



# БИОСТАТИСТИКА

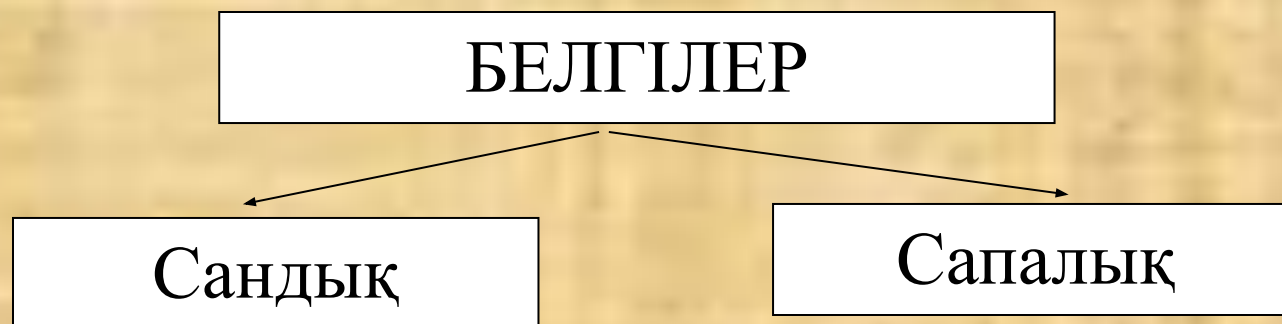
№ 16-17 Дәріс

**Сапалы белгілерді талдау.**

# Дәріс жоспары

1. Түйіндес кестелер.
2. Екі тәуелсіз популяцияның пропорциясын салыстыру. Пирсонның  $\chi^2$ - келісім белгісі.
3. Йетс түзетуі.
4. Екі тәуелді популяцияның пропорциясын салыстыру. Макнемардың  $\chi^2$ - белгісі.

**Белгі** – байқау нысанының өлшенген қасиеті.



- бойдың ұзындығы;
- салмақ;
- науқастың жасы;
- жүрек соғу жиілігі және т.б.

- диагноз;
- шаштың түсі;
- науқастың жынысы;
- нәтиже (тірі, өлі) және т.б.

Сапалық белгілерді талдағанда **түйіндес кестелерді** пайдаланады.

# Түйіндес кестелер

Екі «А» және «В» сапалы белгілері болсын. «А» белгісінің сатылары (градация) -  $r$ , ал «В» белгісінің сатылары -  $s$ .

Көлемі  $n$  таңдама берілген.

Таңдаманың әрбір нысаны «А» белгісінің деңгейілерінің біреуіне және бір мезгілде қандайда бір «В» белгісінің деңгейіне ие болуы мүмкін. Осы таңдама арқылы  $A_i$  және  $B_j$  оқиғаларының жиіліктерін жеке және кез келген комбинацияда анықтауға болады.

# Түйіндес кестелер

$A_i B_j$ . Оқиғасының жиілігі  $v_{ij}$  белгіленген.  $A_i$  белгісінің пайда болу саны ( $A_i$  белгісінің жиілігі)

$$v_{i.} = \sum_{j=1}^s v_{ij} = v_{i1} + v_{i2} + \dots + v_{is}$$

тең болады.

$B_j$  белгісінің пайда болу саны

$$v_{.j} = \sum_{i=1}^r v_{ij} = v_{1j} + v_{2j} + \dots + v_{rj}$$

тең болады.

Жалпы бақылау саны, яғни таңдама көлемі:

$$v_{..} = \sum_{i=1}^r v_{i.} = \sum_{j=1}^s v_{.j} = \sum_{i=1}^r \sum_{j=1}^s v_{ij}$$

# Түйіндес кестелер

Жиіліктердің  $(v_{.i}, v_{.j}, v_{..})$  индекстерін нүктелерімен алмастыру осы индекс бойынша қосындының нәтижесін білдереді. Алынған жиіліктер түйіндес кесте түрінде берілген:

	$B_1$	$B_2$	...	$B_j$	...	$B_s$	
$A_1$	$v_{11}$	$v_{12}$	...	$v_{1j}$	...	$v_{1s}$	$v_{1.}$
$A_2$	$v_{21}$	$v_{22}$	...	$v_{2j}$	...	$v_{2s}$	$v_{2.}$
...	...	...	...	...	...	...	...
$A_i$	$v_{i1}$	$v_{i2}$	...	$v_{ij}$	...	$v_{is}$	$v_{i.}$
...	...	...	...	...	...	...	...
$A_r$	$v_{r1}$	$v_{r2}$	...	$v_{rj}$	...	$v_{rs}$	$v_{r.}$
	$v_{.1}$	$v_{.2}$	...	$v_{.j}$	...	$v_{.s}$	$v_{..} = n$



# Түйіндес кестелер

Түйіндес кестелерді талдау кезінде нөлдік болжам келесі түрде беріледі:

**$H_0$ :  $A$  және  $B$  белгілер арасында байланыс жоқ.**

# Түйіндес кестелер

Түйіндес кестенің әрбір ұяшығы үшін теориялық жиіліктер есептеледі (яғни  $A_i B_j$  комбинацияларының әрқайсына).

$$v_{ij}^* = v_{.i} \cdot \frac{v_{.j}}{v_{..}}$$

	<b>B<sub>1</sub></b>	<b>B<sub>2</sub></b>	...	<b>B<sub>j</sub></b>	...	<b>B<sub>s</sub></b>	
<b>A<sub>1</sub></b>	$v_{11}^*$	$v_{12}^*$	...	$v_{1j}^*$	...	$v_{1s}^*$	$v_{1.}^* = v_{1.}$
<b>A<sub>2</sub></b>	$v_{21}^*$	$v_{22}^*$	...	$v_{2j}^*$	...	$v_{2s}^*$	$v_{2.}^* = v_{2.}$
...	...	...	...	...	...	...	...
<b>A<sub>i</sub></b>	$v_{i1}^*$	$v_{i2}^*$	...	$v_{ij}^*$	...	$v_{is}^*$	$v_{i.}^* = v_{i.}$
...	...	...	...	...	...	...	...
<b>A<sub>r</sub></b>	$v_{r1}^*$	$v_{r2}^*$	...	$v_{rj}^*$	...	$v_{rs}^*$	$v_{r.}^* = v_{r.}$
	$v_{.1}^* = v_{.1}$	$v_{.2}^* = v_{.2}$	...	$v_{.j}^* = v_{.j}$	...	$v_{.s}^* = v_{.s}$	$v_{..}$



# Түйіндес кестелер

$H_0$  болжамы орындалған кезде бақыланатын  $\nu_{ij}$  жиіліктері  $\nu_{ij}^*$  теориялық жиіліктерінен айырмашылығы көп болмау керек.

Теориялық және бақыланатын жиіліктерді салыстыру үшін **Пирсонның  $\chi^2$ -белгісі** қолданылады.

# Дәріс жоспары

1. Түйіндес кестелер.
2. Екі тәуелсіз популяцияның пропорциясын салыстыру. Пирсонның  $\chi^2$ - келісім белгісі.
3. Йетс түзетуі.
4. Екі тәуелді популяцияның пропорциясын салыстыру. Макнемардің  $\chi^2$ - белгісі

# Пирсонның $\chi^2$ - белгісі

Бұл белгі, егер түйіндес кестесінің ұяшықтарында жиіліктер 5-тен жоғары немесе тең болғанда сапалық сипаттамаларды талдау үшін қолданылады.



Егер байқау саны аз болса және кесте торындағы ұяшықтардың жиілігі 5-тен аз болса, онда  $\chi^2$  өлшемі белгісі **қолданылмайды**. Оның орнына Фишердің нақты белгісі қолданылады.

# Пирсонның $\chi^2$ – келісім белгісін

## қолданудың тізбесі

1)  $H_0$ : белгілердің арасында байланыс жоқ.

$H_1$ : белгілердің арасында байланыс бар.

2)  $p=0,05$  – маңызыдылық деңгейі

$$3) \chi_{есеп}^2 = \sum_{i=1}^r \sum_{j=1}^s \frac{(v_{ij} - v_{ij}^*)^2}{v_{ij}^*},$$

мұндағы  $v_{ij}$  – бақыланатын жиіліктер,  $v_{ij}^*$  – теориялық жиіліктер

4)  $\chi_{кесте}^2(p, f)$ , мұндағы  $f = (r-1)(s-1)$  - еркіндік дәреже саны (2 қосымшаны қара).

