

INDICES OF NEUROONCOLOGIC MORBIDITY DYNAMICS AMONG YOUNGER CHILDREN IN UKRAINE

ПОКАЗАТЕЛИ ДИНАМИКИ НЕЙРООНКОЛОГИЧЕСКОЙ ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ У ДЕТЕЙ МЛАДШЕГО ВОЗРАСТА В УКРАИНЕ

Y.A. Orlov, A.V. Shaversky

Institute of Neurosurgery Acad. A.P. Romodanov, AMS of Ukraine, Kiev, Ukraine

Ю.А. Орлов, А.В. Шаверский

Институт нейрохирургии им. акад. А.П. Ромоданова, АМН Украины, Киев, Украина

Abstract

The series of 188 cases of brain tumors in children under 3 years treated at the Institute of Neurosurgery were analyzed. There were 9 cases before Chernobyl accident (1981-1985) and 179 cases after it (1986-2002). Number of patients increased every five years: 5.1 times more (1986-1990), 7.7 times (1991-1995) and 5.3 times more (1996-2000). In 2001-2002, 16 patients were operated. Number of children seeking help each year had raised from 1.8 to 14 with maximum in 1988 and 1994 (18 patients). More significant increment of this index was registered in children less than 1 year old: in 1981-1985, there were no histologically verified cases, 4 cases in 1986-1990, 16 - in 1991-1995 and 11 - in 1998-2000. So, the investigations of five-year periods before and after the Chernobyl accident showed clear growth of indices. To account a decrease in birth rate and natural reduction of absolute quantity of children, the growth of average index 5.8 times more is very significant. Epidemiological analysis by age and gender of patients, histological structure, and malignancy of tumors is performed by years and five-year periods. Data is also analyzed for periods before and after Chernobyl accident.

Keywords: Chernobyl accident, population of contaminated territories, children brain tumor, infancy, survival, radiation risk.

INTRODUCTION

In the framework of WHO activities to liquidate the Chernobyl accident consequences and at the auspice of WHO European Regional Bureau a consultative conference on the epidemiological aspects of the Chernobyl accident was held on May 13-14, 1987, which was attended by the specialists in epidemiology, public health and radiation protection from eight countries. It was emphasized at the conference that when evaluating the Chernobyl disaster oncological aftermath special attention should be given to patients exposed to radiation in prenatal period, infancy and early childhood, and that this should be done primarily by summarizing data on the incidence of leukemia and the central nervous system (CNS) tumors in children.

Neoplastic lesions of the nervous system rank second among all children's oncological diseases, only giving way to tumors occurring in the lymphatic and hematopoietic systems. Organizational specificity of providing children with neurosurgical aid in Ukraine has led to the situation, when practically all little patients having brain tumors are referred to the Children Neurosurgery Department of the Institute of Neurosurgery, AMS of Ukraine. This enables us to use the admission rate to trail common regularities and carry out epidemiological analysis of oncological morbidity in children aged under 3 years old.

ВВЕДЕНИЕ

В рамках деятельности ВОЗ по ликвидации последствий аварии на ЧАЭС под эгидой Европейского регионального бюро ВОЗ 13-14.05.1987 проведено консультативное совещание по эпидемиологическим аспектам аварии на ЧАЭС, в работе которого участвовали специалисты в области эпидемиологии, общественного здравоохранения и защиты от радиации из 8 стран. Отмечено, что особое внимание при исследовании онкологических последствий аварии следует уделить лицам, подвергшимся радиационному облучению в пренатальном периоде, в грудном возрасте и в раннем детстве, в первую очередь, обобщив данные о заболеваемости детей лейкемией и опухолями центральной нервной системы (ЦНС).

