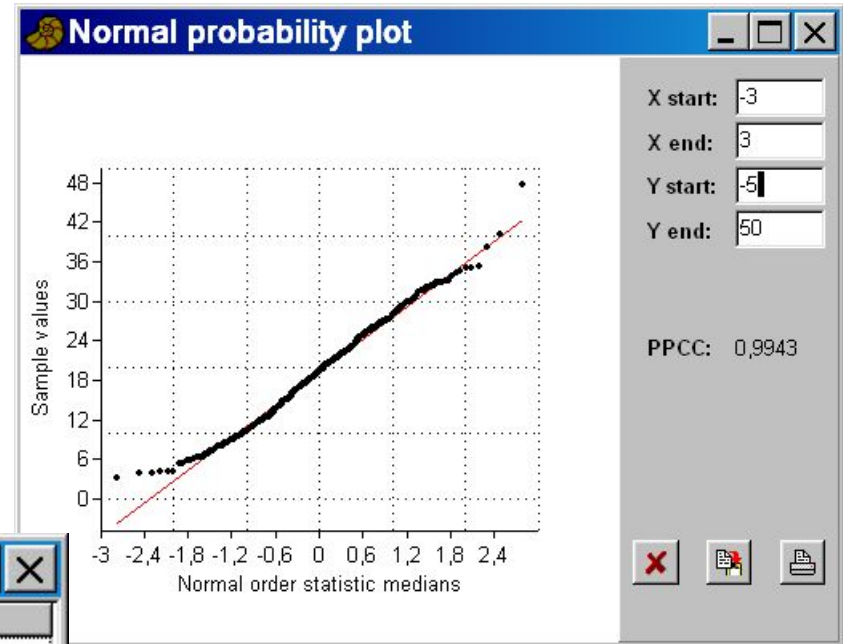
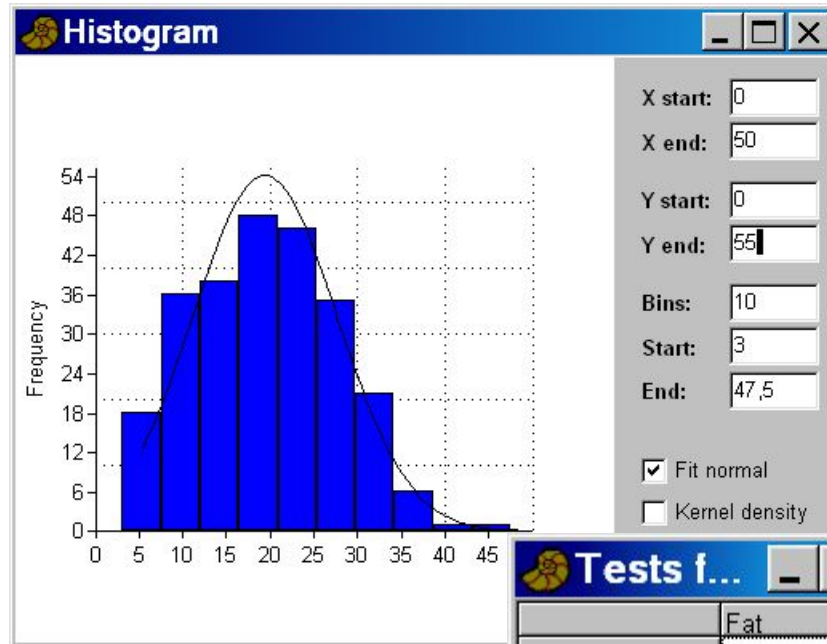
Формулы Сири (Siri, 1956) и Брожека (Brozek, 1963) для определения процентного содержания жира в организме человека

- $a = 1,10 \text{ г/см}^3$ – плотность безжировых тканей тела
- $b = 0,9 \text{ г/см}^3$ – плотность жировых тканей тела
- D – плотность тела, г/см^3
- **Формула Сири:**
 - $B = (1/D) \times [ab/(a-b)] - [b/(a-b)] =$
 - $= 495/D - 450, \%$
- **Формула Брожека:**
 - $B = 457/D - 414,2, \%$

Авторы формул для определения процентного содержания жира в организме человека

- **Brozek J., Grande F., Anderson J., Keys, A.**
- **Densitometric analysis of body composition: Revision of some quantitative assumptions,**
- ***Annals of the New York Academy of Sciences*, 1963. – Vol. 110. – P. 113-140.**
- **Siri W. E.**
- **Gross composition of the body.**
- ***Advances in Biological and Medical Physics* (Vol. IV),**
- **eds. J. H. Lawrence and C. A. Tobias,**
- **New York: Academic Press, 1956.**

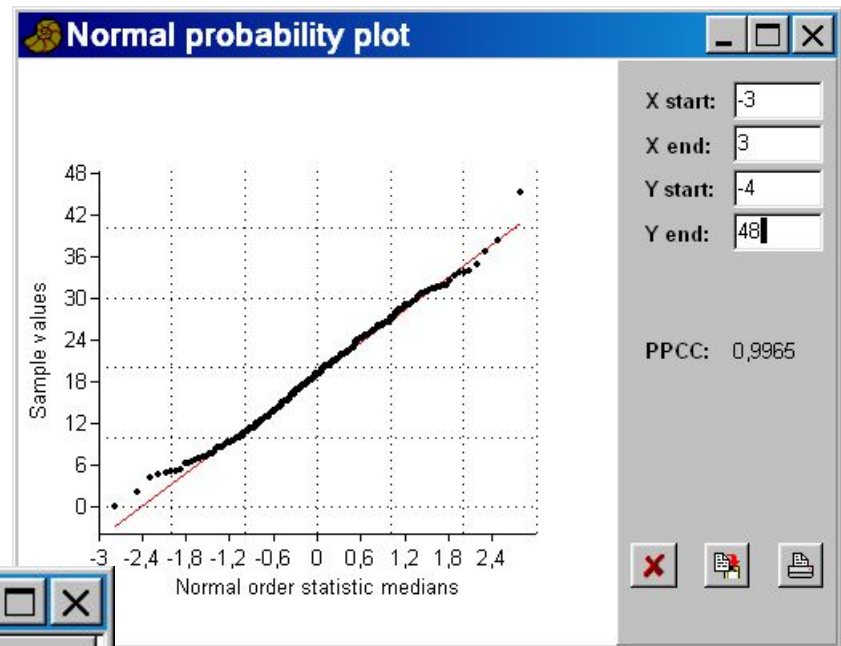
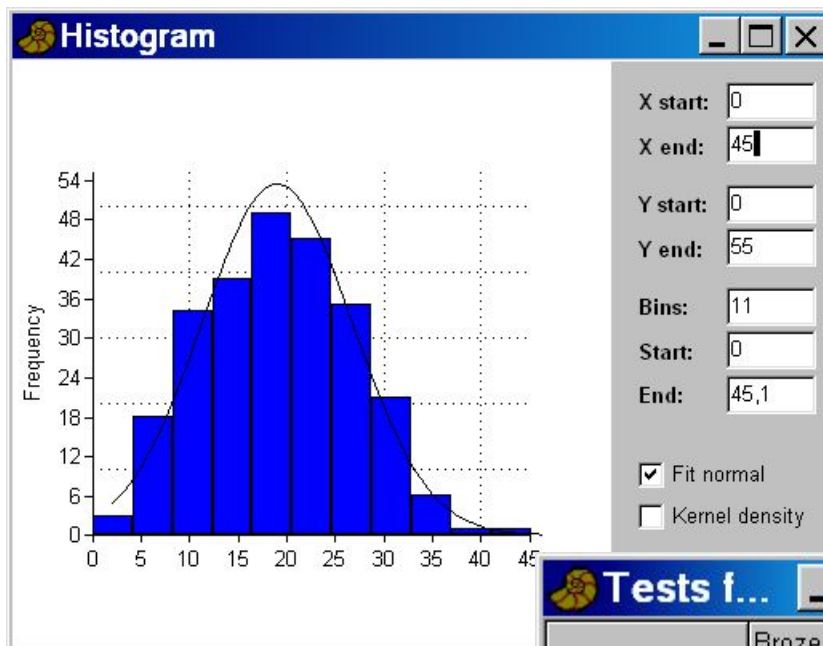
Процентное содержание жира по формуле Сири (Siri, 1956)



Tests f...