5) Егер  $\chi_{есеп}^2 < \chi_{кесте}^2$  болса, онда « $H_0$ » қабылданады.

Егер  $\chi_{есеп}^2 > \chi_{кесте}^2$  болса, онда « $H_0$ » қабылданбайды.

## Пирсонның $\chi^2$ –белгісін қолданудың мысалы

Жедел ірінді өкпенің зақымдалуының төрт формасы үшін бақыланған және қайтыс болғандар саны берілген.

Пирсонның  $\chi^2$  –белгісі арқылы топтар арасындағы қайтыс болғандар саны бойынша айырмашылықтың маңыздылығын бағалау керек.

Топ нөмері	Арудың формасы	Оқиға саны		Ауырғандар саны
		қайтыс болғандар	сауыққандар	
1	Ірінді абсцесс	5	136	141
2	Гангреналық абсцесс	11	37	48
3	Бөлікті гангрена	7	8	15
4	Жаппай гангрена	6	5	11



# Пирсонның $\chi^2$ – белгісін қолданудың мысалы

Шешуі.

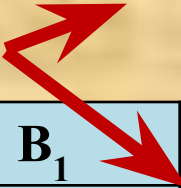
1)  $H_0$ : белгілердің арасында байланыс жоқ.

$H_1$ : белгілердің арасында байланыс бар.

2)  $p=0,05$  – маңыздылық деңгейі

3)

3.1) Теориялық жиіліктерді есептеу

$$v_{ij}^* = v_{.i} \cdot \frac{v_{.j}}{v_{..}}$$


	<b>B<sub>1</sub></b>	<b>B<sub>2</sub></b>	<b>Барлығы</b>
<b>A<sub>1</sub></b>	5	136	141
<b>A<sub>2</sub></b>	11	37	48
<b>A<sub>3</sub></b>	7	8	15
<b>A<sub>4</sub></b>	6	5	11
<b>Барлығы</b>	29	186	215

	<b>B<sub>1</sub></b>	<b>B<sub>2</sub></b>	<b>Барлығы</b>
<b>A<sub>1</sub></b>	29*141/215=19	186*141/215= =122	141
<b>A<sub>2</sub></b>	29*48/215=6,5	186*48/215= =41,5	48
<b>A<sub>3</sub></b>	29*15/215=2	186*15/215=13	15
<b>A<sub>4</sub></b>	29*11/215=1,5	186*11/215=9,5	11
<b>Барлығы</b>	29	186	215



# Пирсонның $\chi^2$ – белгісін қолданудың мысалы

Шешуі (жалғасы).

3.2) Шамасын есептеу

$$\frac{(v_{ij} - v_{ij}^*)^2}{v_{ij}^*}$$

	$B_1$	$B_2$
$A_1$	$(5-19)^2/19=10,3$	$(136-122)^2/122=1,6$
$A_2$	$(11-6,5)^2/6,5=3,1$	$(37-41,5)^2/41,5=0,5$
$A_3$	$(7-2)^2/2=12,5$	$(8-13)^2/13=1,9$
$A_4$	$(6-1,5)^2/1,5=13,5$	$(5-9,5)^2/9,5=2,1$

3.3) Есеп

$$\chi_{есеп}^2 = \sum_{i=1}^r \sum_{j=1}^s \frac{(v_{ij} - v_{ij}^*)^2}{v_{ij}^*} = 10,3 + 3,1 + 12,5 + 13,5 + 1,6 + 0,5 + 2 + 2,1 = 45,5$$

# Пирсонның $\chi^2$ – белгісін қолданудың мысалы

**Шешуі (жалғасы).**

4)  $\chi^2_{кесте}(p, f)$ , мұндағы  $f = (r-1)(s-1) = (4-1)(2-1) = 3$  – еркіндік дәрежесі саны, (қосымша 2 қара).

$$\chi^2_{кесте}(0,05;3) = 7,8$$

5) Егер  $\chi^2_{есеп} > \chi^2_{кесте}$  болса, онда « $H_0$ » қабылданбайды, яғни топтар арасындағы қайтыс болғандар саны бойынша айырмашылық маңызды.