Онкологические поражения нервной системы у детей занимают второе место по частоте среди всех онкологических заболеваний детского организма, уступая лишь опухолям лимфатической и кроветворной системы. Специфика организации детской нейрохирургической помощи в Украине привела к тому, что практически все дети младшего возраста с опухолями головного мозга поступают в клинику детской нейрохирургии Института нейрохирургии АМН Украины. Это позволяет по обращаемости в клинику выявить общие закономерности и провести эпидемиологический анализ онкологической заболеваемости нервной системы в Украине у детей в возрасте до 3 лет.

The purpose of this research is to study the epidemiological indices of infantile neurooncologic morbidity throughout sufficient time with regard to tumor localization, histostructure and malignancy grade, as well as review the material distributed on one- and five-year basis with comparative periods defined as those before and after the Chernobyl disaster.

SUBJECTS AND METHODS

Within 1981-2002, there were examined and treated 385 children aged up to 3 years, who had brain tumors at the Child Neurosurgery Department of the Institute of Neurosurgery, AMS of Ukraine. The study is based on the analysis of 188 cases with diagnosis verified through the histological examination. The epidemiological research was carried out with taking into account tumor histostructure and malignancy grade. We also calculated malignancy percentage (percent relationship between malignant tumors and total number of tumors), malignancy index (relationship between malignant and benign tumors) and performed patient's age analysis. All material was studied by years, five-year terms and comparative periods, i.e. prior to and following the Chernobyl disaster. The research covered whole territory of Ukraine.

RESULTS AND DISCUSSION

Reports and publications from the recent years have more than once pointed out to the increased incidence of brain tumors in children (Orlov Y.O., 1993; Orlov Y.O. et al., 1995; Zozula U.A. et al., 1998, 1999; Orlov Y.A. et al., 1998). The rate of increase varies from 3.7 to 4.1 per 100,000 of pediatric population (Orlov Y.A., 2000). The brain tumors in younger children differ from those in older children groups with their clinical manifestations, histobiological properties, localization, spread and treatment results (Orlov Y.A. et al., 2001).

The pre-Chernobyl study material (1981-1985) numbered 9 cases, whereas in the post-Chernobyl periods it became more sizable: in 1986-1990 - 46 cases (5.1 times increase), in 1991-1995 - 69 cases (7.7 times increase), in 1996-2000 - 48 cases (5.3 times increase), and in 2001-2002 - 16 cases. The admission rate grew up from 1.8 to 14 patients per year with peak values of 18 patients in 1988 and 1994. Even higher growth in the number of neurosurgical admissions was registered among the breast-fed babies: no cases in 1981-1985, 4 cases in 1986-1990, 16 cases in 1991-1995 and 11 ones in 1999-2000.

Thus, the analysis of brain tumor incidence in children aged under 3 years within 5-year periods before and after the Chernobyl disaster has clearly demonstrated rise of the indices. Noteworthy, the maximum "splashes" of admission rate fell on

Цель исследования - изучить эпидемиологические показатели нейроонкологической заболеваемости у детей младшей возрастной группы за достаточно большой период времени с учетом локализации, гистоструктуры опухолей, степени их злокачественности, с рассмотрением материала по годам и пятилетиям, а также сопоставлением по периодам до и после Чернобыльской катастрофы.

ОБЪЕКТ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В 1981-2002 гг. в клинике детской нейрохирургии Института нейрохирургии АМН Украины обследовалось и лечилось 385 детей в возрасте до 3 лет с опухолями головного мозга. Работа основана на анализе данных о 188 детях в возрасте до 3 лет с гистологически верифицированным диагнозом. Исследование проводилось с учетом гистоструктуры опухолей, степени их злокачественности, определением процента злокачественности (отношения злокачественных форм ко всем опухолям в процентах), индекса злокачественности (отношения злокачественных опухолей к доброкачественным опухолям), распределением пациентов по возрасту и полу. Весь материал рассмотрен по годам и пятилетиям, а также сопоставлен по периодам до и после Чернобыльской катастрофы. Исследование охватывает все регионы Украины.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В публикациях последних лет неоднократно указывалось на увеличение частоты опухолей головного мозга у детей (Орлов Ю.О., 1993; Орлов Ю.О. и соавт., 1995; Зозуля Ю.А. и соавт., 1998, 1999; Орлов Ю.А. и соавт., 1998). Этот показатель составляет от 3,7 до 4,1 на 100 000 детского населения (Орлов Ю.А., 2000). Опухоли головного мозга у детей младшего возраста отличаются от опухолей у более старших детей клиническими проявлениями, гистобиологическими свойствами, локализацией, распространенностью, а также результатами лечения (Орлов Ю.А. и соавт., 2001).

