NORWEGIAN JOURNAL OF DEVELOPMENT OF THE INTERNATIONAL SCIENCE

№57/2021

Norwegian Journal of development of the International Science

ISSN 3453-9875

VOL.1

It was established in November 2016 with support from the Norwegian Academy of Science.

DESCRIPTION

The Scientific journal "Norwegian Journal of development of the International Science" is issued 24 times a year and is a scientific publication on topical problems of science.

Editor in chief – Karin Kristiansen (University of Oslo, Norway)

The assistant of theeditor in chief – Olof Hansen

- James Smith (University of Birmingham, UK)
- Kristian Nilsen (University Centre in Svalbard, Norway)
- Arne Jensen (Norwegian University of Science and Technology, Norway)
- Sander Svein (University of Tromsø, Norway)
- Lena Meyer (University of Gothenburg, Sweden)
- Hans Rasmussen (University of Southern Denmark, Denmark)
- Chantal Girard (ESC Rennes School of Business, France)
- Ann Claes (University of Groningen, Netherlands)
- Ingrid Karlsen (University of Oslo, Norway)
- Terje Gruterson (Norwegian Institute of Public Health, Norway)
- Sander Langfjord (University Hospital, Norway)
- Fredrik Mardosas (Oslo and Akershus University College, Norway)
- Emil Berger (Ministry of Agriculture and Food, Norway)
- Sofie Olsen (BioFokus, Norway)
- Rolf Ulrich Becker (University of Duisburg-Essen, Germany)
- Lutz Jäncke (University of Zürich, Switzerland)
- Elizabeth Davies (University of Glasgow, UK)
- Chan Jiang(Peking University, China) and other independent experts

1000 copies

Norwegian Journal of development of the International Science

Iduns gate 4A, 0178, Oslo, Norway

email: publish@njd-iscience.com

site: http://www.njd-iscience.com

CONTENT

AGRICULTURAL SCIENCES

Rudas L., Torbanyuk M.
COMBINING ABILITY AND GENETIC CONTROL OF THE NUMBER OF FRUITS PER PLANT OF HIGH-LYCOPENE TOMATO IN THE SYSTEM OF DIALLEL CROSSES 3

MATHEMATICAL SCIENCES

Kataeva L.
SUBJECTIVE PERCEPTION OF THE SAFETY WITH USING INTELLIGENT AUTOMATED RAILWAY SYSTEMS BY THE POPULATION 10

MEDICAL SCIENCES

Belov O.
SOME FEATURES OF PSYCHOPATHOLOGICAL SYMPTOMS IN PATIENTS WITH DEPRESSIVE DISORDERS IN MODERN STAGE 13

Kovalenko T., Syrotnykov D., Shtaniuk Ye.
GENERAL THERAPY FOR SURGICAL WOUND INFECTIONS CAUSED BY METHICILLIN-RESISTANT STAPHYLOCOCCUS AUREUS. EFFECT OF B-LACTAM ANTIBIOTICS ON METHICILLIN-RESISTANT STAPHYLOCOCCUS AUREUS 16

Khabibyanov R., Maleev M.
SYSTEM OF PROVIDING MEDICAL CARE FOR VICTIMS WITH PELVIC RING INJURIES AND HOSPITAL FRACTURES IN THE REGION (REPUBLIC OF TATARSTAN) 19

Skvortsov A., Andreev P., Kuznetsova R.
CLASSIFICATION OF ORTHOPEDIC COMPLICATIONS OF ACUTE METAEPIPHYSEAL OSTEOMYELITIS OF THE HIP JOINT IN CHILDREN 30

Skvortsov A., Andreev P., Kuznetsova R.
SURGICAL TREATMENT OF ORTHOPEDIC CONSEQUENCES OF ACUTE HEMATOGENOUS METAEPIPHYSEAL OSTEOMYELITIS OF THE HIP JOINT WITH A DEFECT OF THE HEAD AND NECK OF THE HIP 33

PHARMACEUTICS

Kutovaya O., Kovalevska I., Sahaidak-Nikitiuk R.
DETERMINATION OF REGRESSION EQUATIONS BASED ON THE GENERALIZED SEPARATE INFLUENCE OF FACTORS IN PHARMACEUTICAL RESEARCH 39

Moskalenko A., Popova N.
FLAVONOIDS COMPOSITION AND ANTIBACTERIAL PROPERTIES OF IMMORTELLE'S HERB AND FLOWERS EXTRACTS 43

Zhukovina O., Sahaidak-Nikitiuk R., Gretska G.
MEASURES TO PREVENT THE SPREAD OF THE INFECTION IN HEALTHCARE FACILITIES 49

TECHNICAL SCIENCES

Egorova E., Dorcas Y.
THE SEVERE IMPACT OF COVID-19 ON THE PIPELINE SECTORS OF SOUTH AFRICA OFFSHORE OIL AND GAS EXPLORATION IN SOUTH AFRICA 53

Krupko I., Ivanenko O., Yermakova S.
SUBSTANTIVE PROVISIONS OF IMPROVEMENT OF METHODS OF CALCULATION OF LOADS ON CARRYING AND PROPELLING DEVICES OF LIFTING AND TRANSPORT MACHINES 54

Kotsyuba V., Zahorianskyi V., Kuzev I., Kipin M., Bozhyk D.
METHOD FOR CALCULATION AND SELECTION OF OPTIMAL MODES OF THE EXPLOSION CLADING OF FLAT COMPOSITIONS 59

Rastegaev E.
ENSURING PRODUCTION ADAPTABILITY IN THE CONDITIONS OF SERIAL PRODUCTION 66

AGRICULTURAL SCIENCES

COMBINING ABILITY AND GENETIC CONTROL OF THE NUMBER OF FRUITS PER PLANT OF HIGH-LYCOPENE TOMATO IN THE SYSTEM OF DIALLEL CROSSES

Rudas L.,
Candidate of Agricultural Sciences (Ph.D.), Department Head of Plant Growing
Torbanyuk M.
Research Officer, Department of Plant Growing
Cherkassy research station of the National Scientific Center
«Institute of Agriculture of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine», UA
DOI: 10.24412/3453-9875-2021-57-1-3-9

Abstract

We studied five parental forms of tomato *(Solanum Lycopersicum* L.*).* Were obtained twenty F_1 hybrids by the complete diallel scheme (5x5) and used to study inheritance on the trait of the "number of fruits per plant". Were used as parental forms in the system of diallel crosses according to *Hayman V.I.* and *Jinks I.J.* : the line №477 *(sp, u),* variety Alya *(sp)* and three collection samples with high-lycopene tomato: *Dark green (hp -2^{dg}),* MO 112 *(hp)* and T-3627 *(B^c)*. The results of the assessment of the general and specific combining ability of the five parental forms of tomato on the trait of the "number of fruits per plant" are presented, established the character of inheritance. In the course of research it was found that the trait "number of fruits per plant" is controlled by the additive-dominant genetic system. Inheritance of a trait occurs by type of overdominance. The dominant role in genetic control of the trait is played by the dominant effects of genes. Dominant genes determined the increase in trait. The best positive significant effects of general combining ability (GCA) had the line №477, samples *Dark green* and MO 112. They can be recommended for creation of heterosis hybrids and varieties. From hybrid combinations with high values of specific combining ability (SCA): №477 / T-3627, Alya / *Dark green,* Alya / MO 112, MO 112 / T-3627 it is necessary to make selections for creation of varieties.

Keywords: tomato, diallel analysis, number of fruits per plant

1. INTRODUCTION

Tomato is a culture of extremely great opportunities[1]. Its fruits are used in salads, pickles and marinades. About 50% of the tomato crop is used to make tomato paste, puree, juice, hot sauces, canning powder [2,3].

The presence of malic and citric acids in fruits improves appetite, activates digestive processes, suppresses harmful microflora[4,5]. Tomato seeds are good for the circulatory system, they dilute the blood and reduce the risk of cardiovascular disease [6]. The peel of the vegetable helps to normalize the gastrointestinal tract and is an excellent prevention of constipation [7,8,9].

Fruit processing waste, consisting mainly of seeds, can be processed into oil. Refined high-quality tomato oil is used for salads. Its digestibility reaches 97% [10,11]. Of value for livestock is tomato cake, which contains 38% crude protein, up to 12 crude fat, 25 - nitrogen-free extractives and about 6% fiber [12,13].

The wide variety of uses of tomato fruits contributes to the constant growth of demand for products[14]. Increasing the production of tomatoes primarily depends on the creation and rapid introduction into production of new hybrids and varieties with the desired economic and valuable traits and high productivity.

High-lycopene varieties and hybrids have the highest nutritional value due to their high content of antioxidants, but are characterized by low productivity [15,16,17]. The components of productivity are the number of fruits per plant and the average weight of the fruit.

The study of the level of heterosis effect and the character of inheritance of these basic economic and valuable traits, allows to predict the selection of parental forms for crosses and expands the possibilities for creating new varieties and hybrids with the desired quantitative and qualitative traits. The best assessment of combining ability can be obtained by dialysis analysis [18-20].

Establishing the characteristics of parental forms by the effects of GCA and SCA, the ratio of their variance in hybrids, as well as the type of gene action (additive or non-additive) is important for predicting the manifestation of breeding and genetic features, determining the effectiveness of selections in hybrid populations by quantitative characteristics [21,22].

2. MATERIALS AND METHODS

The purpose of this research is to identify parental forms with high general and specific combining ability and genetic analysis to establish genetic parameters and the character of inheritance on the trait of the number of fruits per plant.

The research was conducted in 2017-2019 in the fields of breeding and seed crop rotation of Cherkassy research station of the National Scientific Center «Institute of Agriculture of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine», located in the village Kholodnyansky (49^{0}11'N at 31^{0}52'E) Cherkassy region, Ukraine. For genetic analysis by (Hayman B.I.,1954; Jinks I.L.,1954) were used the sample №477 *(sp, u)* and the variety Alya *(sp)* with a reduced period of fruit ripening and three collection samples with high lycopene content in fruits: Dark green *(hp^{2dg})*, MO 112 *(hp)* and T-3627*(B^c)*.

The experiments are based on the method of one-factor experiments [23]. Evaluation of the combining ability on the trait of the "number of fruits per plant" was performed according to the first scheme *Griffing B.I.* with the matrix of crosses and test *p2 (direct and reciprocal crosses + parental forms),* where *p - is the number of parental forms* [18]. Genetic analysis was performed by *Hayman V.I.* and *I.J. Jinks* [20, 24].

3. RESULTS AND DISCUSSION

The analysis of variance of a one-factor experiment revealed significant differences between hybrids, that is the number of fruits per plant is different. Differences in combining ability (general or specific) can be expected in the studied lines and varieties. The sum of squares by hybrids is due to genotypic differences. Parent varieties and lines differed in the magnitude of the expression of the trait (Table1).

Table 1.

Analysis of variance of the number of fruits per plant

Years	Type of scattering	Sum of squares	Degree of freedom	Middle square	F calc.	F табл.
2017	General	501,4	74			
	Repetitions	0,1	2			
	Options	465,8	24	19,4*	26,27	1,74
	Residual	35,5	48	0,7		
	LSD_{05}			1,43		
2018	General	1328,4	74			
	Repetitions	12,3	2			
	Options	1129,6	24	47,07*	12,12	1,74
	Residual	186,4	48	3,9		
	LSD_{05}			3,3		
2019	General	1639,9	74			
	Repetitions	3,9	2			
	Options	1186,6	24	49,44*	5,28	1,74
	Residual	449,4	48	9,4		
	LSD_{05}			5,1		

* Significant at 5% level

The largest number of the number of fruits per plant was the sample *Dark green* (7.0-14.7 pieces) and the line №477 (6.0-17.2), the smallest - the variety Alya (4.2-10.7). The average values of the number of fruits per plant in hybrids with the participation of samples *Dark green*, MO 112 and line №477 are the largest and are 10.5-19.0, 10.0-19.0 and 9.2-21.6, respectively. With the participation of the variety Alya for three years and the sample T-3627 for two years less than the group average for the parental forms (Table2).

Table 2.

The mean value of the number of fruits per plant in the parental samples, varieties ($\bar{x}p$) and hybrids ($\bar{x}F_1$), days

Variety, sample	Years of research					
	2017		2018		2019	
	P	F_1	P	F_1	P	F_1
№477	6,0	9,2	14,4	18,4	17,2	21,6
Alya	4,2	8,6	9,9	15,9	10,7	18,0
Dark green	7,0	10,5	14,7	19,0	14,0	19,1
MO 112	6,7	10,0	13,4	16,4	11,8	19,0
T-3627	3,0	7,6	12,1	16,4	13,4	19,0
$\bar{x}$	5,4	9,2	12,9	17,2	13,4	18,5
LSD_{05}	1,43		3,25		5,10	

The difference between the average F_1 and the average of the parental forms for three years of research is positive, that is expression of the trait dominates.

The results of the analysis of variance of the combining ability (Table3) indicate significant differences in general and specific combining ability.

Table 3.

Analysis of variance of the combining ability of the number of fruits per plant

Years	Type of scattering	Sum of squares	Degrees of freedom	Middle square	F calc.	F tabl.
2017	Hybrids	465,8	24	19,4*	26,3	1,79
	GCA	51,1	4	12,7*	51,9	2,61
	SCA	101,5	10	10,1*	41,2	2,08
	Reciprocals	2,7	10	0,3	1,1	2,08
	Residual	11,8	48	0,2		
2018	Hybrids	1119,3	24	46,6*	12,3	1,79
	GCA	77,0	4	19,3*	15,2	2,61
	SCA	197,6	10	19,8*	15,6	2,08
	Reciprocals	98,5	10	9,8*	7,8	2,08
	Residual	60,9	48	1,3*		
2019	Hybrids	1191,9	24	49,7*	5,3	1,79
	GCA	75,7	4	18,9*	6,1	2,61
	SCA	291,6	10	29,2*	9,4	2,08
	Reciprocals	30,0	10	3,0	1,0	2,08
	Residual	149,7	48	3,1		

* Significant at 5% level

Studies have shown that of the number of fruits per plant, the best positive reliable effects of general combining ability (GCA) during the two years of research were the line №477 (1.16-2.32) and the sample *Dark green* (1.29-1.78), for one year of research - sample MO 112 (0.80) (Table4).

Table 4.

Evaluation of the effects of general combining ability (GCA) on the trait of the number of fruits per plant

Sample	Years		
	2017	2018	2019
№477	0,05	1,16*	2,32*
Alya	-0,55*	-1,40*	-1,26*
Dark green	1,29*	1,78*	-0,10
MO 112	0,80*	-0,67*	-0,25
T-3627	-1,58*	-0,87*	-0,72
LSD_{05}	0,28	0,64	1,00

* Significant at 5% level

We found significant differences in specific combining ability (SCA). This indicates that some hybrid combinations within the variety differed significantly from its average value, and in the inheritance of the trait involved non-additive effects of genes. To identify lines and varieties with high or low SCA, for each parent form, we calculated the variance for comparison with the overall average value (Table5).

We found that high reliable values of specific combining ability (SCA) for three years of research were in the variety Alya (from 1.47 to 6.35), for two years of research in sample T-3627 (3.99-5.22), for one year in sample *Dark green* (1.76) and line №477 (5.71). The best values of SCA for three years of research were in hybrid combinations №477 / T-3627 (from 1.37 to 3.18), Alya / *Dark green* (from 2.03 to 4.64); for two years: Alya / MO 112 (1.48-1.53), MO 112 / T-3627 (1.16-3.71).

Table 5.

Estimation of variances of general combining ability (GCA) and specific combining ability (SCA) at an estimation of samples and varieties on the trait of the number of fruits per plant of 2017-2019

Variety, sample	Years	Alya	Dark green	MO 112	T-3627	δ_{Si}^2	$\delta_{g_1}^2$
№ 477	2017	-0,08	1,58*	0,35	1,37*	0,95	-0,03
	2018	-2,35*	3,06*	1,25	3,18*	5,71*	1,18
	2019	2,06	0,24	2,14*	2,29*	1,18	4,97
Alya	2017		2,03*	1,53*	0,40	1,47*	0,27
	2018		2,39*	1,48*	2,96*	4,61*	1,79
	2019		4,64*	1,72	-2,38*	6,25*	1,17
Dark green	2017			1,06*	0,10	1,76*	1,63
	2018			1,07	-0,44*	3,16	3,00
	2019			-0,65	0,78	3,31	-0,40
MO 112	2017				1,16*	1,05	0,61
	2018				-2,36*	1,67	0,28
	2019				3,71*	3,09	-0,35
T-3627	2017					0,67	2,46
	2018					5,22*	0,59
	2019					3,99*	0,11
Average value	2017					1,18	
	2018					4,08	
	2019					3,56	

* Significant at 5% level

Note. δ_{Si}^2 - variance of the effect of specific combining ability; $\delta_{g_1}^2$ - variance of the effect of general combining ability.

Comparison of the variance of the effects of general ($\delta_{g_1}^2$) and specific (δ_{Si}^2) combining ability revealed that in variety Alya, sample *Dark green* during three years of studies, samples MO 112 and T-3627 during two years of studies, observed the predominance of dominant effects of genes in genetic control of the number of fruits per plant.

Genetic analysis by (Hayman B.I.,1954) checks the homogeneity of the difference between covariance and variance of *Wr-Vr*, through Student's *t* test did not reveal epistatic interaction of genes. Was constructed a graph of the dependence of *Wr* on *Vr* according to the indicators of variance and covariance (Fig. 1-3). Graphic analysis shows that the inheritance on the traits of the number of fruits per plant involved additive and non-additive effects of genes (the regression coefficients are reliable and do not differ from one), that is, the regression line does not deviate from the unit slope line. This is confirmed by the high significance of the components *D* and *H1*, which characterize the variability of the trait, which is due to the additive and dominant effects of genes (Table 6).

Table 6.

Genetic parameters of the trait of the number of fruits per plant

Parameters	Years		
	2017	2018	2019
D	2,71±0,85*	2,98±2,07*	2,96±1,68*
F	-1,96±2,12*	-1,77±5,17*	-4,05±4,20*
H_1	20,34±2,15*	40,44±5,26*	53,90±4,27*
H_2	19,80±2,08*	36,98±5,07*	52,09±4,12*
h^2	520,05±1,41*	605,53±3,42*	1214,06±2,7*
E	0,25±0,35	1,27±0,84	3,12±0,69
H_1/D	7,51	13,58	18,18
$\sqrt{H_1}/D$	2,74	3,69	4,26
$H_2/4H_1$	0,24	0,23	0,24
$\frac{\sqrt{4DH1+F}}{\sqrt{4DH1-F}}$	0,78	0,85	0,72
h^2/H_2	26,27	16,38	23,31
Conditionally dominant (CD)	8,71	16,48	16,80
Conditionally recessive(CR)	2,66	9,78	10,09

Estimates of *H1* and *H2* are uneven, from which it is possible to conclude that alleles that positively and negatively determine the trait are unevenly distributed between the parental forms. The uneven ratio of genes with positive and negative effects is indicated by the ratio of *H2/4H1*, which was 0.23-0.24. The parameter $\frac{\sqrt{4DH1+F}}{\sqrt{4DH1-F}}$ characterizes the ratio of the total number of dominant genes to the total number of recessive genes in all parental forms. The index varied in the range of 0.72-0.85, which indicates an excess of recessive gene alleles in the studied samples.

The value of the parameter *D*, which measures the additive variability in the population, was lower compared to *H1*, which measures the dominant variability in three years of research. Values *H1*> *H2*, which indicates an unequal ratio of positive and negative effects.

The regression line intersects the negative part of the axis *Wr*, so we can say that we dominate at all loci. This is evidenced by the value of the average degree of dominance, which was 2.74-4.26.

The table7 shows the indicators of the genetic component *F*, which reflects the relative contribution of additive and dominant effects of genes in the phenotypic manifestation of the trait in F_1 hybrids. Significant positive effects for three years of research were observed in the sample *Dark green*, in two years - in the line №477 and the sample MO 112, which indicates the predominance of dominant alleles. Recessive alleles predominated in Alya and T-3627 for three years of research.

Table 7.

Estimation of the direction of dominance (F) of the number of fruits per plant of tomato for each parental forms and their hybrids

Samples	Years		
	2017	2018	2019
№477	-70,66±17,53*	558,41±73,77*	254,24±100,50*
Alya	83,38±17,53*	-158,18±73,77*	15,13±100,50*
Dark green	-89,28±17,53*	104,32±73,77*	245,41±100,50*
MO112	280,29±17,53*	325,14±73,77*	213,88±100,50*
T-3627	148,91±17,53*	-376,50±73,77*	132,41±100,50*

* Significant at 5% level

High correlation coefficients between covariance *(Wr)* and variance *(Vr)*, as well as regression coefficients b_1 between *Wr* and *Vr* (Table 8) indicate that the actual regression lines do not differ significantly from the unit slope.

Table 8.

The results of correlation and regression analyzes of the number of fruits per plant

Indicator	2017	2018	2019
Correlation *(r)* between *Wr* and *Vr*	0,99	0,96	0,41
Regression *(b_1)* between *Wr* and *Vr*	1,11	0,95	1,10
Correlation *(r)* between $\bar{xp}$ and *Wr* and *Vr*	-0,38	0,38	0,95
Regression *(b_2)* between $\bar{xp}$ and *Wr* and *Vr*	-0,09	0,05	0,34

The correlation coefficient between the mean values of the trait in the parents ($\bar{xp}$) and the sum *(Wr + Vr)* in ranged from minus 0.64 to minus 0.97. This indicates a link between the number of fruits per plant and the presence of dominant genes. At high negative correlations, dominant genes determine the increase in trait.

With the participation of the correlation coefficient between the mean values of the trait of parental forms in the parents ($\bar{xp}$) and the sum *(Wr + Vr)* determined the theoretical values $W_{dom} + V_{dom}$ and $W_{rec} + V_{rec}$ for varieties and samples, which have dominant and recessive alleles. The variety or sample, which theoretically has all the dominant alleles of the studied parental forms will have $W_{dom} + V_{dom}$ 8.71 (2017), 16.48 (2018) and 16.80 (2019). The theoretical value of the parental form with the largest number of recessive genes was 108.35 (2017), 102.52 (2018) and 125.47 (2019).

Using regression graphs (Fig. 1-3), we obtained more complete information about the manifestation of dominant and recessive effects.

In 2017, according to the F_1 assessment, line №477, the samples MO 112 and *Dark green* approached the point with maximum dominance. The point with the highest recessiveness was approached by the variety Alya, which had 75 percent recessive alleles, and the sample T-3627 with 50 percent recessive alleles.

In 2018, the zone with the highest dominance included the sample of MO 112, as well as all other samples, which had 75 percent of dominant alleles.

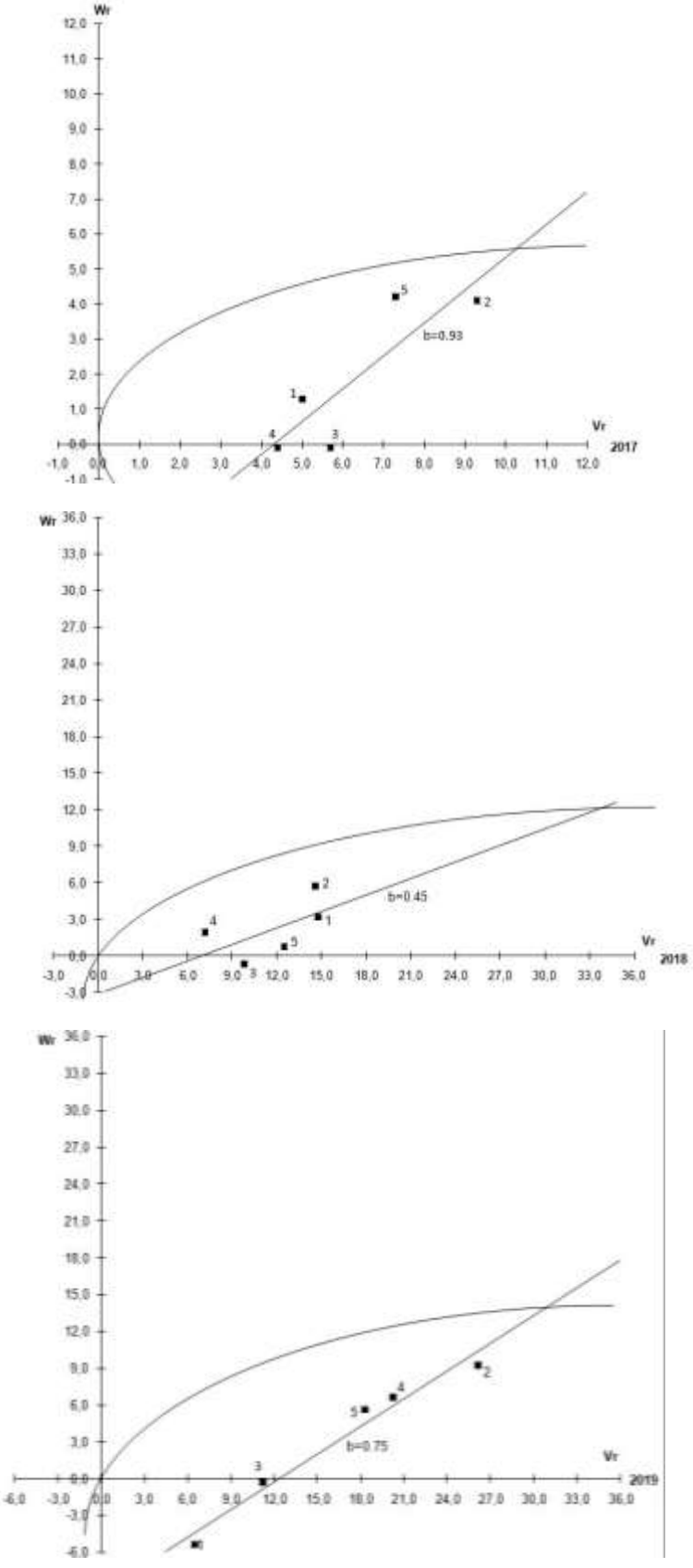


Figure 1-3. The graph of dependence Wr by Vr.
1 - Sample №477; 2 - Variety Alya; 3 - Sample Dark green;4 - Sample MO 112; 5 - Sample T-3627.

In 2019, the line №477 and the sample *Dark green* were located in the zone with the highest dominance. The point of the variety Alya is located to the zone with the greatest recessiveness, the points of samples MO 112 and T-3627 lie in the middle region of the regression line, far from the points of intersection of the parabola with the regression line.

4. CONCLUSIONS

Genetic analysis to establish that the trait of the "number of fruits per plant" is controlled by the additive-dominant genetic system. The main role in the genetic control of the trait is played by the dominant effects of genes. Inheritance of a trait occurs by type of overdominance. The high negative value of the correlation coefficient indicates the existence of a relationship between the number of fruits per plant and the presence of dominant genes. At high negative correlations, dominant genes determine the increase in trait.

The best positive and significant effects of general combining ability (GCA) during two years of research had the line №477 (1.16-2.32) and the sample *Dark green* (1.29-1.78), the sample MO 112 (0.80) in one year of research. They can be recommended for the creation of heterosis hybrids and varieties.

From hybrid combinations with high values of specific combining ability (SCA) for three years of research: №477 / T-3627 (from 1.37 to 3.18), Alya / *Dark green* (from 2.03 to 4.64); for two years: Alya / MO 112 (1.48-1.53), MO 112 / T-3627 (1.16-3.71) it is necessary to make selections for creation of varieties.

REFERENCES:

1. Waheed, K., H. Nawaz, M.A. Hanif and R. Rehman (2020). Tomato. In: Medicinal Plants of South Asia, Elsevier,46, 631-644. DOI:https://doi.org/10.1016/B978-0-08-102659-5.00046-X
2. Hyman, C. (2019). Tomato: A Global History. Reaktion Books, London,UK, 144p.
3. Costa, J. M., Heuvelink, E. (2018). "The global tomato industry," in Tomatoes, 2nd Ed. Editor Heuvelink, E. (Oxfordshire, UK: CAB International), 1–26. DOI: 10.1079/9781780641935.0001
4. Wilcox, J., Catignani, G., and Lazarus, S. (2003). Tomatoes and cardiovascular health. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 43(1), 1–18.
5. Siddiqui, M. W., Lara, I., Ilahy, R., Tlili, I., Ali, A., Homa, F., et al. (2018). Dynamic changes in health-promoting properties and eating quality during off-vine ripening of tomatoes. CRFSFS, 17, 1540–1560. DOI: 10.1111/1541-4337.12395
6. Kulczyński, B., Gramza-Michałowska, A., Kobus-Cisowska, J., Kmiecik, D. (2017). The role of carotenoids in the prevention and treatment of cardiovascular disease – current state of knowledge. Journal of Functional Foods, 38(A),4565. DOI:https://doi.org/10.1016/j.jff.2017.09.001
7. Chaudhary, P., A. Sharma, B. Singh and A.K. Nagpal (2018). Bioactivities of phytochemicals present in tomato. Journal of Food Science and Technology , 55(8), 2833-2849. DOI : https: //doi:10.1007/s13197-018- 3221-z
8. Szabo, K., Cătoi, A.-F., Vodnar, D.C. (2018). Bioactive Compounds Extracted from Tomato Processing by-Products as a Source of Valuable Nutrients. Plant Foods for Human Nutrition ,73, 268–277.
9. Speer, H., D'Cunha, N.M., Alexopoulos, N.I., McKune, A.J., Naumovski, N. (2020). Anthocyanins and Human Health—A Focus on Oxidative Stress, Inflammation and Disease. Antioxidants, 9(5),366. DOI:https://doi.org/10.3390/antiox9050366
10. Ogori, A.F. (2020). Source, Extraction and Constituents of Fats and Oils. Journal of Food Science and Nutrition,6 (2), 100060. DOI: 10.24966/FSN-1076/100060
11. Yılmaz, E., Aydeniz, B., Günes, er O., Arsunar, E.S. (2015). Sensory and physico-chemical properties of cold press produced tomato (Lycopersicon esculentum L.) seed oils. Journal of the American Oil Chemists' Society, 92, 833–842.
12. Ramakrishnan, B., N. R., Maddela, Venkateswarlu, K., Megharaj, M. (2021). Organic farming: Does it contribute to contaminant-free produce and ensure food safety? Science of The Total Environment, 769, 145079. DOI: https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.145079
13. Kalogeropoulos, N., Chiou, A., Pyriochou, V. et al. (2012). Bioactive phytochemicals in industrial tomatoes and their processing byproducts. LWT - Food Science and Technology, 49, 213-216. DOI: https://doi.org/10.1016/j.lwt.2011.12.036
14. Waheed, K., H. Nawaz, M.A. Hanif and R. Rehman (2020).Tomato.In: Medicinal Plants of South Asia. Elsevier,631- 644. DOI: https://doi.org/10.1016/B978-0-08-102659-5.00046-X
15. Ilahy, R., Siddiqui, M. W., Tlili, I., Montefusco, A., Piro, G., Hdider, C., et al. (2018). When color really matters: horticultural performance and functional quality of high-lycopene tomatoes. Critical Reviews in Plant Sciences, 37(1), 15–53. DOI : https://doi.org/10.1080/07352689.2018.1465631
16. Siddiqui, M.W., Chakraborty, I., Mishra, P., Hazra, P. (2014). Bioactive attributes of tomato possessing dg, ogc and rin genes. Food and Function, 5, 936-943.
17. Ilahy, R., Siddiqui, M. W., Tlili, I., Hdider, C., Khamassy, N., & Lenucci, M. S. (2018). Biofortified vegetables for improved postharvest quality: Special reference to high-pigment tomatoes. Preharvest modulation of postharvest fruit and vegetable quality, 15, 435–454. DOI: https://doi.org/10.1016/B978-0-12-809807-3.00015-9
18. Griffing, B. (1956). Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing systems. Australian journal of biological sciences, 9, 463–493.
19. Yates, F.(1947). Analysis of data from all possible reciprocal crosses between a set of parental lines. Heredity, 1, 287–301.
20. Hayman, B. I. (1954). The theory and analysis of diallel crosses. Genetics, 39(6), 789-809.
21. Mishchenko, S.V. (2017). Effects of general and variants of specific combining ability of self-pollinated lines and varieties of hemp in the system of topcrosses. Factors of experimental evolution of organisms, 21, 62-67. [UA]
22. Fedin, M.A. (1970). About heterosis of wheat. Moscow, Kolos, 240p.[RU]
23. Dospehov, B. A. (1985). Methodology of field experience (with principles of statistic treatment for results of researches). Agroproizdat, Moscow, 352 p.[RU]
24. Jinks, I.L. (1954). The analysis of continuous variation in a diallel cross of Nicotiana rustica varieties. Genetics, 39(6), 767-788.

MATHEMATICAL SCIENCES

SUBJECTIVE PERCEPTION OF THE SAFETY WITH USING INTELLIGENT AUTOMATED RAILWAY SYSTEMS BY THE POPULATION

Kataeva L.
Doctor of Physical and Mathematical Sciences,
Professor Branch of the Samara State University
of Railways in the city of Nizhny Novgorod

СУБЪЕКТИВНОЕ ВОСПРИЯТИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ СИСТЕМ СО СТОРОНЫ НАСЕЛЕНИЯ

Катаева Л.
Доктор физико-математических наук,
профессор Филиал Самарского государственного университета
путей сообщения в г. Нижнем Новгороде
DOI: 10.24412/3453-9875-2021-57-1-10-12

Abstract

The use of intelligent systems is always fraught with security challenges, especially in the case of mixed traffic. Active discussion of incidents involving such systems is of great interest, both from the public and media. As a result, there is a change in subjective perception, leading to an overestimated risk assessment on the part of the population.

Аннотация

Использование интеллектуальных систем всегда чревато проблемами безопасности, особенно в случае смешанного трафика. Активное обсуждение инцидентов с такими системами вызывает большой интерес, как со стороны общественности, так и со стороны СМИ. В результате происходит изменение субъективного восприятия, что приводит к завышению оценки риска со стороны населения.

Keywords: autonomous intelligent rail vehicles; subway; rail transportation; safety, perception, risk.

Ключевые слова: автономные интеллектуальные железнодорожные транспортные средства, метрополитен; железнодорожные перевозки; безопасность, восприятие, риск.

Развитие железнодорожного транспорта в современных жестких условиях конкуренции невозможно без использования интеллектуальных систем. Уже сегодня мы имеем такие системы как системы помощи и дублирования, но уже остро стоит вопрос о необходимости использовать системы полного автономного управления. Их применение с одной стороны позволяет обеспечить более высокий уровень безопасности в результате исключения человеческого фактор, а с другой - получить существенную экономию при увеличении паровозной емкости, уменьшения простоев и более эффективном использовании энергии.

Разработкой автономных интеллектуальных железнодорожных транспортных средств (АИЖДТС) активно занимаются во всех высокоразвитых странах мира. Уже сейчас современный процесс автоматизации на транспорте включает в себя сорок две страны [1]. В 2018 году в Китае проведено тестирование беспилотной монорельсовой высокоскоростной транзитной системы. Ее запуск планируется в 2022 году. Следует сказать, что Россия тоже активно включилась в данный процесс. Уже в 2025 году планируется переход на цифровую железную дорогу согласно распоряжению Правительства РФ № 466-р от 19.03.2019 г. Но при этом до сих пор не сформирована правовая база для полного перехода на автономные транспортные системы [2], что существенно замедляет процесс их внедрения. Другим рычагом, тормозящим их активное внедрение, является адаптация восприятия человека к их использованию [3].