	Fat
N	252
Shapiro-Wilk W	0,9917
p(normal)	0,1649
Jarque-Bera JB	2,182
p(normal)	0,3359
p(Monte Carlo)	0,2938
Chi²	2,4127
p(normal)	0,12035
Chi² OK (N>20)	YES

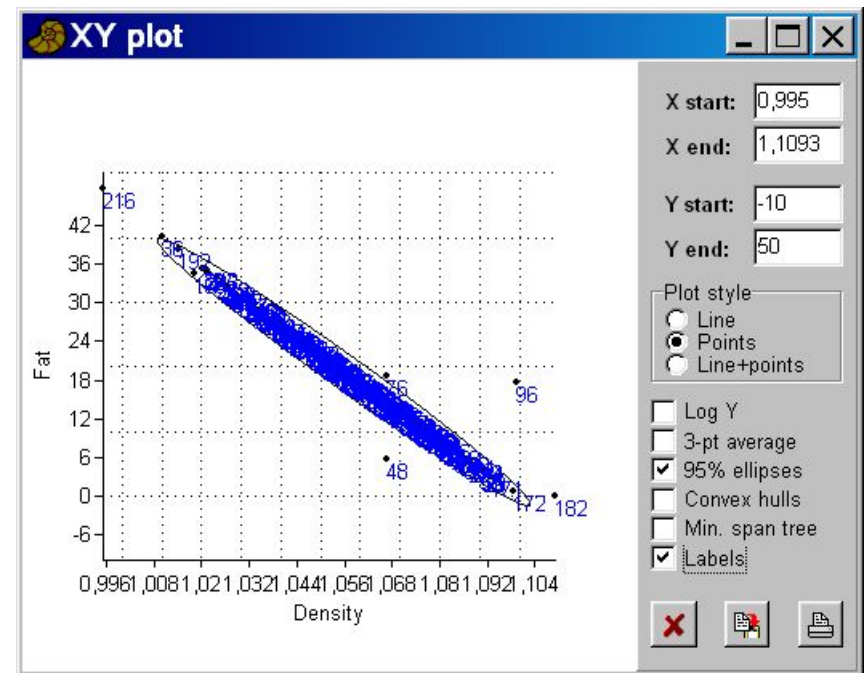
Процентное содержание жира по формуле Брожека (Brozek, Siri, 1963)



Tests f...

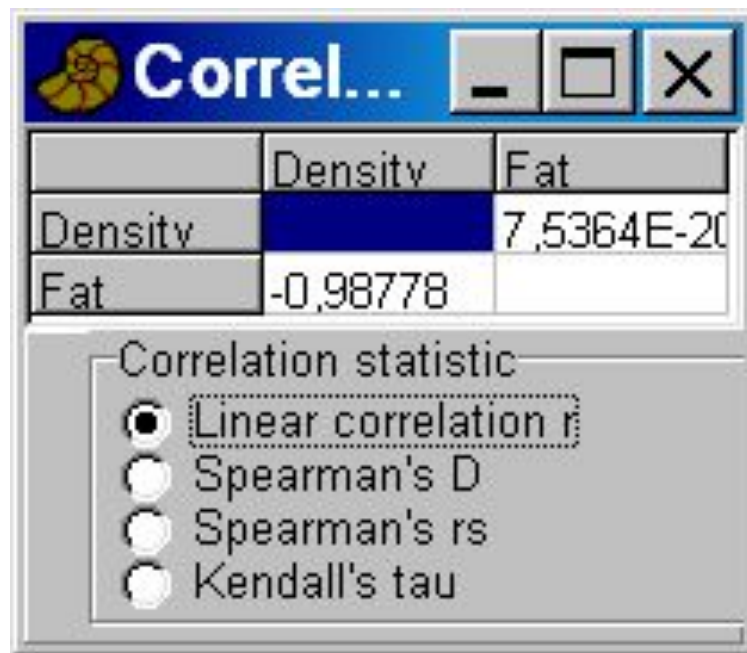
	Brozek
N	252
Shapiro-Wilk W	0,9929
p(normal)	0,2747
Jarque-Bera JB	1,969
p(normal)	0,3736
p(Monte Carlo)	0,3342
Chi^2	2,8254
p(normal)	0,092784
Chi^2 OK (N>20)	YES

Корреляция между плотностью тела и процентным содержанием жира



Корреляция между плотностью тела и процентным содержанием жира

Оценка коэффициентов корреляции: r и r_s

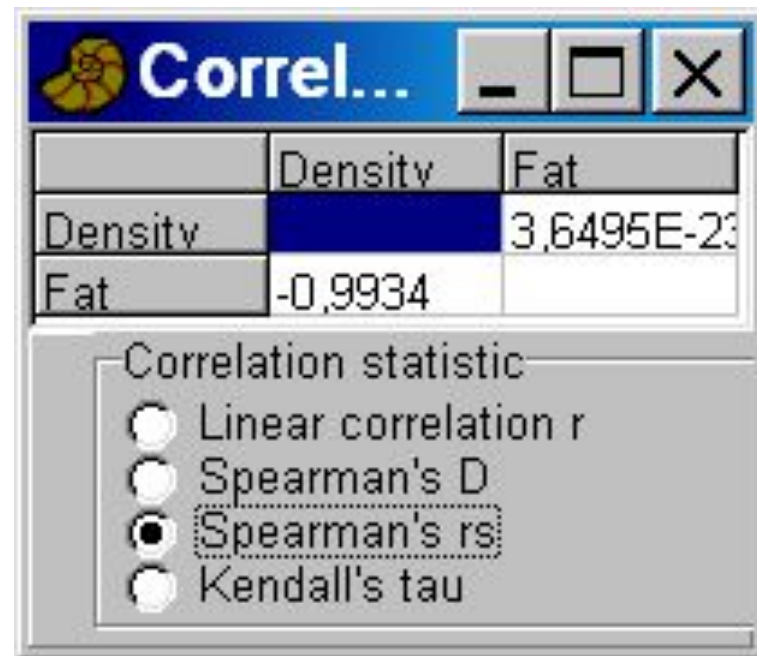


Correl...