# $\chi^2$ Пирсон белгісінің кестелік мәніні

Число степеней свободы	Уровень значимости $p$					
	0,01	0,05	0,1	0,90	0,95	0,99
1	6,6	3,8	2,71	0,02	0,004	0,0002
2	9,2	6,0	4,61	0,21	0,1	0,02
3	11,3	7,8	6,25	0,58	0,35	0,12
4	13,3	9,5	7,78	1,06	0,71	0,30
5	15,1	11,1	9,24	1,61	1,15	0,55
6	16,8	12,6	10,6	2,20	1,64	0,87
7	18,5	14,1	12,0	2,83	2,17	1,24
8	20,1	15,5	13,4	3,49	2,73	1,65
9	21,7	16,9	14,7	4,17	3,33	2,09
10	23,2	18,3	16,0	4,87	3,94	2,56
11	24,7	19,7	17,3	5,58	4,57	3,05

Белгіні есептеу рәсімі өте күрделі, сондықтан талдауды арнайы (мысалы, «STATISTICA») бағдарламасы арқылы орындау тиімді.

# «STATISTICA» бағдарламасында Пирсонның $\chi^2$ – белгісін орындаудың мысалы

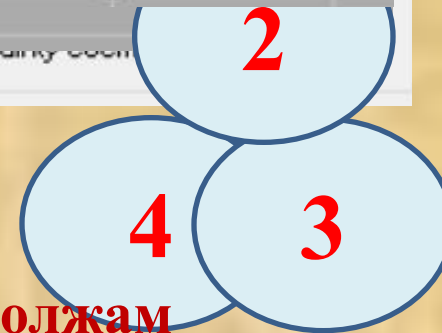
1. Деректерді енгізу.
2. «Basic statistics and tables» модулі, «Tables and banners» рәсімі. Түйіндес кесте құру.
3. «Expected frequencies», «Pearson & M-L Chi-square» опциялары.
4. Қорытынды кесте.

Summary Table: Expected Frequencies (Spreadsheet)

Marked		1	2		
Pearson		Форма	Исход		
	1	1	летальный		
Форма	2	1	летальный		
	3	1	летальный		
	4	1	летальный		
	5	1	летальный		
1	6	1	выздоровлени	01860	141,0000
2	7	1	выздоровлени	17442	48,0000
3	8	1	выздоровлени	02326	15,0000
4	9	1	выздоровлени	48372	11,0000
All Grp	10	1	выздоровлени	00000	215,0000
	11	1	выздоровлени		
	12	1	выздоровлени		
	13	1	выздоровлени		
	14	1	выздоровлени		
	15	1	выздоровлени		
	16	1	выздоровлени		
	17	1	выздоровлени		
	18	1	выздоровлени		
	19	1	выздоровлени		
	20	1	выздоровлени		
	21	1	выздоровлени		

3, p=,000000

Row Totals



Р- болжам қабылданбайды, яғни белгілер арасында байланыс бар.



# «STATISTICA» бағдарламасында Пирсонның $\chi^2$ – белгісін орындаудың мысалы

$\chi^2$  – Пирсонның белгісін көмегімен, мамандық пен дәрігерге қаралу арасында байланыс бар-жоғын анықтау керек.

	Мамандығы				
Дәрігерге қаралу	Құрылысшылар	Шахтерлер	Мұғалімдер	Мемлекеттік қызметшілер	Барлығы
Жылына 3-ке дейін	21	26	19	17	83
Жылына 4-тен 6-ға дейін	9	15	12	6	42
Жылына 6-дан көп	7	8	6	5	26
Барлығы	37	49	37	28	151



# «STATISTICA» бағдарламасында Пирсон $\chi^2$ – белгісі сынағын орындаудың мысалы

1. Деректерді енгізу.

2. «Basic statistics and tables» модулі, «Tables and banners» рәсімі. Түйіндес кестесі құру.

3. «Expected frequencies», «Pearson & M-L Chi-square» опциялары.

4. Қорытынды кесте.

The screenshot shows the STATISTICA interface. At the top, a table with two columns is visible: '1' (обращаемость) and '2' (профессия). A red circle with the number '1' highlights the '2' column header.

Below this, a 'Summary Table: Expected Frequencies (Spreadsheet18)' is shown. A red oval highlights the text: 'Pearson Chi-square: 1,41732, df=6, p=.964796'. To the right of this table, a red circle with the number '4' is present.