С точки зрения здравого смысла и статистических данных по существенному уменьшению различного вида инцидентов при исключении человеческого фактора использование АИЖДТС более предпочтительно, но интеллектуальна система, в свою очередь, имеет ограничения с точки зрения совершенства используемых алгоритмов. И если происходит ситуация не описанная алгоритмом роботизированная система не сможет сама принять решение – и в этом ее большой минус пока. Однако жизнь не стоит на месте, и алгоритмы продолжают развиваться. Начинают появляться саморазвивающиеся и самообучающиеся системы [4, 5]. И это позитивно сказывается на их внедрении. Однако, проблема искажения восприятия остается, так как появляется цепочка взаимосвязей, показанной на рис.1. в качестве примера можно рассмотреть авиакатастрофу. После того как она происходит СМИ активно используют ее сюжеты во всех новостях (печатных, телевизионных, электронных и.т.п.).

Пока эти сюжеты остаются на первом месте и регулярно повторяются, люди начинают воспринимать вероятность попасть в авиакатастрофу выше, чем до того как вышли сюжеты и в результате создается иллюзия, что это стало опаснее, но на самом деле – вероятность попасть в авиакатастрофу не изменилась.

Аналогичным образом и формируется иллюзия сверх опасности по использовании АИЖДТС. Анализ статистических данных при этом показывает, что вероятность стать участников происшествия для автомобильного транспорта гораздо выше, чем для железнодорожного [6].

Рис.1. Схема последовательного негативного отпечатка на интуитивное восприятие и оценку риска

Необъективность в суждениях присуща человеку [3] и одной из главных причин данного факта – трансформация восприятия СМИ. Приведем еще один наглядный пример. Рассмотрим статистические данные о погибших на различных видах транспорта с 2014-2019 гг. – рис.2. если просто посмотреть на рисунок, то в глаза бросается, что наибольший сегмент относится к авиатранспорту, т.е. создается ложное восприятие опасности данного вида транспорта. Однако если внимательно рассмотреть данные, то увидим, что для автомобильного транспорта жертвы исчисляются тысячами, в то время как для остальных речь идет о единицах. На данном примере было наглядно показано, что имеет место воздействие способов подачи исходных правильных данных на формирование иллюзии восприятия опасности

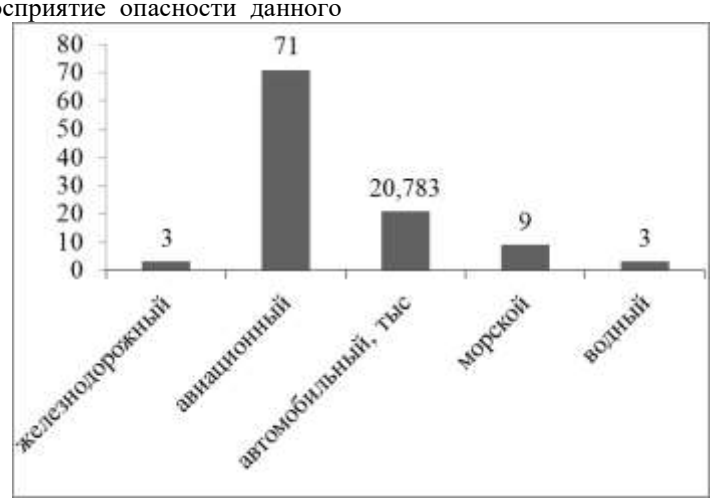


Рис. 2. Иллюстрация формирования иллюзии на примере данных по транспортным авариям

В заключении следует констатировать, что по статистическим данным именно железнодорожный транспорт является наиболее безопасным. Повышение эффективности его работы напрямую связано с необходимостью поиска новых технических решений и внедрением АИЖДТС. Развитие полностью автономных систем тормозится такими факторами как отсутствие правовой базы и необходимостью подготовки населения к позитивному восприятию АИЖДТС. Целесообразно внимательно подходит к вопросу объективного освещения новостей, что бы не вызывать искажения интуитивного восприятия

опасности. При происхождении инцидентов необходимо показывать не только негативные моменты, но и позитивные.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Системы автоведения, регистрации параметров движения и работы тягового подвижного состава. Обзорное пособие. – М.: ООО «АВП-Технология», 2009. – 96 с.

2. Смирнова В.В., Правкин С.А. Проблемы нормативно-правового обеспечения автономного (беспилотного) железнодорожного транспорта // Транспортное право и безопасность. 2020. № 1 (33). С. 142-149.

3. Read, J. D. The availability heuristic in person identification : The sometimes misleading consequences of enhanced contextual information : [англ.] // Applied Cognitive Psychology : журн. — 1995. — Vol. 9, no. 2. — P. 91–121. — doi:10.1002/acp.2350090202

4. Bochkov, V. S. and Kataeva L. Yu. wUUNet: Advanced Fully Convolutional Neural Network for Multiclass Fire Segmentation // Symmetry 2021, 13(1), 98; doi:10.3390/sym13010098

5. Bochkov V.S., Kataeva L.Yu., Belotserkovskaya I.E., Ilicheva M.N. Prototype of forest fire suppression robotics system based on exclusion of flame configuration from monocular video sequence // ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences. 2019. Т. 14. № 9. С. 1719-1730.

6. Казаков Н.А., Волкова Е.В. К вопросу о вероятности погибнуть или получить ранение в транспортной аварии // Интерактивная наука. 2017. №12. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/k-voprosu-o-veroyatnosti-pogibnut-ili-poluchit-ranenie-v-transportnoy-avarii (дата обращения: 26.02.2021).

7. Федеральная служба государственной статистики. Основные итоги работы транспорта. Происшествия с подвижным составом и пострадавшими в них. URL:: https://rosstat.gov.ru/folder/23455 (дата обращения 26.02.2021).

MEDICAL SCIENCES

SOME FEATURES OF PSYCHOPATHOLOGICAL SYMPTOMS IN PATIENTS WITH DEPRESSIVE DISORDERS IN MODERN STAGE

Belov O.
Doctor of Philosophy, Associate Professor.
Associate Professor of the Department of Medical Psychology and Psychiatry with Course of Postgraduate Education, National Pirogov Memorial Medical University, Vinnytsya (Vinnytsya, Ukraine)
DOI: 10.24412/3453-9875-2021-57-1-13-16

Abstract
The features of psychopathological symptoms of depressive disorders were studied taking into account age and gender factor. It has been established that modern depressive disorders are characterized by polymorphism of symptoms with the presence of pronounced anxiety, obsessive and somatic manifestations; the severity of the main psychopathological symptoms increases with age. Gender differences are in the greater severity of symptoms of depression, hostility and paranoid symptoms in men, and anxiety, somatization, obsessive-compulsive symptoms, interpersonal sensitivity and phobic anxiety in women. These features can be considered as manifestations of the clinical pathomorphosis of depression at the present stage.

Keywords: depressive disorders, psychopathological symptoms, pathomorphosis

Depressive disorders are one of the main problems of modern psychiatric science and practice. Depressions are associated with comorbid pathological, suicidal behavior, reduced of quality of life, and social disadaptation both in patients with depressions and in their microsocial environment [1, p. 333; 2, p. 655; 3, p. 980-985]. According to modern studies, depressive disorders are characterized by polymorphism of symptoms, difficulty of diagnosis and resistance to therapy [4, p. k5354; 5, p. 711-715]. An important factor in the development of preventive measures for depressive disorders is the study of their pathomorphosis, in particular, clinical phenomenology of depressive disorders at the modern stage [6, p. 78-88; 7, p. e673–e681]. At the same time, a some of important issues of clinical pathomorphosis of depressive disorders remain insufficiently studied, and the data of existing studies are incomplete and contradictory [8, p. 255-257; 9, p. 127].

The aim of the study is to investigate the structure and severity of psychopathological symptoms in patients with depressive disorders at the present stage, taking into account age and gender factor.

With the observance of the principles of biomedical ethics, we have clinically examined 107 men and 138 women who applied for medical care at Vinnitsa Regional Psycho-Neurological Hospital from 2015 to 2019. The nosological structure of the contingent was as follows ICD-10 codes: F 31.3, F 31.4, F 32.0, F 32.1, F 32.2, F 33.0, F 33.1, F 33.2). The average age of the men was 34.2±11.1 years, and 33.2±11.4 years for women (p=0.422), the average duration of depression was 5.7±5.8 years for men, and 4.5±5.4 years for women (p=0.064). 3 subgroups were allocated in group of men and women depending on the age of patients at the time of the study: up to 30 years (M1 and W1 groups, respectively), from 30 to 44 years (M2 and W2 groups, respectively), 45 years and older (M3 and W3 groups, respectively). The study was carried out using Symptom Check List-90-Revised – SCL-90-R (L. Derogatis and al., 1976). Statistical analysis of differences between groups was carried out using non-parametric Mann-Whitney test.

The general trend of the modern pathomorphosis of depressive disorders is an increase in the proportion of anxious and somatized depressions in the structure of depressive disorders [10, p. 1786-1790]. These tendencies are manifested in the indicators of psychopathological symptomatology (table 1-3).

Table 1.

Features of psychopathological manifestations in men, taking into account age factor

Symptoms	Indicators level, M±m/Me (Q_{25}-Q_{75}) (points)		
	M1, n=38	M2, n=46	M3, n=23
Somatization	0.72±0.09 / 0.70 (0.60–0.80)	0.83±0.20 / 0.80 (0.60–0.90)	0.97±0.26 / 0.80 (0.70–1.20)
Obsessive and compulsive symptoms	0.68±0.45 / 1.00 (0.10–1.00)	1.12±0.77 / 1.10 (0.10–1.90)	1.24±0.85 / 1.60 (0.20–2.00)
Interpersonal sensitivity	1.33±0.19 / 1.40 (1.10–1.40)	1.53±0.34 / 1.60 (1.10–1.80)	1.65±0.37 / 1.70 (1.20–1.90)
Depression	2.65±0.79 / 3.10 (2.00–3.20)	2.91±0.71 / 3.20 (2.80–3.40)	3.44±0.44 / 3.50 (3.30–3.70)
Anxiety	2.00±0.23 / 2.00 (1.80–2.20)	2.21±0.38 / 2.30 (1.80–2.50)	2.37±0.36 / 2.40 (1.90–2.70)
Hostility	0.31±0.26 / 0.30 (0.00–0.50)	0.54±0.51 / 0.50 (0.00–0.70)	1.78±1.23 / 1.70 (0.70–3.20)
Phobic anxiety	0.61±0.15 / 0.70 (0.40–0.70)	0.77±0.30 / 0.90 (0.40–1.00)	0.93±0.30 / 0.90 (0.60–1.10)
Paranoid symptoms	0.24±0.11 / 0.20 (0.20–0.20)	0.30±0.16 / 0.20 (0.20–0.30)	0.33±0.16 / 0.30 (0.20–0.30)
Psychoticism	0.64±0.27 / 0.60 (0.40–0.90)	0.70±0.25 / 0.70 (0.50–0.90)	0.69±0.19 / 0.70 (0.60–0.80)
Global Severity Index	1.19±0.25 / 1.30 (0.90–1.40)	1.39±0.37 / 1.45 (1.10–1.70)	1.67±0.38 / 1.70 (1.30–2.00)
Positive Symptom Total	45.42±8.37 / 48.00 (38.00–52.00)	49.37±9.95 / 51.50 (42.00–55.00)	55.04±10.47 / 57.00 (43.00–64.00)
Positive Symptom Distress Index	2.34±0.21 / 2.35 (2.20–2.50)	2.49±0.23 / 2.60 (2.30–2.70)	2.73±0.20 / 2.80 (2.60–2.90)

In addition to high rates of depression, the examined patients showed increased levels of anxiety, obsessive-compulsive symptoms, and somatization. These manifestations determine the specificity of the modern pathomorphosis of depressive disorders with an increase in the clinical picture of manifestations of anxiety and somatic symptoms.

Table 2.

Features of psychopathological manifestations in women, taking into account age factor

Symptoms	Indicators level, M±m (points)		
	W1, n=51	W2, n=53	W3, n=34
Somatization	0.90±0.19 / 0.90 (0.80–1.00)	1.13±0.38 / 1.00 (0.80–1.30)	1.92±0.69 / 1.85 (1.40–2.50)
Obsessive and compulsive symptoms	1.47±0.69 / 1.90 (1.00–1.90)	1.71±0.71 / 1.90 (1.60–2.10)	2.40±0.66 / 2.40 (2.00–2.90)
Interpersonal sensitivity	1.65±0.31 / 1.70 (1.60–1.80)	1.85±0.40 / 1.80 (1.70–2.20)	2.44±0.49 / 2.35 (2.20–2.80)
Depression	2.30±0.76 / 2.20 (1.80–3.00)	2.65±0.86 / 3.10 (2.40–3.20)	2.98±0.73 / 3.20 (2.60–3.50)
Anxiety	2.35±0.31 / 2.40 (2.20–2.60)	2.55±0.40 / 2.60 (2.40–2.80)	2.99±0.34 / 3.05 (2.80–3.20)
Hostility	0.15±0.23 / 0.00 (0.00–0.30)	0.37±0.44 / 0.30 (0.00–0.50)	0.90±0.98 / 0.50 (0.00–1.30)
Phobic anxiety	0.91±0.26 / 1.00 (0.70–1.10)	1.11±0.39 / 1.10 (0.90–1.40)	1.72±0.50 / 1.70 (1.40–2.00)
Paranoid symptoms	0.21±0.05 / 0.20 (0.20–0.20)	0.23±0.09 / 0.20 (0.20–0.20)	0.29±0.17 / 0.20 (0.20–0.30)
Psychoticism	0.59±0.23 / 0.60 (0.40–0.70)	0.59±0.22 / 0.60 (0.50–0.80)	0.69±0.22 / 0.80 (0.50–0.80)
Global Severity Index	1.31±0.25 / 1.30 (1.20–1.50)	1.51±0.35 / 1.60 (1.30–1.80)	1.95±0.39 / 1.90 (1.60–2.20)
Positive Symptom Total	49.20±7.07 / 50.00 (46.00–55.00)	53.34±8.36 / 55.00 (50.00–58.00)	62.09±7.94 / 61.50 (58.00–66.00)
Positive Symptom Distress Index	2.39±0.19 / 2.40 (2.20–2.60)	2.52±0.24 / 2.50 (2.30–2.70)	2.82±0.22 / 2.80 (2.60–3.00)

The general trend is the increase in psychopathological manifestations with age. So, in the youngest age groups (M1 and W1), the level of indicators of all psychopathological symptoms, except for psychoticism, and in women – also paranoid symptoms, is significantly ($p<0,05$ or less) lower than in the middle age groups (M2 and W2) and in the older ones (M3 and W3). In middle age groups, men are significantly lower indicators of depression and hostility than in older groups, and women – all psychopathological symptoms, except for paranoid symptomatology.

Table 3.

Level of statistical significance of differences (p) between groups

Symptoms	Groups being compared								
	M1 vs M2	M1 vs M3	M2 vs M3	W1 vs W2	W2 vs W3	W2 vs W3	M1 vs W1	M2 vs W2	M3 vs W3
Somatization	0.009	0.000	0.060	0.003	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Obsessive and compulsive symptoms	0.004	0.002	0.139	0.003	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Interpersonal sensitivity	0.001	0.001	0.152	0.003	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Depression	0.011	0.000	0.000	0.007	0.000	0.007	0.013	0.020	0.003
Anxiety	0.001	0.001	0.124	0.002	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Hostility	0.037	0.000	0.000	0.003	0.000	0.013	0.003	0.039	0.004
Phobic anxiety	0.002	0.001	0.123	0.004	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Paranoid symptoms	0.041	0.000	0.064	0.128	0.003	0.091	0.126	0.015	0.015
Psychoticism	0.279	0.578	0.768	0.924	0.019	0.025	0.461	0.054	0.329
Global Severity Index	0.002	0.000	0.013	0.001	0.000	0.000	0.052	0.133	0.020
Positive Symptom Total	0.038	0.001	0.021	0.002	0.000	0.000	0.042	0.037	0.031
Positive Symptom Distress Index	0.002	0.000	0.000	0.005	0.000	0.000	0.238	0.608	0.246

Gender differences consist in significantly ($p<0.05$) higher rates in men of depression, hostility (in all age groups) and paranoid symptoms (in M2 and W2, M3 and W3 groups), and in women – somatization, obsessive-compulsive symptoms, interpersonal sensitivity, anxiety and phobic anxiety (in all age groups). The most significant differences in indicators between men and women were found in the older age group (45 years and older), and the least significant – in the young (up to 30 years old).

The patterns we identified indicate a significant role in the structure of modern depressive disorders of anxiety, somatic, and obsessive-compulsive symptoms. The tendency for an increase in psychopathological symptoms with age reflects the natural progression of a depressive disorder, age-related decompensation of adaptive psychological mechanisms, as well as the addition of involutionary affective manifestations. At the same time, the severity of individual symptoms increases unevenly with age. Thus, hostility is increasing at the fastest rate, and in men it especially increases after 45 years, while in women the increase in the indicator of hostility with age is more uniform. In men, obsessive-compulsive and paranoid symptoms increase mainly in middle age, and in women - in older age. The least pronounced change with age in indicators of depression, anxiety and interpersonal sensitivity. Gender characteristics of psychopathological symptoms, in our opinion, are primarily associated with various psychological models in men and women.

These features require further deeper study of the pathomorphosis of depressive disorders, taking into account gender and age factors.

REFERENCES:

1. Ogbo F.A., Mathsyaraja S., Koti R.K., Perz J., Page A. The burden of depressive disorders in South Asia, 1990–2016: findings from the global burden of disease study. BMC Psychiatry, 2018; 18: 333.

2. Zuckerman H., Pan Z., Park C. et al. Recognition and Treatment of Cognitive Dysfunction in Major Depressive Disorder. Frontiers in Psychiatry, 2018; 9: 655.

3. Pshuk N.G., Stukan L.V., Kaminska A.O. Introducing system of psychotherapeutic intervention for family caregivers of patients with endogenous mental disorders. Wiadomosci Lekarskie, 2018; 71(5): 980-985.

4. McLachlan G. Treatment resistant depression: what are the options? BMJ, 2018; 363: k5354.

5. Markova M., Rezunenko O., Kozhyna H. Contents and efficiency measures of psychoeducation in rehabilitation system of patients with bipolar affective disorder. Journal of Education, Health end Sport formerly Journal of Health Sciences, 2017; 7: 711–715.

6. Kautzky A., Dold M., Bartova L. et al. Clinical factors predicting treatment resistant depression: affirmative results from the European multicenter study. Acta Psychiatrica Scandinavica, 2018; 139: 78–88.

7. Wiles N., Taylor A., Turner N. et al. Management of treatment-resistant depression in primary care: a mixed-methods study. British Journal of General Practice. 2018; 68(675): e673–e681.

8. Fekadu N., Shibeshi W., Engidawork E. Major depressive disorder: pathophysiology and clinical management. Journal of Depression and Anxiety, 2017; 6(1): 255–257.

9. Kraus C., Kadriu B., Lanzenberger R., Zarate C.A., Kasper S. Prognosis and improved outcomes in major depression: a review. Translational Psychiatry, 2019; 9: 127.

10. Belov O.O., Pshuk N.G. Some trends of clinical and symptomatic pathomorphosis of depressive disorders taking into account the age factor. Wiadomości Lekarskie, 2019; Tom LXXII, Nr 9 Cz II: 1786-1790.

GENERAL THERAPY FOR SURGICAL WOUND INFECTIONS CAUSED BY METHICILLIN-RESISTANT STAPHYLOCOCCUS AUREUS. EFFECT OF B-LACTAM ANTIBIOTICS ON METHICILLIN-RESISTANT STAPHYLOCOCCUS AUREUS

Kovalenko T.,
c. biol. s., senior lecturer, department of microbiology, virology and immunology. prof. D. P. Grinova
Kharkiv National Medical University
Syrotnykov D.,
student of Kharkiv National Medical University
Shtaniuk Ye.
t. med. s., assistant, department of microbiology, virology and immunology. prof. D. P. Grinova
Kharkiv National Medical University

ОБЩАЯ ТЕРАПИЯ ИНФЕКЦИЙ ХИРУРГИЧЕСКИХ РАН, ВЫЗВАННЫХ МЕТИЦИЛЛИН-РЕЗИСТЕНТНЫМ ЗОЛОТИСТЫМ СТАФИЛОКОККОМ. ВЛИЯНИЕ В-ЛАКТАМНЫХ АНТИБИОТИКОВ НА МЕТИЦИЛЛИН РЕЗИСТЕНТНЫЙ ЗОЛОТИСТЫЙ СТАФИЛОКОККОК

Коваленко Т.,
к. биол. н., старший преподаватель кафедры микробиологии, вирусологии и иммунологии им. проф. Д. П. Гриньова
Харьковского национального медицинского университета
Сиротников Д.,
студент Харьковского Национального Медицискогo Университета
Штанюк Е.
к. мед. н., ассистент кафедры микробиологии, вирусологии и иммунологии им. проф. Д. П. Гриньова
Харьковского национального медицинского университета
DOI: 10.24412/3453-9875-2021-57-1-16-18

Abstract

To reveal the possibility and rationality of using antibiotic therapy of patients with surgical site infection (SSI), to determine the features of β-lactam antibiotic therapy of infections caused by methicillin-resistant Staphylococcus aureus, and what analogs of this group of antibiotics are used to treat MRSA.

Аннотация

Раскрыть возможность и рациональность применения антибактериальной терапии больных с инфекцией области хирургического вмешательства (ИОХВ), определить особенности лечения β-лактамными антибиотиками инфекций, вызванных метициллин-резистентным золотистым стафилококком (МРЗС), и какие аналоги этой группы антибиотиков используются для лечения МРЗС.

Keywords: β-lactam antibiotic, methicillin-resistant Staphylococcus aureus, infection, therapy, research, surgical site infection.

Ключевые слова: β-лактамные антибиотики, метициллин-резистентный золотистый стафилококк, инфекция, терапия, исследования, инфекций области хирургического вмешательства.

Гнойно-воспалительные послеоперационные осложнения всегда сопровождаются возбудителем, от вида которого зависит степень тяжести протекания инфекции, характер поражения, скорость распространения, эффективность лечения.

Необходимо проводить анализ каждой конкретной клинической ситуации с учетом факторов риска и изучать эпидемиологическую обстановку, которая позволит с достаточно высокой долей вероятности определить потенциального возбудителя и

назначить адекватную рациональную эмпирическую антибактериальную терапию. Несмотря на поиск и внедрение новых методов борьбы с госпитальными штаммами, проблема внутрибольничных инфекций остается одной из самых острых в современной медицине, приобретая все большую медицинскую и социальную значимость.

Метициллин-резистентный золотистый стафилококк или MRSA – мультирезистентный возбудитель внутрибольничных инфекций, который устойчив к большой группе антибиотиков — бета-лактамов (включают в себя пенициллины и цефалоспорины). МРЗС адаптировался к выживанию в присутствии метициллина, диклоксациллина и оксациллина. Из-за широкого применения антибиотиков в стационарах медицинский персонал часто является бактерионосителем устойчивых штаммов микроорганизмов. В медицинском учреждении обычно происходит инфицирование бактериями, устойчивыми к нескольким видам антибиотиков. Штаммы МРЗС часто встречаются, когда инфекция приобретается в медицинских учреждениях (так называемая госпитальная инфекция). Некоторые штаммы МРЗС вызывают инфекции, которыми заражаются за пределами медицинских учреждений (так называемая внебольничная инфекция). Современные методы внутривидовой дифференциации штаммов *Staphylococcus aureus* основаны на секвенсанализе одного (singlelocus) или нескольких (multilocus) участков гена стафилококкового протеина А. [1] [2]

Инфекции, вызванные МРЗС, редко возникают после операции, но они могут развиваться в ранах (инфекции области хирургического вмешательства или ИОХВ), и могут представлять потенциальную угрозу для жизни. Одной из частых причин обращения за хирургической помощью являются инфекции кожи и мягких тканей (ИКМТ), составляющие до 38 % случаев только в отечественной амбулаторной практике и до 70 % в общей структуре первичных обращений к хирургу. ИОХВ, вызванные MRSA, встречаются у 1- 33% людей, перенесших хирургическое вмешательство (в зависимости от типа и классификации операции), и могут быть причиной продления госпитализации (более длительного пребывания в стационаре). [3]

Антибиотики могут использоваться по отдельности или в комбинации друг с другом, и продолжительность их применения может быть различной. Чтобы определить самый эффективный антибиотик(-и) и наиболее оптимальную дозу, для предотвращения развития инфекции, вызванной MRSA, после операции, изучивши исследования, в которых антибиотики, назначенные для предотвращения развития ИОХВ, вызванной MRSA, сравнивали друг с другом или сравнивали с отсутствием лечения. Самыми высокоэффективными были только рандомизированные контролируемые испытания (РКИ). Рандомизированное контролируемое испытание (РКИ) — это тип научного эксперимента, целью которого является уменьшение определённых источников систематической ошибки при проверке эффективности новых методов лечения. [4]

На сегодняшний день известно лишь об одном клиническом испытании, в котором сравнили разную антибактериальную терапию ИОХВ, вызванных МРЗС. В этом испытании участвовало всего 59 человек, которые были госпитализированы вследствие развития ИОХВ, вызванных МРЗС. Эти исследования в Национальном Институт Исследований в области здравоохранения Великобритании. Тридцать участников в этом клиническом испытании получили антибиотик под названием линезолид (представляет собой синтетическое антибактериальное средство, относящимся к классу противомикробных препаратов — оксазолидинонов. Связывается с бактериальными рибосомами, предотвращает образование функционального инициирующего комплекса 70S — важного компонента процесса трансляции при синтезе белка. Данный препарат может использоваться для *Staphylococcus aureus* (только метициллинчувствительные штаммы). Остальные пациенты получили другой антибиотик под названием ванкомицин - антибиотик группы гликопептидов, оказывающий бактерицидное действие. Данный антибиотик нарушает синтез клеточной стенки, проницаемость цитоплазматической мембраны и синтез РНК бактерий, активен в отношении грамположительных бактерий: *Staphylococcus spp.* включая штаммы, продуцирующие пенициллиназу и метициллин-резистентные штаммы. Типы хирургических процедур, которым подвергались участники, не были указаны, однако в сатье было сказано, что большая часть пациентов обращались из-за боли в брюшной полости. Эрадикация МРЗС произошла у большего числа людей, которые получили линезолид в сравнении с теми, кто получил ванкомицин. При бактериологическом исследовании отделяемого раны, взятого во время операции, у 38,2% пациентов выявили полимикробную флору. У 66,7% больных первой группы была обнаружена грамположительная флора (в том числе MRSA — у 33,3%), у 40,0% — грамотрицательная флора и у 40,0% — анаэробная флора. В данном клиническом исследовании не сообщалось о других характеристиках эрадикации МРЗС этими антибиотиками. [5]

β - лактамные антибиотики являются субстратными аналогами и ковалентны серинактивному центру пенициллинсвязывающих (или шунтирующих) белков (ПСБ), которые необходимы для построения клеточной стенки стафилококка. Связь пенициллинсвязывающих белков с β - лактамами необратима и приводит к гибели стафилококков. Существуют 5 различных видов ПСБ, из которых ПСБ2а обладает почти в тысячу раз меньшим аффинитетом к β - лактамам и поэтому способен выдержать атаку антибиотикам. Этим объясняется перекрестная резистентность МРЗС ко всем β-лактамным антибиотикам. ПСБ кодируются хромосомными генами, среди которых ген mecA, способный отвечать за синтез ПСБ-2а. Данный ген присутствует только у метициллинрезистентных штамов стафилококков, хотя фенотипическая

экспрессия гена mecA сильно вариабельная и зависит от многих факторов. [6]

Перспективной терапией при ИОХВ является использование нового цефалоспоринового антибиотика V поколения с анти-MRSA активностью цефтаролина фосамила. Этот антибиотик оказывает бактерицидное действие, которое обусловлено ингибированием биосинтеза клеточной стенки бактерий, за счет связывания с пенициллинсвязывающими белками (ПСБ). Цефтаролин проявляет бактерицидную активность в отношении *Staphylococcus aureus* за счет высокой аффинности к ПСБ2а. Антибактериальная активность цефатролина, также как и других бета-лактамных антибиотиков, хорошо коррелирует с периодом времени, в течение которого концентрация цефатролина остается выше минимальной ингибирующей концуентрации (МИК) для инфицирующего микроорганизма (%T > МИК). Осложненные инфекции кожи и мягких тканей, вызванные чувствительными штаммами грамположительных микроорганизмов: *Staphylococcus aureus* (включая метициллин-чувствительные и метициллин-резистентные штаммы). [7]

Исследования антибиотика цефтаролина фосамила проведенные компанией AstraZeneca UK Limited, United Kingdom 2 Kingdom Street, London W2 6BD, United Kingdom, показали достаточно высокую эффективность в отношении МРЗС. Цефтаролин не активен в отношении штаммов *Enterobacteriaceae*, продуцирующих бета-лактамазы расширенного спектра (БЛРС) семейств TEM, SHV или CTX-M, сериновые карбапенемазы (такие как KPC), металло-беталактамазы класса B или класса C (цефалоспориназы AmpC). Но эксперименты in vitro не выявили антагонизма при применении цефтаролина в комбинации с другими антимикробными препаратами (такими как амикацин, азитромицин, левофлоксацин, линезолид, меропенем, тигециклин и ванкомицин). Исследования показали, что цефтаролин фосамил был эффективен у 80% пациентов с МРЗС и ВРЗС, также интересен тот факт что при монотерапии процент выздоравления 83%, но при этом комбинированное лечение всего 76%. Тактика общей терапии инфекций хирургических ран вызванных МРЗС, показывает применение препарата Зинфоро@ , вводиться внутривенно в виде инфузии, дозировка состовляет 600 мг, каждые 12 часов на протяжении 60 минут, 5-14 дней , в зависимости от типа и тяжести инфекции, а также реакцию пациента на терапию. [8] [9]

Вывод: На сегодняшний день исследования антибактериальной терапии больных с инфекцией области хирургического вмешательства (ИОХВ) отстается на этапе исследования. Результаты этих исследований еще не дают четкую уверенность в правельной терапии, и в настоящее время нельзя рекомендовать определённый антибиотик для лечения пациентов с ИОХВ, вызванных MRSA. Если исходить из исследований проведенными в Национальном Институте Исследований Великобритании в области здравоохранения, линезолид, будет более эффективен чем ванкомицин, из-за процентного соотношения эрадикации, но более детальные результаты лечения этими препаратами пока не известны, так как полной доказательной базы пока не существует. Ссылаясь на рандомизированные контролируемые испытания, можно сказать что сейчас есть альтернативное лечение инфекций, вызванных МРЗС. Данный препарат - цефтаролин фосамил – антибиотик 5 поколения с анти - МРЗС активностью, он проявляет обширную бактерицидную активность, за счет высокой аффиности к ПСБ2а. Из этого следует, что в первую очередь необходимо создавать доказательную и рациональную базу, основываясь на РКИ, а также исключать развития перекрестной резистентности. В современной терапии существует необходимость получения знаний, которые помогут разработать альтернативные методы защиты и предотвращения распространения устойчивого штамма стафилококка особенно как возбудителя госпитальной инфекции.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Larry M. Bush , MD, FACP, Charles E. Schmidt College of Medicine, Florida Atlantic University. Последний полный пересмотр/исправление июнь 2019| Последнее изменение содержания июнь 2019.

2. Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI). Performance Standards for Antimicrobial Susceptibility Testing; 12 Informational Supplement. CLS Document M100-S20 (ISBN 1-56238-716-2). — USA, 2010.

3. Девятов В.А., Приб А.Н., Козлов А.В. и др. Пути улучшения амбулаторной помощи больным с хирургической инфекцией. Хирургия 2016.

4. Gurusamy KS, Koti R, Wilson P, Davidson BR 19 August 2014.

5. Kurinchi Selvan Gurusamy [1], Rahul Koti, Clare D Toon, Peter Wilson, Brian R Davidson.

6. Köck R., Becker K., Cookson B. et al. Methicillin-resistant Staphylococcus aureus (MRSA): burden of disease and control challenges in Europe // Euro Surveill. — 2010. — 15 (41). — 19688.

7. Cosimi R.A., Beik N., Kubiak D.W., Johnson J.A. (2017) Ceftaroline for Severe Methicillin-Resistant Staphylococcus aureus Infections: A Systematic Review. Open Forum Infect Dis. May 2, vol. 4(2), ofx084. doi: 10.1093/ofi d/ofx084.

8. AstraZeneca AB, Sweden, Gartunavagen, B 674:5, SE-151 85 Sodertalje, Sweden 2019.

9. Facta Farmaceutici S.p.A Nucleo Industriale S. Atto, 64020 Teramo, Italy 2018.

SYSTEM OF PROVIDING MEDICAL CARE FOR VICTIMS WITH PELVIC RING INJURIES AND HOSPITAL FRACTURES IN THE REGION (REPUBLIC OF TATARSTAN)

Khabibyanov R.,
Doctor of Medical Sciences,
Head of the Research Department,
State autonomous health care institution
"Republican Clinical Hospital of the Ministry
health care of the Republic of Tatarstan,
Kazan
Maleev M.
Candidate of physical and mathematical sciences
Leading Researcher,
State autonomous health care institution
"Republican Clinical Hospital of the Ministry
health care of the Republic of Tatarstan,
Kazan

СИСТЕМА ОКАЗАНИЯ МЕДИЦИНСКОЙ ПОМОЩИ ПОСТРАДАВШИМ С ПОВРЕЖДЕНИЯМИ ТАЗОВОГО КОЛЬЦА И ПЕРЕЛОМАМИ ВЕРТЛУЖНОЙ ВПАДИНЫ НА ГОСПИТАЛЬНОМ ЭТАПЕ В РЕГИОНЕ (РЕСПУБЛИКА ТАТАРСТАН)

Хабибьянов Р.Я.,
Доктор медицинских наук,
Заведующий научно-исследовательским отделом,
Государственное автономное учреждение здравоохранения
«Республиканская клиническая больница Министерства
здравоохранения Республики Татарстан,
г. Казань
Малеев М.В.
Кандидат физико-математических наук,
Ведущий научный сотрудник,
Государственное автономное учреждение здравоохранения
«Республиканская клиническая больница Министерства
здравоохранения Республики Татарстан,
г. Казань
DOI: 10.24412/3453-9875-2021-57-1-19-29

Abstract
The article presents and substantiates a unified technological model of providing effective medical care to victims with injuries of the pelvic ring and acetabulum at the hospital stage in the region using modern diagnostic and therapeutic techniques.

Аннотация
В статье представлена и обоснована унифицированная технологическая модель оказания эффективной медицинской помощи пострадавшим с повреждениями тазового кольца и вертлужной впадины на госпитальном этапе в регионе с использованием современных диагностических и лечебных приемов.

Keywords: pelvic injuries, medical care.
Ключевые слова: повреждения таза, оказание медицинской помощи.

В предисловии к руководству для врачей Д.И. Черкес-Заде «Лечение повреждений таза и их последствий» [1, с. 5] академик РАН С.П. Миронов отметил, что лечение повреждений таза и их последствий представляет собой важную социально-экономическую проблему.