	Density	Fat
Density		7,5364E-20
Fat	-0,98778	

Correlation statistic

- ☒ Linear correlation r
- ☐ Spearman's D
- ☐ Spearman's rs
- ☐ Kendall's tau



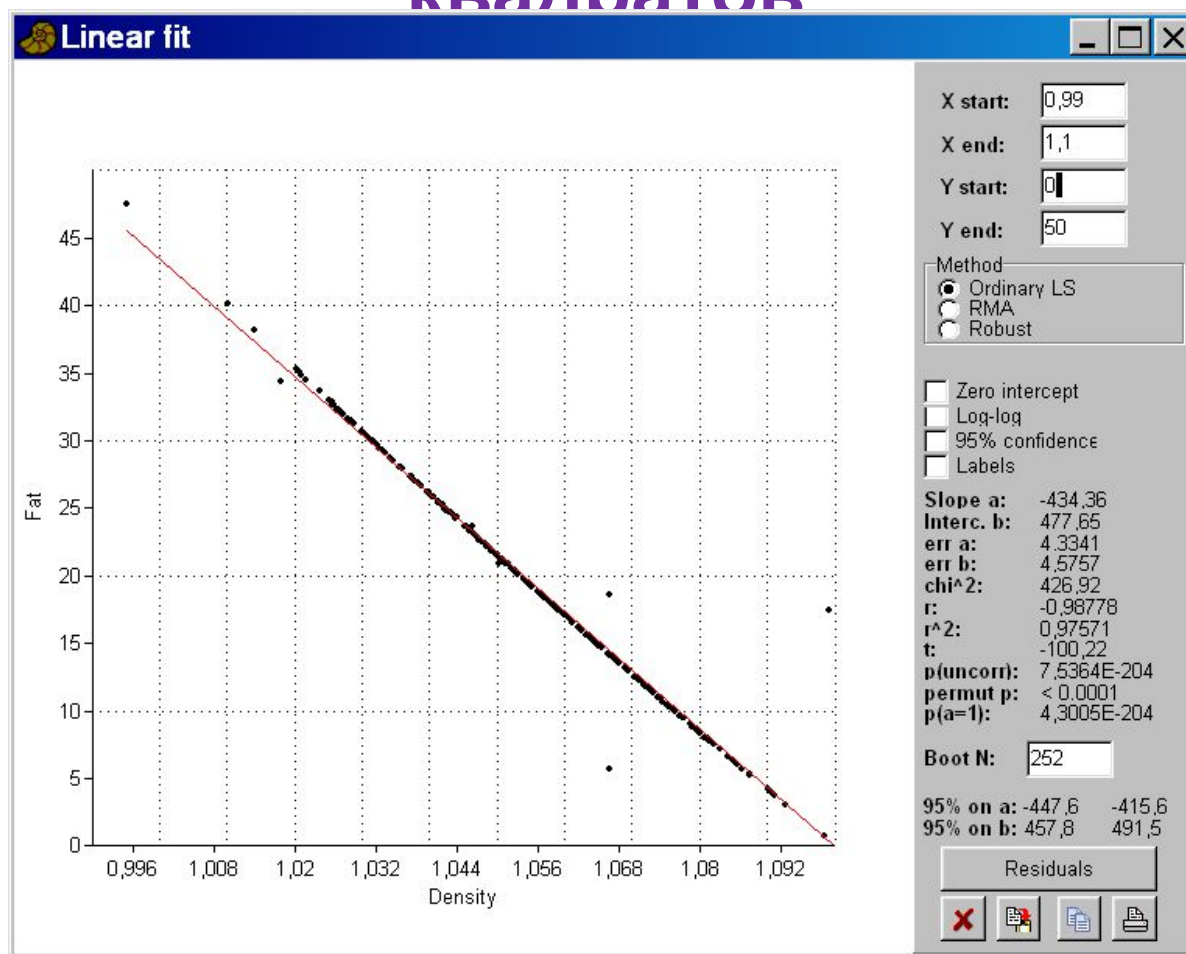
Correl...