Материал за период до аварии на ЧАЭС (1981-1985 гг.) составил 9 наблюдений, после аварии: в 1986-1990 гг. - 46 наблюдений (число больных увеличилось в 5,1 раз), в 1991-1995 гг. - 69 наблюдений (увеличение в 7,7 раз), в 1996-2000 гг. - 48 наблюдений (увеличение в 5,3 раз), в 2001-2002 гг. - 16. Ежегодная обращаемость возросла с 1,8 до 14 больных с максимальными пиками в 1988 и 1994 гг. - 18 больных. Еще более выраженный рост обращаемости обнаружен у детей грудного возраста (в период 1981-1985 гг. - отсутствие наблюдений, в 1986-1990 гг. - 4 наблюдения, в 1991-1995 гг. - 16 наблюдений и в 1996-2000 гг. - 11 наблюдений).

Таким образом, анализ частоты обнаружения опухолей головного мозга у детей в возрасте до 3 лет по пятилетиям до Чернобыльской катастрофы и после неё показал четкий рост показателей. Характерно, что наибольшая обращаемость отмечена

1988, 1994 and 1999. Taking into consideration the overall decline of birth and natural decrease of general children population, the 5.8-times growth of a mean incidence value seems being rather substantial. For comparison, the neoplastic lesion incidence in all children age groups within the same period had risen by 51.2%. (Orlov Y.A. et al., 2001).