Об актуальности проблемы свидетельствует и тот факт, что в Германии создана «Рабочая группа «Таз»» (Arbeitsgruppe Beccen), в компетенцию которой входят вопросы разноаспектного полидисциплинарного изучения проблемы, совершенствование диагностики и лечебной тактики при переломах таза [2, с. 15].

Диагностика переломов таза и вертлужной впадины является непростой задачей [3, с. 7]. Ошибки при обследовании пострадавших с повреждениями таза и вертлужной впадины даже в специализированных отделениях достигают 22 % [4, с. 2]. Неполноценное рентгенологическое обследование таза у пострадавших не позволяет правильно оценить тяжесть полученной травмы (характер повреждений и смещений) и качество произведенной

репозиции [5, с. 4; 6, с. 25; 7, с. 30], что затрудняет принятие правильного решения о необходимости оперативного вмешательства, закономерно приводит к выбору неадекватной тактики и высокому уровню неудовлетворительных исходов при этих повреждениях [8, с. 17].

Тяжелые переломы костей таза сопровождаются развитием травматического шока со значительной кровопотерей, что позволяет отнести их к «потенциально смертельным повреждениям» [9, с. 11].

Причиной смерти пострадавших с переломами таза в ранние сроки является массивная кровопотеря, суммарно достигающая 2–3 и более литров. Забрюшинная гематома распространяется при этом по клетчатке до уровня почек, а по передней брюшинной стенке до пупочного кольца. Обширная забрюшинная гематома нередко вызывает парез кишечника и зачастую приводит к выполнению напрасной лапаротомии.

Проведенные статистические исследования показали, что в общей структуре повреждений тазового кольца имеет место абсолютное увеличение анатомически наиболее тяжелых переломов костей таза, квалифицируемых по международной системе AO/ASIF как нестабильные повреждения типа B и C [2, с. 54]. В связи с чем переломы тазового кольца занимают третье место среди причин летального исхода после повреждений головы и грудной клетки [10, с. 61].

В структуре инвалидности среди травм опорно-двигательного аппарата удельный вес повреждений таза составляет 14 – 66,7%, а неблагоприятные исходы – 20 – 74% [13, с. 31; 14, с. 8; 15, с. 533].

При лечении переломов вертлужной впадины краеугольным камнем остается выбор метода, сочетающего щадящее отношение к мягкотканным структурам и точную реконструкцию костных повреждений. Именно такой подход наиболее благоприятно влияет на отдаленные результаты [11, с. 109; 12, с. 152].

Поводом для написания данной работы явилось то, что, несмотря на общепринятые положения об оптимальных сроках оказания специализированной медицинской помощи при нестабильных повреждениях тазового кольца и переломах вертлужной впадины (10-14 суток), мы, при анализе клинического материала, столкнулись с зачастую необоснованным затягиванием сроков оперативного лечения (таблица 1).

Таблица 1

Распределение пострадавших и больных с переломами костей таза и вертлужной впадины, нуждавшихся в хирургическом лечении в зависимости от сроков госпитализации с момента травмы

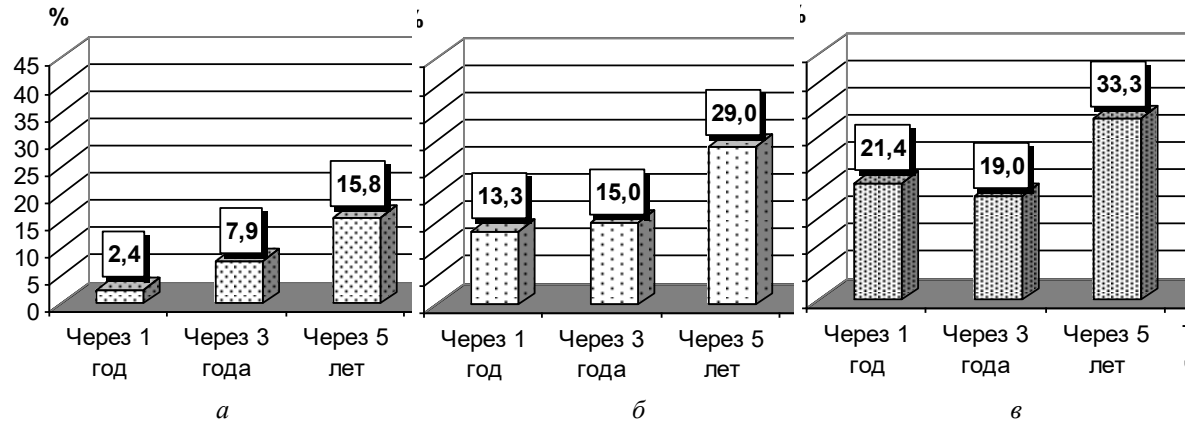
Очаги повреждений	Первые 10 суток	До 2-х мес.	Более двух мес.	Кол-во
Разрыв лонного сочленения. Переломы в пределах переднего полукольца.	12	4	2	18
В пределах переднего и заднего полуколец.	51	27	17	95
Перелом заднего края вертлужной впадины, в т. ч. оскольчатый.	59	6	7	72
Перелом задней колонны.	14	4	3	21
Перелом передней колонны.	3	0	0	3
Перелом обеих колонн	32	6	4	42
Всего	171	47	33	251

Традиционно пострадавшим с тяжелой травмой таза и переломами вертлужной впадины в Республике Татарстан (РТ) специализированная высокотехнологичная медицинская помощь оказывалась в Казанском научно-исследовательском институте травматологии и ортопедии. Ныне институт он вошел в состав ГАУЗ «РКБ МЗ РТ» в виде научно-практического центра травмы. Эта практика должна сохраняться, более того представляется возможность получить onlain консультации с руководителем и сотрудниками научно-исследовательского отдела ГАУЗ «РКБ МЗ РТ», где продолжаются исследования по совершенствованию оказания помощи пострадавшим с повреждениями тазового кольца и переломами вертлужной впадины.

Проведенный нами анализ результатов лечения пострадавших с нестабильными повреждениями тазового кольца и переломами вертлужной впадины в соответствии с комплексной оценкой исходов лечения, основанной на системе Э.Р. Маттиса [16, с. 3] показал существенный рост неудовлетворительных результатов при осуществлении оперативных вмешательств на отдаленных сроках.

В случае повреждений в области переднего и заднего полуколец при использовании нашего подхода неудовлетворительных исходов не наблюдалось.

Динамика роста неудовлетворительных результатов обследования пациентов с переломами вертлужной впадины при оперативном лечении в сроки до 10 суток, до двух и более двух месяцев в сроки наблюдений 1, 3 и 5 лет представлена на рис. 1.



а *б* *в*

Рис. 1. Динамика роста неудовлетворительных результатов обследования пациентов с переломами вертлужной впадины при оперативном лечении в сроки до 10 суток (а), до двух (б) и более двух месяцев (в), в сравнении с результатами лечения традиционными методами.

В связи с этим разработка эффективной системы (алгоритма) оказания медицинской помощи пострадавшим с повреждениями тазового кольца и переломами вертлужной впадины на госпитальном этапе в ЛПУ региона (Республика Татарстан) представляется актуальной задачей. Это обусловлено и тем, что диагностикой и лечением пострадавших с повреждениями таза в травмоцентрах III уровня и ЦРБ того же уровня аккредитации (в дальнейшем - травмоцентры III уровня) занимаются и хирурги общего профиля, не владеющие специфическими знаниями и навыками.

Пошаговая госпитализация при оказании помощи пострадавшим с нестабильными повреждениями тазового кольца и переломами вертлужной впадины: догоспитальный этап – травмоцентр III уровня - травмоцентр II уровня - травмоцентр I уровня необоснованна и содержит в себе зоны неэффективности, особенно на этапе - травмоцентр III уровня, а также на этапе травмоцентр II уровня. Именно на этих этапах высок процент ошибок диагностики, влекущих за собой тактические погрешности и, как следствие, различные осложнения.

Цель исследования

Формирование вертикальной унифицированной технологической модели оказания эффективной специализированной высокотехнологичной медицинской помощи пострадавшим с повреждениями тазового кольца и вертлужной впадины в регионе с использованием современных диагностических и лечебных приемов.

Лечение пострадавших с переломами костей таза на этапе «Травмоцентр III уровня»

При стабильных переломах таза А-1, А-2, А-3 без или с незначительным смещением показан постельный режим (положение Волковича-Дьяконова). Для снятия болевого синдрома при стабильной гемодинамике показана внутритазовая новокаиновая блокада по Школьникову-Селиванову-Цодыксу.

При переломах таза А-1, А-2, А-3 со значительным смещением при стабильной гемодинамике показан перевод пострадавшего в ближайшие травмоцентры II или I уровня специальным автотранспортом.

При условно стабильных – В-1 I, В-2 I и нестабильных повреждениях, и переломах тазового кольца – В-1 II, В-1 III (наружно ротационных), В-2 II, В-2 III (внутренне ротационных), В 3 I, В 3 II (билатерально ротационных) при устойчивых показателях артериального давления или с их поддержкой показан перевод пострадавшего для оперативного лечения в ближайшие травмоцентры II или I уровня специальным автотранспортом – реанимобилем.

При нестабильных повреждениях и переломах тазового кольца В3- III, С-1 II, С-1 III (вертикальных), С-2 I, С-2 II, С-2 III (билатерально комбинированных), С-3 I, С-3 II, С-3 III (билатерально вертикальных) в связи с необходимостью транспортировки в травмоцентр I уровня показан ранний остеосинтез таза аппаратом внешней фиксации (АВФ). Производится стабилизация тазового кольца без учета смещений. Транспортировка пострадавшего производится реанимобилем с поддержкой показателей артериального давления.

Лечение пострадавших с переломами костей таза на этапе «Травмоцентр II уровня»

При стабильных переломах таза А-1, А-2, А-3 со значительным смещением производится открытый металлоостеосинтез фрагмента спицами или винтами.

При нестабильных переломах В-1 II, В-1 III, В-2 II, В-2 III, В 3 I, В 3 II и С-1 I рационален остеосинтез аппаратом внешней фиксации с учетом общей концепции остеосинтеза таза АВФ [17, с. 62].

Концепция остеосинтеза включает в себя:

- внутрикостные стержни, установленные в подвздошные кости через их гребень, соответственно вне мышечных зон, должны быть ориентированы вокруг оси низкоамплитудного движения в крестцово-подвздошных сочленениях (КПС) (нижние отделы S-2 позвонка), которая локализована практически в центре кинематической цепи ОДС;

- поддержание поясничного лордоза на операционном столе для стабилизации тазового кольца в условиях контрнутации крестца, при котором тазовое кольцо наиболее стабильно (*Нутация крестца - движение крестца в крестцово-подвздошных сочленениях относительно подвздошных костей,*

аналогичное киванию головы (от лат. nutare – кивать), при этом мыс его смещается в направлении малого таза, копчик – кзади. Контрнутация крестца: Контрнаклон);

- по достижении репозиции АВФ должен обеспечивать достаточную компрессию (если повреждены сочленения), соответственно – стабильность в передних и задних отделах тазового кольца;

- восстановленная система симфиз - КПС АВФ или в условиях комбинированного остеосинтеза обеспечивает тазу стабильность, что создает благоприятные условия для восстановления внутренних взаимосвязей тазового кольца, при этом АВФ на период лечения восполняет утерянные частично или полностью стабилизирующие возможности полужестких стабилизаторов таза – связок.

Остеосинтез АВФ рассматривается и как окончательный и как этап хирургического лечения в рамках damage control orthopedics (DCO) [18, с. 42].

При наличии показаний к лапаротомии оперативное вмешательство заканчивается наложением АВФ для одномоментного или этапного устранения смещений, стабилизации тазового кольца, профилактики продолжения забрюшинной кровопотери и борьбы с шоком.

При значительных смещениях тазовых костей, отсутствии опыта в ЛПУ репозиции и стабилизации тазового кольца, при нестабильных повреждениях С-2, С-3 I, С-3 II, С-3 III стоит ограничиться наложением АВФ для стабилизации тазового кольца и созданием условий для ранней транспортировки пострадавшего в травмоцентр 1 уровня.

Лечение пострадавших с переломами костей таза на этапе «Травмоцентр I уровня»

При стабильных переломах таза А-1, А-2, А-3 со значительным смещением также производится открытый металлоостеосинтез фрагмента спицами или винтами.

Лечение ротационно-нестабильных переломов и повреждений тазового кольца с латеральным и контрлатеральным смещением на этапе «Травмоцентр I уровня»

При оказании хирургической помощи пострадавшим с ротационно-нестабильными повреждениями и переломами с латеральным смещением (также как при контрлатеральном и вертикальном смещении) с использованием АВФ, соответствующим общей концепции остеосинтеза таза, репозиция направлена на воссоздание анатомических взаимоотношений в системе симфиз – КПС.

Закрыто, в АВФ, сопоставить анатомично лонное сочленение при выраженной дезинтеграции в задних отделах таза и, соответственно, со значительным латеральным смещением тазовой кости - не всегда удается. Особенно, когда произошли и множественные повреждения переднего полукольца (рис. 2).

Рис. 2. Обзорная рентгенограмма таза б-го Х., 45 лет. На рентгенограмме: повреждение симфиза, обоих КПС, перелом левой седалищной кости, латеральное смещение левой тазовой кости.

В таких случаях накладывается АВФ в соответствии с общей концепцией остеосинтеза для лечения переломов костей таза. Производится вправление КПС при репозиции тазовых костей. Последовательность вправления в данном случае: за сектор опоры слева, сориентированной по оси лонной кости, устраняется смещение левой тазовой кости кзади, обусловленного конвергирующим кзади характером сочленяющихся поверхностей КПС. Одновременно с этим «ротируется» кнутри тазовая кость и сопоставляются сочленяющиеся поверхности симфиза путем сближения секторов опор, причем опора слева, в соответствии с конвергирующим характером сочленяющихся поверхностей КПС снаружи - внутрь приводится в перпендикулярное к продольной оси туловища положение. Рентгеновский контроль после стабилизации АВФ. Осуществляется надлобковый доступ протяженностью 6-7 см. Окончательная репозиция симфиза под визуальным контролем. Для профилактики вторичного смещения в пределах переднего полукольца при компрессии в лонном сочленении проводятся 1-2 спицы в лонные кости под основанием лонных бугорков с фиксацией свободных их концов к АВФ (рис. 3 а). Этим соблюдается центрация сжимаю-

щих усилий в симфизе, которая в норме обеспечивается связками лонного сочленения и его межлобковой пластиной. Стабилизация лонного сочленения спицей или спицами является методом выбора. Этот метод менее травматичен и затратен, требует мало времени по сравнению с остеосинтезом пластиной. Также не требует повторных оперативных вмешательств для удаления конструкции.

а *б*

Рис. 3. Обзорная рентгенограмма таза б-го Х., 45 лет: А - после репозиции и стабилизации тазового кольца, Б - через год после демонтажа АВФ.

Таким образом, речь ведется не о последовательном восстановлении «целостности» задних, затем передних отделов тазового кольца, а о восстановлении тазового кольца в целом. В таком случае состоятельность репозиции в лонном сочленении, как в данном случае, сопровождается репозицией и в задних отделах тазового кольца.

Стабилизация аппарата производится на фоне поддерживаемых компрессирующих усилий в КПС и симфизе (рис. 4, 5). Эта особенность разработанного АВФ при его монтаже в виде передней рамы функционально обеспечивает ему свойства циркулярного аппарата.

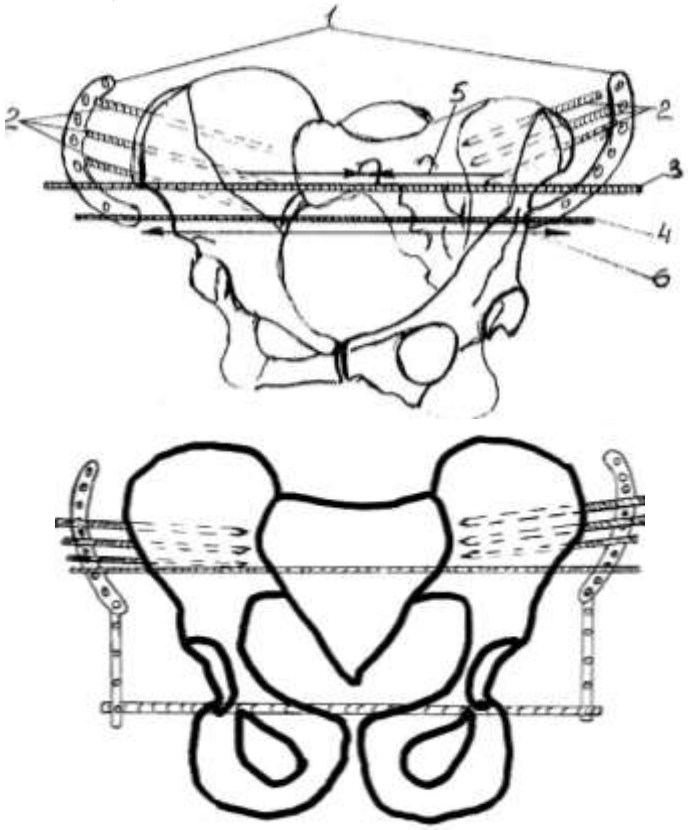


Рис. 4. АВФ для стабилизации тазового кольца. Вид спереди.

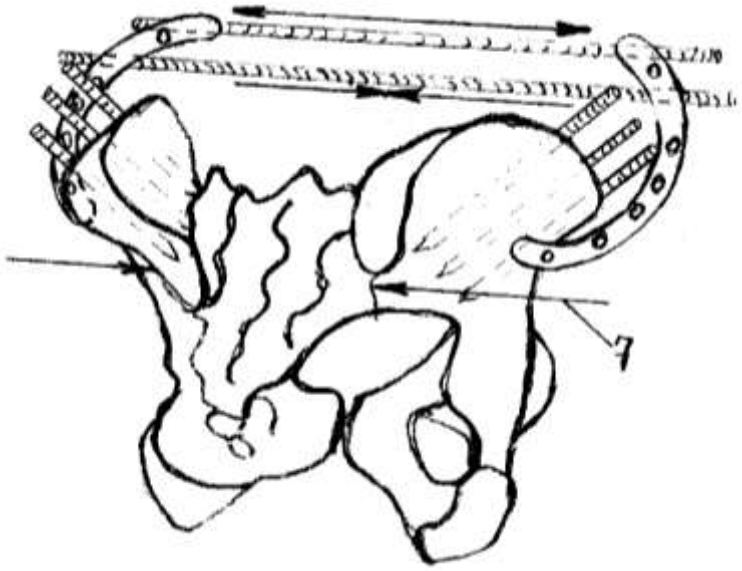


Рис. 5. АВФ для стабилизации тазового кольца. Вид сзади.

При монтаже АВФ учитывается характер смещений тазовых костей и, соответственно при латеральном смещении сектор опоры соответствующей стороны ориентируется по оси лонной кости. Это позволяет избежать громоздкости АВФ при его стабилизации.

Оказание хирургической помощи пострадавшим с ротационно-нестабильными повреждениями тазового кольца с контрлатеральным смещением тазовой кости (рис. 6) имеет свои особенности. В описываемом случае переломы тазового кольца произошли при воздействии внешнего агента в положении крестца – контрнутации. Производится монтаж опоры АВФ (рис. 7) на подвздошных костях в соответствии с общей концепцией аппарата. Причем сектор опоры на смещенной тазовой кости устанавливается практически перпендикулярно дистальной трети гребня подвздошной кости. Репозиция производится с учетом смещений, т.е. производится «деротация» тазовой кости с разведением лобковых дуг. АВФ стабилизируется.

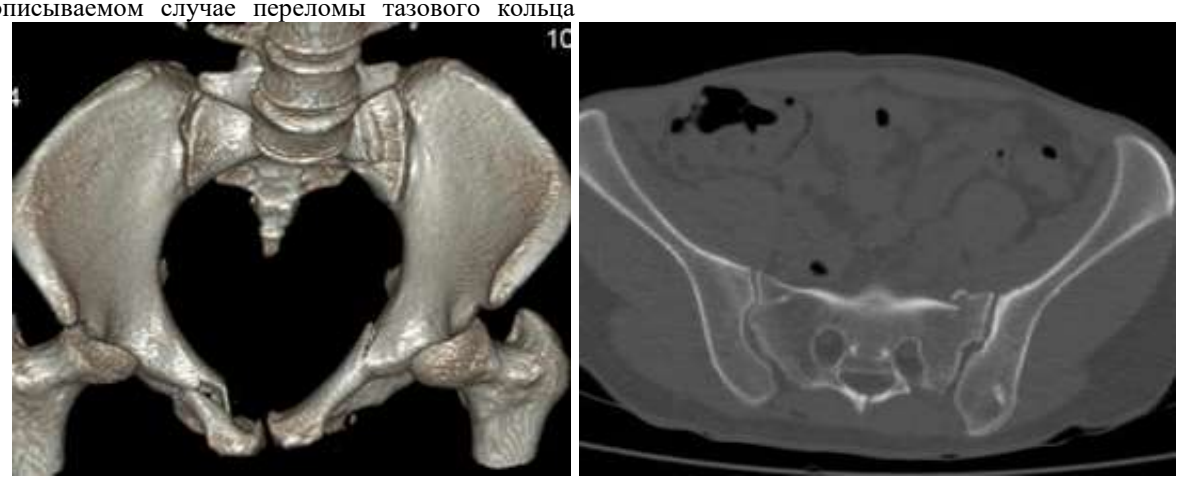


Рис. 6. РКТ таза б-ой З., 34 лет. Диагноз «Закрытый ротационно-нестабильный перелом костей таза с контрлатеральным смещением (краевой перелом крестца слева на уровне S-1, S-2 позвонков, лонных и седалищных костей слева)».

Рис. 7. Рентгенограммы таза б-ой З., 34 лет, после репозиции и стабилизации АВФ.

В том случае, когда повреждение переднего полукольца таза (седалищной кости) произошло медиальнее от седалищных бугров (как в рассматриваемом примере), внутренние взаимосвязи стабилизированного после репозиции тазового кольца как интегрированного целого не допускают вторичного смещения фрагментов переднего полукольца, чем снимается необходимость его остеосинтеза. Демонтаж аппарата произведен через 7 недель (после клинической пробы). На рис. 8 представлены рентгенограммы таза через 3 месяца после демонтажа аппарата.

Рис. 8. Рентгенограммы таза б-ой З., 34 лет, через 3 месяца после демонтажа АВФ.

В случае, когда перелом крестца при контрлатеральном смещении происходит в нижних отделах КПС (при внешнем воздействии крестец в положении – нутация), техника оперативного вмешательства отличий от техники, представленной выше, не имеет.

Лечение вертикально-нестабильных переломов и повреждений тазового кольца на этапе «Травмоцентр I уровня»

Нестабильные переломы и повреждения тазового кольца с вертикальным смещением сопровождаются в большей или меньшей степени выраженности латеральными смещениями тазовой кости. Поэтому при введении стержней в подвздошную кость через ее гребень в рамках общей концепции остеосинтеза таза и монтаже АВФ учитываются все компоненты смещения.

На обзорной рентгенограмме таза определяется вертикальный перелом крыла левой подвздошной кости, повреждение лонного сочленения с латеральным и вертикальным смещением левой тазовой кости (рис. 9).

Рис. 9. Обзорная рентгенограмма таза б-й В., 5 лет.

Произведено: в крылья обеих подвздошных костей через гребень установлены по два 4-х мм стержня в рамках общей концепции остеосинтеза АВФ. Смонтированы опоры АВФ, причем слева с учетом смещения тазовой кости. Репозиция. Вертикальный перелом подвздошной кости слева сопоставлен и стабилизирован закрыто (рис. 10).

а *б*

Рис. 10. Рентгенограммы таза б-й В., 5 лет, после репозиции и стабилизации АВФ.

Техника репозиции: тракция по оси левой нижней конечности (ассистент тянет за согнутую в тазобедренном и коленном суставах конечность). Поясничная мышца этому не противодействует. В этом же направлении низводится тазовая кость за опору. По достижении уровня передне-верхней ости и гребня левой подвздошной кости уровня контрлатеральной стороны производится репозиция тазовой кости по технике, аналогичной репозиции при латеральном смещении.

Для возможности осуществления устойчивой компрессии и в переднем полукольце таза через надлобковый разрез до 4 см, после сопоставления сочленяющихся поверхностей симфиза, проводится спица в лонные кости под основанием лонных бугорков с фиксацией свободного ее конца к АВФ. На рис. 11 представлены рентгенограммы таза после демонтажа АВФ.

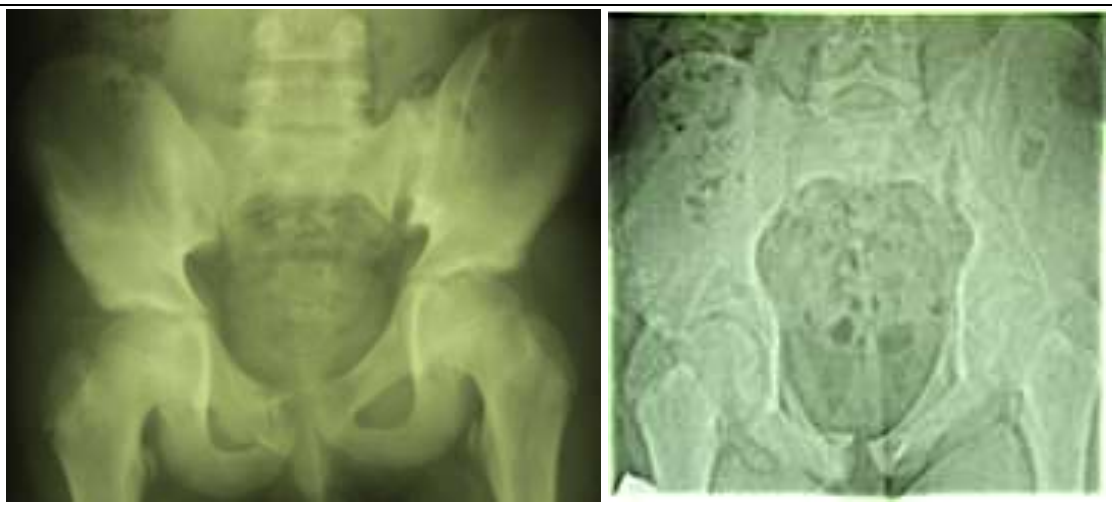


Рис. 11. Рентгенограммы таза б-й В., 5 лет, после демонтажа АВФ.

Таким образом, АВФ, наложенный в рамках требований общей концепции остеосинтеза таза, позволяет эффективно восстанавливать целостность тазового кольца и стабилизировать его, при этом он на период восстановления внутренних взаимосвязей таза принимает на себя их функцию. Соответственно АВФ может успешно применяться как вариант окончательного остеосинтеза или этап перед погружным, малоинвазивным остеосинтезом (рис. 12). Все виды остеосинтеза после консолидации переломов костей таза завершаются комплексом реабилитационных мероприятий, направленных на восстановление стереотипа походки пациента.

Рис. 12. Алгоритм лечения нестабильных повреждений и переломов тазового кольца.

Лечение пострадавших с травмой и переломами вертлужной впадины на этапе «Травмоцентр III уровня»

При наличии у пострадавшего вывиха бедра или его переломо-вывиха производится экстренное вправление под наркозом. При отсутствии на контрольной рентгенограмме (полипроекционной) в суставной полости костных фрагментов и дисконгруэнтности суставной поверхности вертлужной впадины производится скелетное вытяжение за мыщелки бедра сроком 6 недель. Полная нагрузка на конечность осуществляется на сроке 6 месяцев

При наличии в суставной полости костных фрагментов и дисконгруэнтности суставной поверхности вертлужной впадины осуществляется иммобилизация и перевод в травмоцентр I уровня для оперативного лечения.

Лечение пострадавших с переломами вертлужной впадины на этапе «Травмоцентр II уровня»

При обнаружении в суставной полости костных фрагментов после вправления переломо-вывиха и наличия опыта ЛПУ производится артротомия с использованием малотравматичного заднего доступа. Следующим этапом производится металлоостеосинтез перелома вертлужной впадины.

При оскольчатых переломах одной из колонн вертлужной впадины, двухколнных и, тем более, полифокальных переломах показан перевод пострадавшего в травмоцентр I уровня. Для профилактики вторичных смещений и связанных с ними осложнений пациенту накладывается АВФ «таз – бедро».

Лечение пострадавших с переломами вертлужной впадины на этапе «Травмоцентр I уровня»

Остеосинтез вертлужной впадины, как и переломов тазового кольца, должен производиться на ранних сроках. В силу тяжести состояния пострадавшего он может быть произведен на 10-14 сутки.

Показаниями к открытой репозиции и металлоостеосинтезу являются переломы вертлужной впадины со смещением.

Исключение:

- краевые переломы впадины с отломками малых размеров, расположенных внесуставно;

- переломы вертлужной впадины при относительных противопоказаниях: возраст, кожные заболевания, длительно сохраняющееся тяжелое состояние. А также отказ пациента от открытого вмешательства.

При планировании оперативного вмешательства должны учитываться анатомо-функциональные особенности тазового кольца. Ими обусловлен, как правило, полифокальный характер переломов при повреждении передней колонны. В большей степени это проявляется при двухколонных переломах. Причиной тому не только механизм воздействия травмирующего агента, но и близкое расположение зоны слияния дугообразной линии подвздошной кости и лонного гребня (концентратор напряжения), которые непосредственно участвуют в формировании передней колонны. Более того, оси сжимающих усилий симфиза и КПС проходят именно через этот участок. К дугообразным линиям подвздошных костей имеют непосредственное отношение механические оси нагрузки таза [19]. Соответственно, репозиция и стабилизация переломов передней колонны производится, начиная с проксимальных отделов поврежденной тазовой кости. Этим же этапом начинается репозиция и остеосинтез при двухколонных переломах вертлужной впадины. В большинстве случаев вмешательств в сроки до 2 недель отмечено, что при хорошей репозиции передней колонны в задних отделах ее смещения остаются минимальные. Только при такой последовательности создаются условия для восстановления механических осей нагрузок таза и анатомичной репозиции задних отделов вертлужной впадины.

При выборе хирургического доступа к задним отделам вертлужной впадины необходимо руководствоваться принципами:

- анатомичности, соответственно, доступ должен быть минимально травматичным;

- разрез должен производиться непосредственно над или вблизи зоны перелома и обеспечивать достаточный обзор задней колонны вертлужной впадины.

Это существенно, если учитывать, что любой около-, внутрисуставной перелом сопровождается компенсированным или субкомпенсированным нарушением микроциркуляции артикулярных и параартикулярных тканей.

Для открытой репозиции и стабилизации переломов вертлужной впадины применяются классические доступы и их вариации. При показаниях предпочтение отдается двум изолированным доступам во время одной операции или последовательно с интервалом в 3-4 дня.

Наш опыт лечения переломов вертлужной впадины показал, что при открытых вмешательствах должны соблюдаться следующие известные и разработанные положения:

- благоприятное для вмешательства время 5-14 сутки;

- достаточность доступа индивидуально для конкретного случая, соответственно - минимальная травматичность;

- при лечении переломов передней колонны вертлужной впадины необходимо учитывать полифокальный характер этого повреждения, обусловленный анатомо-функциональными особенностями тазового кольца;

- при двухколонных переломах очередность вмешательства: первым этапом восстановление механических осей таза – репозиция и остеосинтез передней колонны, вторым – задней колонны;

- скелетирование отломков в исключительных (застарелых) случаях;

- отказ от пересечения мышц;

- анатомичное сопоставление отломков;

- надежная стабилизация переломов оптимальным количеством погружных конструкций, при необходимости дополняемая АВФ;

- в случае технических трудностей производится остеотомия большого вертела со смещением его кзади.

Применение АВФ при лечении переломов вертлужной впадины возможно при наличии противопоказаний для открытого хирургического вмешательства или в качестве составляющей комбинированного остеосинтеза.

Проведенный нами анализ результатов лечения пострадавших с нестабильными повреждениями тазового кольца и переломами вертлужной впадины в соответствии с комплексной оценкой исходов лечения, основанной на системе Э.Р. Маттиса показал:

- лечение АВФ нашей разработки при нестабильных переломах и повреждениях таза с учетом общей концепции остеосинтеза, основанной на анатомо-функциональных особенностях тазового кольца как системы, позволило получить отличные и хорошие результаты в сроки наблюдения 1 год, 3±0,5 года, 5±0,5 лет, обеспечило раннюю вертикализацию пациентов (на следующий день после операции, за исключением случаев тяжелых сочетанных и политравм), ходьбу на костылях с опорой на обе конечности;

- результаты лечения переломов вертлужной впадины с соблюдением разработанных положений для открытых вмешательств показал прямую зависимость отличных и хороших исходов от сроков оперативного лечения на всех этапах проведенного обследования;

- наибольшее количество отличных результатов хирургического лечения нестабильных повреждений тазового кольца и переломов вертлужной впадины получены при вмешательствах до 10 суток после полученной травмы;

- значительное ухудшение результатов хирургического лечения нестабильных повреждений тазового кольца и, особенно, переломов вертлужной впадины в сроки до и более 2 месяцев на всех этапах обследования требует неукоснительного соблюдения сроков хирургических вмешательств.

Соблюдение вертикальной унифицированной технологической модели оказания медицинской помощи пострадавшим с повреждениями тазового кольца и вертлужной впадины в регионе с использованием современных диагностических и лечебных приемов приведет к улучшению качества оказанной специализированной высокотехнологичной медицинской помощи, к снижению количества осложнений и выхода пациентов на инвалидность.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Черкес-Заде Д.И. Лечение повреждений таза и их последствий. - М: Медицина, 2006.

2. Одынский Б. (ред.). Переломы тазового кольца. - М.: Фолиум, 2003.

3. Potok P.S., Hoppes K.D., Umlauf M.J. Fractures of the acetabulum: imaging, classification and understanding // Radiographics. - 1995. - №15(1).

4. Рунков А.В., Шлыков И.Л. Полипроекционная рентгенография при повреждениях таза: медицинская технология. - Екатеринбург, 2009.

5. Лазарев А.Ф. Оперативное лечение повреждений таза: автореф. дис. ... доктора мед. наук. - М., 1992.

6. Мюллер М.Е., М. Альговер, Шнейдер Р., Виллингер Х. Руководство по внутреннему остеосинтезу. - М.: Springen-Verlag, 1996.

7. Tile M. Fractures of the pelvis and acetabulum. - Baltimore: William and Wilkins, 1995.

8. Шлыков И.Л., Кузнецова Н.Л. Объективизация тяжести, характера, наличие осложнений и результатов лечения пациентов с повреждениями костей таза и вертлужной впадины // Гений ортопедии – 2011. - №1.

9. Погосян И.А. Система диагностики и комплексного лечения нарушений опорно-двигательного аппарата у детей с мультифакторной патологией: автореф. дис. … доктора мед. наук. - Пермь, 2007.

10. Szulc W. Urazowe obrazenia stawu biodrowego w swietle danych statystycznych // Materialy 22 Zjazdi Nauk P. T. O. i Tr. Warszawa, 1997.

11. Рунков А. В. Ошибки в лечении переломов костей таза и вертлужной впадины // Матер. I съезда травматологов-ортопедов Уральского Федерального округа. - Екатеринбург, 2005.

12. Lobanov G.V., Hudobin V.J. Prudnikov J.V., Oksimets.V.M. Planning of reconstructive intervercions at traumas of hip // Ortopedia Travmatologia Rehabilitacja (Lodz). - 2008 — Vol. 10.