	Density	Fat
Density		3,6495E-23
Fat	-0,9934	

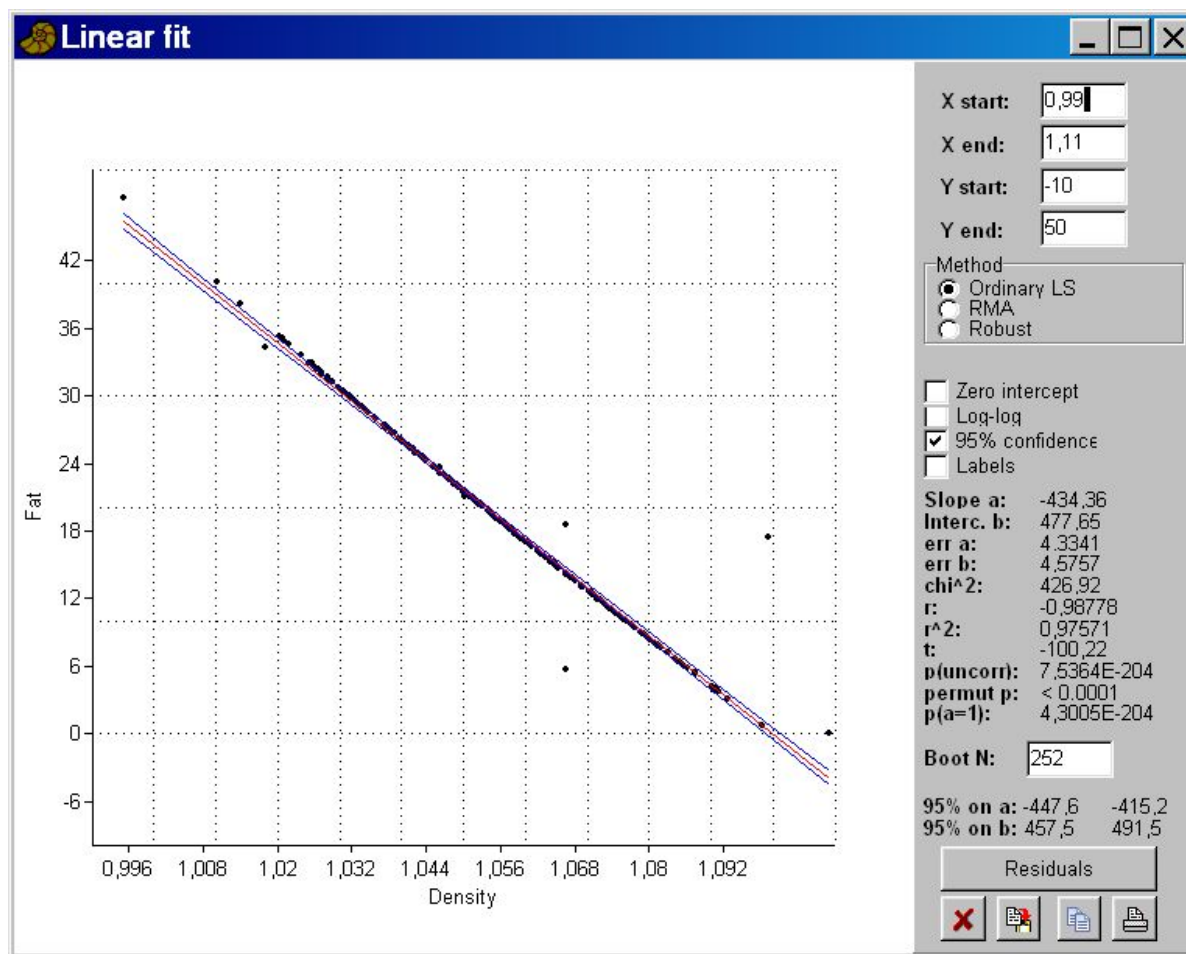
Correlation statistic

- ☐ Linear correlation r
- ☐ Spearman's D
- ☒ Spearman's rs
- ☐ Kendall's tau

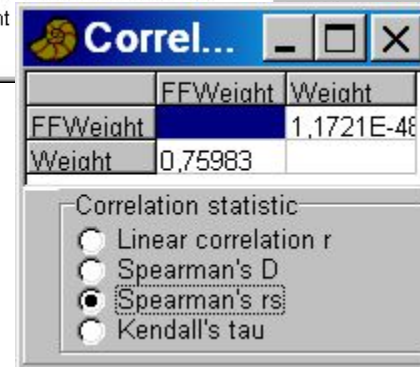
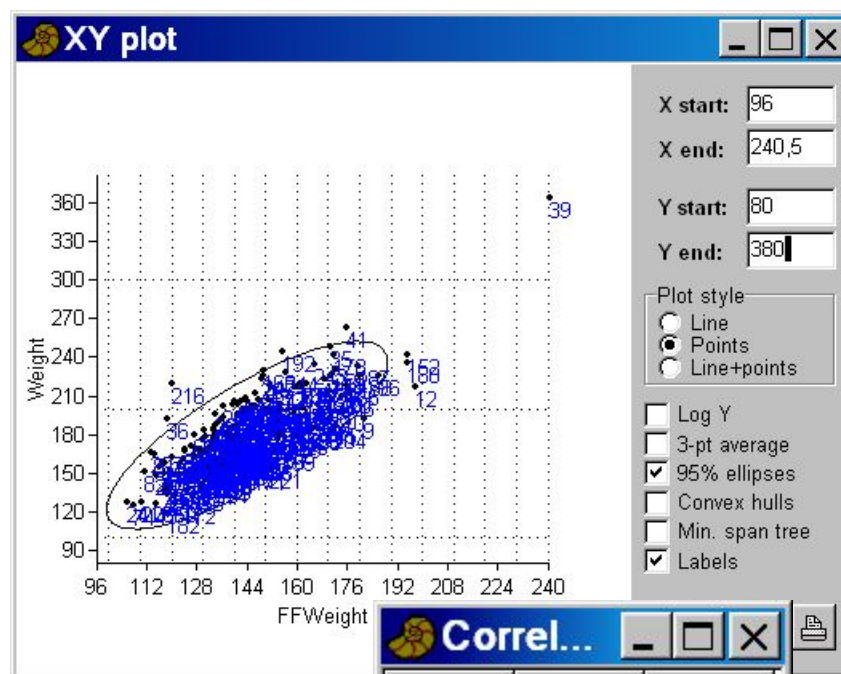
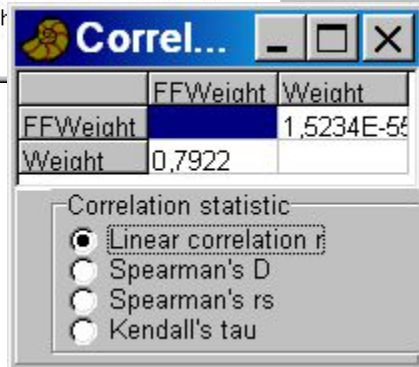
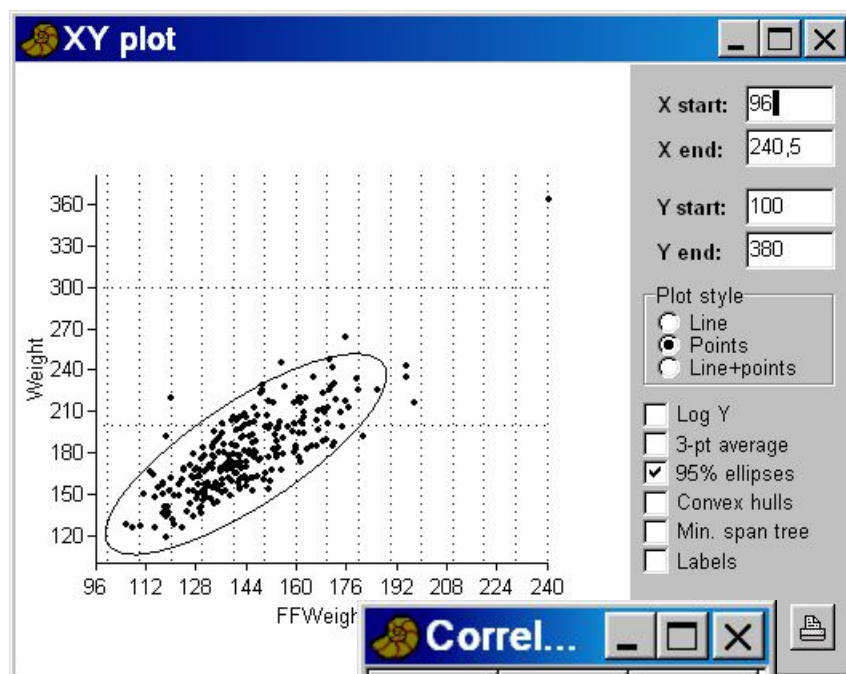
Уравнение линейной регрессии: зависимость процентного содержания жира от плотности тела – метод наименьших квадратов



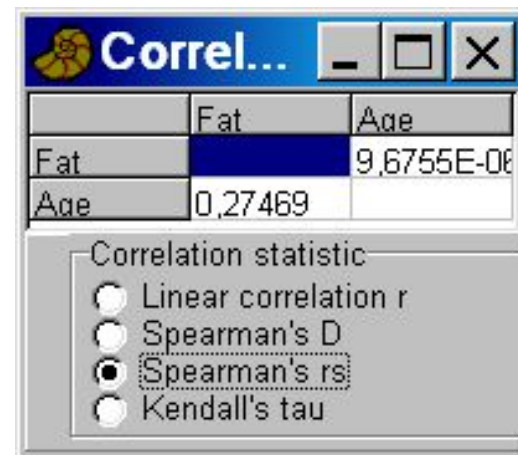
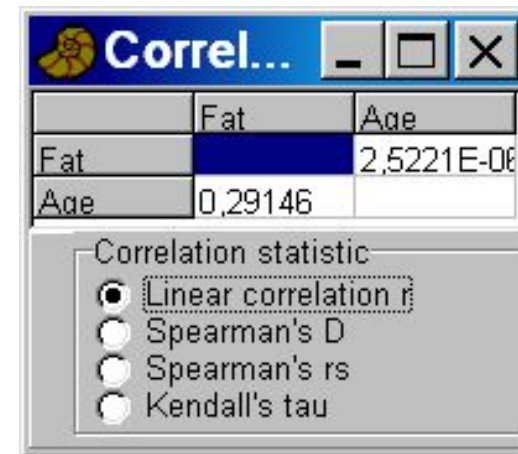
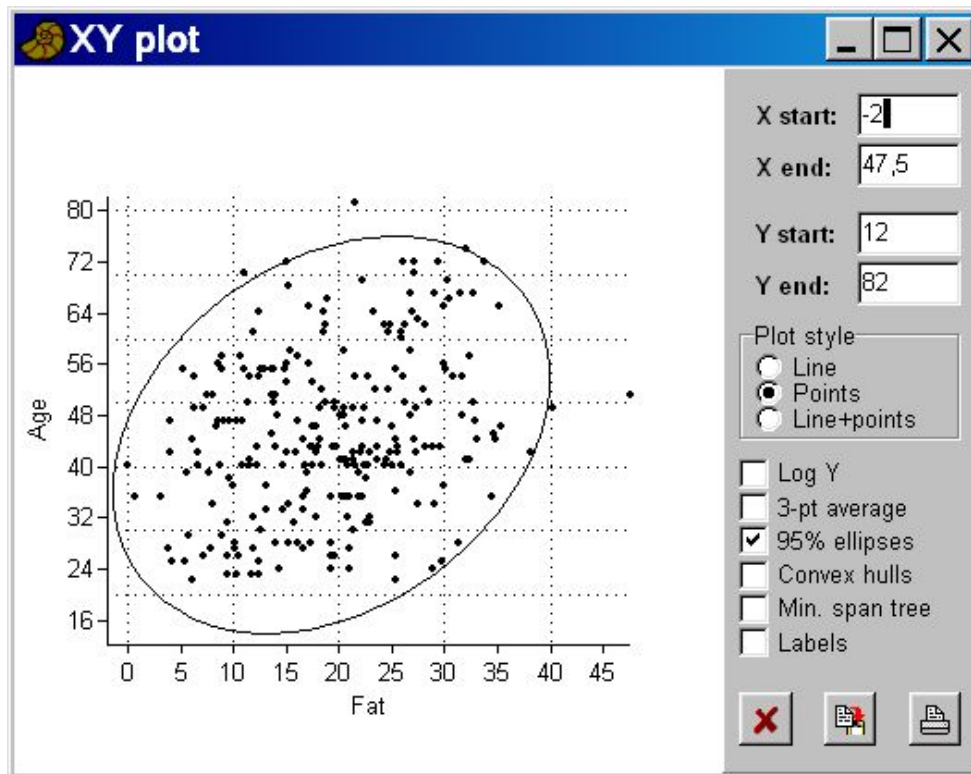
Уравнение линейной регрессии: интервальная оценка



