

Н.Н.Ильинских, Е.Н.Ильинских, Е.В.Ямковая, Н.Н.Ильинских

**ЦИТОГЕНЕТИЧЕСКИЕ ПОСЛЕДСТВИЯ ИНВАЗИИ *Opisthorchis felineus* У
ЛЮДЕЙ ЖИВУЩИХ В ЗОНЕ ВЛИЯНИЯ РАДИАЦИОННЫХ
ПРОИЗВОДСТВ СИБИРСКОГО ХИМИЧЕСКОГО КОМБИНАТА**

Сибирский медицинский университет, Томск

В обследованном пос. Самусь, находящемся в зоне влияния радиационных производств Сибирского химического комбината и контрольном пос. Коларово число людей, пораженных трематодой *Opisthorchis felineus*, практически одинаково, однако степень их инвазированности была выше в пос. Самусь. Установлено, что у не инвазированных жителей пос. Самусь уровень клеток с некоторыми типами хромосомных нарушений выше, чем у здоровых жителей пос. Коларово. Различия были особенно существенны в числе дицентрических и кольцевых хромосом. При инвазии описторхами наблюдается достоверное увеличение количества клеток с хроматидными абберациями. Установлено, что чем выше степень инвазии, тем больше клеток с цитогенетическими абберациями наблюдается в крови больного.

*хромосомные нарушения, инвазия *Opisthorchis felineus*, зона влияния Сибирского химического комбината, радиация*

*Адресат для корреспонденции: 634050, Томск, Московский тракт, 2, Сибирский медицинский университет, тел.: (3822)41-36-79; факс: (3822)23-33-09.
E-mail: root@ecogen.tomsk.su

Цитогенетически обследованы жители пос. Самусь, расположенного на берегу реки Томи в зоне воздействия радиационных производств Сибирского химического комбината, а также контрольного пос. Коларово.

Сибирский химический комбинат (СХК) был создан в 1959 году [1]. Радиационные отходы этого крупного предприятия длительное время сбрасывались в местные озёра и реку Томь. В связи с этим водоросли, моллюски и рыба существенно загрязнены радионуклидами [2,3]. За прошедшие 40 лет на СХК по официальным данным произошло 36 радиационных аварий [4]. Как известно, река Томь и ближайшие к ней реки представляют природный очаг заболевания вызываемого гельминтом *Opisthorchis felinus*. Это плоский червь, относящийся к трематодам, поселяется в желчных протоках печени человека, вызывая воспалительные процессы и даже рак печени [5]. Человек заражается при употреблении в пищу рыбы из семейства карповых (язь, лещ, карась и др.). В некоторых населенных пунктах Сибири пораженность *O. felinus* может достигать 96% [6,7].

Ранее нами было показано, что в населенных пунктах, расположенных на берегу реки Томи, повышено число людей, имеющих высокий уровень клеток с цитогенетическими нарушениями, что мы объяснили радиационным загрязнением этого района Томской области [8-10]. Однако, известно, что некоторые трематоды, также способны индуцировать цитогенетические абберации в клетках человека [11,12]. Так, экспериментальное заражение золотистых хомяков и морских свинок метацеркариями *O. felinus* вызывает существенное увеличение в костном мозге животных числа клеток с цитогенетическими нарушениями [11,13]. Таким

образом в зоне влияния СХК, помимо радиационного существуют и биологические факторы мутагенеза, возможно, обусловленные действием на организм инвазированного человека трематод *O. felineus*. Ранее нами было высказано предположение о том, что *O. felineus* способен потенцировать факторы мутагенной и канцерогенной природы, в частности, радиоактивные факторы [14]

В связи с изложенным, целью настоящей работы явилось изучение уровня клеток с цитогенетическими нарушениями у больных описторхозом и здоровых людей, проживающих в зоне влияния СХК в сравнении с контролем.