13. Стельмах К.К. Лечение нестабильных повреждений таза // Травматология и ортопедия России. - 2005. - №4.

14. Якимов С.А. Отдаленные результаты оперативного и консервативного лечения повреждений костей и сочленений таза.: автореф. дисс. … кандидата мед. наук. - М., 2000.

15. Ziran B.H., Chamberlin E., Shuler F.D. et all. Delays and difficulties in the diagnosis of lower urologic injuries in the context of pelvic fractures // J Trauma. - 2005. - №58.

16. Маттис Э.Р. Оценка исходов переломов костей опорно-двигательного аппарата и их последствий: методические рекомендации. - М., 1983.

17. Хабибьянов Р.Я. Аппарат внешней фиксации для лечения повреждений тазового кольца. Общая концепция // Практическая медицина. – 2012. - №8. Том 1

18. Соколов В.А. Дорожно-транспортные травмы. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2009.

19. Хабибьянов Р.Я. Основы стабильности тазового кольца // Практическая медицина. – 2015. - №4. Том 1.

CLASSIFICATION OF ORTHOPEDIC COMPLICATIONS OF ACUTE METAEPIPHYSEAL OSTEOMYELITIS OF THE HIP JOINT IN CHILDREN

Skvortsov A.,
Doctor of medical Sciences, chief Researcher, State Institution "RKB MH RT", Kazan
Andreev P.,
PhD, leading Researcher State Institution "RKB MH RT", Kazan
Kuznetsova R.
Senior Researcher State Institution "RKB MH RT", Kazan

ВОПРОСЫ КЛАССИФИКАЦИИ ОРТОПЕДИЧЕСКИХ ОСЛОЖНЕНИЙ ПЕРЕНЕСЕННОГО ОСТРОГО МЕТАЭПИФИЗАРНОГО ОСТЕОМИЕЛИТА ОБЛАСТИ ТАЗОБЕДРЕННОГО СУСТАВА У ДЕТЕЙ

Скворцов А.П.,
Д.м.н., главный научный сотрудник, Государственное автономное учреждение здравоохранения «Республиканская клиническая больница Министерства Здравоохранения Республики Татарстан»
Андреев П.С.,
К.м.н., ведущий научный сотрудник, Государственное автономное учреждение здравоохранения «Республиканская клиническая больница Министерства Здравоохранения Республики Татарстан»
Кузнецова Р.Г.
Старший научный сотрудник Государственное автономное учреждение здравоохранения «Республиканская клиническая больница Министерства Здравоохранения Республики Татарстан»
DOI: 10.24412/3453-9875-2021-57-1-30-32

Abstract

Given the fact that the hip joint occupies a leading position in the support capacity of the limb, the issues of its damage after acute hematogenous metaepiphyseal osteomyelitis (OGMEO) are extremely relevant and require further clarification. Undoubtedly, for the correct choice of treatment tactics for patients with various orthopedic complications (OGMEO) of the hip joint, it is necessary to classify these complications corresponding to certain surgical treatment options. Based on the study and treatment of patients in this category, a working classification of types of orthopedic complications of the hip joint after surgery (OGMEO) was created.

This paper presents its own research.

Анотация

Учитывая то, что тазобедренный сустав занимает ведущее положение в опороспособности конечности, вопросы его поражения после перенесенного острого гематогенного метаэпифизарного остеомиелита (ОГМЭО) чрезвычайно актуальны и требуют дальнейшего уточнения. Несомненно, для правильного выбора тактики лечения пациентов с различными ортопедическими осложнениями (ОГМЭО) области тазобедренного сустава необходима классификация этих осложнений соответствующих определенным вариантам оперативного лечения. На основании изучения и лечения пациентов данной категории создана рабочая классификация видов ортопедических осложнений области тазобедренного сустава после перенесенного (ОГМЭО).

Данная работа представляет собственное исследование.

Keywords: distension dislocation of the hip, coxavara, partial defect of the epiphysis of the femoral head, complete defect of the epiphysis of the femoral head, coxarthrosis, ankylosis of the joint.

Ключевые слова: дистензионный вывих бедра, coxavara, частичный дефект эпифиза головки бедра, полный дефект эпифиза головки бедра, коксартроз, анкилоз сустава.

В отделении детской ортопедии Научно-исследовательского Центра Татарстана «Восстановительная травматология и ортопедия» (в последствии Травмцентр ГАУЗ «РКБ МЗ РТ») с последствиями острого гематогенного остеомиелита области тазобедренного сустава наблюдалось 140 пациентов (143 сустава), из них количество мальчиков составило 79 (56,42%), а девочек – 61 (43,57%) ($P<0,05$).

Таблица 1

Распределение больных по видам ортопедических последствий перенесенного острого гематогенного метаэпифизарного остеомиелита проксимального отдела бедра в зависимости от пола и локализации осложнения

Форма поражения проксимального отдела бедра	Пол		**Сторона поражения**			Всего больных (суставов)
	мальчики	девочки	левосторонний	правосторонний	двусторонний	
Дистензионный вывих бедра	2	2	1	2	1	4 (5)
Coxa vara после перенесенного острого гематогенного метаэпифизарного остеомиелита	7	5	4	8		12 (12)
Частичный дефект эпифиза головки бедренной кости	8	5	6	7		13 (13)
Полный дефект эпифиза головки бедренной кости	9	16	10	15		25 (25)
Дефект головки и шейки бедренной кости с сохранением зоны роста большого вертела	28	14**	18	23	1	42 (43)
Дефект головки и шейки бедренной кости с закрытием зоны роста большого вертела	15	15	12	17	1	30 (31)
Коксартроз	4	1	2	3		5 (5)
Анкилоз сустава	6	3	7	2		9 (9)
Всего больных	79	61*	60	77	3	140 (143)

* - достоверное отличие количества мальчиков от количества девочек с надежностью вывода $P<0.05$;
** - достоверное отличие количества мальчиков от количества девочек с надежностью вывода $P<0.01$.

Виды ортопедических последствий перенесенного острого гематогенного метаэпифизарного остеомиелита (ОГМЭО) проксимального отдела бедра (ПОБК) были различными. Наименьшую тяжесть поражения ПОБК составили недеструктивные виды осложнений ОГМЭО этой области. К ним были отнесенены: дистензионный вывих бедра, деформация ПОБК в виде варусной её деформации, развившийся после острого гнойного процесса в суставе коксартроз и анкилоз тазобедренного сустава. Так у 4 больных (5 суставов) возник дистензионный вывих бедра (3,49±0,01%).

- среди «самовправившихся» дистензионных вывихов бедра встречаются дистензионные вывихи с выраженным рубцовым интерпонатом в суставе, требующие оперативного лечения. Больные, получавшие адекватное и своевременное хирургическое лечение острого гнойного процесса, наряду с ортопедической профилактикой возможных осложнений, имеют возможность избежать оперативного вмешательства;

- среди всех форм поражений ПОБК у детей данный вид осложнения наиболее благоприятен в плане дальнейшего прогноза;

- формы дистензионных «состоявшихся» вывихов бедра у детей и методы хирургического лечения данной группы больных аналогичны больным с врожденным вывихом бедра и должны быть направлены на восстановление нормальных биомеханических взаимоотношений проксимального отдела бедра и тазового компонента;

Деформация ПОБК в виде варусной её деформации наблюдалась нами у 12 пациентов (8,39±0,02%), тогда как частичный дефект эпифиза головки бедренной кости встретился у 13 наблюдаемых (9,09±0,02%).

У 25 (17,48±0,03%) больных наблюдался полный дефект эпифиза головки бедренной кости.

Дефект головки и шейки бедренной кости с сохранностью зоны роста апофиза большого вертела наблюдался у 42 больных (43 сустава), что составило 30,06±0,04%.

Больных с дефектом головки и шейки бедренной кости и преждевременным закрытием или повреждением зоны роста апофиза большого вертела пролечено 30 человек (31 сустав), что составило 21,67±0,03% от всего количества пораженных суставов.

Коксартрозы на почве перенесенного ОГМЭО у подростков выявлены в 5 случаях (3,49±0,01%).

Больных с анкилозами тазобедренного сустава пролечено 9 человек (6,29±0,02%). Двусторонняя патология обнаружена у 3 (2,14±0,01%) больных, односторонняя - у 137 (97,86±0,02%). Ортопедические осложнения в области тазобедренного сустава после ОГМЭО локализовались слева у 60 ребенка, что составило 42,85±0,04%, справа – у 77 (55±0,04%). Вышеуказанные ортопедические осложнения в области тазобедренного сустава после перенесенного ОГМЭО возникали в разные возрастные периоды пациентов. Так, 96 детей перенесли гематогенный остеомиелит в период новорожденности и на первом году жизни, развитие заболеваний сопровождалось у них по схеме: пупочный сепсис – острый гематогенный метаэпифизарный остеомиелит проксимального отдела бедренной кости – деструктивный вывих бедра (таблица 2). Как правило, эту группу больных

характеризуют значительные деструктивные изменения со стороны сустава. Это объясняется тем, что в этом возрастном периоде зоны роста проксимального отдела бедра отсутствуют, степень деструкции диагностировать чрезвычайно трудно. Это объясняется и тем, что в связи с гнойным воспалением и нарушением местного кровообращения процессы оссификации эпифизов могут запаздываться на месяцы и даже годы. Это определяет неправильную тактику ортопедического лечения данного контингента больных.

Также к превалированию среди нашего контингента больных пациентов с выраженными деструктивными изменениями костной ткани способствовали такие факторы, как отсутствие ранней диагностики ОГМЭО, отсутствие адекватного хирургического лечения, наличия и своевременности ортопедического пособия.

Таблица 2

Характеристика больных в зависимости от пола, возраста и локализации ортопедического осложнения на момент поступления в НИЦТ «ВТО» на оперативное лечение

Возраст (лет)	***Пол***		Локализация процесса		***Всего***
	мальчики	девочки	двусторонний	односторонний	
1-3 года	35	20*	2	53***	55
4-6 лет	18	11	1	28***	29
7-9 лет	15	6**		21	21
10-14 лет	12	11		23	23
Старше 14 лет	5	7		12	12
* - достоверное отличие количества мальчиков от количества девочек с надежностью вывода P<0.05; ** - достоверное отличие количества мальчиков от количества девочек с надежностью вывода P<0.01; *** - достоверное отличие количества мальчиков от количества девочек с надежностью вывода P<0.001					

Так, относительно благоприятным исходом остеомиелитического процесса считается дистензионный вывих, происходящий за счет гидравлического выброса головки бедренной кости из сустава и опорожнения гноя в параоссальные ткани. Благоприятность такого течения заболевания выражается в меньших деструктивных изменениях со стороны бедренного и тазового компонентов. Кроме того, в этом возрастном периоде нами наблюдались больные с множественными ортопедическими последствиями опорно-двигательного аппарата после перенесенного ОГМЭО. Таких пациентов было 5.

В детском возрасте переболели 28 человек, а у 16 острый воспалительный процесс в кости развился в подростковом периоде. Соответственно у этих больных степень деструктивных изменений была менее выраженной – в основном ортопедические последствия у больных, перенесших ОГМЭО в детском возрасте, проявлялись в виде дистензионных вывихов (3 больных), coxa vara – после перенесенного ОГМЭО (5 больных), с частичным дефектом эпифиза головки бедренной кости лечились 8 пациентов. С полным дефектом эпифиза головки бедренной кости в этой возрастной группе наблюдалось 2 больных. Ортопедические осложнения, возникшие после ОГМЭО в подростковом периоде, характеризовались развитием коксартрозов и анкилозов тазобедренного сустава.

SURGICAL TREATMENT OF ORTHOPEDIC CONSEQUENCES OF ACUTE HEMATOGENOUS METAEPIPHYSEAL OSTEOMYELITIS OF THE HIP JOINT WITH A DEFECT OF THE HEAD AND NECK OF THE HIP

Skvortsov A.,
Doctor of medical Sciences, chief Researcher, State Institution "RKB MH RT", Kazan
Andreev P.,
PhD, leading Researcher State Institution "RKB MH RT", Kazan
Kuznetsova R.
Senior Researcher State Institution "RKB MH RT", Kazan

ОПЕРАТИВНОЕ ЛЕЧЕНИЕ ОРТОПЕДИЧЕСКИХ ПОСЛЕДСТВИЙ ПЕРЕНЕСЕННОГО ОСТРОГО ГЕМАТОГЕННОГО МЕТАЭПИФИЗАРНОГО ОСТЕОМИЕЛИТА ОБЛАСТИ ТАЗОБЕДРЕННОГО СУСТАВА С ДЕФЕКТОМ ГОЛОВКИ И ШЕЙКИ БЕДРА

Скворцов А.П.,
Д.м.н., главный научный сотрудник, Государственное автономное учреждение здравоохранения «Республиканская клиническая больница Министерства Здравоохранения Республики Татарстан»
Андреев П.С.,
К.м.н., ведущий научный сотрудник, Государственное автономное учреждение здравоохранения «Республиканская клиническая больница Министерства Здравоохранения Республики Татарстан»
Кузнецова Р.Г.
Старший научный сотрудник Государственное автономное учреждение здравоохранения «Республиканская клиническая больница Министерства Здравоохранения Республики Татарстан»
DOI: 10.24412/3453-9875-2021-57-1-33-38

Abstract

Orthopedic complications of acute hematogenous metaepiphyseal osteomyelitis (OHMEO) in the femoral lesion have some features and occur in the form of various forms of destruction in the area of the proximal femur (POB). Patients with severe consequences of hematogenous osteomyelitis in the hip joint area were monitored and treated in the Department of Pediatric Traumatology and Orthopedics of the State Medical Institution "RKB of the Ministry of Health of the Republic of Tatarstan". These consequences of hematogenous osteomyelitis of the bones forming the hip joint were observed in the form of a defect in the femoral head or defects in the head and neck of the femur. The developed methods of surgical treatment of these patients make it possible to restore the limb's support capacity, joint function, and compensate for the shortening of the limb. Long-term results were followed up to 15 years.

Аннотация

Ортопедические осложнения перенесенного острого гематогенного метаэпифизарного остеомиелита (ОГМЭО) при поражении бедренной кости имеют некоторые особенности и встречаются в виде различных форм деструкций в области проксимального отдела бедренной кости (ПОБК). В отделении детской травматологии и ортопедии ГАУЗ «РКБ МЗ РТ» под наблюдением и лечении находились пациенты с тяжелыми последствиями гематогенного остеомиелита в области тазобедренного сустава. Эти последствия гематогенного остеомиелита костей, образующих тазобедренный сустав, наблюдались в виде дефекта головки бедренной кости или дефектов головки и шейки бедренной кости. Разработанные методы оперативного лечения данных пациентов позволяют восстановить опороспособность конечности, функцию сустава, компенсировать укорочение конечности. Отдаленные результаты прослежены на сроке до 15 лет.

Keywords: Hematogenic osteomyelitis, corrective osteotomy, hip joint, deformity, hip neck.

Ключевые слова: Гематогенный остеомиелит, коррегирующая остеотомия, тазобедренный сустав, деформация, шейка бедра.

Введение

Наиболее тяжелым осложнением перенесенного острого гематогенного метаэпифизарного остеомиелита (ОГМЭО) области тазобедренного сустава как по своей клинической картине, так и по эффективности лечения в отдаленном периоде является деструктивный вывих бедра с дефектом головки и шейки бедренной кости с полной потерей опороспособности конечности.

Определение показаний к хирургическому лечению деструкций ПОБК преследует три основные цели: 1) восстановление опороспособности конечности, 2) достижение достаточного объема движений в суставе, 3) устранение укорочения конечности (Соколовский А.М., Дяшкевич В.М., 1989; Николаев А.И., Камоско М.М., 2006). В зависимости от степени деструкции ПОБК для решения вышеперечисленных задач предложено большое число разнообразных оперативных методов, совершенствуемых до сих пор (Поздеев А.П., 1999; Поздеев А.П., Гаркавенко Ю.Е., Камоско М.М., 2006). Для опре-

деления тяжести заболевания целесообразно выделение степеней деструкции ПОБК с последующим дифференцированным подходом к выбору способа лечения и оценке его результата (Даниелян О.А., 1996; Соколовский А.М., Соколовский О.А., 1997).

Анализ литературы, посвященной хирургическому лечению различных форм деструкций проксимального отдела бедренной кости (ПОБК) у детей, позволил сделать выводы, что важнейшие для клинико-функциональных результатов проблемы лечения деструкций ПОБК остаются нерешенными.

Так, авторами многих способов хирургического лечения не учитывается степень деструкции ПОБК и сохранение или преждевременное закрытие зон роста близлежащих апофизов (большой вертел, подвздошная кость), подходящих для осуществления пластики дефекта ПОБК. Между тем методы лечения деструкций ПОБК должны подбираться строго дифференцированно в зависимости от степени дефекта ПОБК, сохранности зон роста сустава и возраста больного. Неизученным остается вопрос хирургического использования зон роста апофизов подвздошной кости в целях пластики отсутствующего эпифиза головки бедра.

Лечение больных с дефектом головки и шейки бедренной кости при сохранившейся зоне роста апофиза большого вертела

Дефекты головки и шейки бедренной кости встречаются, по нашим данным, наиболее часто, представляя собой наиболее тяжелую патологию. Данный вид деструктивного поражения нередко сопровождается деформацией ПОБК, описанной в литературе как «третий контур кортикального слоя» (Шадин М.Я., 1961). Анатомически проксимальный отдел бедренной кости приобретает плоскостную форму в виде ребра или ножен. При интактном апофизе большого вертела с признаками функционирующей ростковой зоной роста метадиафизарный отдел бедра целесообразно использовать для пластики головки бедра. Архитектоника большого вертела хорошо отвечает целям восстановления анатомической структуры головки и шейки бедренной кости (Богданов Ф.Р., 1965). Апофизарный хрящ, помещенный в условия отсутствующего эпифиза головки бедра, способствует развитию соконгруэнтной вертлужной впадины, суставной поверхности, что важно для обеспечения подвижности в суставе. Кроме того, зона роста апофиза большого вертела сохраняет потенцию вновь созданной головки и шейки к росту (Новаченко Н.П., 1965). Однако это возможно лишь при условии нормализации анатомо-биомеханических взаимоотношений в суставе и сохранения питания трансплантата.

Для лечения больных с дефектом головки и шейки бедренной кости при сохранившейся зоне роста большого вертела нами разработан способ реконструкции проксимального отдела бедренной кости при дефектах головки и шейки (А.С. №1662526).

Описание метода. Разрезом по наружнобоковой поверхности обнажают область тазобедренного сустава. После артротомии освобождают вертлужную впадину от рубцов, сохраняя при этом ее хрящевой покров. Остеотомируют вертельную область (рис. 1а) в направлении сверху вниз и изнутри кнаружи и кзади. При этом отсекается часть апофиза (5) большого вертела с подлежащим метафизом, включающим часть зоны роста (11) и места прикрепления наружных ротаторов бедра (8) с порцией мышц вертельной группы. Вертельную группу мышц расслаивают продольно, соответственно линии сечения апофиза (4) большого вертела. Производят остеотомию проксимального отдела бедра после предварительного отсечения малого вертела с отслаиванием надкостницы по линии сечения. Плоскость остеотомии бедренной кости при этом направлена спереди назад, сверху вниз с углом наклона к горизонтальной плоскости 180^0-А, где А - величина возрастного ШДУ. Форма остеотомии желобоватая. Остеотомированный проксимальный фрагмент (2) ротируют вокруг своей оси на 90^0 по часовой стрелке на правом бедре и против - на левом. Затем наклоняют фрагмент соответственно углу остеотомии с фиксацией во фронтальной плоскости к внутренней поверхности диафиза бедра, при этом образуются ШДУ и АТ, соответствующие возрастным нормам. Фиксацию осуществляют пучком спиц (9) через диафиз бедра и вдоль оси остеотомированного и наклоненного фрагмента шейки бедра (рис. 1б). Производят вправление «сформированной» шейки бедра (2) в освобожденную от рубцовых тканей вертлужную впадину (1). Отсеченный фрагмент апофиза (5), включающий зону роста и подлежащую часть метафиза с прикрепляющимися мышцами вертельной группы (6) и наружными ротаторами бедра (8), фиксируют к месту остеотомии диафизарного фрагмента бедра (12). Фиксацию производят трансоссально спицами с упорными площадками (10), концы которых закрепляют к стержневым фиксаторам аппарата Илизарова. Рану зашивают послойно до дренажной трубки. Через дистальный отдел бедра и крыло подвздошной кости проводят перекрещивающиеся спицы, на которых монтируют двухсекционный аппарат Илизарова (рис. 1в). Дистракцией осуществляют разгрузку тазобедренного сустава. Через 2 месяца после восстановления достаточной костной плотности проксимального отдела бедра спицы (9 и 10) удаляют. Одновременно отсекают мышечную ножку (7) внесуставно с подшиванием ее к основной группе вертельных мышц (5). После этого удлиняют конечность на необходимую величину. Нагрузку на конечность разрешают через 3,5-4 месяца.

Больному назначают курс реабилитационной терапии. Клинический пример: больной К-в, 4 лет (история болезни №2650), поступил в отделение детской ортопедии НИЦТ «ВТО» с диагнозом: деструктивный вывих правого бедра с дефектом головки и шейки, зона роста апофиза большого вертела сохранена (рис. 2а).

Больному произведена реконструкция проксимального отдела бедра, включающая в себя вертельную пластику на питающей мышечной ножке

(рис. 82а, б). Через два месяца (рис. 82в) мышечную ножку отсекли и подшили ее к основной группе вертельных мышц, произвели подвертельную остеотомию бедра и удлинили конечность на 3 см (рис. 2г). Больной осмотрен через 2 года. ШДУ и угол АТ в пределах возрастной нормы. Самопроизвольно сформировался навес крыши вертлужной впадины (рис. 2д). Укорочение конечности устранено. Симптом Тренделенбурга отрицательный (рис. 3а, б, в, г).

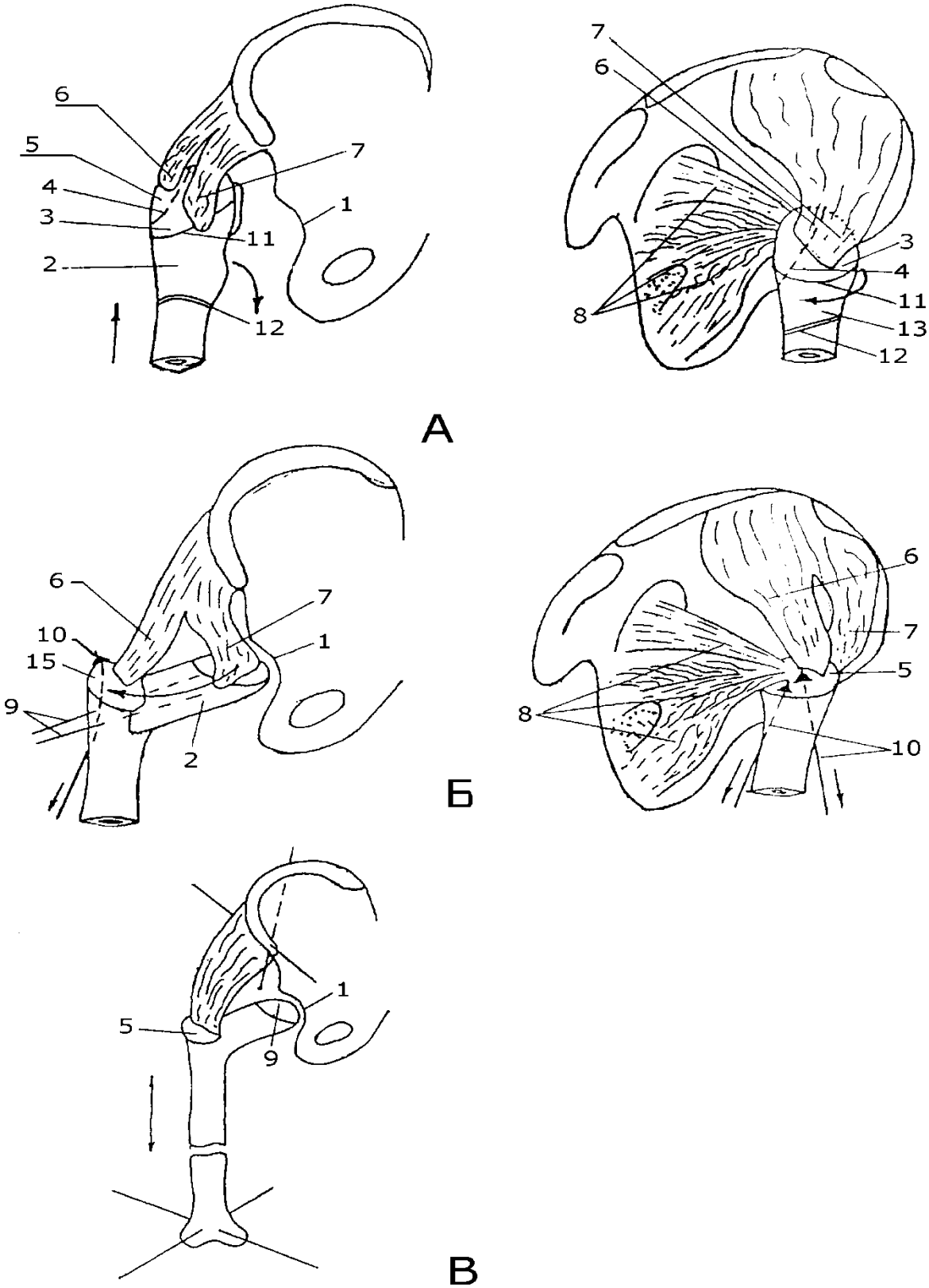


Рис. 1 а, б, в.
Способ реконструкции проксимального отдела бедренной кости при дефектах головки и шейки

Рис. 2. Рентгенограммы больного К-ва, 4 лет (и/б. № 2650), с дефектом головки и шейки бедренной кости с сохраненной зоной роста апофиза большого вертела: а – до операции; б – после проведенного этапа реконструкции проксимального отдела бедренной кости; в – после отсечения мышечной ножки; г – после открытого вправления проксимального отдела бедренной кости и удлинения; д – результат лечения.

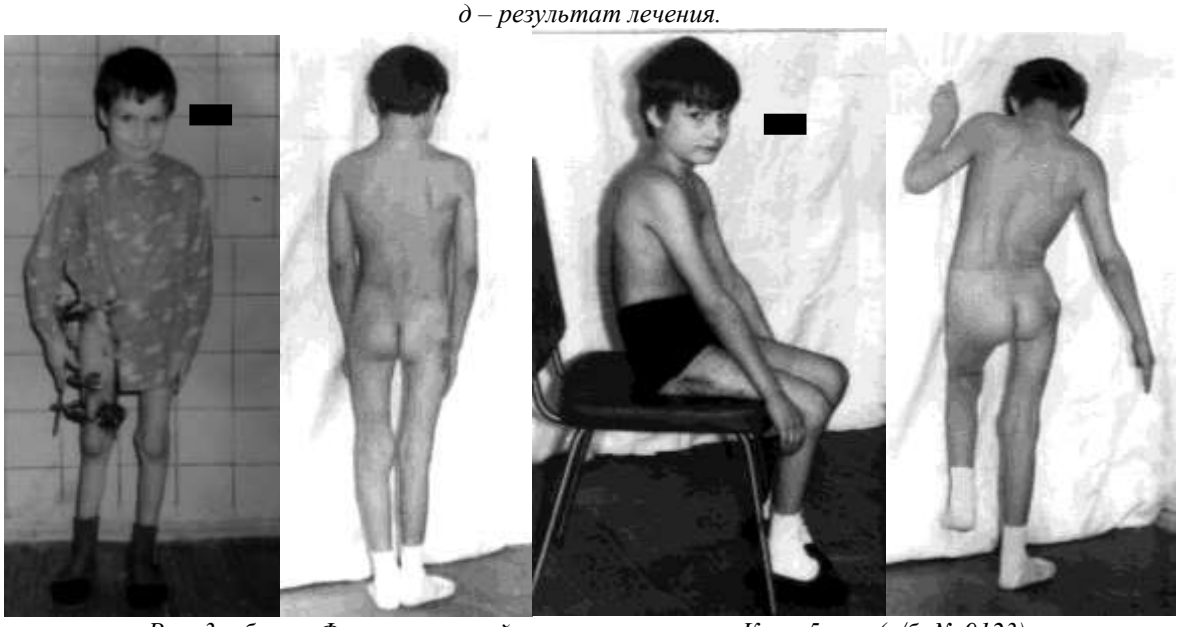


Рис. 3а, б, в, г. Функциональный результат лечения К-ва, 5 лет (и/б. № 9123).

Больной осмотрен через 13 лет после операции (рис. 4).

Рис. 4. Рентгенограмма того же больного через 13 лет после реконструкции тазобедренного сустава

На рентгенограмме (рис. 4) отмечается незначительная ревальгизация ПОБК после проведенной реконструкции, самопроизвольно сформировавшийся навес крыши вертлужной впадины оказался состоятельным. Отмечается укорочение бедренной кости на 4 см (по поводу чего впоследствии больной был прооперирован).

Функциональный результат представлен на рис. 5а, б.

Рис. 5. Функциональный результат лечения через 13 лет после операции

Таким образом:

- больные с дефектом головки и шейки бедренной кости с сохранностью зоны роста апофиза большого вертела составили 30,06% от числа всех больных с различными видами ортопедических осложнений ОГМЭО в области тазобедренного сустава;

- характер оперативного вмешательства при дефекте головки и шейки бедренной кости должен быть направлен на воссоздание естественной, органотопической формы проксимального отдела бедренной кости;

- формирование ШДУ, близкого к анатомической норме, восстановление костного дефицита тазового компонента и сохранение естественных мест прикрепления мышц вертельной группы позволят, при необходимости, проведению эндопротезирования сустава в зрелом возрасте без технических сложностей;

- при дефекте головки и шейки бедренной кости и сохранившейся зоне роста апофиза большого вертела целесообразно использовать его в целях пластики отсутствующей головки и шейки бедренной кости;

- вопрос о реконструкции тазового компонента может быть решен только после формирования ШДУ, близкого к возрастной норме;

- восстановление биомеханически обоснованных точек прикрепления вертельной группы мышц

позволило улучшить биомеханику сустава у оперированных больных;

- вышеописанный метод позволил получить положительные результаты лечения в 22 случаях из 24, подтвержденные на отдаленных сроках наблюдения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Даниелян О.А. Деформации суставов нижних конечностей у детей и подростков при последствиях гематогенного остеомиелита: автореф. дисс. …д-ра мед. наук / О.А. Даниелян. - С-Петербург, 1996. - 34 с.

2. Николаев А.И. Варианты рентгеноанатомических нарушений тазобедренного сустава у детей с патологическим вывихом бедра / А.И. Николаев, М.М. Камоско // Тез. докл. VIII съезда травматологов-ортопедов России: Травматология и ортопедия XXI века. – Самара, 2006. - Т.2. - С.942-943.

3. Поздеев А.П. Варианты поражения верхних и нижних конечностей у детей при последствиях острого гематогенного остеомиелита и методы их хирургической коррекции / А.П. Поздеев, Ю.Е. Гаркавенко, Р.А. Базаров //Тез. докл. конференции детских ортопедов-травматологов России: Актуальные вопросы детской травматологии и ортопедии. - М., 2001. - С. 117-118.

4. Поздеев А.П. Стабилизация тазобедренного сустава в комплексном лечении патологического вывиха бедра у детей / А.П. Поздеев, Ю.Е. Гарковенко, М.М. Камоско // Тез. докл. VIII съезда травматологов-ортопедов России: Травматология и ортопедия XXI века. – Самара, 2006. - Т.2. - С.958.

5. Соколовский А.М. Патологический вывих бедра / А.М. Соколовский, О.А. Соколовский. - Минск, «Высшая школа», 1997. - 208 с.

PHARMACEUTICS

DETERMINATION OF REGRESSION EQUATIONS BASED ON THE GENERALIZED SEPARATE INFLUENCE OF FACTORS IN PHARMACEUTICAL RESEARCH

Kutovaya O.,
Candidate of Engineering Sciences (PhD), assoc. professor, NUPh, Kharkiv
Kovalevska I.,
Doctor of Pharmaceutical Sciences, assoc. professor, NUPh, Kharkiv
Sahaidak-Nikitiuk R.
Doctor of Pharmaceutical Sciences., professor, NUPh, Kharkiv

ОПРЕДЕЛЕНИЕ УРАВНЕНИЙ РЕГРЕССИИ НА ОСНОВЕ ОБОБЩЕННОГО РАЗДЕЛЬНОГО ВЛИЯНИЯ ФАКТОРОВ В ФАРМАЦЕВТИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

Кутовая О.,
к.т.н., доцент, НФаУ, г. Харьков
Ковалевская И.,
д.т.н., доцент, НФаУ, г. Харьков
Сагайдак-Никитюк Р.
д.т.н., профессор, НФаУ, г. Харьков
DOI: 10.24412/3453-9875-2021-57-1-39-43

Abstcact

This work aims to develop a methodological approach to establishing a mathematical description based on a planned experiment and regression analysis for pharmaceutical studies with quantitative factors. The objects of regression studies in pharmacy in most cases are multifactorial dependencies obtained in order to identify optimal solutions - to determine the optimal composition of the dosage form, as well as the optimal parameters of the technological modes of its manufacture to ensure the necessary values of pharmacological and technological indicators that meet the requirements of the Pharmacopoeia. Mathematical processing of experimental dependences using modern computer software and applications, in particular, MS Excel and Mathcad, allows for technically quick and efficient establishing of regression equations and checking the adequacy of the obtained mathematical descriptions. In the course of regression analysis, based on the results of the planned experiment, some features in the processing of experimental data have been revealed. It was found that the minimum amount of information presented by experimental data at the boundaries of the factor space can be used both to confirm and to refute the assumption about the mechanism of factors influence on the objective function and, consequently, the type of mathematical model. The possibility of establishing a mathematical description of the effect of quantitative factors on target indicators based on regression analysis of their generalized separate effect on the pharmaco-technological characteristics of the developed dosage forms has been revealed.

Аннотация

Целью данной работы является разработка методического подхода к установлению математического описания на основе планируемого эксперимента и регрессионного анализа для фармацевтических исследований с количественными факторами. Объектами регрессионных исследований в фармации в большинстве случаев, являются многофакторные зависимости, полученные с целью установления оптимальных решений - определения оптимального состава лекарственной формы, а также оптимальных параметров технологических режимов её получения для обеспечения необходимых значений фармако-технологических показателей, соответствующих требованиям Фармакопеи. Математическая обработка экспериментальных зависимостей с использованием современных компьютерных программ и приложений, в частности, MS Excel и Mathcad, позволяет технически быстро и эффективно устанавливать уравнения регрессии и проверять адекватность полученных математических описаний. В ходе регрессионного анализа на основе результатов планируемого эксперимента были выявлены некоторые особенности при обработке экспериментальных данных. Выяснено, что минимальный объем информации, представленный опытными данными на границах факторного пространства, можно использовать как для подтверждения, так и для опровержения предположения о механизме влияния факторов на целевую функцию и, следовательно, вида математической модели. Выявлена возможность установления математического описания влияния количественных факторов на целевые показатели на основе регрессионного анализа их обобщенного раздельного влияния на фармако-технологические характеристики разрабатываемых лекарственных форм.