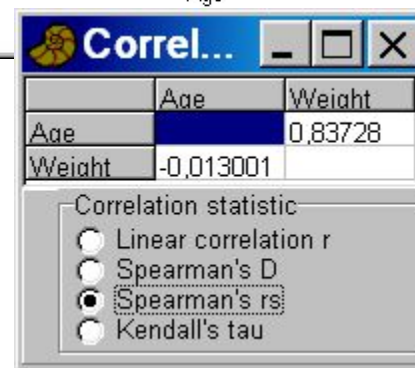
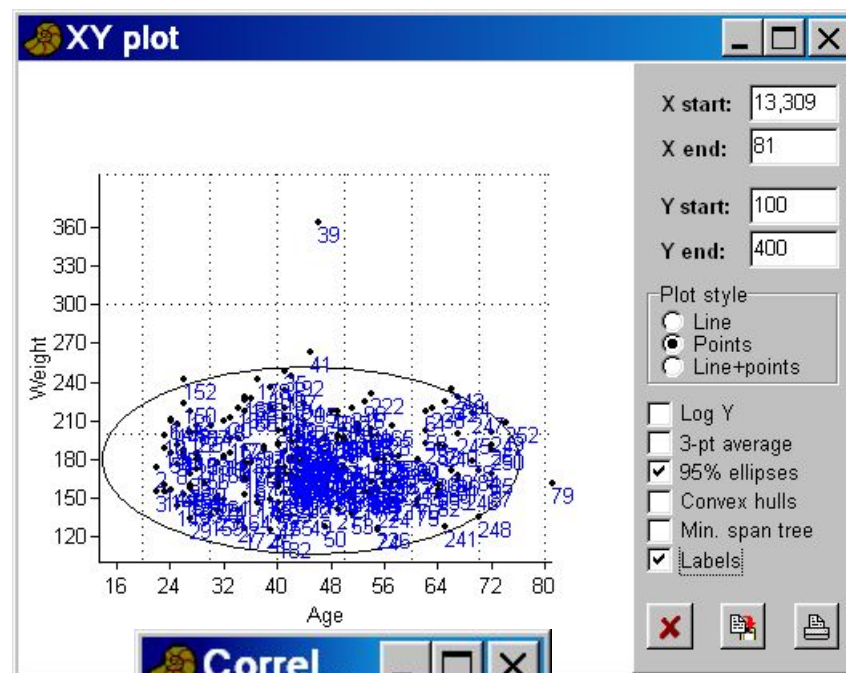
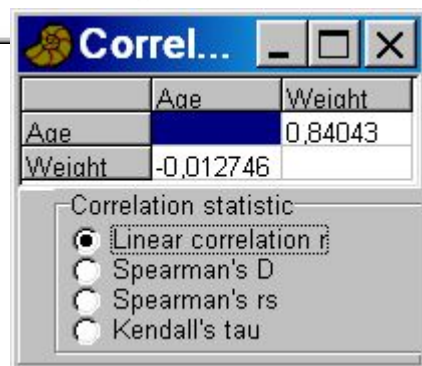
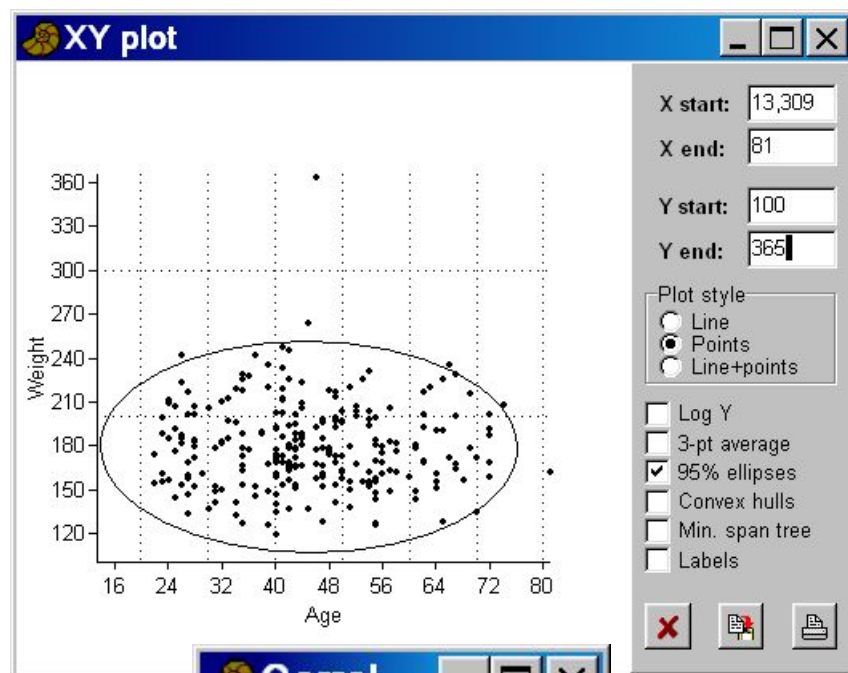
Корреляция между общим весом и весом без жира



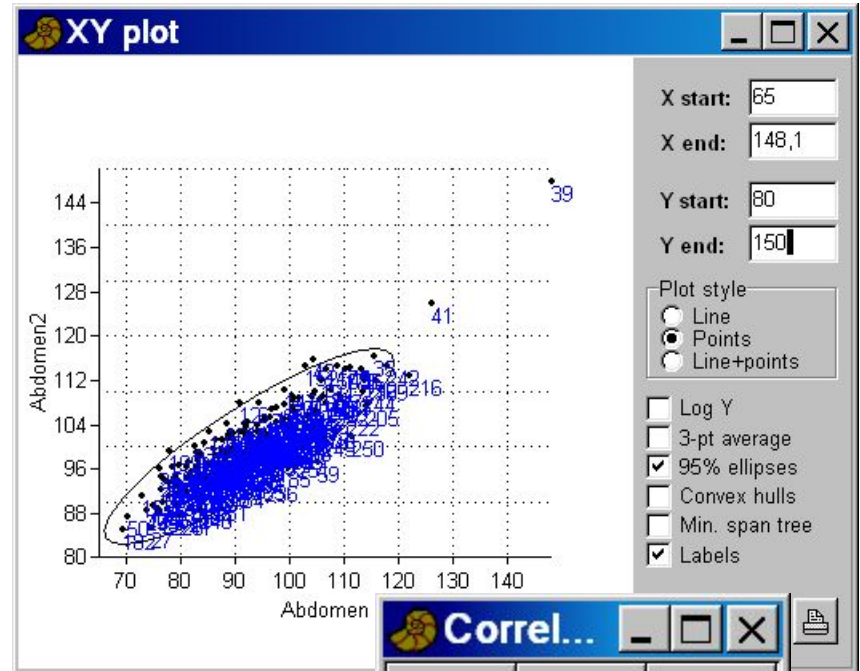
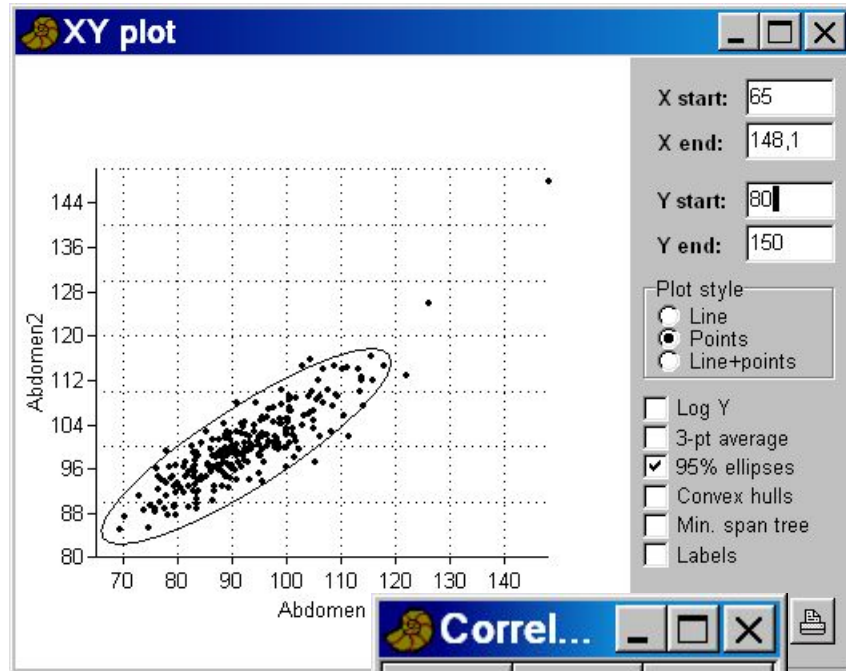
Корреляция между возрастом и процентным содержанием жира