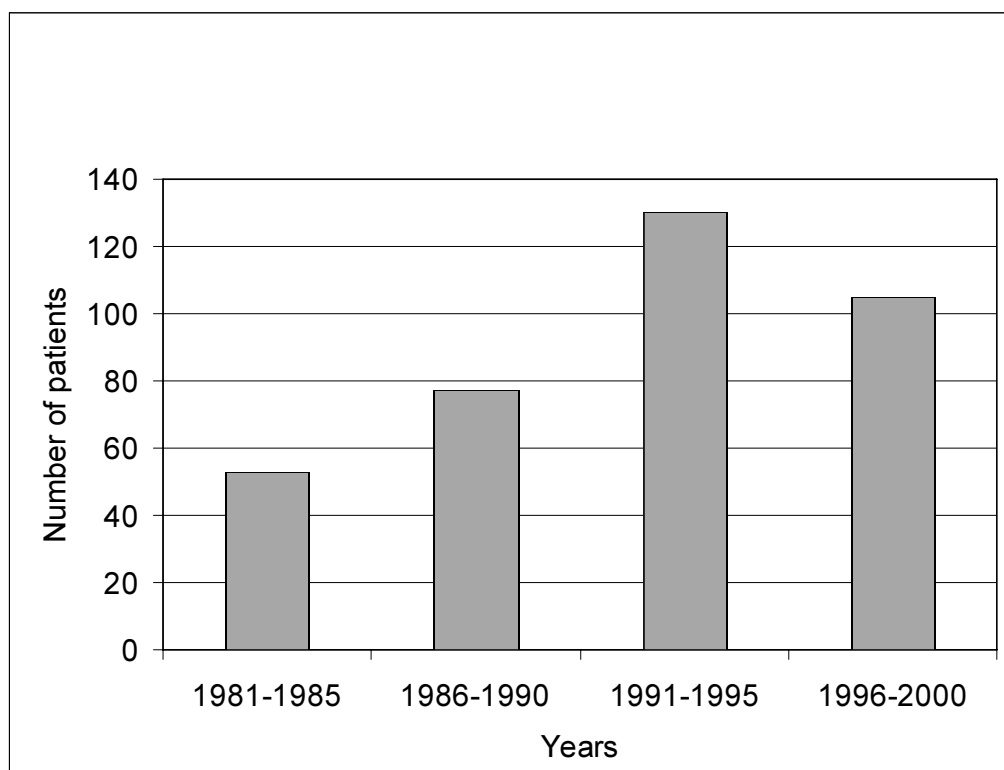
We have found certain regional features inherent in the incidence of the nervous system neoplastic lesions in younger children. A comparative analysis through the periods of 1981-1985 and 1991-1995 has revealed the relationship that may be explained by the effect of the Chernobyl accident aftermath on the brain tumor incidence in young children. With an average all-country value of 0.2‰ (increase from 0.1‰ to 0.3‰) (figure 1), the morbidity rate has risen from 0.3‰ to 0.9‰ in Kiev and Kiev oblast, from 0.2‰ to 0.7‰ in Chernigov oblast, from 0.3‰ to 0.7‰ in Vinnitsa oblast, from 0.1‰ to 0.4‰ in Cherkassy oblast, from 0 to 0.4‰ in Rovno oblast, from 0.1‰ to 0.3‰ in Odessa oblast, from 0.06‰ to 0.3‰ in Zaporozhie oblast and from 0.1‰ to 0.5‰ in the Crimea. No change in the morbidity rate was seen in Zhitomir oblast - 0.4‰, Lvov oblast - 0.04‰, Ternopol oblast - 0.2‰, Chernovtsy oblast - 0.2‰, Lugansk and Dnepropetrovsk oblasts - 0.1‰.

в 1988, 1994 и 1999 гг. Учитывая снижение рождаемости и естественное уменьшение абсолютной численности детского населения, рост среднего показателя в 5,8 раза является весьма существенным. Для сравнения, увеличение частоты онкозаболеваний ЦНС у детей всех возрастных групп за тот же период составило 51.2% (Орлов Ю.А. и соавт., 2001).

Выявлены определенные региональные особенности частоты онкологических поражений нервной системы у детей младшего возраста. При сравнительном анализе за периоды 1981-1985 гг. и 1991-1995 гг. обнаруживается зависимость, которую можно объяснить влиянием последствий аварии на ЧАЭС на частоту возникновения опухолей головного мозга у детей младшего возраста. При среднем республиканском показателе за весь период исследования 0,2‰, увеличение отмечено с 0,1‰ до 0,3‰ (рисунок 1). В г. Киеве и Киевской области показатель вырос с 0,3‰ до 0,9‰, в Черниговской области с 0,2‰ до 0,7‰, Винницкой с 0,3‰ до 0,7‰, Черкасской с 0,1‰ до 0,4‰, Ровенской с 0 до 0,4‰, Одесской с 0,1‰ до 0,3‰, Запорожской с 0,06‰ до 0,3‰, в Крыму с 0,1‰ до 0,5‰. Не изменился этот показатель по Житомирской области - 0,4‰, Львовской - 0,04‰, Тернопольской 0,2‰, Черновицкой области - 0,2‰, Луганской и Днепропетровской областях - 0,1‰.