The main table displays the following data:

обращаемость	профессия строители	профессия шахтеры	профессия учителя	профессия госслужащие	Row Totals
до 3 в год	20,33775	26,93377	20,33775	4,76775	72,37725
от 4 до 6 в год	10,29139	13,62914	10,29139	4,76775	38,98007
более 6 в год	6,37086	8,43709	6,37086	4,76775	26,94666
All Grps	37,00000	49,00000	37,00000	28,00000	151,00000

Below the table, a menu of statistical options is shown. A red circle with the number '3' highlights the 'Expected frequencies' option. A red text overlay reads: 'p > 0,05 болғандық болжам қабылданады, яғни мамандық пен дәрігерге қаралу арасында байланыс жоқ.'

At the bottom, a partial table shows rows 16 to 20, with columns for 'до 3 в год' and 'строители'.

Биология және медицинада **2x2** өлшем түйіндес **кестелері** өте жиі қолданылады.

# 2x2 түйіндес кесте (төрт өрісті кесте)

Тексеруден өткен тұлғаларды сипаттайтын екі сапалық белгі бар (олардың әрқайсысында екі баға бар).

	Бірінші белгі (бірінші сатысы)	Бірінші белгі (екінші сатысы)	Барлығы
Екінші белгі (бірінші сатысы)	$a$ -жиілігі	$b$ -жиілігі	$a+b$
Екінші белгі (екінші сатысы)	$c$ -жиілігі	$d$ -жиілігі	$c+d$
Барлығы	$n_1=a+c$	$n_2=b+d$	$n=a+b+c+d$

# Пирсонның $\chi^2$ – белгісін 2x2 кестесі үшін қолданудың тізбесі

1)  $H_0$ : бір белгінің кездесу жиілігі екінші белгінің кездесу жиілігіне байланысты емес.

$H_1$ : бір белгінің кездесу жиілігі екінші белгінің кездесу жиілігіне байланысты.

2)  $p=0,05$  – маңыздылық деңгейі.

3) 
$$\chi^2_{есеп} = \frac{(ad - bc)^2 n}{(a + b)(c + d)(a + c)(b + d)},$$

мұндағы  $a, b, c, d$  - түйіндес кестесіндегі жиіліктер.

4)  $\chi^2_{кесте}(p, f)$ , мұндағы  $f$ - еркіндік дәрежесі. Ол 2x2 түйіндес кестелер үшін  $f=1$  (2 қосымшаны қара).

5) Егер  $\chi^2_{есеп} < \chi^2_{кесте}$  болса, онда « $H_0$ » қабылданады.

Егер  $\chi^2_{есеп} > \chi^2_{кесте}$  болса, онда « $H_0$ » қабылданбайды.

# Пирсонның $\chi^2$ –белгісін 2x2 кестесі үшін қолданудың тізбесі

Контрацепті таблеткалар қабылдайтын және балалары сарыаурумен ауыратын, емшек сүтін емізетін аналар арасындағы байланыс зерттелді. Зерттеуге арналған деректер кестеде келтірілген.

Аналардың таблеткаларды қабылдауы	Сарыауру бар	Сарыауру жоқ	Барлығы
Таблетканы қабылдады	33	24	57
Таблетканы қабылдамады	14	45	59
Барлығы	47	69	116



# Пирсонның $\chi^2$ – белгісін 2x2 кестесі үшін

## қолданудың тізбесі

Шешуі.

1)  $H_0$ : балалардың сарыаурумен ауыруы анасының контрацепті препаратты қабылдауына тәуелді емес.

$H_1$ : балалардың сарыаурумен ауыруы анасының контрацепті препаратты қабылдауына тәуелді.

2)  $p=0,05$  – маңыздылық деңгейі

$$3) \chi_{есеп}^2 = \frac{(ad - bc)^2 n}{(a + b)(c + d)(a + c)(b + d)} = \frac{(33 \cdot 45 - 24 \cdot 14)^2 \cdot 116}{57 \cdot 59 \cdot 47 \cdot 69} = 14,04$$

$$4) \chi_{кесте}^2(0,05;1) = 3,8$$

5)  $\chi_{есеп}^2 > \chi_{кесте}^2$  болғандықтан, балалардың сарыаурумен ауыруы анасының контрацепті препаратты қабылдауына тәуелді болады.