Keywords: planned experiment, quantitative factors, objective function, response surface, mathematical model, regression analysis.

Ключевые слова: планируемый эксперимент, количественные факторы, целевая функция, поверхность отклика, математическая модель, регрессионный анализ.

Введение. Фармацевтическая разработка предусматривает создание оптимальной лекарственной формы и технологии её получения. Достичь этих требований можно только за счет проведения многоплановых исследований, которые позволят осуществить научно обоснованное изучение качественных и количественных факторов.

Современные лекарственные препараты в своем большинстве являются композиционными системами, содержащие соответственным образом подготовленные как лекарственные субстанции, так и вспомогательные вещества. Все эти вещества относятся, как и определенное количество технологических факторов (способы, методы, аппараты и др.) к качественным факторам. Кроме качественных факторов приходится изучать и большое количество количественных переменных: температуру, давление, значение pH среды, скорость и продолжительность технологического процесса, соотношение компонентов, количественный состав веществ, размер частиц порошков, дисперсность, растворимость, вязкость и др.

Многофакторность эксперимента является одной из специфических особенностей исследований при создании лекарственной формы.

Другой специфической особенностью проведения исследований в фармацевтической отрасли является одновременное обеспечение определенных требований к широкому спектру технологических показателей.

При проведении экспериментальных исследований с количественными факторами проводят статическую обработку результатов опытов, получаемых, как правило, по установленным планам. Для решения вопросов оптимизации отдельных целевых показателей используют такой метод исследования как регрессионный анализ. Наиболее широкое применение для описания экспериментальных зависимостей нашли модели в виде алгебраических полиномов 1, 2 и 3-й степени. Полученные эмпирические уравнения позволяют глубоко и детально проводить анализ влияния технологических факторов на целевые показатели, определять значения факторов, обеспечивающих оптимальные величины целевых функций.

Учитывая возможности современных компьютерных технологий, математическая обработка экспериментальных данных с целью установления уравнений регрессии, не представляет особой сложности. Используя наиболее популярные компьютерные программы и приложения (MS Excel, Mathcad, Maple) можно технически быстро определить вид эмпирического уравнения и его коэффициенты, провести графическую интерпретацию и подтвердить адекватность математической модели.

Цель. В данной работе раскрывается методологический поход к установлению математического описания на основе регрессионных уравнений обобщенного раздельного влияния количественных факторов на целевой показатель на примере обработки экспериментальных данных, связанных с установлением состава таблеточной смеси.

Материалы и методы. Общеизвестным фактом является, то что задача фармацевтического исследования определяет выбор факторов, фармако-технологических показателей и вида математической модели. Объектами регрессионного анализа в фармацевтической разработке становятся: количественный состав разрабатываемой лекарственной формы, а также технологические параметры ее приготовления.

При планировании эксперимента всегда исходят из достаточности информации внутри факторного пространства для описания механизма влияния переменных на целевые функции, опираясь на априорные данные или практический опыт. Если предполагается линейная модель с взаимодействием факторов, то достаточно плана эксперимента по типу n^2, где n – число факторов. Если исследователь не уверен в таком виде математического описания, то прежде чем проводить дополнительные серии опытов на основных уровнях факторов, можно провести следующий анализ. Его суть заключается в том, что сначала весь массив данных можно рассматривать как функциональную зависимость какой-либо одной переменной. Затем проводится подобная операция для остальных. В итоге получаем систему зависимостей типа $Y_i = f(x_n)$. После перемножения уравнений системы друг на друга формируется среднегеометрическая итоговая функция вида:

$$Y_i(X) = [f(x_1) \cdot f(x_1) \cdot \ldots \cdot f(x_n)]^{1/n}$$

которая предоставляет возможность проследить перекрестное влияние компонентов, т.е. все возможные уровни их взаимодействия [1].

В качестве функциональных зависимостей $f(x_n)$ используется набор элементарных функций, коэффициенты которых определяются по методу наименьших квадратов. Для каждой переменной x_n подбирают функциональную зависимость по значению коэффициента корреляции, т.е. из всего многообразия элементарных функций, которые могут описать изменение целевой функции $Y_i = f(x_n)$, выбирается та функциональная зависимость, у которой коэффициент корреляции наибольший.

Для более точного описания проводится корреляция итоговой функции, в результате чего устраняется погрешности, вызванные несущественными отклонениями при определении раздельного влияния факторов. В случае, когда информации о поведении целевой функции внутри факторного пространства недостаточно или не все факторы, влияющие на изменение целевого показателя, учтены или возможен иной характер зависимости, итоговая функция даже после коррекции не будет являться адекватным математическим описанием исследуемой зависимости.

Результаты и их обсуждение. Покажем эффективность предлагаемого способа обработки экспериментальных данных на примере двухфакторного эксперимента типа 2^2 по разработке состава таблеточной смеси (*x1* – наполнитель, *x2* – связующее) [2]. Для предварительной оценки были получены поверхности отклика для трех фармако-технологических показателей (рис.1): распадаемости (*y1*), устойчивости к раздавливанию (*y2*) и истираемости (*y3*). Характер поверхностей свидетельствует о невозможности использования для описания исследуемых зависимостей линейных моделей.

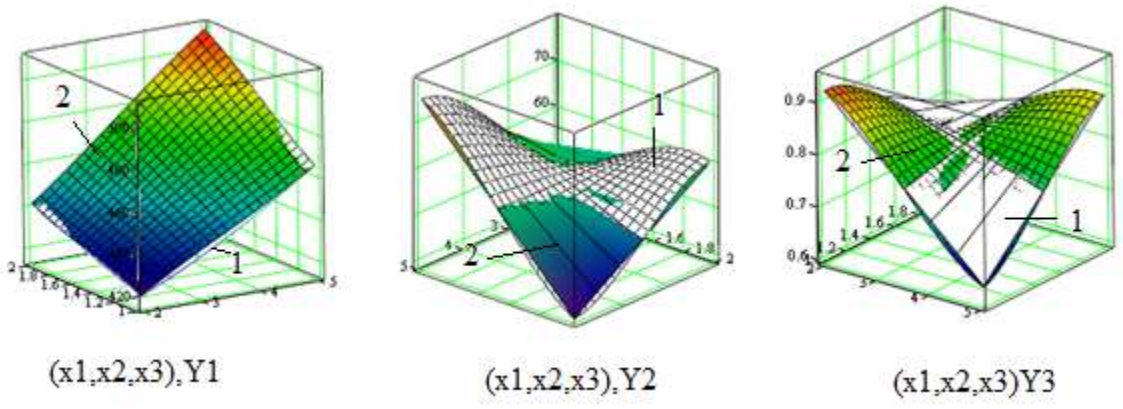


Рисунок 1. Сравнительная графическая интерпретация зависимостей: 1) – экспериментальная; 2) – теоретическая по уравнениям (1-3)

По имеющимся опытным данным согласно плану эксперимента, определены с помощью метода наименьших квадратов линейные уравнения регрессии с взаимодействием факторов следующего вида:

$$y1(x1,x2) = 378{,}5 + 9x1 + 8{,}833x2 + 6{,}833x1x2 \quad (1)$$

$$y2(x1,x2) = -3{,}708 + 23{,}042x1 + 38{,}958x2 - 15{,}042x1x2 \quad (2)$$

$$y3(x1,x2) = 1{,}516 - 0{,}227x1 - 0{,}399x2 + 0{,}13x1x2 \quad (3)$$

Максимальная погрешность вычислений с использованием этих уравнений в базовых точках не превышает 0,32%. Графическая интерпретация зависимостей показывает полное совпадение экспериментальных и теоретических поверхностей отклика и подтверждает адекватность математического описания влияния количества вспомогательных веществ в составе таблеток на технологические характеристики данной лекарственной формы: распадаемости, устойчивости к раздавливанию и истираемости.

Для сравнения предлагаемого способа установления уравнений регрессии и традиционного подхода предлагается осуществить следующий алгоритм действий.

Рассмотреть обобщенное раздельное влияние факторов на целевые функции, принимая во внимание, что вероятность получить эмпирическое уравнение, базирующееся на физической сущности протекающего процесса и отражающее реальный механизм действия факторов, может быть недостаточна высока. В этом случае приходится использовать чисто статистическое описание данной ситуации. При этом выбираются именно те типовые функции, которые наиболее близки к математическому описанию экспериментальной ситуации.

1. Определить эмпирические уравнения для зависимостей *y1=f(x1)* и *y1=f(x2)*.

2. Получить итоговое уравнение в виде среднегеометрического выражения:

$y_i(x1,x2) = \sqrt{f(x1)f(x2)}$ с соответствующими коэффициентами корреляции. В данном случае полученное перекрестное влияние компонентов в общем случае не отражает реального характера их взаимодействия, а только устанавливает факт его присутствия.

3. Оценить адекватность теоретических поверхностей отклика, используя графическую интерпретацию, и величину погрешности вычислений с использованием полученных уравнений.

В результате математической обработки данных по предлагаемому способу получены среднегеометрические функции следующего вида:

$$y1(x1,x2) = -2{,}426 + 0{,}00219(391{,}75 + 19{,}25x1)(410 + 32{,}75x2) \quad (4)$$

$$y2(x1,x2) = -0{,}584 + 0{,}018(54{,}729 + 0{,}479x1)(76{,}937 - 13{,}687x2) \quad (5)$$

$$y3(x1,x2) = -95{,}412 + 237{,}497\sqrt{(0{,}917 - 0{,}032x1)(0{,}72 + 0{,}056x2)} - 146{,}374(0{,}917 - 0{,}032x1)(0{,}72 + 0{,}056x2) \quad (6)$$

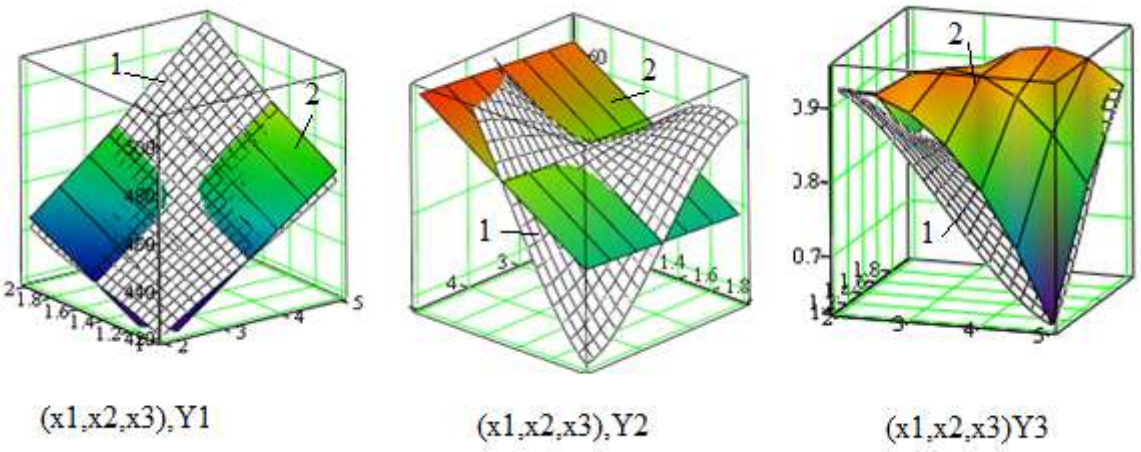


Рисунок 2. Сравнительная графическая интерпретация зависимостей: 1) – экспериментальная; 2) – теоретическая по уравнениям (5-6)

Как видно из уравнений (5, 6) итоговая среднегеометрическая функция меняет представление о механизме влияния факторов на целевые показатель *y2* и *y3* в сравнении с зависимостями (2,3). Общий характер действия фактора *x2* на устойчивость таблетки к раздавливанию в уравнении (5) меняется на негативный, как и характер действия фактора *x1* на истираемость таблетки в уравнении (6). Графическая интерпретация уравнений доказывает несостоятельность полученных ранее моделей (2,3), несмотря на отличную сходимость экспериментальных и теоретических результатов. В данном случае появляется необходимость провести дополнительные исследования внутри факторного пространства для уточнения характера влияния вспомогательных веществ на устойчивость к раздавливанию (*y2*) и истираемость таблетки (*y3*), вследствие возможной нелинейности действия факторов.

На рисунке приведены графические интерпретации экспериментальных поверхностей отклика, полученных по плану 2^3. Наглядно видно, что характер зависимостей *y2=f(x1,x2)* и *y3=f(x1,x2)* изменился и имеет экстремальный характер. Следовательно, необходимо определить другой вид математического описания для данных целевых функций, несмотря на удовлетворительные выводы, полученные в результате математической обработки экспериментальных данных по плану 2^2. Поведение функции *y1=f(x1,x2)* кардинально не изменилось, можно по желанию провести лишь небольшую корректировку коэффициентов для модели, полученной ранее по плану 2^2. Математическая обработка опытных данных по плану 2^3 позволяет установить адекватное математическое описание для *y1* и *y2* в виде квадратичных уравнений (7-9), графическая интерпретация которых представлена на рисунке 3.

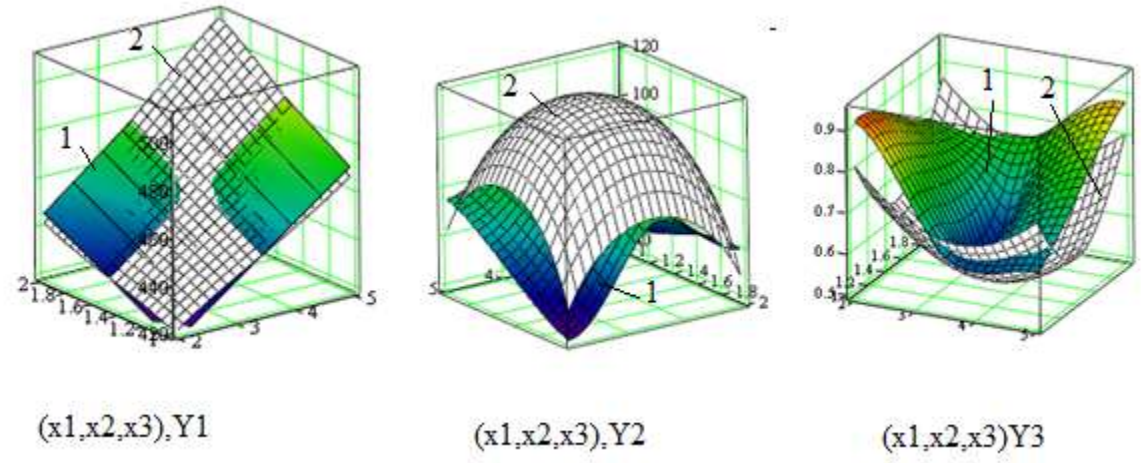


Рисунок 3. Сравнительная графическая интерпретация зависимостей: 1) – экспериментальная; 2) – теоретическая по уравнениям (7-8)

$$y1(x1,x2) = 378{,}5 + 9x1 + 8{,}833x2 + 6{,}833x1x2 \quad (7)$$

$$y2(x1,x2) = -395{,}941 + 115{,}889x1 + 428{,}687x2 - 15{,}04x1x2 - 13{,}264x1^2 - 130x2^2 \quad (8)$$

$$y3(x1,x2) = 3{,}288 - 0{,}574x1 - 2{,}347x2 + 0{,}13x1x2 + 0{,}05x1^2 + 0{,}658x2^2 \quad (9)$$

Полученные уравнения регрессии в виде среднегеометрических зависимостей $y_i=f(X)$, учитывая возможности современных компьютерных программ, можно с большой эффективностью использовать в дальнейшей обработке для определения оптимального состава данной лекарственной формы [3].

Выводы и перспективы дальнейших исследований. Предложен методологический подход к обработке экспериментальных данных для определения уравнений регрессии на основе обобщенного раздельного влияния количественных факторов на фармако-технологические характеристики разрабатываемых лекарственных форм в фармацевтических исследованиях.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Журавский А.А., Зеленский А.И., Синяева О.В., Кутовая О.В. Новый метод статистической обработки результатов научных исследований / Науково-практичні засади загально-інженерної підготовки фахівців фармації: матеріали І Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції (25-26 жовтня 2018, Харків). – Х.: НФаУ , 2018. – С. 96-101.

2. Alkhalaf Malek Walid Ahmad, O. Ruban, O. Kutova, N. Herbina Substantiation of auxiliary substances of in the composition of tablets with dry extract of zingiber officinale / Ukraïns'kij bìofarmacevtičnij žurnal, No. 3 (60) 2019. P. 23-28.

3. Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір № 82707. Методичні рекомендації «Методика визначення оптимальних параметрів технологічного процесу» / Кутова О.В., Ковалевська І.В., Кутовий Д.С., Шаповалов О.В., Журавський А.О. – зареєстр. 6.11.2018; опубл. 25.01.2019, бюл. № 51, с. 337.

FLAVONOIDS COMPOSITION AND ANTIBACTERIAL PROPERTIES OF IMMORTELLE'S HERB AND FLOWERS EXTRACTS

Moskalenko A.,
PhD-student of the Department of Chemistry of Natural Compounds and Nutriciology. National University of Pharmacy, Kharkiv, Ukraine
Popova N.
Doctor of Pharmaceutical Sciences, Professor, Department of Chemistry of Natural Compounds and Nutriciology. National University of Pharmacy, Kharkiv, Ukraine

СКЛАД ФЛАВОНОЇДІВ ТА АНТИБАКТЕРІАЛЬНІ ВЛАСТИВОСТІ ЕКСТРАКТІВ ТРАВИ ТА КВІТКІВ БЕЗСМЕРТНИКА ПРИКВІТКОВОГО

Москаленко А.М.,
Аспірант, кафедри хімії природних сполук і нутриціології. Національний фармацевтичний університет, Харків, Україна
Попова Н.В.
Доктор фармацевтичних наук, професор кафедри хімії природних сполук і нутриціології. Національний фармацевтичний університет, Харків, Україна
DOI: 10.24412/3453-9875-2021-57-1-43-48

Abstract

As a result of the study of the composition and flavonoids of herbal drugs of immortelle by HPLC were identified: quercetin–3–β–glucoside, quercetin and luteolin**.** In addition, the antibacterial activity of extracts of immortelle obtained by vacuum filtration using various solvents against reference test cultures and clinical strains of microorganisms was investigated. In relation to the reference test cultures, antibacterial activity is manifested in all samples of extracts, in relation to clinical strains of microorganisms, the activity is more pronounced in samples of alcoholic extracts of herb and flowers against Staphylococcus aureus, Escherichia coli, Klebsiella pneumoni, Enterobacter cloacea. Regarding clinical strains of Pseudomonas aeruginosa, only 70% of alcoholic extracts of flowers and herbs have antimicrobial activity. In general, the antimicrobial effect of 70% alcohol extract of flowers is more pronounced.

Анотація

В результаті проведеного дослідження складу і вмісту флавоноїдів сировини безсмертника приквіткового методом ВЕРХ були ідентифіковані: кверцетин–3–β–глюкозид, кверцетин та лютеолін. Крім цього досліджували антибактеріальну активність екстрактів безсмертника приквіткового отриманих вакуумно-фільтраційним методом с застосуванням різних екстрагентів відносно еталонних тест-культур и клінічних штамів мікроорганізмів. По відношенню до еталонних тест-культур антибактеріальна активність проявляється у всіх зразках екстрактів, по відношенню до клінічних штамів мікроорганізмів активність більш виражена у зразках спиртових екстрактів трави і квіток відносно Staphylococcus aureus, Escherichia coli, Klebsiella pneumoni, Enterobacter cloacea, Candida albicans, Aspergillus niger. Відносно клінічних штамів Pseudomonas aeruginosa антимікробну активність мають тільки 70% спиртові екстракти квіток і трави. При цьому в цілому антимікробна дія 70% спиртового екстракту квіток більш виражена.

Keywords: herbal drugs, immortelle, flavonoids, HPLC, liquid extract, antibacterial activity.

Ключові слова: лікарська рослинна сировина, безсмертник приквітковий, флавоноїди, ВЕРХ, рідкий екстракт, антибактеріальна активність.

Вступ. Стійкість до дії антибіотиків та зростаюча резистентність до лікарської терапії багатьох відомих патогенних бактерій і поява нових штамів патогенних мікроорганізмів останнім часом викликає велике занепокоєння фахівців медичної галузі. Пошук нових лікарських засобів, що мають антибактеріальну активність, ініціює інтерес до вивчення цієї активності у лікарських рослин. З літературних джерел, відомо, що антибактеріальні властивості мають багато лікарських рослин, які застосовуються у традиційній медицині багатьох країн [1]. Також у літературі наведено результати сучасних досліджень, які підтверджують що ряду лікарських препаратів на основі лікарських рослин притаманна ефективність щодо мікробної плівки, яка утворюється нозокоміальной бактеріальною флорою, яка є стійкою до дії антибіотиків, і що є причиною високої смертності пацієнтів [2]. Перспективною рослиною для вивчення антибактеріальної активності є безсмертник приквітковий. Попередніми фітохімічними дослідженнями встановлено, що безсмертник приквітковий має різноманітний склад біологічно активних речовин. Були виявлені фенольні сполуки [3], вивчений мінеральний склад [4], виділені 16 амінокислот, серед яких 7 незамінних і 9 замінних [5]. В результаті проведених досліджень жирних кислот в безсмертнику приквіткового були виявлені ненасичені та насичених жирні кислоти [6]. Дослідження водного екстракту трави безсмертника приквіткового показали виражену антиоксидантну активність, яку визначали методом хемілюмінесценції [7].

Метою дослідження є аналіз складу флавоноїдів та вивчення та порівняння антибактеріальної активності екстрактів трави і квіток безсмертника приквіткового отриманих зі застосуванням різних екстрагентів.

Матеріали та методи.

Вивчення складу флавоноїдів здійснювали методом ВЕРХ. Наважку сировини кожної проби 0,3-0,6 г, екстрагувалася в 5 мл 70% розчину етилового спирту на ультразвуковій бані при 80°С впродовж 5 годин в скляних герметичних віалах із тефлоновою кришкою. Отриманий екстракт центрифугували при 3000 об/хв та фільтрували крізь одноразові мембранні фільтри з порами 0,22 мкм.

Хроматографію проведено на рідинному хроматографі Agilent Technologies 1200. В якості рухомої фази використовували ацетонітрил (А) та 0,1% розчин мурашиної кислоти в воді (В). Елюювання проводили в градієнтному режимі: 0 хв –А (30 %) : В (70 %); 20 хв – А (70 %) : В (30 %); 22 хв – А (100 %) : В (0 %); 30 хв – А (100 %) : В (0 %). Розділення проводили на хроматографічній колонці Zorbax SB-C18 (3,5 мкм, 150 х 4,6 мм) (Agilent Technologies, USA), швидкість потоку через колонку 0,25 мл/хв., температура термостату 30 ∘С, об‘єм інжекції 4 мкл. Детекцію проводили з використанням діодноматричного детектора з реєстрацією сигналу при 280 та 365 нм та фіксацією спектрів поглинання в діапазоні 210-700 нм [8].

Ідентифікацію та визначення вмісту проводили з використанням стандартних розчинів флавоноїдів (лютеоліну, рутину, кверцетин–3–β–глікозиду, нарінгіну, неогесперідину, кверцетину, нарінгеніну).

Для вивчення антибактеріальних властивостей екстрактів безсмертника приквіткового виготовляли екстракти з трави і квитків безсмертника в співвідношенні сировина – отриманий екстракт 1:5. В якості екстрагента використовували воду, 40% та 70% етанол.

Екстракцію проводили методом вакуумної фільтрації. Суху подрібнену сировину, з розміром часток 1 мм поміщають у вакуумно-фільтраційний екстрактор та заливають екстрагентом, водою або етанолом 40% або 70%, до утворення «дзеркала», після того як екстрагент повністю профільтрується через сировину, до екстрактора приєднують вакуум для повноти виходу екстракту. Після цього знову наливають екстрагент до «дзеркала», і знову після фільтрації екстрагента приєднують вакуум. Це повторюють до повної витрати екстрагенту, з урахуванням того що екстракт готують в співвідношенні сировина – готовий екстракт 1:5. Для виключення упередженості, дослідження проводили «сліпим» методом, тому кожен досліджуваний зразок мав свій номер. У таблиці 1 наведено присвоєний номер досліджуваного зразка та відповідний вид сировини і екстрагента.

Таблиця 1

Номер досліджуваного зразка та відповідний вид сировини і екстрагента.

Номер екстракту	Екстрагент	Вид сировини
1	Спирт 70 %	Квітки
2	Спирт 70 %	Трава
3	Спирт 40 %	Квітки
4	Спирт 40 %	Трава
5	Вода	Квітки
6	Вода	Трава

Для дослідження екстрактів були використані еталонні тест-культури грам-позитивних і грам-негативних бактерій, які належать до різних таксономічних груп: *Staphylococcus aureus* ATCC 25923, *Escherichia coli* ATCC 25922, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853, *Bacillus subtilis* ATCC6633, *Proteus vulgaris ATCC 4636*. Протигрибкову дію екстрактів досліджено на референтному штамі *Candida albicans* ATCC 885-653. Зазначений набір тест-штамів є загальноприйнятим при первинному визначенні протимікробної дії. Тест-культури було одержано з лабораторії медичної мікробіології з Музеєм мікроорганізмів ДУ "ІМІ ім. І. І. Мечникова НАМН України". Для отримання більш достовірних та об'єктивних результатів крім еталонних тест-культур для дослідження використовувались клінічні штами, які були виділенні від пацієнтів в умовах стаціонарного лікування, та які є клінічно значимими, з урахуванням мутацій та набутої резистентністю.

Staphylococcu aureus № 33 - клінічний штам виділений від хворої П. 67 років з слизової носових пазух, діагноз - хронічний гайморит. Штам чутливий до цефтриаксону, фортуму, цефаперазону, цефепиму, азитроміцину, гатифлоксацину, левофлоксацину, слабочутливий до амоксиклаву, цефалоспоринів 1-2 покоління. ***Staphylococcus aureus № 45*** - клінічний штам виділений від хворої П. 43 років з слизової носових пазух, діагноз - хронічний гайморит. Штам чутливий до цефтриаксону, фортуму, цефаперазону, цефепиму, азитроміцину, гатифлоксацину, левофлоксацину, слабочутливий до амоксиклаву, цефалоспоринів 1-2 покоління. ***Staphylococcus aureus № 79*** - клінічний штам виділений від хворого М. 76 років з слизової оболонки ротової порожнини (мигдалин), діагноз - фолікулярна ангіна. Штам чутливий до цефтриаксону, фортуму, цефаперазону, цефепиму, азитроміцину, гатифлоксацину, левофлоксацину, слабочутливий до цефалоспоринів 1-2 покоління.

Escherichia coli № 77 - клінічний штам виділений від хворої Л. 48 років з слухових проходів, діагноз - гострий отит. Штам чутливий до цефтриаксону, фортуму, цефаперазону, цефепиму, гатифлоксацину, левофлоксацину, ципрофлоксацину, фосфоміцину, фурамагу, слабочутливий до цефалоспоринів 1-2 покоління, офлоксацину, фуразолидону, нітроксоліну.

Escherichia coli № 110 - клінічний штам виділений від хворого З. 64 років з слизової оболонки ротової порожнини (мигдалин), діагноз - фолікулярна ангіна. Штам чутливий до цефтриаксону, Фортум, цефаперазон, цефепиму, азитроміцину, гатифлоксацину, левофлоксацину, слабочутливий до цефалоспоринів 1-2 покоління.

Klebsiella pneumonia № 102 - клінічний штам виділений від хворого В. 75 років з сечі, діагноз - хронічний цистит і пієлонефрит в стадії загострення. Штам чутливий до цефтриаксону, цефаперазон, цефепиму, гатифлоксацину, левофлоксацину, фосфоміцину, фурамаг, слабочутливий до амоксиклаву, цефалоспоринів 1-2 покоління, ципрофлоксацину, офлоксацину, фуразолидону, нітроксоліну.

***Pseudomonas aeruginosa* № 43** - клінічний штам виділений від хворої Т. 59 років з раневого вмісту шкіри, діагноз - травма руки з глибоким порізом м'яких тканин. Штам чутливий до цефаперазон, гатифлоксацину, не чутливий до цефалоспоринів і фторхінолонам 1-2 покоління, гентаміцину, фуразолидону, нітроксоліну. Висока здатність до плівкоутворення.

Pseudomonas aeruginosa № 53 - клінічний штам виділений від хворого Н. 73 років з сечі, діагноз - пієлонефріт. Штам чутливий до поліміксину, фосфоміцину, слабочутливий до фторфінолонам і цефалоспоринів. Висока здатність до плівкоутворення.

Enterobacter cloacea № 64 - клінічний штам виділений від хворого Н. 68 років з сечі, діагноз - хронічний пієлонефрит. Штам чутливий до гентаміцину, амікацину, поліміксину, фосфоміцину, нітроксоліну, гатифлоксацину, слабочутливий до фторфінолонам і цефалоспоринів.

Candida albicans № 112 - клінічний штам, виділений від хворої О. 19 років з вагінального секрету, діагноз - бактеріальний вагініт. Штам чутливий до флуконазолу, орунгалу, слабочутливий до нізоралу, ністатіну.

Candida albicans № 19 – клінічний штам, виділений від хворого Б. 57 років з ротової порожнини, діагноз - стоматит. Штам чутливий до флуконазолу, ністатіту, орунгалу, пімафуціну.

Aspergillus niger № 21 - клінічний штам виділений від больнго К. 69 років з мокротиння, діагноз - хронічна пневмонія. Штам чутливий до інтраконазолу, слабочутливий до флуконазолу, клотримазолу.

Визначення чутливості штамів мікроорганізмів до досліджуваних зразків екстрактів проводили у відповідності до методичних вказівок «Визначення чутливості мікроорганізмів до антибактеріальних препаратів» (Наказ МОЗ України від 05.04.2007 р. № 167) методом колодязів на середовищі Мюллера-Хинтона («HIMedia Laboratories» Pvt. Ltd India). Середовища для культивування застосовували відповідно до виду мікроорганізмів згідно з існуючими методичними розробками і рекомендаціями та готували відповідно до інструкції виробника. Чутливість грибів визначали на середовищі «Сабуро-декстрозний агар». Визначення чутливості дослідних речовин проводили на двох шарах поживного середовища, які розливали у чашки Петрі. Нижчій шар складався з агар-агару (10 мл). На нього встановлювали 3-6 металеві стерильні циліндри діаметром 8 мм та висотою 10 мм. Навколо циліндрів заливали верхній шар (14 мл поживного середовища + 1 мл мікробного розчину 0,5 од. за шкалою McFarland), який складався з поживної агарізованого середовища з відповідним стандартом добової культури мікроорганізму. Приготування суспензій мікроорганізмів із визначеною концентрацією мікробних клітин (оптична щільність) проводили за допомогою стандарту каламутності (0,5 од. за шкалою McFarland). Використовували прилад Densi–La–Meter (виробництва PLIVA–Lachema, Чехія; довжина хвилі 540 нм).

Суспензію готували згідно з інструкцією до приладу та інформаційного листа про нововведення в системі охорони здоров'я № 163-2006 “Стандартизація приготування мікробних суспензій”, м.Київ [9]. Синхронізацію культур проводили за допомогою низької температури (4°С). Після застигання стерильним пінцетом виймають колодязі і в лунки вносять дослідну речовину (0,3 мл). Визначення протимікробної та антикандидозної дії проводили стандартним методом двократних серійних розведень у поживному бульйоні (макрометод). Тестування проводилось в об’ємі 1мл кожного розведення речовин з кінцевою концентрацією досліджуваного мікроорганізму приблизно 5 × 105 КУО/мл. Після інкубації протягом доби або 48-72 годин для культур Candida spp., пробірки з посівами переглядали у промінному світлі для визначення наявності росту мікроорганізму. При постановці дослідів додатково проводили контролі росту культури в середовищі без досліджуваних речовин, у розчиннику; контролі чистоти суспензії мікроорганізму (шляхом висіву на неселективні середовища) та стерильності середовища.

Результати дослідження та їх обговорення.

На рисунку 1 представлена хроматограма яка були отримані в результаті дослідження флавоноїдів методом ВЕРХ квіток безсмертника приквіткового, на рисунку 2 представлена хроматограма отримана при досліджені трави.

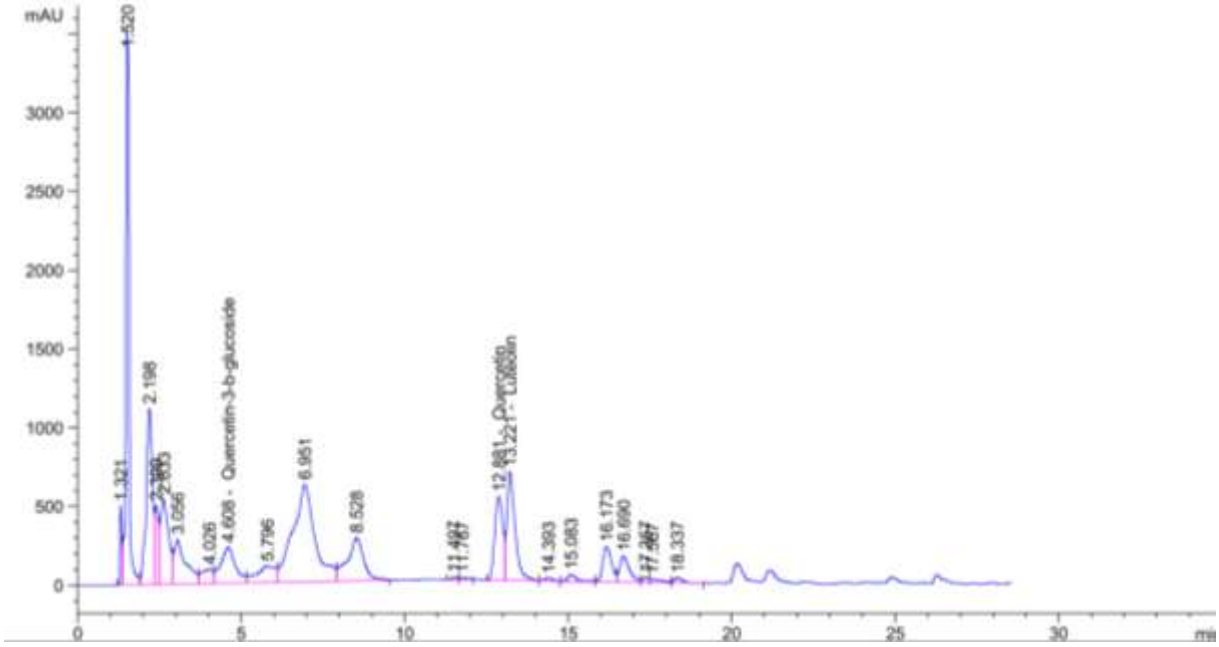


Рис. 1

ВЕРХ-хроматограма, отримана в умовах визначення флавоноїдів квіток безсмертника приквіткового.