FIGURE 1. DYNAMICS OF CNS ONCOLOGICAL PATHOLOGY INCIDENCE IN CHILDREN AGED UNDER 3 YEARS IN FIVE-YEAR PERIODS

РИСУНОК 1. ДИНАМИКА ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ ОНКОЛОГИЧЕСКОЙ ПАТОЛОГИЕЙ ЦНС У ДЕТЕЙ В ВОЗРАСТЕ ДО 3 ЛЕТ (ПО ПЯТИЛЕТИЯМ)

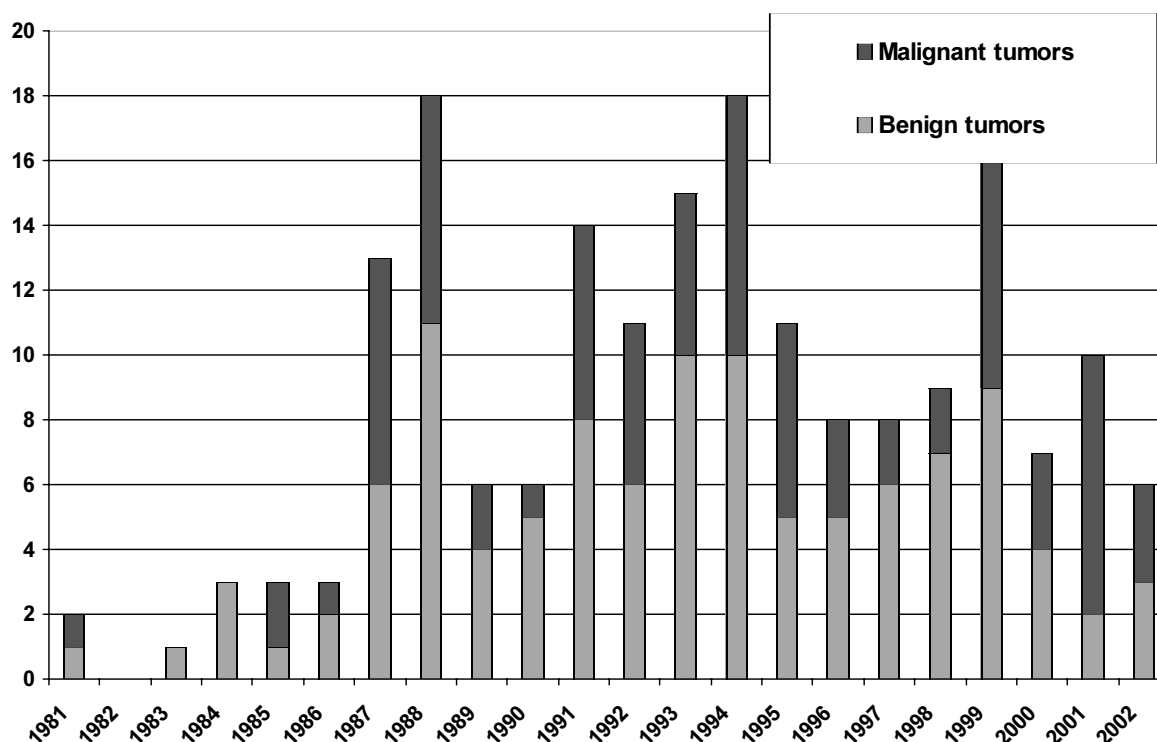


The rise of malignant tumor incidence (III-IV grade anaplasia) has been occurred in the period after the Chernobyl nuclear power plant accident. In 1981-1985 the malignant tumor incidence constituted 33.3% and in 1986-2002 came up to 46.7%. Patients' distribution by years with taking into account number of malignant forms is shown on figure 2. It is of attention a gradual increase in the incidence of malignant-type tumors - with some lowering in 1996-2000 and an abrupt elevation in 2001-2002, when they for the first time became the larger part within neoplastic brain lesions structure in infants (1981-1985 - 33.3%; 1986-1990 - 39.1%; 1991-1995 - 43.5%; 1996-2000 - 35.4%; 2001-2002 - 68.7%). The mean malignancy index through the whole term of observations was 0.77, with a tendency to growing for 5-year periods and considerable increase in 2001-2002 (in 1981-1985 - 0.5, in 1986-1990 - 0.64, in 1991-1995 - 0.76, in 1996-2000 - 0.54, and in 2000-2002 - 2.2).