Корреляция между возрастом и весом



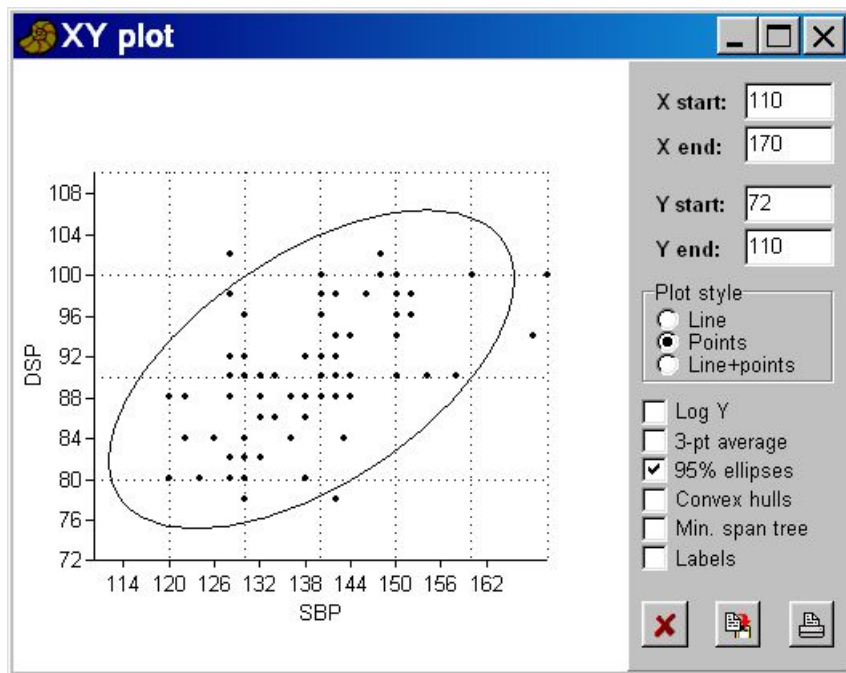
Корреляция между окружностью талии и окружностью бедер



Основной критерий диагностики метаболического синдрома – центральное ожирение, определяемое по объёму талии

- Критерии ВОЗ: наличие центрального ожирения:
- индекс «талия–бедра» – ИТБ $> 0,9$ у мужчин и $> 0,85$ у женщин
- или $> 1,0$ у мужчин и $> 0,8$ у женщин.
- Критерии Национальной образовательной программы по холестерину США (NCEP): абдоминальное ожирение:
- окружность талии: > 102 см у мужчин и > 88 см у женщин.
- Критерии Международной диабетической ассоциации (2005 г.): центральным ожирением для европейцев рекомендовано считать: окружность талии > 94 см у мужчин и > 80 см у женщин.

Корреляция между систолическим и диастолическим артериальным давлением



Correl...

	SBP	DSP
SBP		3,4885E-08
DSP	0,56968	

Correlation statistic

- ☒ Linear correlation r
- ☐ Spearman's D
- ☐ Spearman's rs
- ☐ Kendall's tau

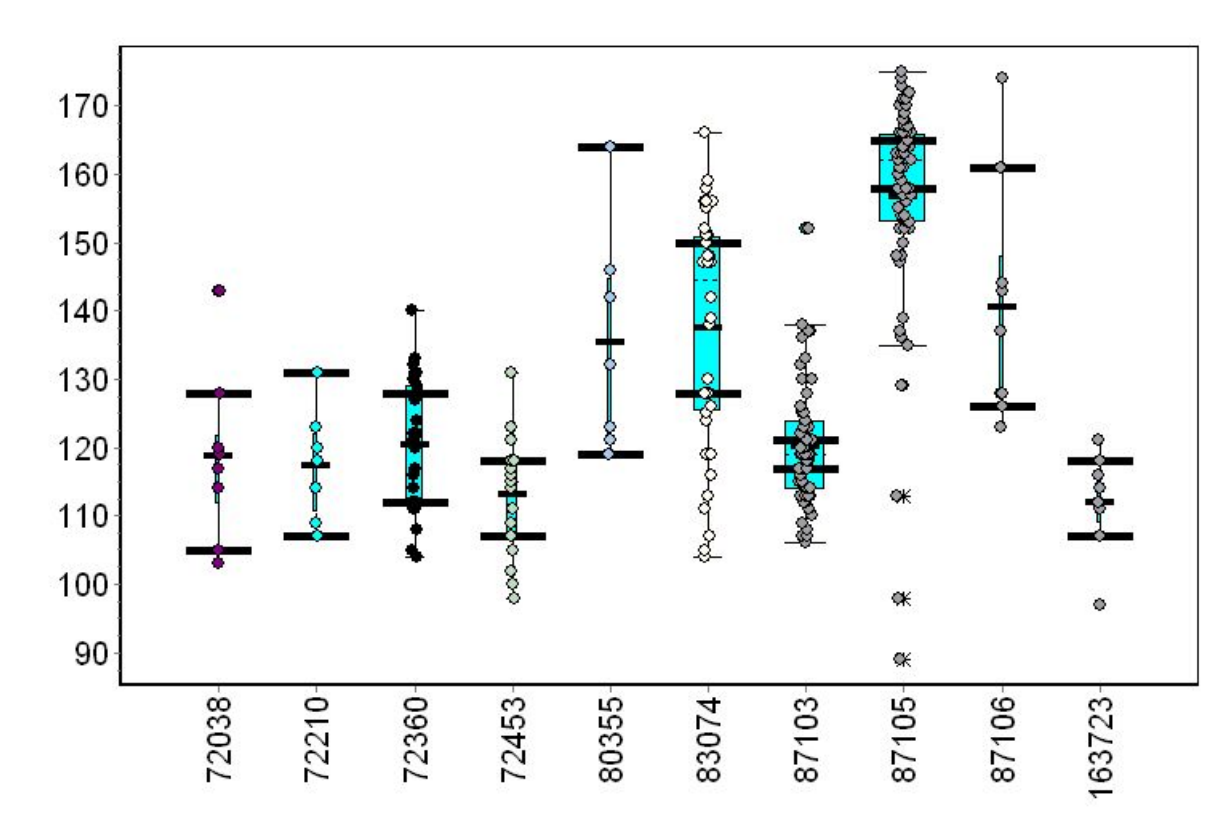
Correl...