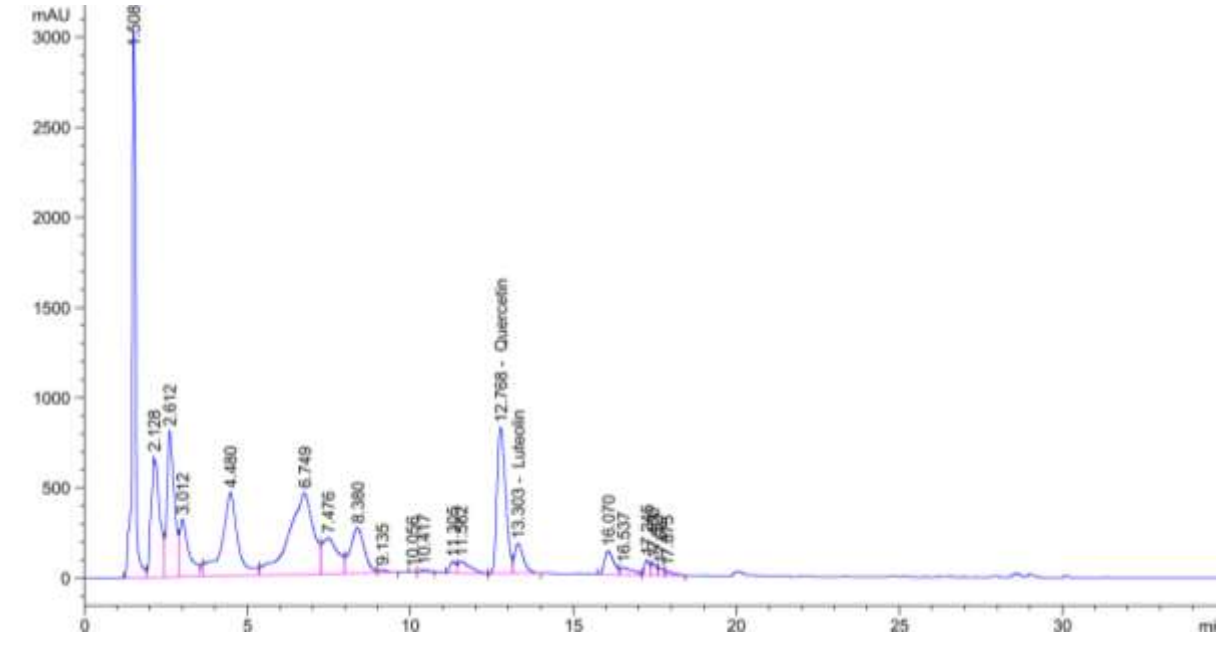


Рис. 2

ВЕРХ-хроматограма, отримана в умовах визначення флавоноїдів траві безсмертника приквіткового.

В таблиці 2 представлені результати дослідження складу та вмісту флавоноїдів сировини безсмертника приквіткового.

Таблиця 2

Флавоноїди безсмертника приквіткового (Helichrysum bracteatum)

Назва	Час утримання, хв.		Площа піку, mV×сек.		Вміст (мкг/г)	
Кверцетин–3–β–глюкозид	Квітки	Трава	Квітки	Трава	Квітки	Трава
		4,608		7227,029		494,16
Кверцетин	12,768	12,881	14928,404	9054,004	14358,87	7523,81
Лютеолін	13,303	13,221	3117,469	11976,944	2091,03	6882,89
Разом					16449,90	14900,86

У процесі дослідження встановлено антибактеріальна активність екстрактів безсмертника приквіткового щодо практично всіх тест-культур, а також до ряду клінічних штамів. Оцінку антибактеріальної активності дослідних зразків проводили за діаметром зон затримки росту, що є найбільш показовим та об'єктивним показником:

10 мм - мікроорганізм не чутливий до дослідної речовини;

10-15 мм – мікроорганізм слабочутливий до дослідної речовини;

15-25 мм - мікроорганізм чутливий до дослідної речовини;

25 мм та вище - мікроорганізм високочутливий до дослідної речовини.

У результаті дослідження встановлено що всі досліджувані зразки екстрактів трави і квіток безсмертника приквіткового мають антибактеріальну активність відносно еталонних тест-культур мікроорганізмів, (діаметр зони затримки росту – від 15,2 до 25,4 мм) та протигрибкову дію по відношенню до референтного штаму Candida albicans (діаметр зони затримки росту – від 17,2 до 19,3 мм). Результати дослідження представлені у таблиці 3.

Таблиця 3

Антибактеріальна активність екстрактів по відношенню до **еталонних тест-культур**.

екстракти	Діаметри зон затримки росту, мм; n = 3, P = 0.95					
	Staphylococcus aureus ATCC 25923	*Escherichia coli ATCC 25922*	*Proteus vulgaris ATCC 4636*	*Pseudomons aeruginosa ATCC 27853*	*Basillus subtilis ATCC 6633*	*Candida albicans ATCC 653/885*
1	25,4±0,8	18,7±0,8	16,3±0,8	17,2±0,2	24,7±1,6	19,3±0,8
2	22,3±0,8	18,7±0,8	15,2±0,1	15,2±0,1	21,0±1,4	19,3±0,8
3	21,4±0,8	17,3±0,8	15,7±0,8	15,7±0,8	21,7±0,8	17,2±0,2
4	20,7±0,8	19,0±1,4	16,2±0,2	16,7±0,8	21,3±0,8	18,0 ±1,4
5	20,3±0,8	17,2±0,2	16,0±1,3	16,3±0,8	20,1±0,2	17,7±0,8
6	19,4±0,8	17,3±0,8	15,7±0,8	15,7±0,8	19,7±0,8	17,7±0,8

Результати визначення активності по відношенню до клінічних штамів свідчать що антибактеріальна активність більш виражена в спиртових екстрактах трави і квіток відносно Staphylococcus aureus, (діаметр зони затримки росту 20,7 мм для 70% спиртового екстракту квіток), Escherichia coli, (діаметр зони затримки росту 18,3 мм для спиртового 70% екстракту квіток), Klebsiella pneumoni, (діаметр зони затримки росту 17,3 мм для спиртового 70% екстракту квіток), Candida albicans, (діаметр зони затримки росту 16,7 мм для спиртового 70% екстракту трави), Aspergillus niger, (діаметр зони затримки росту 15,7 мм для спиртового 70% екстракту квіток). Відносно клінічних штамів Pseudomonas aeruginosa антимікробну активність мають тільки спиртові 70% екстракти квіток і трави, (діаметр зони затримки росту 16,2 мм для екстракту трави і 15,7 мм для екстракту квіток). При цьому в цілому антимікробна дія 70% спиртового екстракту квіток більш виражена. Результати дослідження представлені у таблицях 4 та 5.

Таблиця 4

Антибактеріальна активність екстрактів по відношенню до клінічних штамів

екстракти	Діаметри зон затримки росту, мм; n = 3, P = 0.95					
	Staphylococcus aureus № 33	*Staphylococcus aureus № 45*	*Staphylococcus aureus № 79*	*Escherichia coli № 77*	*Escherichia coli № 110*	*Klebsiella pneumonia № 102*
1	19,7±0,8	20,2±0,1	20,7±0,8	18,1±0,1	18,3±0,8	17,3±0,8
2	17,7±0,8	18,0±1,4	19,2±0,1	16,7±0,8	16,7±0,8	16,7±0,8
3	17,7±0,8	17,3±0,8	17,0±1,4	16,7±0,8	16,7±0,8	15,1±0,2
4	16,2±0,2	16,7±0,8	17,1±0,2	16,7±0,8	16,0±1,4	рост
5	17,1±0,1	16,7±0,8	16,7±0,8	15,7±0,8	16,2±0,3	рост
6	16,7±0,8	16,7±0,8	17,1±0,1	15,7±0,8	16,7±0,8	рост

Таблиця 5

Антибактеріальна активність екстрактів по відношенню до клінічних штамів (продовження)

екстракти	Діаметри зон затримки росту, мм; n = 3, P = 0.95					
	Pseudomonas aeruginosa № 43	*Pseudomonas aeruginosa № 53*	*Enterobacter cloacea № 64*	*Candida albicans №112*	*Candida albicans №19*	*Aspergillus niger №21*
1	15,3±0,8	15,7±1,6	17,2±0,1	14,2±0,1	16,1±0,2	15,7±0,8
2	16,1±0,2	16,2±0,4	17,3±0,8	15,7±0,8	16,7±0,8	14,7±0,8
3	рост	рост	16,7±0,8	15,1±0,2	14,7±0,8	14,7±0,8
4	рост	рост	рост	рост	рост	рост
5	рост	рост	рост	рост	рост	рост
6	рост	рост	рост	рост	рост	рост

Висновки.

1. Вперше було проведено дослідження вмісту флавоноїдів, в результаті проведеного аналізу методом ВЕРХ в траві було ідентифіковано та визначено вміст трех флавоноїдів: кверцетин–3–β–глюкозида, кверцетина, лютеоліна. В квітках було ідентифіковано та визначено вміст двух флавоноїдів: кверцетина та лютеоліна.

2. Усі досліджуванні зразки екстрактів трави і квіток безсмертника приквіткового мають антибактеріальну активність відносно еталонних тест-культур мікроорганізмів, та протигрибкову активність по відношенню до референтного штаму Candida albicans. По відношенню до клінічних штамів антибактеріальна активність більш виражена у спиртових екстрактах трави і квіток відносно Staphylococcus aureus, Escherichia coli, Klebsiella pneumoni, Enterobacter cloacea, Candida albicans, Aspergillus niger. Відносно клінічних штамів Pseudomonas aeruginosa антимікробну активність мають тільки екстракти квіток і трави 70%. При цьому в цілому антимікробна дія 70% спиртового екстракту квиток більш виражена.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ:

1. Sharma A. Antibacterial activities of medicinal plants used in Mexican traditional medicine/ Sharma A., Flores-Vallejo R.D., Cardoso-Taketa A., Villarreal M.L.// J. Ethnopharmacol. – 2016. - May 4. - http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S037887411630246X

2. Sánchez E. Antibacterial and Antibiofilm Activity of Methanolic Plant Extracts against Nosocomial Microorganisms/ Sánchez E., Rivas Morales C., Castillo S., Leos-Rivas C., García-Becerra L., Ortiz Martínez D.M.// Complementary and Alternative Medicine. – Vol. 2016 (2016). - Article ID 1572697, 8 pages. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4939345/

3. Исследования фенольных соединений травы бессмертника прицветникового / А.Н. Москаленко, Н.В. Попова, В.И. Литвиненко // Фенольные соединения: свойства, активность, инновации: сборник научных статей по материалам X Международного симпозиума «Фенольные соединения: фундаментальные и прикладные аспекты», Москва, 14-19 мая 2018 г. / отв. ред.Н.В. Загоскина – Москва: ИФР РАН, – 2018 – С. 335 – 339

4. Москаленко А. М., Попова Н. В. Дослідження мінерального складу сировини безсмертника приквіткового (Helichrysum bracteatum) // Український біофармацевтичний журнал. — 2018. — № 1(54). — С. 72—76.

5. Изучение аминокислотного состава сырья бессмертника прицветникового (Helichrysum braceatum) / А.Н. Москаленко, Н.В. Попова, Е.В. Гладух // East European Scientific Journal. – 2018 – Vol. 5 (33). – P. 49-55.

6. Москаленко А. М., Попова Н. В. Дослідження складу жирних кислот безсмертника приквіткового (Helichrysum bracteatum) // Український біофармацевтичний журнал. — 2018. — № 4(57). — С. 64 - 68.

7. Москаленко А. М., Попова Н. В. Фенольні сполуки та антиоксидантна

активність безсмертника приквіткового (Helichrysum bracteatum) // Український біофармацевтичний журнал. — 2019. — № 2(59). — С. 76 - 80.

8. Justesen U., Knuthsen P., Leth T. Determination of plant polyphenols in Danish foodstuffs by HPLC-UV and LC–MS detection //Cancer Letters. – 1997. – Т. 114. – №. 1-2. – С. 165 –167.

9. Стандартизація приготування мікробних суспензій / Ю. Л. Волянський, Л. Г. Міроненко, С. В. Калініченко [та ін.] // Інформаційний лист про нововведення в системі охорони здоров'я України No 163-2006, К.: (Укрмедпатентінформ), 2006. – 10 с. (Нормативний документ МОЗ України; Український центр наукової медичної інформації та патентно-ліцензійної роботи. Інформаційний лист)

MEASURES TO PREVENT THE SPREAD OF THE INFECTION IN HEALTHCARE FACILITIES

Zhukovina O.,
Associate Professor, Department of Management and Public Administration, National University of Pharmacy
Sahaidak-Nikitiuk R.,
Professor at the Department of Management and Public Administration at the National University of Pharmacy
Gretska G.
Assistant at the Department of Management and Public Administration, National University of Pharmacy

ЗАХОДИ ЗАПОБІГІННЯ ПОШИРЕННЮ ІНФЕКЦІЙ В ЗАКЛАДАХ ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я

Жуковіна О.В.
доцент кафедри менеджменту та публічного адміністрування Національного фармацевтичного університету
Сагайдак-Нікітюк Р.В.
професор кафедри менеджменту та публічного адміністрування Національного фармацевтичного університету
Грецька Г.А.
асистент кафедри менеджменту та публічного адміністрування Національного фармацевтичного університету
DOI: 10.24412/3453-9875-2021-57-1-49-52

Abstract
Measures to prevent the spread of the infection and protect the healthcare workers in the context of the global coronavirus pandemic have been investigated. The disease prevention plan, which is advisable to develop for healthcare facilities, in accordance with the recommendations of the World Health Organization has been analyzed.

Анотація
Досліджено заходи щодо запобігання поширенню інфекції та захисту здоров'я працівників закладу охорони здоров'я в умовах глобальної пандемії коронавірусу. Проаналізовано план запобігання захворюванням, який доцільно розробляти закладам охорони здоров'я, відповідно до рекомендацій Всесвітньої організації охорони здоров'я.

Keywords: coronavirus, personal protective equipment, healthcare facilities, action plan, occupational disease

Ключевые слова: коронавірус, засіб індивідуального захисту, заклад охорони здоров'я, план заходів, професійне захворювання

Суспільство постійно стикається з проблемами появи нових захворювань, які швидко розповсюджуються на певній території, а іноді і в світовому масштабі, перетворюючись в пандемію. Відповідно до визначення Всесвітньої організації охорони здоров'я (ВООЗ) пандемія являє собою поширення нового захворювання у глобальних масштабах з ураженням частини населення за відносно короткий проміжок часу [1]. Причиною пандемії та її відмінною рисою є відсутність колективного імунітету до інфекції, вакцини для лікування та профілактики захворювання та протоколів лікування. До найбільш масштабних пандемій, які відбувалися в світі, відносяться чума, холера, грип, Віл/СНІД коронавірусна хвороба.

Перші випадки захворювання на коронавірус (*Coronaviridae)* було зафіксовано у грудні 2019 року в Китаї, ця інфекція мала ознаки епідемії та стрімко поширювалася за межі країни, а вже в березні 2020 року ВООЗ оголосила пандемію через спалах COVID-19. Станом на 25.02.2021 р. всього в світі захворіло 113101503 особи [2]. Найбільше інфікованих у США – 28974623 осіб, Індія – 11046914, Бразилія – 10326008, Росія – 4200902, Велика Британія – 4144577, Франція – 3661410, Іспанія – 3170644. Україна посідає 17 місце – 1317694 осіб.

У зоні найбільшого ризику знаходяться працівники закладів охорони здоров'я, закладів освіти, поліції, соціальні працівники, люди зі слабким імунітетом, хронічними хворобами дихальних шляхів, серцево-судинної системи, підвищеним тиском. За даними ВООЗ, під час спалаху SARS у 2002-2003 рр. 21% усіх підтверджених випадків у світі припав на медичний персонал. Зараз простежується схожа статистика. Наприклад, в Італії рівень захворюваності медичних працівників становить понад 5% від загальної кількості захворілих в країні; в Іспанії та Китаї – 12%. У Великій Британії в деяких лікарнях країни до 50% медичного персоналу пішли на лікарняний або у самоізоляцію [3].

В Україні за час пандемії коронавірус виявили у 26 422 медичних працівників, з них 258 осіб померли [4].

Основним шляхом передачі вірусу між людьми є інгаляційний, а додатковими – аліментарний (фекально-оральний) та контактний. Збудник інфекції позначається високою заразністю аерозолю і легко передається між людьми, особливо в місцях скупчення та обмежених приміщеннях. Він тривалий час залишається життєздатним на різних поверхнях. Так, за температури 20°С і вологості 65% вірус зберігається: на папері – до 3 годин; на грошових банкнотах, одязі та дерев'яних поверхнях – до 2 діб; на металевих поверхнях та пластику – до 7 діб.

Лікарі до симптомів коронавірусу відносять ускладнення дихання, двостороннє інфільтративне ураження легенів, головний біль, прискорене серцебиття, відчуття стиснення грудної клітини, проблеми з травленням, нудоту, діарею, на пізніх стадіях хвороби з'являється підвищена температура, сухий кашель, лихоманка, відчуття втоми.

В умовах глобальної пандемії коронавірусу задля запобігання поширенню інфекції та захисту здоров'я громадян, у кожному закладі чи організації слід дотримуватися санітарно-гігієнічних та санітарно-протиепідемічних правил і норм під час будь-яких видів господарської діяльності відповідно до Закону України «Про захист населення від інфекційних хвороб» № 1654-III від 06.04.2000 р. [5]. Для цього керівництво закладу повинно розробити та запровадити профілактичні заходи задля запобігання поширенню COVID-19, враховуючи вимоги Директиви 89/391/ЄЕС «Про впровадження заходів для заохочення вдосконалень у сфері безпеки і охорони здоров'я працівників під час роботи» від 12.06.1989 р. [6] та Директиви 2000/54/ЄС «Про захист працівників від небезпек, пов'язаних із впливом біологічних агентів на виробництві» від 18.09.2000 р. [7].

Для ознайомлення всіх співробітників із передбаченими заходами профілактики доцільно провести позаплановий інструктаж з охорони праці, підставою для його проведення може стати наказ роботодавця «Про проведення заходів з недопущення поширення коронавірусу COVID-19».

Також, згідно з рекомендацією ВООЗ, слід скласти план запобігання захворюванням, який повинен містити пункти, наведені на рис. 1.

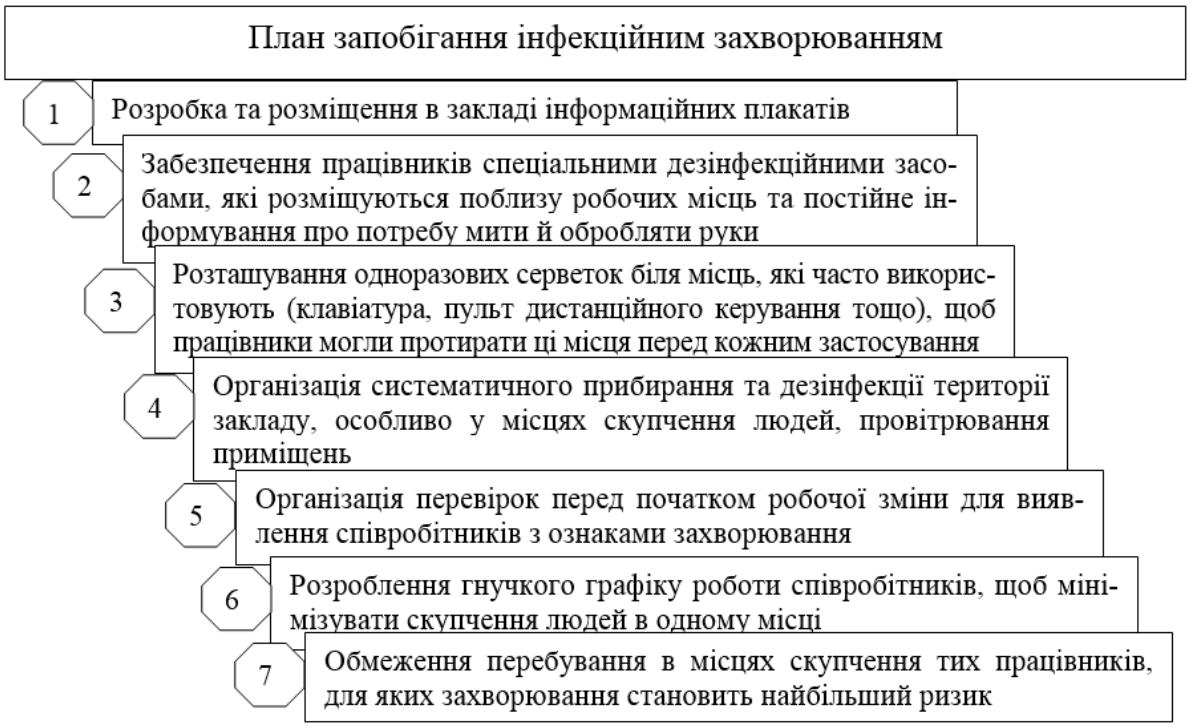


Рис. 1 Пункти плану запобігання інфекційним захворюванням в закладах охорони здоров'я

Інформаційні плакати містять інформацію про небезпеку інфекційної хвороби, шляхи її розповсюдження, засоби захисту, заохочення співробітників залишатися дома в разі прояву ознак хвороби.

Для дезінфекції рук можуть застосовуватися знезаражувальні засоби на основі ізопропанолу (45%), н-пропанолу (30%), мезетонію етилсульфату (0,2%) на основі 80% етанолу, гель на основі 85% етанолу. Під час обробки рук протягом 30 секунд ці засоби вбивають вірус. Спеціальні дослідження довели, що COVID-19 гине протягом 5 хвилин при застосуванні для обробки рук етанолу (70%), хлоргексидину (0,05%), бензалконію хлориду (0,1%), повідон-йоду (7,5%).

Розташування одноразових серветок біля місць, які часто використовують (клавіатура, пульт дистанційного керування тощо), щоб працівники могли протирати ці місця перед кожним застосуванням.

Особливу увагу в період пандемії слід приділити забезпеченню індивідуальної безпеки працівників закладів охорони здоров'я: лікарів; медичних сестер; персоналу, який може мати контакт з людьми, що захворіли; лікарів-лаборантів клініко-

діагностичних лабораторій тощо, для мінімізації ризиків їх зараження інфекційними (професійними) захворюваннями. ЗІЗ мають бути передбачені за рахунок роботодавця і перед комплектуванням і видачою працівнику пройти перевірку щодо відповідності державним стандартам. Для організації перевірки створюється комісія з керівних осіб закладу, представників служби охорони праці та профспілкової організації. Захисні засоби, що не відповідають вимогам нормативів або не забезпечують необхідний рівень захисту, мають бути повернуті постачальникові або замінені на якісні. При виборі ЗІЗ керуються НПАОП 0.00-7.17-18 Про затвердження мінімальних вимог безпеки і охорони здоров'я при використанні засобів індивідуального захисту на робочому місці [8]. Під час роботи працівники закладів охорони здоров'я повинні використовувати:

- маски або респіратори, призначені для захисту органів дихання користувача від дрібнодисперсних шкідливих аерозолів. Згідно стандарту EN 149 [9] для захисту від вірусів грипу, мікобактерій туберкульозу, що передаються повітряно-крапельним шляхом рекомендований респіратор типу FFP2, який забезпечує ефективність захисту 94% і сертифікований за класом № 95;
- захисні щитки, які закривають обличчя від чола до підборіддя;
- окуляри, призначені для захисту органів зору від потрапляння в них вірусів. Оскільки COVID-19 має здатність проникати до організму через слизову оболонку, в умовах поширення інфекції рекомендовано застосовувати окуляри закритого типу разом з респіратором і лицевим щитком;
- ізоляційний одяг, призначений для запобігання потрапляння біологічних забруднень, бактерій та вірусів на тіло. Згідно стандарту EN 14126 [10] рекомендовано застосовувати одноразові халати або комбінезони типу 3B, які стійкі до вірусів, що передаються через кров і рідинb, що виділяються з організму;
- рукавички та взуття, що піддається очищенню і дезінфекції.

Найважливішим засобом профілактики несприятливих мікрокліматичних умов у закритих робочих приміщеннях є своєчасне та постійне провітрювання, яке здійснюється протягом 15-20 хвилин кожні 1,5-2 години за допомогою протягу. Задля очищення повітря може бути застосована механічна вентиляція або кондиціонування. Завдання керівництва закладу – створити на робочих місцях працівників оптимальні або допустимі умови, тобто забезпечити відповідне співвідношення температури, відносної вологості та швидкості руху повітря згідно до вимог ДСПіН 3.3-6.042-99 Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень [11]. Вимірювання параметрів на робочих місцях рекомендують проводити на початку у середині та наприкінці робочої зміни. Також напрацьовані рекомендації щодо прибирання та дезінфекції робочих приміщень. Для цього можна використовувати підбілювачі на основі хлориту або гіпохлориту натрію (0,01%), перекис водню, хлоргексидин (1%), етанол (70%), які менше ніж за 5 хвилин пошкоджують вірус і він втрачає здатність до зараження. Дезінфікуючим розчином слід обробляти робочі поверхні, предмети до яких торкаються найчастіше (дверні ручки, крани змішувачів), підлогу. При виконанні санітарної обробки потрібно застосовувати спеціальні захисні рукавички від хімікатів і мікроорганізмів, які відповідають вимогам стандарту EN 374 [12].

За даними ВООЗ аерозолі здатні «висіти» в повітрі протягом трьох годин, утворюючи за хворою людиною шлейф під час її пересування, тому для захисту від інфекції рекомендується захищатися маскою або респіратором і не підходити до іншої людини на відстань 1-2 метри.

Якщо у співробітника закладу охорони здоров'я з'явилися ознаки захворювання, згідно з рекомендаціями Міністерства охорони здоров'я України, його негайно направляють до лабораторного центру для проходження тесту. Вразі отримання з лабораторії повідомлення про позитивний результат на COVID-19, слід розглядати захворювання як нещасний випадок на виробництві – гостре професійне захворювання внаслідок дії біологічних шкідливих факторів. Розслідування такого випадку проводиться згідно з Порядком розслідування та обліку нещасних випадків, професійних захворювань та аварій на виробництві, затвердженим постановою Кабінету Міністрів України від 17.04.2019 р. № 337 [13]. Тому не пізніше наступного дня керівник закладу направляє електронною поштою екстрене повідомлення про захворювання до обласного Управління державної служби з питань праці та Управління виконавчої дирекції фонду соціального страхування України в області.

Наказом керівника закладу утворюється комісія з розслідування, до якої входять представники обласного Управління державної служби з питань праці, Управління виконавчої дирекції фонду соціального страхування України в області, ДУ Держпродспоживслужби, ДУ «Обласний лабораторний центр МОЗ України», лікар-інфекціоніст, представник керівництва закладу та особа уповноважена з питань охорони праці від трудового колективу.

Комісія проводить розслідування випадку професійного захворювання протягом п'яти робочих днів від дня її утворення. У разі неможливості дотримання цього терміну, керівник закладу повинен в останній день розслідування подати до обласного Управління державної служби з питань праці листа з поясненням причин і проханням дозволити продовжити термін.

Основними завданнями комісії з розслідування захворювання як нещасного випадку на виробництві є:

- запрошення потерпілого до співпраці і отримання від нього письмового пояснення щодо обставин інфікування: докладного опису виконуваної роботи (за даними ВООЗ інкубаційний період захворювання триває близько 10-14 днів, тому описувати слід саме роботу в цей проміжок часу); які засоби запобігання інфікуванню застосовувалися; з ким із співробітників закладу відбувалися контакти; коли інфікування було підтверджено лабораторно. Така інформація потрібна комісії для встановлення обставин інфікування, визначення виду та причин події:
- вивчення документів та матеріалів щодо організації охорони праці в закладі;
- з'ясування:

- чи оформлена посадова інструкція потерпілого працівника;
- в яких умовах праці виконував свої посадові обов'язки потерпілий;
- якими ЗІЗ був забезпечений співробітник і чи відповідають вони вимогам діючих нормативів;
- чи дотримувався потерпілий правил безпеки;
- чи було проведено позаплановий інструктаж і навчання, стосовно дій з попередження поширення коронавірусу;
- від кого і в який час потерпілий міг інфікуватися;

- отримання:

- від лікаря-інфекціоніста медичної установи, в якій лікується хворий співробітник, копії висновку про стан його здоров'я;
- від ДУ «Обласний лабораторний центр МОЗУ» Карти епідеміологічного обстеження вогнища інфекційного захворювання за формою №357/о;
- висновку лікаря-профпатолога щодо того, чи є захворювання професійним.

За результатами роботи комісії складається акт з розслідування за формою Н-1/П або Н-1/НП, залежно від того пов'язаний, чи не пов'язаний випадок захворювання з професійною діяльністю захворілого.

Після надання акту розслідування за формою Н-1 до Фонду соціального страхування, здійснюється виплата лікарняних не залежно від того пов'язане чи не пов'язане захворювання з робочою діяльністю. Також потерпіла особа може звернутися до підрозділу соціального захисту районної державної адміністрації з проханням надати матеріальну допомогу для лікування від COVID-19.

Випадок гострого професійного захворювання, який за результатами розслідування не був пов'язаний з виробничою діяльністю, вважається не страховим, тому потерпілий не може претендувати на соціальні виплати Фонду.

У разі встановлення факту пов'язання захворювання із виробничою діяльністю, Фонд компенсує всі витрати на лікування. Порядок призначення та проведення страхових виплат затверджений постановою правління Фонду від 19.07.2018 р. № 11 [14]. Щомісячні виплати призначають потерпілому в разі встановлення медико-соціальною експертною комісією стійкої втрати працездатності.

Одноразову допомогу визначають відповідно до ступеня втрати працездатності, враховуючи 17 розмірів прожиткового мінімуму на день настання права на страхову виплату. Якщо комісія з розслідування встановила, що ушкодження здоров'ю настало внаслідок порушення потерпілим нормативних актів з охорони праці (правил, інструкцій), розмір одноразової допомоги може бути зменшено на 50%.

Висновки. В статті досліджено заходи, які сприяють мінімізації розповсюдження інфекційних захворювань в закладах охорони здоров'я. Вивчено засоби індивідуального захисту працівників. Проаналізовано план заходів запобігання захворюванням в закладах охорони здоров'я.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ:

1. Сайт Всесвітньої організації охорони здоров'я. URL: http://surl.li/nrid
2. Coronavirus disease (COVID-19) pandemic. URL: http://surl.li/ckk
3. Коронавирус: как заражаются медики и почему они болеют в особо тяжелой форме. URL: https://www.bbc.com/russian/features-52112233
4. От коронавируса умерло 258 украинских медработников. URL: https://www.pravda.com.ua/rus/news/2020/11/14/7273546/
5. Про захист населення від інфекційних хвороб : Закон України № 1654-III від 06.04.2000 р. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1645-14#Text
6. Про впровадження заходів для заохочення вдосконалень у сфері безпеки і охорони здоров'я працівників під час роботи : Директива 89/391/ЄЕС від 12.06.1989 р. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/994_b23#Text
7. Про захист працівників від небезпек, пов'язаних із впливом біологічних агентів на виробництві : Директива 2000/54/ЄС від 18.09.2000 р. URL: http://surl.li/nrif
8. НПАОП 0.00-7.17-18 Про затвердження мінімальних вимог безпеки і охорони здоров'я при використанні засобів індивідуального захисту на робочому місці. URL: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=81120
9. ДСТУ EN 149:2017 Засоби індивідуального захисту органів дихання. фільтрувальні півмаски для захисту від аерозолів. вимоги, випробування, маркування. URL: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=75012
10. ДСТУ EN 14126:2008 Одяг захисний. захист від інфекційних агентів. вимоги до експлуатаційних характеристик і методи випробування. Київ : ДЕРЖСПОЖИВЧТАНДАРТ УКРАЇНИ, 2012. 14с.
11. ДСПіН 3.3-6.042-99 Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень. URL: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=14283
12. ДСТУ EN ISO 374-1:2018 Перчатки защитные от опасных химических веществ и микроорганизмов. Часть 1. Терминология и требования к эксплуатационным характеристикам относительно рисков от химических веществ (EN ISO 374-1:2016; A1:2018, IDT; ISO 374-1:2016; Amd. 1:2018, IDT). Київ, 2019. URL: http://surl.li/nrim
13. Порядком розслідування та обліку нещасних випадків, професійних захворювань та аварій на виробництві, затвердженим постановою Кабінету Міністрів України від 17.04.2019 р. № 337. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/337-2019-%D0%BF#Text
14. Порядок призначення та проведення страхових виплат затверджений постановою правління Фонду від 19.07.2018 р. № 11. URL: https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0011890-18#Text

TECHNICAL SCIENCES

THE SEVERE IMPACT OF COVID-19 ON THE PIPELINE SECTORS OF SOUTH AFRICA OFFSHORE OIL AND GAS EXPLORATION IN SOUTH AFRICA

Egorova E.,
Astrakhan State Technical University, supervisor, associate professor.
Dorcas Y.
Astrakhan State Technical University
DOI: 10.24412/3453-9875-2021-57-1-53

Abstract
The South African Petroleum Agency, in charge of "promoting and regulating offshore exploration and production," maintains a national oil exploration and production database. This database indicates that the last decade (since 2010) has seen a rapid increase in the number of applications and grants of offshore rights and leases. The offshore oil and gas sector aims to support the rapid development of the offshore oil and gas sector by "creating an environment conducive to exploration". The task of the laboratory is to accelerate the drilling of thirty wells over the next ten years and develop such an infrastructure as a staged gas pipeline network.

Keywords: impact, environment.

Offshore operations

Offshore oil and gas exploration has indicated that there are potential resources of approximately nine billion barrels of oil off the coast of South Africa and adjacent waters. This is equivalent to 40 years of oil consumption in South Africa. They also have eleven billion barrels of oil equivalent of natural gas, which equates to three hundred and seventy-five years of gas consumption in South Africa. However, there is considerable uncertainty about the amount of these resources. Eleven initiatives were developed under this work stream. The team has set an ambitious goal - to drill 30 exploration wells in 10 years.

Over the next 20 years, this work could result in the production of three hundred thousand (370,000) barrels of oil and gas per day. This is approximately eighty% of the current imports of oil and gas. The result will be one hundred and thirty thousand jobs and a contribution to GDP of two point two billion US dollars (2.2 billion US dollars).The South African government recognizes that it must create an enabling environment to enable industry to invest in this capital intensive sector. The workflow has outlined some initial goals for achieving this goal. The government should:

• Ensure clarity and stability of the legal framework governing offshore oil and gas fields, ensuring a great outcome for government, industry and society.

• Conducting emergency response exercises also within the industry to initiate world-class oil spill response capacity in South Africa.

• Ensuring the functioning of the International Oil Compensation and Pollution Fund.

• Harness the exploration opportunities provided by offshore oil and gas exploration that will open access to data ecosystems, marine resources and renewable ocean-related energy.

Impact of COVID-19 on the oil and gas pipeline sector

The South African oil and gas pipeline sector has been hit hard by low prices for outbreaks of COVID-19. The pandemic has affected the progress of several projects, causing pipelines to stop or delay oil and weak demand as a result of the COVID-19 outbreak. The pandemic has affected the progress of several projects, resulting in pipelines being stopped or delayed. The South African oil and gas pipeline sector has been hit hard by low oil prices and weak demand as a result. One of the main strategies used by most pipeline operators is to suspend or postpone any avoidable ongoing or upcoming projects. Due to the great uncertainty of the prospective project, the pipeline contractor suspended all construction work related to the project. It is not yet clear when the project may start commercial activities. On similar lines, construction work on the 272 km of the South Pars gas pipeline Phase 11 (I and II) has been postponed due to COVID-19. This will likely extend the project's start year into 2023.