Увеличилась в период после аварии на Чернобыльской АЭС частота злокачественных опухолей (III-IV степени анаплазии). В 1981-1985 гг. они составили 33,3%, а в 1986-2002 гг. - 46,7%. Распределение больных по годам с учетом количества злокачественных форм представлено на рисунке 2. Значимо постепенное увеличение злокачественных форм опухолей с некоторым снижением этого показателя в 1996-2000 гг., а также значительным его подъемом в 2001-2002 гг. В этот период злокачественные опухоли составили большую часть в структуре онко поражений головного мозга у детей данной возрастной группы (в 1981-1985 гг. - 33,3%, в 1986-1990 гг. - 39,1%, в 1991-1995 гг. - 43,5%, в 1996-2000 гг. - 35,4% и в 2001-2002 гг. - 68,7%). Индекс злокачественности в среднем за весь период наблюдений составил 0,77 с тенденцией роста по пятилетиям и существенным увеличением в 2001-2002 гг. (в 1981-1985 гг. - 0,5; в 1986-1990 гг. - 0,64; в 1991-1995 гг. - 0,76; в 1996-2000 гг. - 0,54 и в 2001-2002 гг. - 2,2).

FIGURE 2. CENTRAL NERVOUS SYSTEM TUMOR INCIDENCE DYNAMICS AMONG CHILDREN AGED UNDER 3 YEARS

РИСУНОК 2. ДИНАМИКА ЧАСТОТЫ ОНКОЛОГИЧЕСКИХ ЗАБОЛЕВАНИЙ ЦНС У ДЕТЕЙ В ВОЗРАСТЕ ДО 3 ЛЕТ



Mean indices of patients' age did not change substantially and remained to be 23 months. In addition, no substantial changes were revealed in patients' gender, tumor localization and basic histological characteristics (tables 1, 2, 3).

Средневозрастные показатели больных существенно не изменились и в среднем составили 23 месяца. Не претерпели значительных изменений половые, основные гисто-биологические показатели и локализация (таблицы 1, 2, 3).

TABLE 1

AGE AND GENDER RATIO OF INFANTS WITH BRAIN TUMORS

ТАБЛИЦА 1

СООТНОШЕНИЕ ВОЗРАСТА И ПОЛА МЛАДЕНЦЕВ
С ОПУХОЛЯМИ ГОЛОВНОГО МОЗГА

Age	Male		Female		Total	
	Cases	%	Cases	%	Cases	%
0-1	20	60.6%	13	39.4%	33	17.5%
1-2	36	52.2%	33	47.8%	69	36.8%
2-3	50	58.1%	36	41.9%	86	45.7%
Total	106	56.4%	82	43.6%	188	100%

TABLE 2

LOCATION OF BRAIN TUMORS IN CHILDREN UNDER 3 YEARS

ТАБЛИЦА 2

ЛОКАЛИЗАЦИЯ ОПУХОЛЕЙ ГОЛОВНОГО МОЗГА У ДЕТЕЙ В ВОЗРАСТЕ ДО 3 ЛЕТ

Location	The number of observations			
	0-1 years	1-2 years	2-3 years	Total
Supratentorial tumors	23	30	28	(81) 43.1%
Cerebral hemispheres	21	16	14	(51) 27.1%
Midline region	2	7	5	(14) 7.4%
Optic nerve and chiasm	–	7	9	(16) 8.5%
Infratentorial tumors	10	39	58	(107) 56.9%