# $\chi^2$ Пирсон белгісінің кестелік мәніні

Число степеней свободы	Уровень значимости $p$					
	0,01	0,05	0,1	0,90	0,95	0,99
1	6,6	3,8	2,71	0,02	0,004	0,0002
2	9,2	6,0	4,61	0,21	0,1	0,02
3	11,3	7,8	6,25	0,58	0,35	0,12
4	13,3	9,5	7,78	1,06	0,71	0,30
5	15,1	11,1	9,24	1,61	1,15	0,55
6	16,8	12,6	10,6	2,20	1,64	0,87
7	18,5	14,1	12,0	2,83	2,17	1,24
8	20,1	15,5	13,4	3,49	2,73	1,65
9	21,7	16,9	14,7	4,17	3,33	2,09
10	23,2	18,3	16,0	4,87	3,94	2,56
11	24,7	19,7	17,3	5,58	4,57	3,05

# Дәріс жоспары

1. Түйіндес кестелер.
2. Екі тәуелсіз популяцияның пропорциясын салыстыру. Пирсонның  $\chi^2$ - келісім белгісі.
3. Йетс түзетуі.
4. Екі тәуелді популяцияның пропорциясын салыстыру. Макнемардің  $\chi^2$ - белгісі

# Йетс түзетуі.

2x2 кестесіндегі  $\chi^2$  үшін келтірілген формула жоғары мәндер береді. Іс жүзінде, бұл нөлдік болжамның тым жиі қабылданбауына алып келеді. Бұл әсерді болдырмау үшін формулаға Йетс түзету енгізеді:

$$\chi_{есен}^2 = \frac{n \left( ad - bc - \frac{n}{2} \right)^2}{(a+b)(c+d)(a+c)(b+d)}$$

Жоғарыда қарастырылған мысал үшін Йетс түзетуімен белгінің есептелген мәні:

$$\chi_{есен}^2 = \frac{n \left( ad - bc - \frac{n}{2} \right)^2}{(a+b)(c+d)(a+c)(b+d)} = \frac{116 \left( 33 \cdot 45 - 24 \cdot 14 - \frac{116}{2} \right)^2}{57 \cdot 59 \cdot 47 \cdot 69} = 12,66$$

# «STATISTICA» бағдарламасында 2x2 кестеге орналған Пирсон $\chi^2$ – белгісі сынағын орындау

1. «Nonparametrics» модулі, «2x2 tables XI/VI/Phil, McNemar, Fisher exact» рәсімі.
2. Деректерді енгізу. «Summary» пернесін басу.

2 x 2 Table (Spreadsheet1)			
	Column 1	Column 2	Row Totals
Frequencies, row 1	33	24	57
Percent of total	28,448%	20,690%	49,138%
Frequencies, row 2	14	45	59
Percent of total	12,069%	38,793%	50,862%
Column totals	47	69	116
Percent of total	40,517%	59,483%	
Chi-square (df=1)	14,04	p= ,0002	
V-square (df=1)	13,92	p= ,0002	
Yates corrected Chi-square	12,66	p= ,0004	
Phi-square	,12105		
Fisher exact p, one-tailed		p= ,0002	
two-tailed		p= ,0003	
McNemar Chi-square (A/D)	1,55	p= ,2130	
Chi-square (B/C)	2,13	p= ,1443	

2 x 2 Tables: Spreadsheet1

Quick | Summary

33 24

14 45

Cancel

Options

Summary: 2X2 Table

Specify the frequencies for the two-by-two frequency table; then click Summary: 2x2 Table

Егер  $p < 0,05$  болса, онда « $H_0$ » болжам қабылданбайды.



# Дәріс жоспары

1. Түйіндес кестелер.
2. Екі тәуелсіз популяцияның пропорциясын салыстыру. Пирсонның  $\chi^2$ - келісім белгісі.
3. Йетс түзетуі.
4. Екі тәуелді популяцияның пропорциясын салыстыру. Макнемардің  $\chi^2$ - белгісі



Пирсонның  $\chi^2$ -белгісі **тәуелсіз** таңдамаларды салыстыру үшін қолданылады. Егер таңдамалар **тәуелді** болса, онда Макнемардің  $\chi^2$ -белгісі қолданылады.

Егер бірдей нысандарда екі байқау жасалса: **«дейін»** және **«кейін»**, онда таңдамалар **тәуелді** деп аталады.

Макнемардің  $\chi^2$ -белгісі тек 2x2 өлшемді түйіндес кестелер үшін қолданылады.