In addition to stopping or delaying project implementation, pipeline companies in the region are seeking financial assistance or cutting capital costs. Saudi Aramco, on the other hand, is adopting a strategy to cut capex by nearly 26% by 2020. An abundance of consolidations may emerge in the oil and gas pipeline sector as the current crisis could put medium and small companies on the brink of extinction. While pipeline companies are making tremendous efforts to overcome the current situation, it may take longer to pay off, given the recurring nature of the pandemic and the magnitude of its impact on the oil and gas sector.

CONCLUSION

The COVID-19 pandemic has forced the offshore oil and gas industry to activate dedicated emergency response and business continuity protocols to ensure the safety and health of employees while drilling and developing. Measures include reducing the number of personnel on offshore installations, frequent checks, physical distancing, virus awareness, improving access to personal protective equipment, and activating robust data management and communication protocols.

REFERENCES:

1. Global Data Energy. (2020)." Impact of Covid-19 on the Middle East and African oil and gas pipeline sector".
2. Safeguard our seabed. (2020). "Mineral and petroleum extraction – offshore oil and gas".
3. Operation Phakisa." Offshore Oil and Gas Exploration".

SUBSTANTIVE PROVISIONS OF IMPROVEMENT OF METHODS OF CALCULATION OF LOADS ON CARRYING AND PROPELLING DEVICES OF LIFTING AND TRANSPORT MACHINES

Krupko I.,
associate professor, Ph.D., LLC "Technical university" Metinvest-polytechnics", Mariupol t.
Ivanenko O.,
associate professor, Ph.D., Kharkiv national automobile and highway university, Kharkiv t.
Yermakova S.
senior lecturer, Donbas state machine-building academy, Kramatorsk t.

ОСНОВНІ ПОЛОЖЕННЯ ВДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДІВ РОЗРАХУНКУ НАВАНТАЖЕНЬ НА ОПОРНО-ХОДОВІ ПРИСТРОЇ ПІДЙОМНО-ТРАНСПОРТНИХ МАШИН

Крупко І.В.,
доцент, к.т.н., ТОВ "Технічний університет" Метінвест-політехніка", м. Маріуполь
Іваненко О.І.,
доцент, к.т.н., Харківський національний автомобільно-дорожній університет, м. Харків
Єрмакова С.О.
старший викладач, Донбаська державна машинобудівна академія, м. Краматорськ
DOI: 10.24412/3453-9875-2021-57-1-54-59

Abstract
The work is a description of the methods of calculating the carrying and propelling elements of hoisting machines, their design features, methods of calculating the loads on the supporting elements of machines and identified their shortcomings. The description of the developed mathematical model of loading of carrying and propelling elements with a rigid frame and a rigid suspension bracket of basic elements is given, graphs of loading of basic points at work of cranes, conclusions on the basis of the received results are formulated. The mathematical model of loading of carrying and propelling elements of hoisting machines developed in this work allows to carry out the analysis of loading of carrying points in the course of work at various conditions of support of the car.

Анотація
В роботі приводиться опис методів розрахунку опорно-ходових елементів підйомно-транспортних машин їх конструктивні особливості, наведені методики розрахунку навантажень на опорні елементи машин та виявлено їх недоліки. Наведено опис розробленої математичної моделі навантаження опорних-ходових елементів з жорсткою рамою і жорсткою підвіскою опорних елементів, представлені графіки завантаження опорних точок при роботі кранів, сформульовані висновки на підставі отриманих результатів. Розроблена в даній роботі математична модель навантаження опорно-ходових елементів підйомно-транспортних машин дозволяє провести аналіз навантаження опорних точок в процесі роботи при різних умовах обпирання машини.

Keywords: cranes, carrying and propelling element, mathematical model, terms and conditions of supporting, allocation of loads, support circuit, four and multi-point system of supporting
Ключові слова: кран, опорно-ходові елементи, математична модель, умови спирання, розподіл навантажень, опорний контур, чотирьох та багато точечна система спирання

Постановка проблеми. Безпечна експлуатація підйомно-транспортних, в першу чергу пов'язана зі стійким становищем машин в процесі виконання технологічних операцій з підіймання і переміщення вантажів підйомними кранами. При цьому опорна частина машини може мати різні по конструкції і виконання опорно-ходові елементи, наприклад: пнемо колеса в автомобільних кранах; гусеничні ланцюги у гусеничних кранів або опорні лижі у крокуючих кранів. Зазначені опорно-ходові елементи в процесі роботи відчувають змінні навантаження, викликані поворотом навантаженої частини машин (поворотною платформою з механізмами), зміною зовнішнього навантаження при підйомі - опусканні вантажів кранами. Таким чином навантаження можуть змінюватися в досить широких межах, що в свою чергу веде до зміни процесу передачі навантажень від конструкції машини, а відповідно і станом ґрунтової або інший опорної площини і саме процес зміни опорних навантажень може викликати деформацію опорної площини і порушення стійкого положення кранів.

Аналіз досліджень. Існуючі в цій галузі дослідження дозволяють враховувати можливі зміни зовнішніх навантажень і сил тяжіння машини без урахування динаміки процесу взаємодії з ґрунтом, тобто передачею тисків на ґрунт з одночасною його деформацією, тобто не враховується вплив механічних властивостей ґрунту або іншої опорної поверхні і їх зміни з урахуванням змінного характеру і стану ґрунту.

Мета роботи. У даній роботі пропонується вирішити науково-технічну задачу по розробці методики розрахунку навантажень на опорно-ходові елементи стрілових кранів з урахуванням можливої деформації опорної площини. Під опорною площиною надалі ми маємо на увазі можливе її стан у вигляді ґрунтів з різними фізико-механічними властивостями або бетонно-асфальтові покриття або інші спеціальні покриття, фізико-механічні характеристики яких відомі. Для вирішення поставленого завдання передбачається розробити математичну модель процесу навантаження опорно-ходових елементів з урахуванням конструкції і взаємодії з опорною площиною.

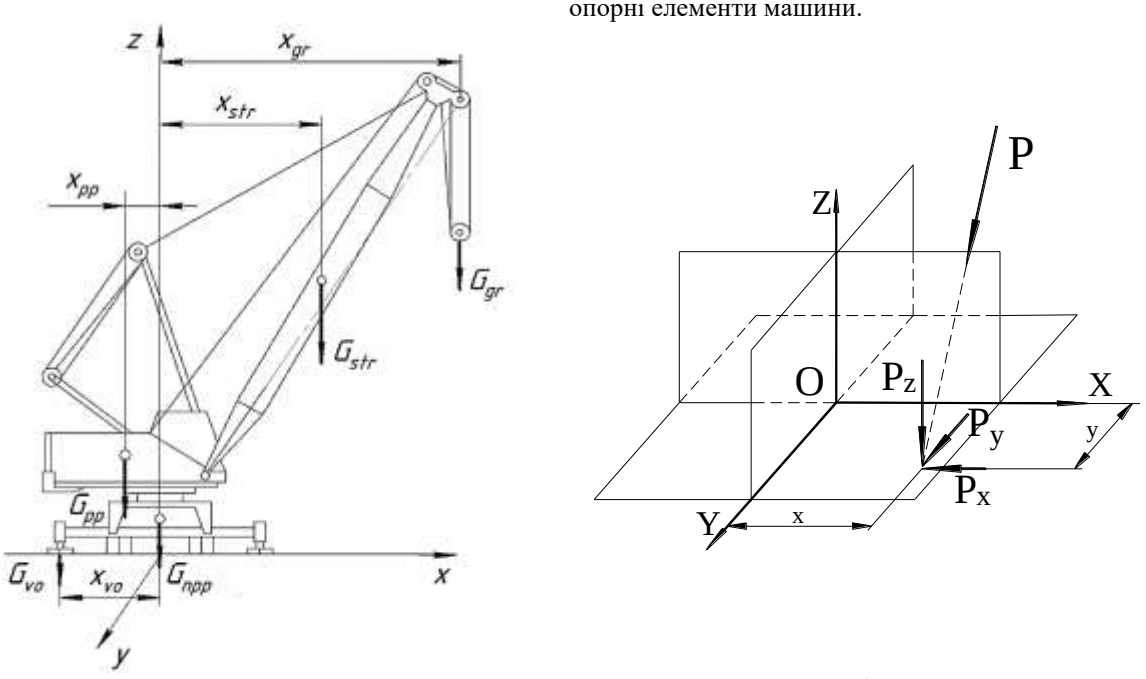
Викладення основного матеріалу. Розрахунок навантажень на опорно-ходові елементи виконується відповідно нормативних документів та досліджень і існуючих методик [1, с. 76; 2, с.39], основні вимоги яких зводяться до визначення коефіцієнта вантажної стійкості з урахуванням можливих змін положення вантажу (гака, грейфера або спеціального вантажозахоплюючого обладнання), урахування впливу жорсткості металевих конструкцій і опорно-ходових елементів на стійкість машин. Але при цьому не враховується процес взаємодії опорних елементів з ґрунтом та можливий перерозподіл навантажень в процесі деформації ґрунта чи іншої опорної поверхні крану при дії випробувального навантаження, дії вантажу (вантажна стійкість), відсутності вантажу (власна стійкість), раптовому знятті навантаження і монтажі (демонтажі).

Як показав аналіз методик визначення навантажень на опорні елементи та методик визначення стійкості крана в розрахунку ці методики не дозволяють врахувати такі питання як: визначення взаємного впливу зовнішніх навантажень на кран та характеру взаємодії опорних елементів з опорною площиною, що має властивість деформуватися під опорою, при різних умовах роботи.

Питання стійкості стрілових кранів, як показав аналіз досліджень, вирішується через коефіцієнт стійкості, який визначають для різних умов роботи без урахування перерозподілу навантажень на окремі опорно-ходові елементи. Для більш детального розгляду навантажень розглянемо одну із найбільш поширених конструктивних схем стрілового крана, яка представлена на рисунку 1, при цьому приймемо слідкуючій підхід.

Стріловий самохідний кран являє собою складну систему, складається з великої кількості деталей і вузлів. Тому для спрощення розрахунків кран поділяємо на декілька окремих структурних елементів.

Структурна схема дає змогу розглянути взаємодію складових елементів крану та розробити математичну модель для розрахунків навантажень на опорні елементи машини.



а *б*

а – просторове представлення крана; б – схема розкладання сил

Рисунок 1 – Узагальнена схема впливу зовнішніх навантажень на жорстку раму стрілового крана

Навантаження опор під час роботи носить просторовий характер, для чого приймаємо узагальнену схему впливу зовнішніх навантажень, що діють на жорстку раму крана.

Для стрілових самохідних кранів прийнято XOY опорною площиною крану, а ось Z є віссю обертання поворотної частини крану. Після знахо-

дження точки перетину сили P з опорною площиною розкладаємо силу P в ній на три складові: P_x, P_y, P_z .

Моменти сил відносно координатних осей:

$$M_X = \sum P z_i \cdot y_i;$$

$$M_Y = \sum P z_i \cdot x_i;$$

$$M_Z = \sum P x_i \cdot y_i + P y_i \cdot x_i,$$

де M_X , M_Y – моменти всіх сил відповідно відносно осей X та Y.

Величина рівнодіючої сили:

$$Q_\Sigma = \sum P z_i,$$

де Q_Σ – проекція всіх сил, діючих на систему, на вісь Z.

Параметрами, які моделюються є навантаження опор P_i , а параметрами, якими можна варіювати є зусилля G_i , вага вантажу G_{gr} , геометричні розміри L_i .

Для визначення навантажень на опори зробимо наступні припущення:

1) ґрунт під окремо взятою опорою являє собою однорідне тіло, зв'язок між тиском опори і деформацією ґрунту лінійний;

2) рама крану абсолютно жорстка;

3) умови навантаження опор однакові;

4) навантаження з боку вантажу та мас елементів відоме;

5) допущення, які приймаються в теорії пружності.

Система спирання й передачі навантаження на опорну площину наступна: вага усієї машини сприймається рамою крану, яка передає це навантаження на чотири опорні елемента, вони, у свою чергу, спираються безпосередньо на опорну поверхню див. рис. 1.

Для вирішення задач правильної побудови опорної площадки та визначення стійкості складемо структурну схему стрілового самохідного крана

Схема, яка відображає взаємодію жорсткої опорної рами стрілового крану з опорною поверхнею, яка має певний коефіцієнт жорсткості представлена на рисунку 2. У цій схемі основні навантаження зображені у вигляді рівнодіючої сили Q, яка прикладена по осі обертання на жорстку металеву конструкцію у вигляді паралелепіпеда. Реакція ґрунту, що деформується, з коефіцієнтом податливості k_i, на який опирається опорна площа площиною F, замінена дією пружного елементу з певною жорсткістю. На опорну частину діє обертальний момент.

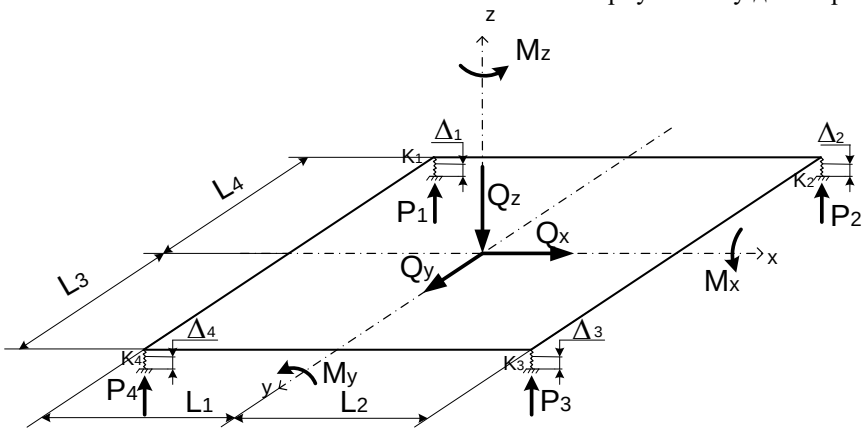


Рисунок 2 – Розрахункова схема для чотирьохопорної системи

Для визначення деформації ґрунту використаємо відомі залежності, при цьому величину деформації опорної поверхні (ґрунту), позначаємо її в подальшому через *h*, а глибина занурення опорно-ходових елементів і жорсткість опорної площини крана, наприклад ґрунту можна визначити по відомим залежностям [3 с. 39].

$$h = k \cdot \frac{P}{F}, \qquad (1)$$

де h – деформація ґрунту під опорним елементом, см;

P – зусилля з боку опори на ґрунт, Н;

F – площа опорної поверхні, $см^2$;

k – коефіцієнт податливості ґрунту , $см^3$/ даН.

Для визначення реакцій опор P_i складемо рівняння рівноваги машини.

Проекція всіх сил на вісь Z, та сума моментів сил відносно осей X та Y:

$$\sum P_z = 0;\ \sum M_x = 0;$$
$$\sum M_y = 0;$$

$$P_1 + P_2 + P_3 + P_4 - Q_z = 0, \qquad (2)$$

де P_i – реакції ґрунту на опорні елементи, які прикладені в точках контакту;

M_x – моменти усіх сил відносно осі X;

$$P_1 \cdot L_4 + P_2 \cdot L_4 - P_3 \cdot L_3 - P_4 \cdot L_3 + M_x = 0, \quad (3)$$

P_i – реакції опор на опорні елементи;

L_i – відстань від центру до і $^{-ої}$ опори.

$$-P_1 \cdot L_1 + P_2 \cdot L_2 + P_3 \cdot L_3 - P_4 \cdot L_1 - M_y = 0, \quad (4)$$

де P_i – реакції опор на опорні елементи;

L_i – відстань від центру до і $^{-ої}$ опори.

Скористаємось припущенням, що ходова рама абсолютно жорстка, отже, для жорсткої системи спирання при будь-яких переміщеннях (зануреннях опорних точок у ґрунт) опорних точок, усі вони знаходяться в одній площині. Отже, деформацію ґрунту та навантаження на опорні елементи можна знайти визначив цю площину. Площину визначимо в координатах X-Y-h. Координата h є глибиною занурення опорної точки в ґрунт, а координати X и Y визначають розташування опорних точок, скористаємось координатами трьох будь-яких опорних точок, які не лежать на одній прямій (див. рис. 2).

Запишемо рівняння площини у матричному виді:

$$\begin{vmatrix} x-x_1 & y-y_1 & h-h_1 \\ x_2-x_1 & y_2-y_1 & h_2-h_1 \\ x_3-x_1 & y_3-y_1 & h_3-h_1 \end{vmatrix} = 0 \quad (5)$$

Після проведення всіх перетворень із урахуванням прийнятих допущень отриману система рівнянь, запишемо у матричному виді:

$$\begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ L_4 & L_4 & -L_3 & -L_3 \\ -L_1 & L_2 & L_3 & -L_4 \\ \frac{k_1 \cdot u_1}{F_1} & \frac{k_2 \cdot u_2}{F_2} & \frac{k_3 \cdot u_3}{F_3} & \frac{k_4 \cdot e}{F_4} \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} P_1 \\ P_2 \\ P_3 \\ P_4 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Q \\ Mx \\ My \\ 0 \end{bmatrix}$$

Через те, що розподіл навантаження на опори носить змінний характер, залежить не тільки від ваги вантажу, але й від положення поворотної частини щодо неповоротної, від вильоту стріли, відбувається постійна зміна значень моментів сил відносно осей X і Y у процесі роботи крану. Тому для вирішення задачі по дослідженню навантажень на опорно-ходові елементи застосовано програмні Maple.

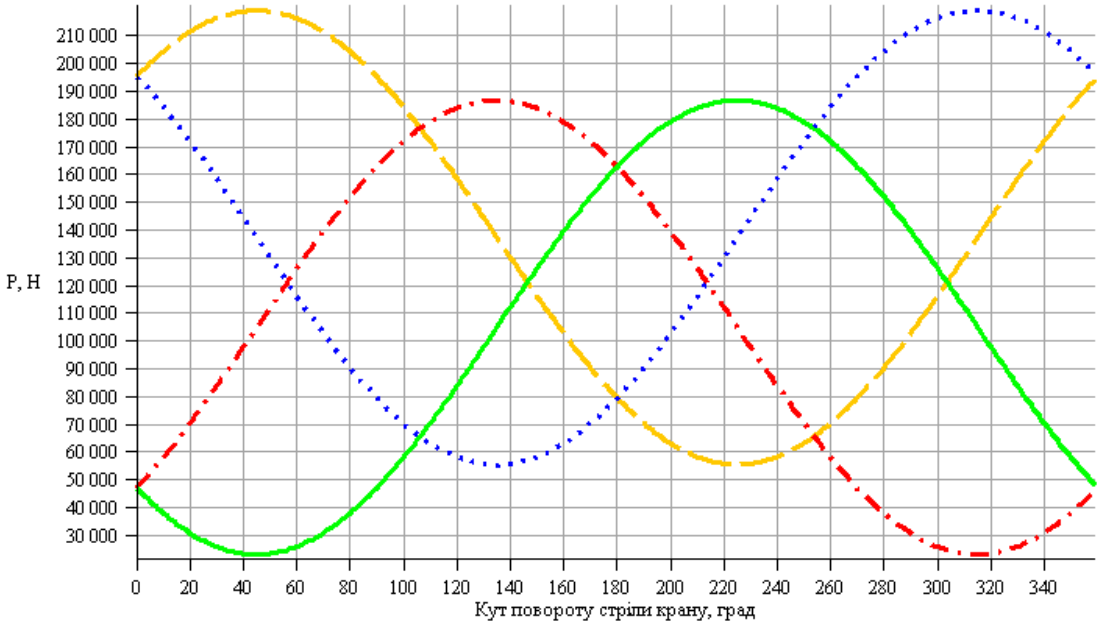
За допомогою програми у пакеті Maple був проведений аналіз зміни завантаженості опорних елементів стрілового крану при роботі крану за розробленою методикою [4, с. 89].

Слід зазначити, що якщо в якості вихідних даних (площі опорної поверхні під кожною опорою, коефіцієнтів жорсткості) прийняти дійсні значення, можна крім навантажень на опори визначити глибину занурення кожної опорної точки. Якщо ж всі вищезгадані значення коефіцієнтів задані рівними одиниці то у результаті будуть визначені навантаження на опори за умови роботи машини на плоскій поверхні ґрунту, що дозволить провести їх аналіз та виявити перерозподіл навантажень в процесі повороту крана.

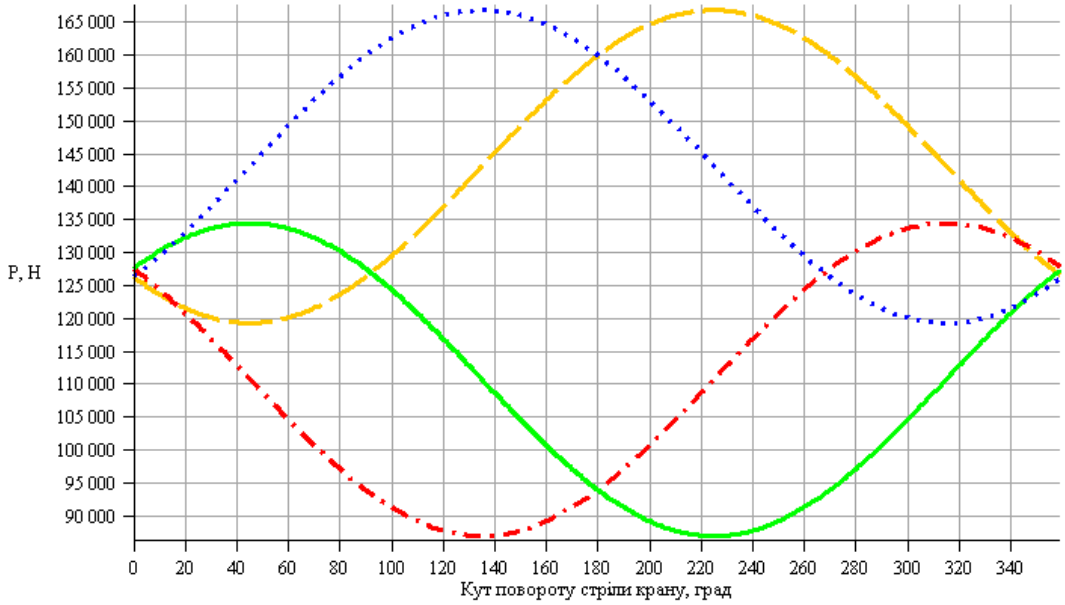
Для спрощення розрахунків скористаємось допущенням, що умови навантаження опор однакові, тому площі опорних поверхонь рівні між собою та мають однаковий коефіцієнт податливості, а, отже, вони скорочуються у процесі розрахунку і не потребують визначення.

Розглянемо зміну навантаження кожної опорної точки при повороті стріли крану та при різних значеннях вильоту, при розрахунку приймемо кути стоянки крану $\gamma=0^0$, $\theta=0^0$.

Графік зміни і розподілення навантажень між опорами для вказаного випадку показано на рисунку 3.



а)



б)

Рисунок 3 – Графік зміни і розподілення навантажень між опорами крану при повороті стріли: а) при максимальному вильоті (кут підйому стріли 50^0), б) при куті підйому стріли 25^0

Аналіз графіків, зображених на рисунку 3, дозволяє зробити такі висновки:

- при максимальному вильоті вантажу критичними положеннями крану є положення, коли $\beta=45^0$ та $\beta=315^0$, у цих випадках кран спирається майже на три опори;
- при куті підйому стріли 25^0 і куті повороту 0^0 навантаження розподіляються рівномірно між всіма опорними точками, $P\approx127$ кН.

Слід зазначити, що якщо в якості вихідних даних (площі опорної поверхні під кожною опорою, коефіцієнтів жорсткості) прийняти дійсні значення, можна крім навантажень на опори визначити глибину занурення кожної опорної точки. Якщо ж всі вищезгадані значення коефіцієнтів задані рівними одиниці то у результаті будуть визначені навантаження на опори за умови роботи машини на плоскій поверхні ґрунту, що дозволить провести їх аналіз та виявити перерозподіл навантажень в процесі повороту крана.

Значний вплив мають також такі фактори, як нерівність опорної поверхні, що приводить до перевантаження одних і малого навантаження інших опорних точок. Наприклад, на рисунку 4 приведено графік розподілу навантажень при стоянці крану на похилому майданчику.

З рисунку 4 видно, що при повороті стріли крану на кут від 100^0 до 170^0 спостерігається відрив другою опори і перерозподіл навантажень між трьома залишившимися у роботі опорними елементами, навантаження від цієї опори в основному сприймає 4 опора, бачимо скачок навантаження цієї опорної точки на графіку.

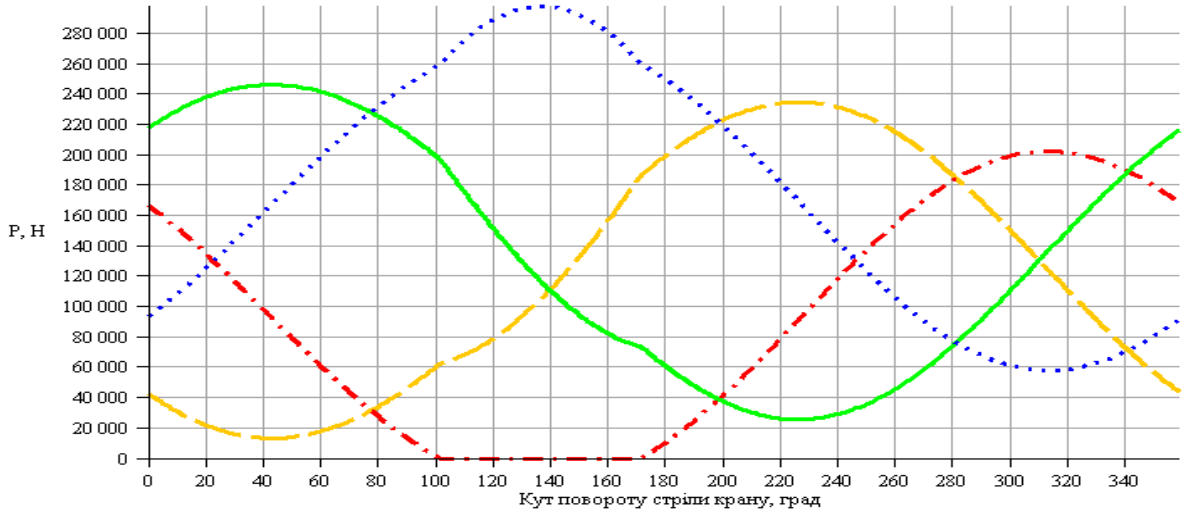


Рисунок 2.12 – Графік розподілу навантажень при стоянці крану на похилому майданчику (при повороті стріли: $\alpha=0^0$, $\gamma=0^0$, $\theta=4^0$)

Аналізуючи отримані результати можна зробити висновок, що деякі опорні точки мають як позитивне, так і негативне навантаження при повороті крану. Коливання навантажень на ці точи мають амплітуду близько 200 кН.

Висновки.

1. Розроблені розрахункові схеми та математичні моделі відображають взаємодію опорних контурів стрілових самохідних кранів з опорною площиною, наприклад ґрунтом який може мати різні коефіцієнти податливості під кожною із опор, що веде до зміни навантажень на окремі опорно-ходові елементи так як наприклад аутригери у пневмоколісних кранів, колеса рейкового механізму пересування, опорні катки і ланки гусеничних механізмів пересування.

2. Отримані залежності та системи рівнянь дозволили розробити алгоритм та провести за допомогою пакета Maple теоретичні дослідження навантаженності опорних елементів кранів з різними характеристиками опорних площин при можливій зміні вильоту вантажу та різних кутів повороту відносно вертикальної вісі.

3. В результаті теоретичних досліджень установлено, що навантаження опорних елементів у процесі роботи крана носять коливальний характер, а їх величина змінюється в досить широких межах в залежності від коефіцієнтів податливості (жорсткості) опорної поверхні від $P_i = (0...10\%)G_{кр+в}$ до $P_i = (60...90\%)G_{кр+в}$, що дає можливість встановити максимальні навантаження на опорні елементи і рекомендувати їх до розрахунків при проектуванні стрілових самохідних кранів.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ:

1. Шеффлер М., Пайер Г., Курт Ф. Основы расчета и конструирования подъемно-транспортных машин: Сокр. Пер. с нем. – М.: Машиностроение, 1980 – 255с., ил.

2. Вайнсон А. А. Подъемно-транспортные машины: Учебник для вузов по специальности «Подъемно-транспортные, строительные, дорожные машины и оборудование»/ А. А. Вайнсон – 4-е изд., перераб. и доп. – М. Машиностроение, 1989. – 536 с.

3. Домбровский Н.Г. Теория и расчёт гусеничного движителя землеройных машин/ Н.Г Домбровский, А.Г. Маевский, И.М. Гомозов, В.М. Гилис.− К. :Техника, 1970. − 192с.

4. Іваненко О. І. , Крупко І. В. , Єрмакова С. О. Теоретичні дослідження стійкості баштового крану з урахуванням розподілу навантажень на опори. Одеський національний по політехнічний університет, Підйомно-транспортна академія наук України // Підйомно-транспортна техніка. 3 (64) – м. Одеса – 2020р.

METHOD FOR CALCULATION AND SELECTION OF OPTIMAL MODES OF THE EXPLOSION CLADING OF FLAT COMPOSITIONS

Kotsyuba V.,
Deputy General Constructor for the helicopters development and modernization, Head of the Experimental and Design Bureau AO «Motor Sich», Zaporozhia, Ukraine.
Zahorianskyi V.,
Ph.D., associate professor
Kuzev I.,
Senior Lecturer
Kipin M.
engineer
Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyi National University, Ukraine
Bozhyk D.
commercial director of PJSC "Sukha Balka", Kryvii Rig

МЕТОДИКА РАСЧЕТА И ВЫБОРА ОПТИМАЛЬНЫХ РЕЖИМОВ ПРОЦЕССА ПЛАКИРОВАНИЯ ВЗРЫВОМ ПЛОСКИХ КОМПОЗИЦИЙ

Коцюба В.Ю.,
заместитель технического директора, начальник экспериментально-исследовательского комплекса ОКБ АО «Мотор Сич», Запорожье, Украина
Загорянский В.Г.,
кандидат технических наук, доцент, доцент
Кузев И.О.,
старший преподаватель
Кипин М.М.,
Кременчугский национальный университет имени Михаила Остроградского, Кременчуг, Украина;
Божик Д.Ф.
коммерческий директор ПрАТ «Суха Балка», Кривой Рог
DOI: 10.24412/3453-9875-2021-57-1-59-65

Abstract

Of the existing approaches to calculating the explosion cladding modes, the most justified is the energy approach based on taking into account the nature of the layer-by-layer distribution of the kinetic energy stored in the cladding element during its acceleration. The parameter that determines the explosion cladding process is the plastic deformation energy. The optimal modes of the cladding process are those that provide maximum bond strength of layers with minimal development of structural heterogeneity at the interlayer boundary of the composition. The proposed method for optimizing the modes of obtaining flat layered compositions by explosion cladding is based on the assumption that, under optimal conditions, a range of plastic deformation energy will be provided, which is constant for each specific combination of metals (alloys) of the composition, which will ensure the uniform strength of the joint.

Аннотация

Из существующих подходов к расчету режимов плакирования взрывом наиболее оправданным представляется энергетический подход, основанный на учете характера послойного распределения кинетической энергии, запасенной в плакирующем элементе при его разгоне. Параметром, определяющим процесс плакирования взрывом, является энергия пластической деформации. Оптимальными режимами процесса плакирования принимаются такие, которые обеспечивают максимальную прочность соединения слоев при минимальном развитии структурной неоднородности на межслойной границе композиции. Предлагаемая методика оптимизации режимов получения плоских слоистых композиций плакированием взрывом основана на допущении, что при оптимальных режимах будет обеспечен диапазон энергии пластической деформации, постоянный для каждого конкретного сочетания металлов (сплавов) композиции, которой обеспечит равнопрочность соединения.

Keywords: explosion cladding, flat compositions, process, model, optimal conditions, plastic deformation energy.

Ключевые слова: плакирование взрывом, плоские композиции, процесс, модель, оптимальные режимы, энергия пластической деформации.

При разработке технологии получения слоистых металлических композиций плакированием взрывом важнейшим и, как правило, наиболее трудоемким этапом является выбор режимов плакирования взрывом, обеспечивающих реализацию максимальной (или достаточной) прочности соединения слоев композиции при минимальном развитии структурной неоднородности на всех межслойных границах композиции [1, с. 35].

Сложность плакирования взрывом как физического явления, а также его специфические особенности, являющиеся следствием кратковременного воздействия высоких давлений и температур в контактирующих слоях соединяемых металлов и высокой интенсивности пластического течения в них обуславливает то, что физического обоснования универсального режима плакирования взрывом пока не найдено [2, с. 22].

Совместная пластическая деформация соединяемых металлов (сплавов), нужная для получения прочного соединения при плакировании взрывом, предполагает, что давления, возникающие в зоне соударения, обеспечивают величину напряжений в металлах на уровне их динамического предела текучести, величина которого в большинстве случаев неизвестна [1, с. 44]. Этим можно объяснить, что взаимосвязи между прочностью соединения и режимами плакирования установлены лишь качественно, опосредованно через энергию пластической деформации W_2, в свою очередь, определяемую $v_к$ и v_c.

Оптимальные режимы плакирования взрывом характерны следующим:

– при них будут обеспечены давления, достаточные для получения на поздних фазах соударения прочного соединения слоев (возможны два подхода: по первому обеспечивается максимальная прочность соединения, по второму, более соответствующему практике, обеспечивается получение равнопрочного соединения, то есть такого, прочность которого будет не ниже прочности менее прочного металла (сплава) композиции);

– при них не успевают развиться процессы, приводящие к образованию промежуточных фаз, снижающих прочность и пластичность композиции (что является одним из основных преимуществ плакирования взрывом, позволяющего получать соединения разнородных металлов, другие способы соединений которых затруднительны).

Импульсный характер нагружения соединяемых металлов ставит задачу жесткого соблюдения всех режимных параметров процесса плакирования взрывом. В противном случае имеют место появление трещин и даже разрушение металла.

Процесс образования соединения, с точки зрения теории твердофазных топохимических реакций, при всех способах соединения металлов давлением в твердой фазе, протекает в виде трех основных стадий [3, с 128]: создание физического контакта (сближение посредством пластической деформации атомов металлов на расстояние, при котором становится возможно образование металлической связи между ними), активация контактных поверхностей (формирование активных центров) и объемное взаимодействие.

При плакировании взрывом диффузионные процессы у линии соединения не успевают развиться из-за огромных скоростей процесса и крайне малого времени схватывания ($\approx 10^{-6}$ с). В связи с этим при плакировании взрывом стадия объемного взаимодействия практически отсутствует.

Количество энергии, вводимое в соединение при плакировании взрывом, определяет степень пластической деформации металлов контактирующих слоев, ее характер (в частности, распределение по толщине слоев) и время деформирования [2, с. 106]. При плакировании взрывом получение качественного соединения определяется уровнем развития процессов активации, другими словами, величиной доли кинетической энергии метаемого плакирующего элемента, преобразованной в энергию W_2, затрачиваемую на пластическую деформацию металла в околошовной зоне. В работе [4, с. 7] указывается, что реализация равнопрочного соединения происходит при постоянном диапазоне энергии пластической деформации W_2, характерном для каждого конкретного сочетания металлов.