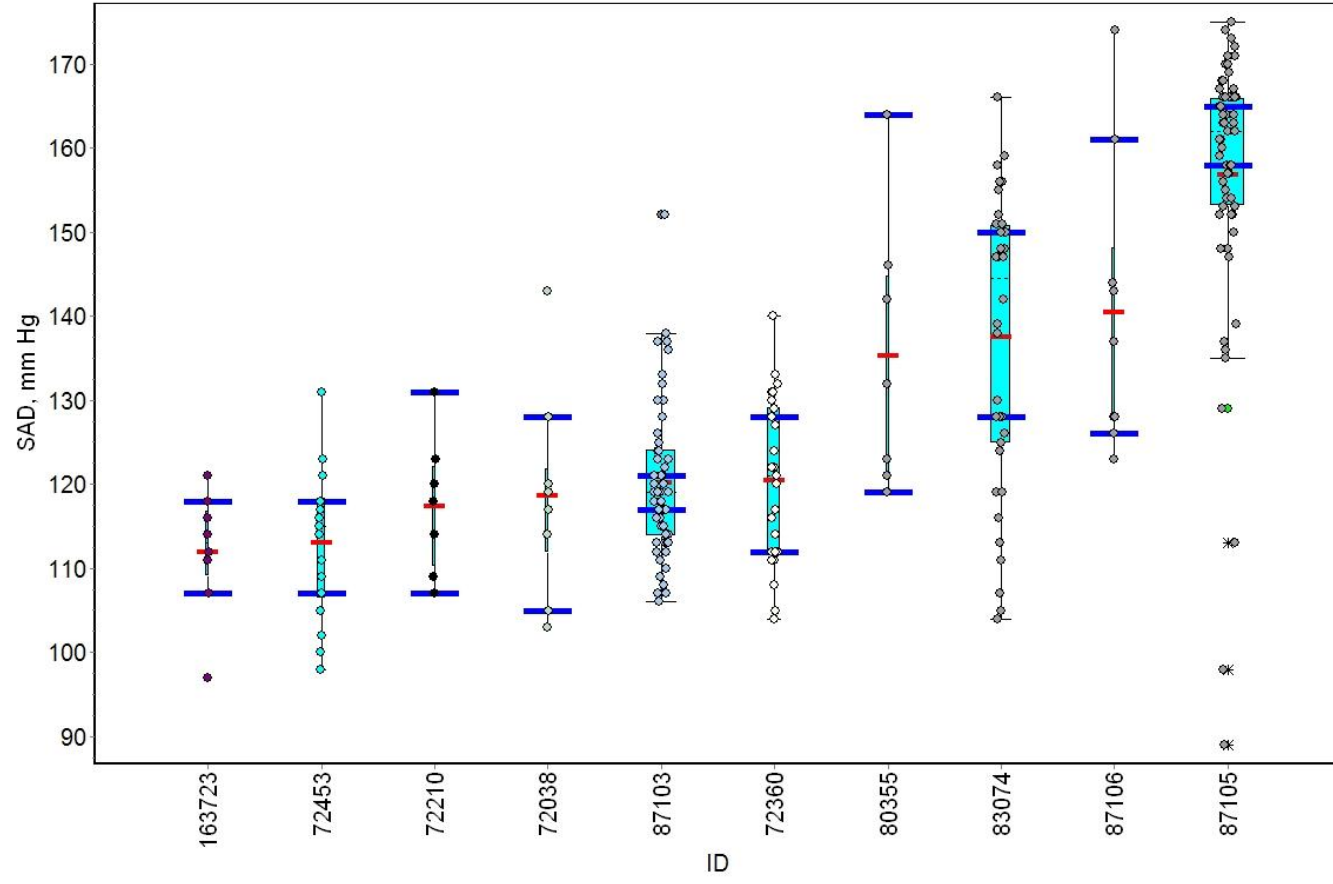
	SBP	DSP
SBP		1,6681E-08
DSP	0,58043	

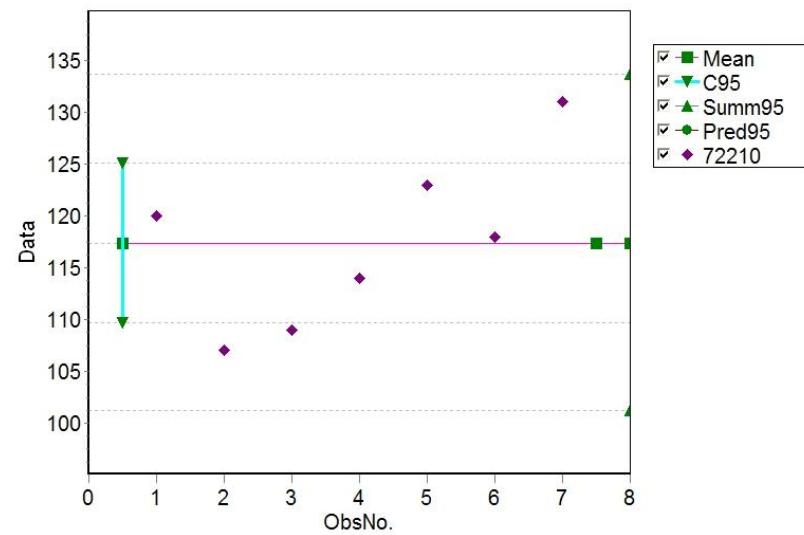
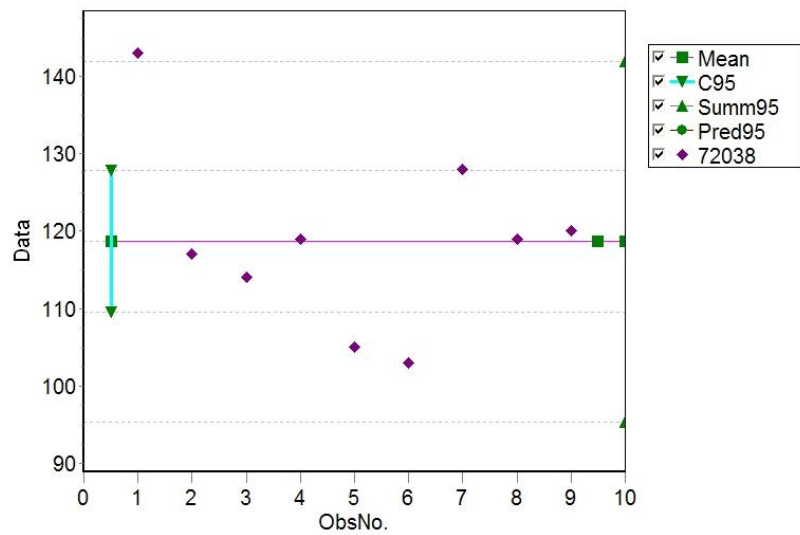
Correlation statistic

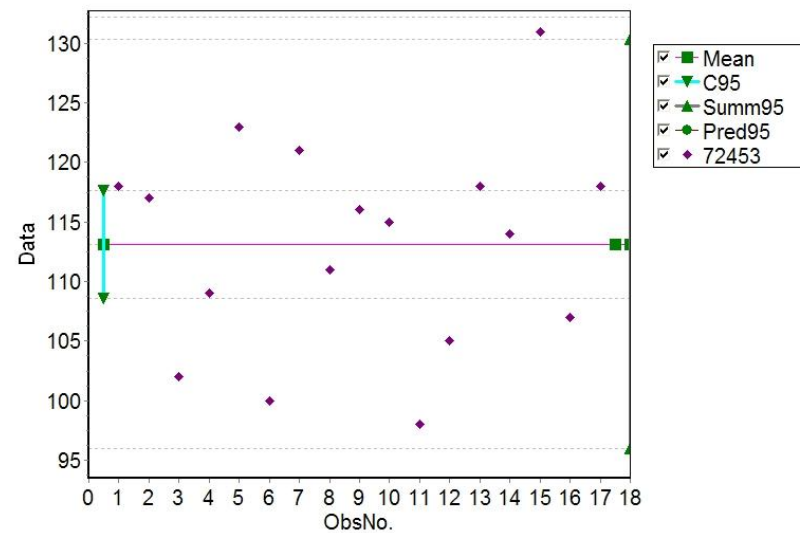
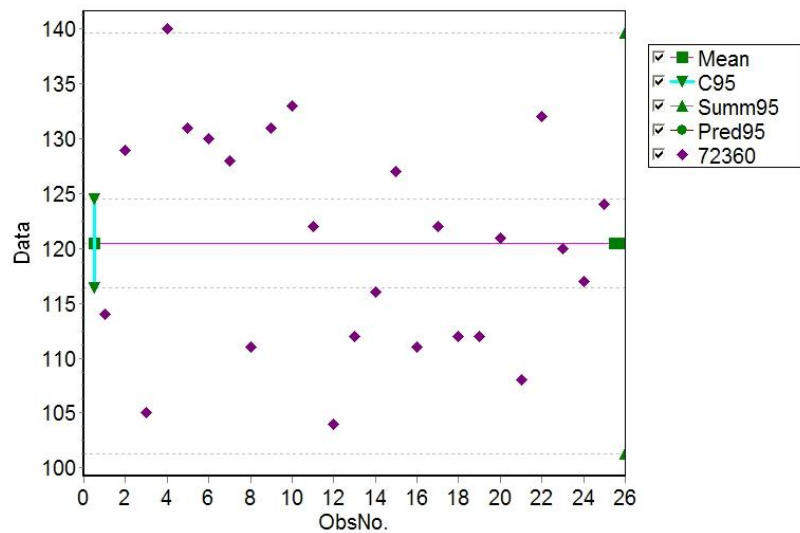
- ☐ Linear correlation r
- ☐ Spearman's D
- ☒ Spearman's rs
- ☐ Kendall's tau