TABLE 3

HISTOLOGICAL STRUCTURE AND ANAPLASIA DEGREE OF CNS TUMORS IN CHILDREN
OF DIFFERENT AGES

ТАБЛИЦА 3

СРАВНИТЕЛЬНЫЕ ДАННЫЕ ПО ГИСТОСТРУКТУРЕ И СТЕПЕНИ АНАПЛАЗИИ
ОПУХОЛЕЙ ЦНС У ДЕТЕЙ РАЗНЫХ ВОЗРАСТНЫХ ГРУПП

Histological diagnosis	Anaplasia degree	Patients under 15 years	Patients under 3 years
Astrocytomas	I-II	817 (31%)	62 (33%)
	III-IV	345 (13.1%)	22 (11.7%)
Oligodendrogliomas	I-II	37 (1.4%)	2 (1.1%)
	III-IV	17 (0.6%)	1 (0.5%)
Ependymomas	I-II	124 (4.7%)	19 (10%)
	III-IV	69 (2.6%)	5 (2.6%)
Medulloblastomas	IV	479 (18.2%)	38 (20.2%)
Papillomas	I-II	36 (1.4%)	14 (7.4%)
	III-IV	8 (0.3%)	3 (1.6%)
Craniopharyngiomas	I-II	192 (7.3%)	8 (4.2%)
Sarcomas	IV	122 (4.6%)	6 (3.2%)
Other	I-II	378 (14.3%)	1 (0.5%)
	III-IV		7 (3.7%)
Total	I-II	1593 (60.5%)	106 (56.4%)
	III-IV	1040 (39.5%)	82 (43.6%)
In all		2633	188

The results of our study prove the suggestion that neuroectodermal tumors prevail in younger children (88.3%), noteworthy that to a greater degree than in older children (73.8%) (Orlov Y.A. et al., 2001). Comparative data on the incidence of various tumors of the central nervous system in different children age groups are presented in table 3.

The tumors most frequently diagnosed in infants are: astrocytomas (45%), medulloblastomas (37%), ependymomas (12.2%), plexus papillomas (9%), craniopharyngiomas (4.2%) and germinomas (2.2%). Plexus papilloma is the most frequent tumor revealed in children aged less than 1 year (36.4%).

Наши исследования подтверждают положение о преобладании у детей младшего возраста нейроэктодермальных опухолей (88,3%), причем, в большей степени, чем у детей старшего возраста (73,8%) (Орлов Ю.А. и соавт., 2001). Сравнительные данные по частоте различных опухолей ЦНС у детей различных возрастных групп представлены в таблице 3.

У детей младшего возраста наиболее часто диагностированы: астроцитомы (45%), медуллобластомы (37%), эпендимомы (12,2%), плексус папилломы (9%), краниофарингиомы (4,2%), герминомы (2,2%). Плексус папилломы наиболее часто встречаемая опухоль у детей до 1 года (36,4%).

CONCLUSIONS

Deteriorated radiation situation upon the Chernobyl accident in Ukraine has adversely affected the brain tumor incidence in infants leading, thereby, to more than 5.8-times growth of total patient population and 10 times elevation of the number of patients aged under 1 year.

The mean brain tumor all-country incidence has increased from 0.1‰ to 0.3‰ with the particular growth being most marked in the cities of Kiev, the Kiev, Chernigov, Vinnitsa, Cherkassy and Rovno oblasts (regions).

Malignant tumors constitute 43.6% of all CNS neoplasm in children aged under 3 years. The most frequent histology types of tumors are found in this age group: astrocytomas (45%), medulloblastomas (37%), ependimomas (12.2%), plexus papillomas (9%), craniopharyngiomas (4.2%) and germinomas (2.2%). Plexus papilloma is the most frequent tumor revealed in children of the first year of life (36.4%).