Разработка методики расчета режимов плакирования взрывом представляет собой, по сути, выделение исходных параметров для этого расчета, выходных параметров, в зависимости от удельной энергии W_2, и связывающих их промежуточных величин и соотношений между ними.

Пути расчета и зависимости для расчета энергетических, динамических и технологических параметров плакирования взрывом приведены в многочисленных работах [5, 6 и др.]. При этом предусматривается поэтапное определение значений скоростей метания и контакта, сравнение, с учетом геометрических размеров и физических констант свариваемых материалов энергетических затрат в зоне их соединения со значениями критической энергии пластической деформации W_2, необходимой для образования прочного соединения. Если расчетное значение W_2 лежит вне обусловленного диапазона энергий, выполняется корректировка значений скоростей точки контакта или соударения, после чего рассчитываются технологические параметры плакирования взрывом.

Процесс образования соединения при плакировании взрывом определяется характеристиками заряда ВВ – высотой заряда H (толщиной слоя ВВ), его плотностью $\rho_{ВВ}$, скоростью детонации D, а также величиной исходного (технологического) зазора h между соединяемыми поверхностями и угла α между соединяемыми элементами (при непараллельной схеме плакирования) [5, с. 4]. В качестве выходных данных расчета режимов процесса плакирования выступают характеристики заряда ВВ и технологический зазор между плакирующим и основным элементами.

Известно несколько подходов, определяющих последовательность и содержание методики расчета режимов плакирования взрывом.

В работе [7, с. 233] приводятся элементы инженерной методики проектирования взрывных устройств, используемых для плакирования взрывом. Эта методика, кроме разработки оснований и опор, на которых располагается взрывное устройство и компоновки и составления чертежа общего вида взрывного устройства, представляет собой методику расчета режимов плакирования взрывом. Приведем ее пункты:

1. Выбор кинематических параметров $v_к$ и γ.

2. Определение скорости метания плакирующей пластины.

3. Вычисление значения коэффициента нагрузки.

4. Выбор начальной величины технологического зазора.

5. Определение массы метающего заряда ВВ.

Известен также принципиальный алгоритм расчета режимов процесса для случая плакирования взрывом по параллельной схеме [2, с. 256, 6, с. 56]:

1. Определяется скорость точки контакта $v_к$, м/с (или скорость движения вершины угла встречи соударяющихся поверхностей вдоль соединения).

Значение $v_к$ обычно выбирается из диапазона $(0{,}4...0{,}6)C_0$, где C_0 – скорость звука в металле. Оптимальным признается [5, с. 16] коэффициент 0,577. Для дальнейших расчетов принимается меньшее значение из двух для сочетания соединяемых металлов.

Как правило, $v_к$ составляет 2000...2500 м/с, причем для ряда композиций, область свариваемости которых достаточно узка (алюминий+медь, алюминий+сталь, титан+сталь, титан+медь, алюминий+титан и некоторых других), следует стремиться к нижней границе этого диапазона [8, с. 11, 9, с. 18].

2. Выбор параметров заряда взрывчатого вещества.

К этим параметрам относятся тип ВВ, содержание ВВ в смеси, высота заряда. Эти параметры должны обеспечивать требуемую скорость D детонации заряда ВВ, которая для параллельной схемы равна скорости точки контакта $v_к$ [5, с. 6]. Практически плакирование взрывом в промышленности осуществляется насыпными ВВ, у которых в широких пределах может изменяться плотность, вследствие чего заметно изменяется скорость детонации. Чем выше плотность, тем выше скорость детонации.

В подавляющем большинстве случаев для решения практических задач в мировой практике используют свежеприготовленные смеси аммонита № 6ЖВ (ГОСТ 21984-76 "Вещества взрывчатые промышленные. Аммонит № 6ЖВ и аммонал водоустойчивые. Технические условия". Аммонит № 6ЖВ – насыпное взрывчатое вещество (тротил – 79%, аммиачная селитра – остальное)) или его аналогов с аммиачной селитрой, кварцевым песком, поваренной солью, тальком и другими инертными наполнителями [2, с. 233, 10, с. 66]. Эти смеси хорошо изучены, а их детонационные характеристики представлены в виде таблиц, графиков или эмпирических зависимостей, используя которые и предварительно задавшись составом смеси, определяют высоту заряда H, обеспечивающую необходимую скорость детонации D, равную $v_к$.

Например, для смеси аммонита № 6ЖВ с аммиачной селитрой можно использовать зависимость [10, с. 68]

$$H = \left(\frac{v_к}{121{,}5C^{0{,}492}} \right)^{3{,}17}, \quad (1)$$

где С − процентное содержание аммонита в смеси. В соответствии с этим скорость детонации D, равная $v_к$, будет равна

$$D = 121{,}5C^{0{,}492}H^{0{,}3152}, \quad (2)$$

Для выбранной смеси определяют также насыпную плотность $c_{ВВ}$, влияющую на скорость соударения и зависящую от состава ВВ. Для смеси аммонита с гранулированной аммиачной селитрой ее величина достаточно точно рассчитывается по эмпирической формуле [10, с. 69]:

$$\rho_{BB} = -1{,}43 \cdot 10^{-5} C^2 - 1{,}22 \cdot 10^{-3} C + 1 \quad (3)$$

3. Далее для соединяемой пары материалов определяют критическое значение удельной энергии, затрачиваемой на пластическую деформацию металла в зоне соединения элементов $W_{2кр}$, МДж/мм^2.

При плакировании одноименных металлов равнопрочные соединения образуются [153] при величинах $W_{2кр}$:

$$W_{2\,кр} = 0{,}606 + 0{,}184 \ln\left(\frac{НВ}{\delta} \right), \quad (4)$$

где НВ/δ – критерий Астрова – отношение твердости металла по Бринеллю к его относительному удлинению, %.

При плакировании разнородных металлов в уравнении (4) рекомендуется использовать характеристики более пластичного металла [5, с. 20].

Из двух полученных значений $W_{2кр}$ для дальнейших расчетов выбирается меньшее, т.е. соответствующее более пластичному материалу пары.

Для плакирования взрывом стали со сталью $W_{2кр}$ составляет 0,8…0,9 МДж/м^2. При плакировании разнородных металлов $W_{2кр}$ приблизительно равно его значению для более "мягкого" (более пластичного [2, с. 272]) металла пары.

4. Затем определяется минимально необходимая $v_{с.кр}$ и предельно допустимая $v_{с.пр}$ скорости соударения.

Минимально необходимая скорость соударения [9, с. 19]

$$v_{с.кр} = \sqrt{\frac{2\left(\rho_1 h_1 + \rho_2 h_2\right) W_{2кр}}{\rho_1 h_1 \rho_2 h_2 \left[1 - \left(\frac{v_к}{C_0} \right)^2 \right]}}, \quad (5)$$

По сути, полученное значение $v_{с.кр}$ определяет положение нижней (критической) границы сварки выбранной пары материалов с заданной толщиной (массой) плакирующего и основного элементов. Учитывая, что для большинства композиций положение верхней (предельной) границы сварки в настоящее время не определено, для оценки предельной удельной энергии $W_{2пр}$ добавляют к $W_{2кр}$ некоторую величину $ДW_2$. Обычно для таких пар металлов, как алюминий+медь, алюминий+сталь, титан+сталь, титан+медь, алюминий+титан и некоторых других она составляет 0,3...0,5 МДж/м^2, а для остальных металлов, отличающихся широким диапазоном свариваемости, – 0,8...1,0 МДж/м^2.

Подставив в (5) вместо $W_{2кр}$ значение $W_{2пр} = W_{2кр}+\Delta W_2$, рассчитывают предельное значение скорости соударения $v_{с.пр}$, м/с.

$$v_{с.пр} = \sqrt{\frac{2\left(\rho_1 h_1 + \rho_2 h_2\right)\left(W_{2кр} + \Delta W_2\right)}{\rho_1 h_1 \rho_2 h_2 \left[1 - \left(\frac{v_к}{C_0} \right)^2 \right]}} \quad (6)$$

Из диапазона

$$v_{с.кр} \prec v_с \prec v_{с.пр} \quad (7)$$

выбирается значение скорости соударения $v_с$.

При этом любое значение $v_с$ из диапазона (7) должно обеспечивать образование прочного соединения. В идеальном случае наилучшими свойствами, с точки зрения минимизации структурной и химической неоднородностей, будут обладать соединения, полученные при $W_{2кр}$. Однако, при выборе $v_с$ из диапазона (7) обязательно следует иметь в виду возможные случайные отклонения установочных параметров от расчетных, обусловленные, например, кривизной соединяемых листов, неточностями сборки пакета, неравномерной плотностью ВВ и т. п. Особенно сильно влияние технологических погрешностей проявляется при малых отношениях h/H [5, с. 20, 9, с. 21]. В связи с этим результат расчета по зависимости (5) изначально следует увеличивать на 15…20%.

5. Рассчитывается требуемое расстояние между плакирующим и основным элементами (технологический зазор) h.

При расчете по модели одномерной схемы метания (соударяющиеся плакирующий и основной элементы соприкасаются по всей площади и от контактной поверхности распространяются плоские ударные волны), выбрав из диапазона (7) значение $v_с$, рассчитываются параметры з и $и_v$ [5, с. 7]:

$$\eta = \frac{16}{27} \frac{H \rho_{BB}}{\rho_1 h_1}, \quad (8)$$

$$\theta_v = \frac{1 + \eta\left(1 - \frac{v_c}{D}\right) + \sqrt{\eta^2\left(1 - \frac{v_c}{D}\right)^2 - 2\eta\frac{v_c}{D}}}{1 + 2\eta} \quad (9)$$

Возможна ситуация, когда подкоренное выражение в (9) окажется отрицательным [9, с. 20]. Это означает, что выбранное сочетание исходных данных (состав смеси и рассчитанная для значения D высота заряда H) не обеспечивает разгон метаемого плакирующего элемента до необходимой скорости соударения $v_с$. В этом случае следует увеличить высоту заряда H (по сути, з, входящую, в частности, в (9)) с одновременным разбавлением смесевого ВВ инертными компонентами для обеспечения постоянства скорости D детонации ВВ.

Величина зазора [9, с. 19]

$$h = H\frac{\left(1-\theta_v\right)^2}{\left(1+2\eta\right)\cdot\theta_v^2-1}. \quad (10)$$

Имеется также другое выражение для расчета h. Для двумерной модели метания, возникающей, когда плоский заряд инициируют в некоторой заданной точке и соударение плакирующего и основного элементов происходит под некоторым углом [9, с. 19]

$$h = \frac{0{,}184H}{\frac{H\rho_{BB}}{\rho_1 h_1}\left[\frac{\left(\sqrt{\frac{k+1}{k-1}}-1\right)\pi}{4\arcsin\left(\frac{v_c}{2D}\right)}-1\right]-2{,}71} \quad (11)$$

где k – показатель политропы продуктов детонации.

Нужно отметить, что расчеты по зависимостям (10) и (11) дают несколько завышенные значения зазора h. Кроме того, указывается [158], что в ряде случаев условие (7) не всегда выполнимо.

Таким образом, расчет режимов плакирования по приведенным выше зависимостям, в большинстве своем громоздким, весьма трудоемко, кроме того, не предполагает оптимизации режимов.

Предлагается следующая *оптимизационная модель*:

1. Определяется скорость точки контакта $v_к$, м/с.

Для ряда сочетаний (алюминий+медь, алюминий+сталь, титан+сталь, титан+медь, алюминий+титан и некоторых других) значение $v_к$ принимается равным $0{,}4C_{0min}$, где C_{0min} – меньшее из двух значений скорости звука в металле для данного сочетания. Для остальных сочетаний $v_к$ принимается равным $0{,}577C_{0min}$.

Если расчетное значение $v_к$ выходит за границы диапазона 2000...2500 м/с, следует принять граничное значение диапазона.

При оптимизации по $v_к$ следует учитывать, что $v_к$ лежит в диапазоне $(0{,}4...0{,}6)C_0$.

2. Определяется скорость соударения v_c [6, с. 66]

$$v_c = \left(1+\frac{\rho_м C_{0м}}{\rho_m C_{0m}}\right)\sqrt{\frac{S_{к\,min}}{2\rho_м}}, \quad (12)$$

где $c_м$, $C_{0м}$ – значение плотности и скорости звука менее прочного металла (сплава) соединяемой пары; $c_т$, $C_{0т}$ – соответственно более прочного металла (сплава) соединяемой пары, $S_{к\,min}$ – минимальное из значений предельной прочности соединяемых металлов (сплавов) [6, с. 66]:

$$\begin{cases} S_к = \sigma_в\left(1+1{,}35\psi_к\right), \textit{если} \quad \psi_к \le 15\%, \\ S_к = \sigma_в\left(0{,}8+2{,}06\psi_к\right), \textit{если} \quad \psi_к \succ 15\% \end{cases}, \quad (13)$$

где $\psi_к$ – относительное сужение, в долях единицы.

Отметим, что в (13) верхняя зависимость справедлива для большинства металлических материалов, нижняя – для отожженных меди, алюминия и других высокопластичных материалов.

3. Определяется критическое значение удельной энергии, затрачиваемой на пластическую деформацию металла в зоне соединения элементов $W_{2кр}$ (4).

4. Определяется предельное значение удельной энергии $W_{2пр}$ (см. выше).

5. Определяется значение удельной энергии W_2 [5, с. 10]

$$W_2 = \frac{\rho_1 h_1\cdot\rho_2 h_2}{2\left(\rho_1 h_1+\rho_2 h_2\right)}v_c^2\left[1-\left(\frac{v_к}{C_0}\right)^2\right], \quad (14)$$

где c_1 и c_2 – плотности металлов метаемого и плакирующего элемента, h_1 и h_2 – толщины метаемого и плакирующего элемента.

6. Проводится проверка неравенства [11, с. 93]

$$W_{2кр} \le W_2 \le W_{2пр}, \quad (15)$$

то есть значение удельной энергии W_2 сопоставляется со значениями критической $W_{2кр}$ и предельной $W_{2пр}$ энергии пластической деформации.

Неравенство (15) может не выполняться в двух случаях:

1) энергия W_2 пластической деформации, реализуемой в зоне соединения, может быть меньше критической $W_{2кр}$;

2) энергия W_2 пластической деформации, реализуемой в зоне соединения, может быть больше предельной $W_{2пр}$.

В первом случае сначала рационально увеличить, в зависимости от свойств соединяемых материалов, на 10…50 % скорость соударения v_c.

Если после этого условие (15) не выполняется, то следует уменьшить значение скорости точки контакта $v_к$ (лежащее в диапазоне $(0{,}4...0{,}6)C_0$)) для сочетаний металлов (сплавов) для которых это возможно (см. выше).

Если же при максимальном значении v_c и минимальном значении $v_к$ условие (15) не выполняется, то рационально увеличить массу неподвижного элемента до своего максимального значения с постоянной проверкой условия (15). Если этого недостаточно, то рационально увеличить также массу метаемого элемента (применяя фальшпластины) до выполнения условия (15).

Если же при максимальном значении v_c и минимальном значении $v_к$ и максимальных массах неподвижного и метаемого элементов условие (15) не выполнимо, то следует изменить исходные данные и начать расчет сначала.

Во втором случае (когда $W_2 > W_{2пр}$) следует увеличить скорость точки контакта $v_к$ до максимума, и, если при этом условие (15) не выполняется, то следует уменьшить массу метаемого элемента за счет дробления его толщины (плакирование по слоям) до выполнения условия (15).

Если же условие (15) невыполнимо, то следует изменить исходные данные и начать расчет сначала.

7. Определяются технологические параметры плакирования взрывом (расчет параметров заряда ВВ, зазора h, по зависимостям, приведенным выше). В этом блоке выполняется оптимизация параметров заряда ВВ (высота заряда H зависит от C и от $c_{вв}$, откуда находятся оптимальные значения C и H).

По оптимизационной модели разработан алгоритм выбора и расчета оптимальных параметров плакирования взрывом одно- и разнородных металлов (сплавов) (рис. 1).

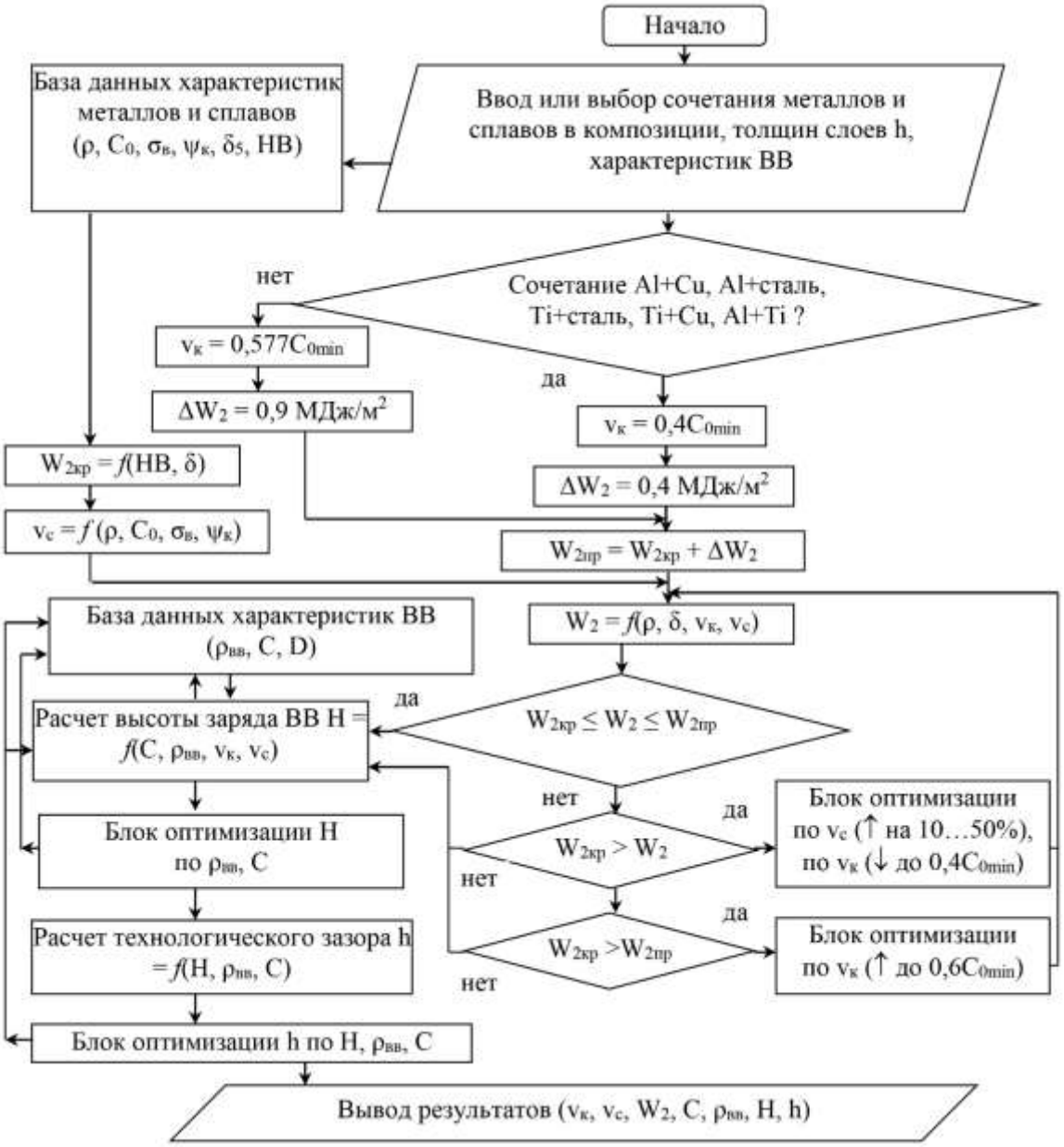


Рисунок 1 – Блок-схема оптимизационной модели процесса получения биметаллов плакированием взрывом (алгоритм выбора и расчета параметров)

Исходными данными для расчета будут соединяемые металлы (сплавы), их размеры и толщины. Для расчетов необходимо наличие базы данных о физических и механических свойствах наиболее часто используемых соединяемых взрывом материалах (скорости звука в них, плотности, твердости по Бринеллю, относительному удлинению).

Также необходима база данных о ВВ и их смесях (данные о содержании C в них ВВ и производных от содержания ВВ параметрах – диапазоне скоростей детонации D и плотности $c_{вв}$ ВВ).

Предлагаемый алгоритм будет реализовываться следующими блоками:

1. Выбор пользователем из списка базы данных соединяемых металлов (сплавов) и ввод их толщин (размеров). Предусмотрен ввод характеристик соединяемых металлов (сплавов) с последующим сохранением в базе данных.

2. Определение величины скорости точки контакта $v_к$, минимальной для выбранного сочетания соединяемых материалов, но входящей в диапазон от 2000 до 2500 м/с. Ограничение диапазона $v_к$ с одной стороны (менее 2500 м/с) препятствует образованию в межслойной границе чрезмерного количества оплавленного металла, снижающего служебные свойства соединения, с другой стороны (более

2000 м/с) исключает технологические трудности, связанные с подбором ВВ и схемы плакирования. Отметим, что указанные ограничения не являются безусловными и могут быть изменены пользователем в зависимости от характера поставленной им задачи (технологическая, исследовательская, поисковая к др.).

3. Расчет значения скорости соударения слоев v_c.

4. Расчет $W_{2кр}$, $W_{2пр}$, W_2.

5. Если W_2 входит в диапазон оптимальных параметров плакирования, то производится расчет технологических параметров плакирования взрывом:

– осуществляется выбор или ввод в память характеристик взрывчатого вещества (процентное содержание ВВ в его смеси с замедлителем, С,%);

– производится расчет и оптимизация высоты Н заряда ВВ, обеспечивающего при заданном составе смесевого ВВ требуемою скорость детонации D. Если рассчитанной высоты заряда Н будет недостаточно для разгона метаемого плакирующего элемента, то производится корректировка режимов (увеличением содержания взрывчатого вещества в смеси);

– производится расчет и оптимизация величины технологического зазора h. При $h/H < 0,15$ производится корректировка режимов в сторону увеличения С. Если величина h отрицательна, то значение высоты Н заряда ВВ увеличивается до тех пор (итерационный алгоритм), пока не будет получено положительное значение h.

6. Осуществляется вывод значений рассчитанных параметров плакирования взрывом (параметры заряда ВВ, зазор h, скорости контакта и соударения, удельная энергия). Запрашивает пользователя о необходимости внести корректировки в режимы плакирования взрывом.

Таким образом, разработанная методика оптимизации и алгоритм выбора и расчета оптимальных параметров плакирования взрывом позволяет существенно уменьшить затраты на проектирование технологических процессов изготовления СМК с гарантированным качеством соединения составляющих слоев.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Загорянский В. Г. Разработка структуры информационной системы для расчета технологических параметров сварки взрывом плоских слоистых металлических композитов. Прикладні аспекти механіки та матеріалознавства в новітніх технологіях: колективна монографія. Харків: Точка, 2012. С. 33–38.

2. Петушков В. Г. Применение взрыва в сварочной технике. Киев: Наукова думка, 2005. 753 с.

3. Каракозов Э. С. Сварка металлов давлением. Москва: Машиностроение, 1986. 280 с.

4. Лысак В. И., Седых В. С., Трыков Ю. П. Определение критических границ процесса сварки взрывом. Сварочное производство. 1984. № 5. С. 6–8.

5. Седых В. С. Классификация, оценка и связь основных параметров сварки взрывом. Сварка взрывом и свойства сварных соединений. 1985. С. 3–30.

6. Смелянский В. Я., Рыскулов М. Т., Кожевников В. Е. К вопросу о расчете режимов сварки взрывом разнородных материалов. Сварка взрывом и свойства сварных соединений. 1986. С. 54–62.

7. Селиванов В. В. Кобылкин И. Ф., Новиков С. А. Взрывные технологии. Москва: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2008. 648 с.

8. Кузьмин С. В., Лысак В. И., Хаустов С. В., Сильченко Т. Ш. Об основных принципах проектирования режимов сварки взрывом металлических слоистых композитов. Изв. ВолгГТУ. Сер. Сварка взрывом и свойства сварных соединений. 2006. Вып. 2, № 9. С. 4–17.

9. Кузьмин С. В., Лысак В. И., Хаустов С. В., Сильченко Т. Ш. Принципы расчета режимов сварки взрывом металлических слоистых композитов. Автоматическая сварка. 2007. № 10. С. 16–22.

10. Лысак В. И., Кузьмин С. В. Сварка взрывом: научная монография. Москва: Машиностроение-1, 2005. 544 с.

11. Смелянский В. Я., Хрипунов В. А. Оптимизация технологических параметров сварки взрывом на ЭВМ. Сварка взрывом и свойства сварных соединений. 1988. С. 91–97.

ENSURING PRODUCTION ADAPTABILITY IN THE CONDITIONS OF SERIAL PRODUCTION

Rastegaev E.
post-graduate student
Rybinsk State Aviation Technological University named after P. A. Solovyov

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ТЕХНОЛОГИЧНОСТИ В УСЛОВИЯХ СЕРИЙНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Растегаев Е.
Аспирант
Рыбинского государственного авиационного технологического университета имени П.А.Соловьева
DOI: 10.24412/3453-9875-2021-57-1-66-67

Abstract
The article describes the features of calculating the technological efficiency indicators. A method for calculating the complex processability criterion for serial production is proposed.

Аннотация
В статье изложены особенности расчета показателей технологичности. Предложена методика расчета комплексного критерия технологичности для серийного производства.

Keywords: concurrent engineering; manufacturability; technology.
Ключевые слова: параллельная инженерная разработка; технологичность; технология.

Под понятием технологичности конструкции изделия подразумеваются свойства конструкции изделия, определяющие ее приспособленность к достижению оптимальных затрат при производстве, техническом обслуживании и ремонте для заданных показателей качества, объема выпуска и условий выполнения работ [1]. Решение задач обеспечения технологичности осуществляется на основе анализа критериев технологичности, которые делятся на группы: критерии производственной технологичности, критерии ремонтной технологичности и критерии эксплуатационной технологичности [2]. Еще критерии технологичности делятся на единичные и комплексные. К единичным критериям технологичности относят: трудоемкость изготовления и ремонта изделия, коэффициент унификации конструктивных элементов изделия и другие критерии. Комплексные критерии технологичности разделяют на три вида: среднеарифметический, учитывающий коэффициент весомости и многопараметрический, с коэффициентами корреляции [3]. Для разных предприятий подходы к расчету комплексных критериев технологичности различны, поэтому такие расчеты часто носят субъективный характер.

Особенностью оценки технологичности изделия является необходимость ее обеспечения на всех этапах проектирования конструкторской документации: технического задания, эскизного проекта, технического проекта, разработки рабочей конструкторской документации. Зачастую, проблемы в обеспечении технологичности для авиадвигателестроения возникают на последнем этапе, когда в конструкторской документации задаются максимально достижимые требования к точности изготовления деталей. В результате оказывается, что показатели технологичности, такие как себестоимость изготовления и трудоемкость изготовления не достигают проектных требований.

Проектирование на заданную себестоимость изготовления продукции позволяет осуществить метод, получивший название параллельная инженерная разработка. Родоначальником данного метода был советский конструктор В.Г. Грабин, разработчик артиллерийских систем. Первоначально инженерная разработка выполнялась последовательно, со строгим регламентированием правил окончания каждого этапа проектирования. Позднее, она приобрела последовательно-параллельные формы, при которых этапы работ дробились на более мелкие и производилось выстраивание матрицы последовательности выполнения работ. В настоящее время наивысшим этапом развития инженерной разработки является параллельная инженерная разработка (concurrent engineering). При такой организации работы осуществляется интегрированное, практически одновременное, проектирование как конструкторской документации, так и технологических процессов [4].

Несмотря на объективные положительные черты: сокращение сроков и стоимости технологической подготовки производства, достижение оптимального баланса между функциональными требованиями к изделию и стоимостью его изготовления, параллельная инженерная разработка не находит широкого применения в промышленных условиях. Это связано с тем, что техническая часть процесса слабо изучена и описана.

Описать процесс обеспечения технологичности возможно с использованием теории исследования операций. Процесс исследования боевых операций родственен процессу обеспечения технологичности. Оба процесса протекают в условиях отсутствия полной информации о процессе в момент принятия решения. Так на момент оценки технологичности рабочей конструкторской документации еще не разработан технологический процесс изготовления, не спроектирована, не изготовлена и

не апробирована специальная технологическая оснастка. В этот момент существует только опыт изготовления аналогичных деталей – прототипов. При этом вновь разработанная конструкторская документация наследует от деталей - аналогов не только положительные технические решения, но и, зачастую, не представляющие ценности для потребителя особенности.

Конструкторы на этапе проектирования рабочей конструкторской документации бывают не способны оценить влияние разработки на себестоимость изготовления детали на существующих производствах. Оказать помощь в процессе оценки технологичности на этапе проектирования конструкции должны системы автоматизированного проектирования технологических процессов. Существует множество информационных систем: NATTA, ТехноПро, Techcard, T-Flex, Спрут, Вертикаль и другие. Такие системы обеспечивают взаимодействие с различными базами данных информационных систем предприятия, но не могут оказать значимую помощь конструктору [5]. Существуют и другие системы, которые ставят перед собой задачу по выпуску изначально технологичной конструкторской документации за счет использования накопляемой технологической базы знаний. В качестве примера такой информационной системы можно назвать программу aPriori. Задача этой программы состоит в оценке себестоимости изготовления изделия на основе анализа имеющейся информации. Недостатком таких систем является то, что они не формирует рабочий технологический процесс изготовления детали, так как базируются на традиционном (последовательном) подходе инженерной разработке. В целом же большинство применяемых в настоящее время программных средств автоматизированного проектирования оказываются не способными «закрыть» даже задачи традиционного технологического проектирования [6].

Таким образом, в настоящее время актуальной является не только задача автоматизации проектирования, но и автоматизации оценки технологичности проектирования изделия. Для количественной оценки технологичности серийного производства автором статьи предлагается выполнять расчет обобщенного коэффициента технологичности по формуле:

$$К_т = \frac{С_н}{С_б}(1 + a_1 + a_2 + \ldots + a_n), \qquad (1)$$

где $С_н$ и $С_б$- себестоимость изготовления новой и базовой детали соответственно, руб.; a_1, a_2, a_n – поправочные коэффициенты, зависящие от индивидуальных особенностей производства. При $К_т > 1$, технологичность вновь спроектированной детали на существующем производстве ниже технологичности базовой детали. В этом случае необходимо вернуться к пересмотру конструкции детали. И наоборот, при $К_т < 1$, результат совершенствования конструкции детали признается положительным. С помощью поправочных коэффициентов предлагается оценивать (на основе имеющихся статистических данных) следующие параметры существующего производства: время, затрачиваемое на индивидуальные технические решения, затраты, связанные с первичным оснащением производства и циклы изготовления деталей.

В результате, формулу расчета обобщенного критерия технологичности для серийного производства возможно представить в виде:

$$К_т = \frac{С_н}{С_б}\left(1 + i_1 * \left(\left(\frac{Т_{ин}}{Т_н}\right)^{i_5} - \left(\frac{Т_{иб}}{Т_б}\right)^{i_5}\right) + i_2 * \frac{\Delta Зп}{З_{пб}} + i_3 * \frac{\Delta Ц_д}{Ц_б} + i_4 * \frac{\Delta Ц_и}{Ц_и}\right) \qquad (2)$$

где i_1 ... i_5 – коэффициенты, зависящие от индивидуальных особенностей производства; $Т_{ин}$ и $Т_{иб}$ – усредненное время, затрачиваемое на индивидуальные технические решения вновь спроектированной и базовой детали соответственно, мин.; $Т_н$ и $Т_б$ – трудоемкость изготовления вновь спроектированной и базовой детали, мин.; $\Delta Зп$ – разница затрат на первичное оснащение новой и базовой детали, тыс. руб; $З_{пб}$ – затраты на первичное оснащение базовой детали, тыс. руб.; $\Delta Ц_д$- разница в циклах изготовления новой и базовой детали, дней; $Ц_б$- цикл изготовления базовой детали; $\Delta Ц_и$- величина изменения цикла изделия при изменении конструкции детали, дней; $Ц_и$- цикл изготовления изделия с конструкцией базовой детали, дней.

В настоящее время все быстрее и быстрее увеличивается скорость освоения новых изделий. Все чаще и чаще в конкурентной борьбе выигрывают те производства, которые первыми выводят на рынок новую продукцию. Параллельная инженерная разработка – этот тот инструмент, который может оказать помощь производителю в завоевании рынков сбыта продукции. Ее применение должно не только сократить сроки технологической подготовки производства, но и обеспечить выбор оптимальной конструкции деталей для существующих производств. Расчет по формуле (2) обобщенного критерия технологичности как раз и позволяет выбирать, при сравнении, конструкцию детали наиболее адаптированную под особенности существующего производства.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. ГОСТ 14.205-83 Технологичность конструкции изделий. Термины и определения.

2. ГОСТ 14.201-83 Обеспечение технологичности конструкции изделия. Общие требования.

3. Технологичность конструкции изделия: Справочник/ Ю.Д. Амиров, Т.К. Алферова, П.Н. Волдаков и др.; Под общ. Ред. Ю.Д. Амирова. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.:Машиностроение, 1990.- 786с.

4. В.Ф. Безъязычный, В.А. Кононов. Повышение эффективности и качества процесса создания изделий машиностроения посредством совершенствования форм его организации. // Assembling in mechanical engineering, instrument-making. 2011, №12.

5. Растегаев Е.В. Требования к САПР ТП в условиях параллельной инженерной разработки. Вестник Рыбинской государственной авиационной технологической академии им. П.А. Соловьева. 2020. №4. С.69-73.

6. Yu.L. Chigirinsky. Current state and trends in development of technological engineering pre-production.// Science intensive technologies in mechanical engineering. 2020, №8.

№57/2021

Norwegian Journal of development of the International Science

ISSN 3453-9875

VOL.1

It was established in November 2016 with support from the Norwegian Academy of Science.

DESCRIPTION

The Scientific journal "Norwegian Journal of development of the International Science" is issued 24 times a year and is a scientific publication on topical problems of science.

Editor in chief – Karin Kristiansen (University of Oslo, Norway)

The assistant of theeditor in chief – Olof Hansen

- James Smith (University of Birmingham, UK)
- Kristian Nilsen (University Centre in Svalbard, Norway)
- Arne Jensen (Norwegian University of Science and Technology, Norway)
- Sander Svein (University of Tromsø, Norway)
- Lena Meyer (University of Gothenburg, Sweden)
- Hans Rasmussen (University of Southern Denmark, Denmark)
- Chantal Girard (ESC Rennes School of Business, France)
- Ann Claes (University of Groningen, Netherlands)
- Ingrid Karlsen (University of Oslo, Norway)
- Terje Gruterson (Norwegian Institute of Public Health, Norway)
- Sander Langfjord (University Hospital, Norway)
- Fredrik Mardosas (Oslo and Akershus University College, Norway)
- Emil Berger (Ministry of Agriculture and Food, Norway)
- Sofie Olsen (BioFokus, Norway)
- Rolf Ulrich Becker (University of Duisburg-Essen, Germany)
- Lutz Jäncke (University of Zürich, Switzerland)
- Elizabeth Davies (University of Glasgow, UK)
- Chan Jiang(Peking University, China) and other independent experts

1000 copies

Norwegian Journal of development of the International Science

Iduns gate 4A, 0178, Oslo, Norway

email: publish@njd-iscience.com

site: http://www.njd-iscience.com