# Макнемардің $\chi^2$ - белгісі

	«кейінгі» белгі	
«дейінгі» белгі	«кейінгі» (-) екінші сатысы	«кейінгі» (+) бірінші сатысы
«дейінгі» (+) бірінші сатысы	$a$ (+) тен (-) ке өзгеру саны	$b$ (+) тің сақталу саны
«дейінгі» (-) екінші сатысы	$c$ (-) тің сақталу саны	$d$ (-) тен (+) ке өзгеру саны

# Макнемардің $\chi^2$ – белгісін қолданудың тізбесі

1)  $H_0$ : фактор әсер еткеннен кейін белгі сатысының кездесу жиілігі өзгерген жоқ.

$H_1$ : фактор әсер еткеннен кейін белгі сатысының кездесу жиілігі өзгерді.

2)  $p=0,05$  – маңыздылық деңгейі

$$3) \chi_{есеп}^2 = \frac{(|a - d| - 1)^2}{(a + d)}$$

4)  $\chi_{кесте}^2(p, f)$ , мұндағы  $f$  - еркіндік дәрежесінің саны. Ол  $2 \times 2$  ұқсас кестелер үшін  $f=1$  (2 қосымша).

5) Егер  $\chi_{есеп}^2 < \chi_{кесте}^2$  болса, онда « $H_0$ » қабылданады.

Егер  $\chi_{есеп}^2 > \chi_{кесте}^2$  болса, онда « $H_0$ » қабылданбайды .

# Макнемардің $\chi^2$ – белгісін қолданудың мысалы

Асқынған аралас респираторлы вирустық инфекцияны кешенді емдеуде метаболикалық түрдегі пробиотиктің тиімділігі және оның ішек микробиоценозына әсері зерттелді. Зерттеуге 32 науқас қатысты. Зерттеуге арналған деректер кестеде келтірілген.

	Пробиотикалық емдеуден кейін	
Пробиотикалық емдеуге дейін	Дисбактериоз жоқ	Дисбактериоз бар
Дисбактериоз бар	9	5
Дисбактериоз жоқ	18	0

# Макнемардің $\chi^2$ – белгісін қолданудың мысалы

Шешуі.

1)  $H_0$ : пробиотикті қолданғаннан кейін дисбактериоздың жиілігі өзгерген жоқ.

$H_1$ : пробиотикті қолданғаннан кейін дисбактериоздың жиілігі өзгерді.

2)  $p=0,05$  – маңыздылық деңгейі

$$\chi_{есеп}^2 = \frac{(|a - d| - 1)^2}{(a + d)} = \frac{(|9 - 0| - 1)^2}{(9 + 0)} = 7,11$$

3)  $\chi_{кесте}^2(0,05;1) = 3,8$

5)  $\chi_{есеп}^2 > \chi_{кесте}^2$  болғандық пробиотикті қолданғаннан кейін дисбактериозбен ауыратын науқастардың саны өзгермегені туралы болжам қабылданбайды.



# $\chi^2$ Пирсон белгісінің кестелік мәніні

Число степеней свободы	Уровень значимости $p$					
	0,01	0,05	0,1	0,90	0,95	0,99
1	6,6	3,8	2,71	0,02	0,004	0,0002
2	9,2	6,0	4,61	0,21	0,1	0,02
3	11,3	7,8	6,25	0,58	0,35	0,12
4	13,3	9,5	7,78	1,06	0,71	0,30
5	15,1	11,1	9,24	1,61	1,15	0,55
6	16,8	12,6	10,6	2,20	1,64	0,87
7	18,5	14,1	12,0	2,83	2,17	1,24
8	20,1	15,5	13,4	3,49	2,73	1,65
9	21,7	16,9	14,7	4,17	3,33	2,09
10	23,2	18,3	16,0	4,87	3,94	2,56
11	24,7	19,7	17,3	5,58	4,57	3,05

# Бақылау сұрақтары:

1. Сапалы белгілерді талдаудың ерекшелігі неде?
2.  $2 \times 2$  түйіндес кесте дегеніміз не?
3. Пирсонның  $\chi^2$  – белгісін қолдану кезінде қандай шарттарды сақтау керек?
4. Не үшін Йетс түзетулерін қолдану керек?
5. Макнемардің  $\chi^2$  – белгісі қандай жағдайларда қолданылады?