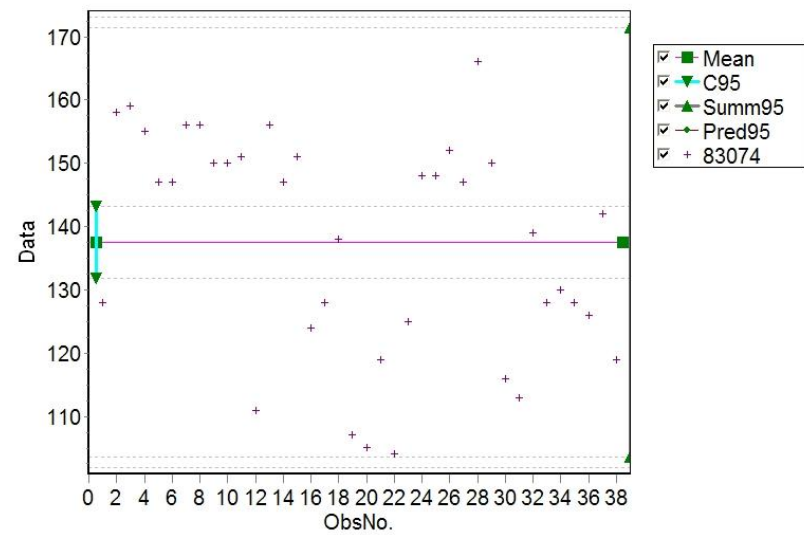
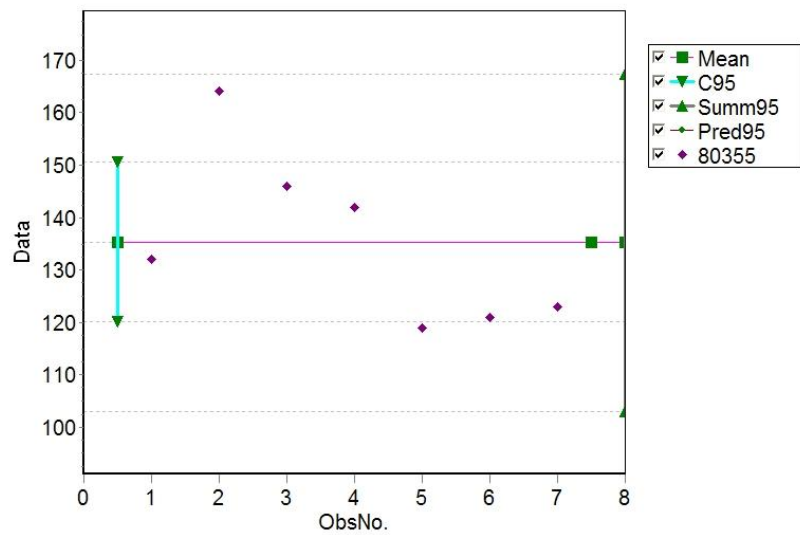
Систолическое артериальное давление

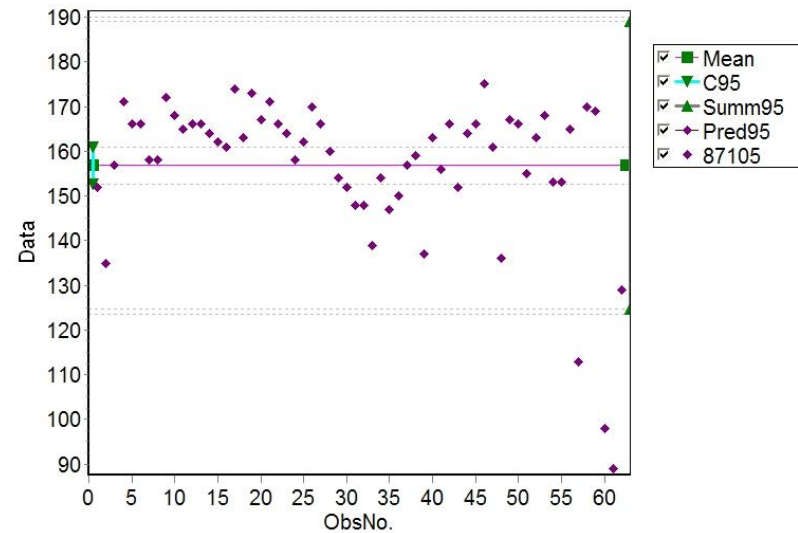
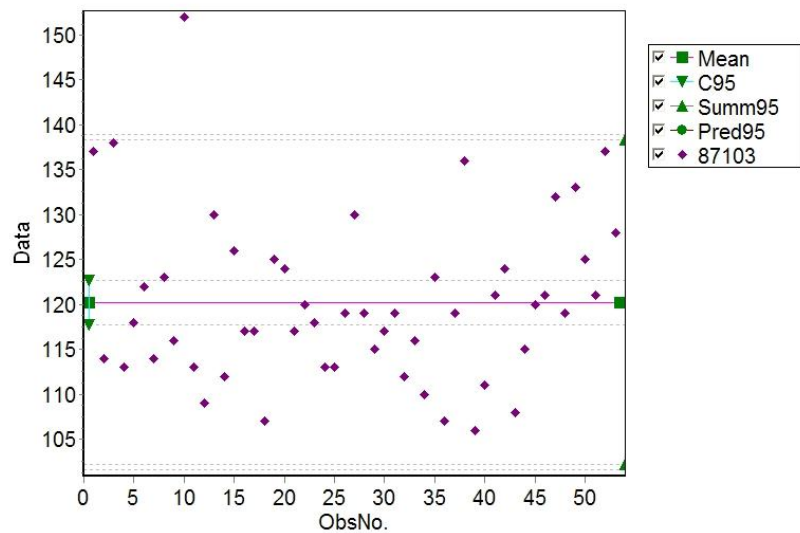


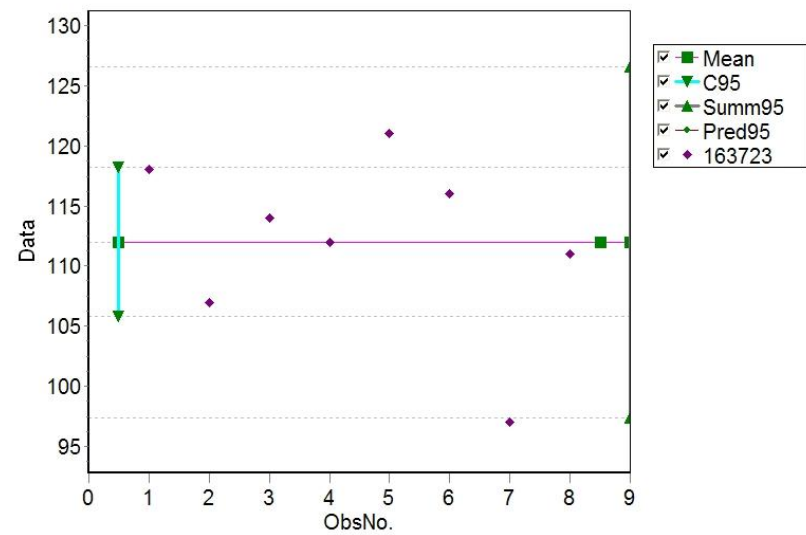
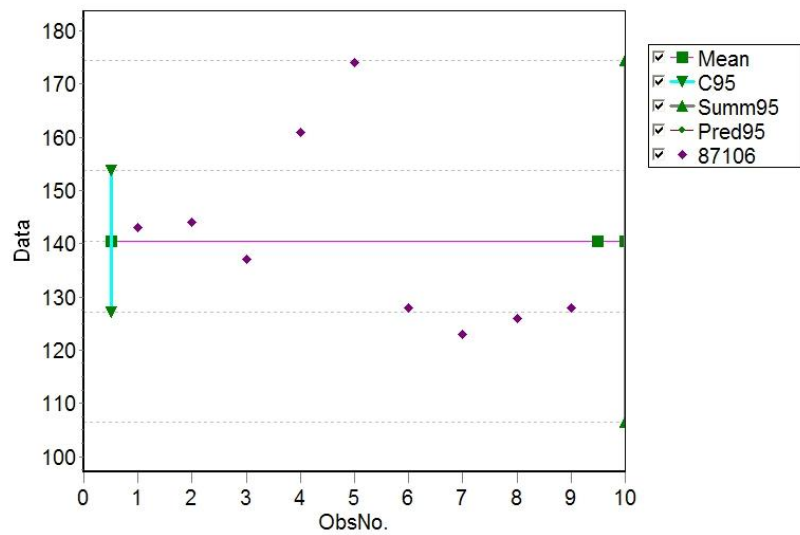












Спасибо за внимание!
Слайды доступны для всех

**Никита Николаевич Хромов-
Борисов**

**Кафедра медицинской информатики
СПбГМУ им. акад. И.П. Павлова**

Nikita.KhromovBorisov@gmail.com

(812) 234-18-40
8-952-204-89-49