REFERENCES

- Зозуля Ю.А., Пацко Я.В., Никифорова А.Н.* Эпидемиологические исследования в нейроонкологии: современное состояние в Украине и за рубежом. *Вопр. Нейрохирургии*, 1998, 3: 50-54.
 [Zozula U.A., Patsko Ya.V., Nikiforova A.N. Epidemiological study in neuro-oncology: actual state in Ukraine and abroad. *Issues of Neurosurgery*, 1998, 3: 50-54.]
- Зозуля Ю.А., Розуменко В.Д., Лисяный Н.И.* Проблемы современной нейроонкологии. *Журн. АМН України*, 1999, 5(3): 426-441.
 [Zozula U.A., Rozumenko V.D., Lisyany N.I. Problems of contemporary neuro-oncology. *J. of AMS of Ukraine*, 1999, 5(3): 426-441.]
- Орлов Ю.О.* Динамика частоты аномалий развития та пухлин головного мозку у дітей до і після чорнобильської катастрофи. *Матеріали I з'їзду нейрохірургів України*. Київ, 1993, с. 18.
 [Orlov Y.O. Congenital malformations and brain tumors incidence dynamics in children before and after the Chernobyl disaster. *Proc. Ist Neurosurgery Congress of Ukraine*. Kiev, 1993, p. 18.]
- Орлов Ю.А.* Эпидемиология и результаты лечения опухолей головного мозга у детей (обзор литературы). *Український нейрохірургічний журнал*. 2000, 2: 5-14.
 [Orlov Y.A. Epidemiology and the results for treatment brain tumors in children. *The Ukrainian neurosurgical journal*, 2000, 2: 5-14.]

ВЫВОДЫ

Ухудшение радиационной обстановки после аварии на ЧАЭС в Украине негативно сказалось на частоте возникновения опухолей головного мозга у детей младшей возрастной группы, что привело к росту количества больных более чем в 5,8 раз, а у детей грудного возраста - в 10 раз.

Средний республиканский показатель заболеваемости изменился с 0,1‰ до 0,3‰. Особенно заметно этот показатель увеличился в г. Киеве и на радиоактивно загрязненных Киевской Черниговской, Винницкой, Черкасской и Ровенской областях.

Злокачественные опухоли составляют 43,6% всех новообразований ЦНС у детей в возрасте до 3 лет. Наиболее частыми гистологическими типами опухолей в этой возрастной группе были: астроцитомы - 45%, медуллобластомы - 37%, эпендимомы - 12,2%, плексус папилломы - 9%, краниофарингиомы - 4,2% и герминомы - 2,2%. Плексус папилломы наиболее часто встречаемая опухоль у детей первого года жизни (36,4%).

- Орлов Ю.О., Вербова Л.М.* Сучасні аспекти лікування нейроонкологічної патології в дитячому віці. *Бюл. Укр. Асоціації нейрохірургів*, 1995, 2: 21-22.
 [Orlov Y.O., Verbova L.M. Actual aspects of neuro-oncological pathology management in children. *Bul. Ukr. Assoc. Neurosurgery*, 1995, 2: 21-22.]
- Орлов Ю.А., Верхоглядова Т.П., Малышева Т.А., Гуслицер Л.Н., Плавский Н.В., Шаверский А.В.* Динамика нейроонкологической заболеваемости у детей Украины (анализ материала 1975-1999г.). *Український нейрохірургічний журнал*. 2001, 3: 23-28.
 [Orlov Y.A., Verhoglyadova T.P., Malysheva T.A., Guslitser L.N., Plavskiy N.V., Shaverskiy A.V. Dynamics of neuro-oncological morbidity in children in Ukraine (analysis of the period 1975-1999). *The Ukrainian neurosurgical journal*, 2001, 3: 23-28.]
- Орлов Ю.А., Плавский Н.В., Шаверский А.В.* Эпидемиология онкопоражений головного мозга у детей. *Материалы II междунар. Конф. "Отдаленные медицинские последствия Чернобыльской катастрофы"*. К., 1998, с.75.
 [Orlov Y.A., Plavsky N.V., Shaverskiy A.V. Epidemiology of brain oncopathology injuries in children. *Proc. II Intern. Conf. "Remote health consequences of Chernobyl disaster"*. Kiev, 1998, p.75]