Материалы и методика

Всего обследовано 90 человек, жителей пос. Самусь, расположенном на берегу реки Томи недалеко от места сброса радиоактивных отходов с СХК и 84 жителя пос. Коларово (контроль), находящегося в 24 км выше по течению р. Томь от мест сброса радиоактивных отходов СХК в экологически благоприятной зоне Томской области. Радиоэкологическая оценка территории расположенной около СХК, проведенная после аварии 6 апреля 1993 года показала, что в окрестностях пос. Самусь максимальная плотность радиоактивных выпадений в виде отдельных пятен составила 130 Ки/км². На почве обнаружено большое количество «горячих» частиц активностью от 10⁻¹¹ до 10⁻⁶ Ки/частицу. В нуклидном составе преобладали ниобий-95 и цирконий-95 [15]. Направление ветра в момент аварии было северо-восточным и населенные пункты расположенные на юг от СХК, в т.ч. и пос. Коларово не пострадали. В настоящее время радиационный фон, регистрируемый в пос. Самусь и пос. Коларово практически одинаков и составляет 12-14 мкР/час [2]. При сравнительном анализе химической загрязненности воды и почвы, проведенном в окрестностях пос. Самусь и Коларово, на наличие некоторых

потенциальных химических мутагенов (наиболее распространенные пестициды, гербициды, а также тяжелые металлы) достоверных отличий не наблюдалось [16].

В настоящем исследовании каждый обследованный житель пос. Самусь и Коларово прошел дуоденальное зондирование для определения наличия в желчи яиц *O. felineus*. Всех обследованных мы подразделили на 4 группы: 0- не инвазированные; 1- слабо инвазированные (в 1 мл желчи содержится не более 10 яиц гельминта); 2- среднее инвазирование (в 1 мл желчи содержится от 10 до 100 яиц); 3- сильно инвазированные (в 1 мл желчи содержится более 100 яиц).

Для хромосомного анализа у каждого индивидуума брали 10 мл крови из вены руки. Лейкоциты крови культивировали на протяжении 48 часов в среде RPMI-1640 с добавлением 20% фетальной сыворотки телят. После чего готовили хромосомные препараты стандартным способом [17]. При анализе учитывали все типы структурных aberrации хромосом (кроме гетов), а также число гиперплоидных и полиплоидных клеток, анализируя у каждого человека 100-200 клеток. Всего у жителей пос. Самусь проанализировано 16286, а у жителей пос. Коларово 15892 метафазы. Все данные обрабатывали статистически с применением критерия Стьюдента и корреляционный анализ по Спирмену, используя пакет статистических компьютерных программ [18]

Результаты и обсуждение

Результаты обследования (см. рис.) свидетельствуют, что как в пос. Самусь, так и в пос. Коларово число людей инвазированных *O. felineus* составляет около 70%. Однако, в пос. Самусь число инвазированных жителей, имеющих большое число яиц в образцах желчи, полученных при дуоденальном зондировании, было достоверно выше (во всех случаях $p < 0,01$), чем при аналогичных исследованиях

среди жителей пос. Коларово. Установлено, что как в пос. Коларово, так и в пос. Самусь у людей инвазированных *O. felineus*, по сравнению с неинвазированными, повышено число клеток с цитогенетическими нарушениями. У больных описторхозом, живущих в пос. Коларово число клеток, имеющих цитогенетические нарушения составило $7,5 \pm 0,8\%$ при $1,8 \pm 0,4\%$ у здоровых людей, живущих в этом же поселке ($p < 0,01$) (см. табл. 1). При описторхозе преобладали клетки с хроматидными абберациями ($5,6 \pm 0,7\%$ при $1,3 \pm 0,4\%$ в контроле; $p < 0,01$) и гиперплоидным набором хромосом ($1,2 \pm 0,3$ и $0,4 \pm 0,1\%$; $p < 0,01$), при этом частота клеток с хромосомными типами аббераций хромосом и полиплоидным набором хромосом у здоровых и больных практически не различалась ($p < 0,05$). У жителей пос. Самусь наблюдаемый уровень клеток с хромосомными нарушениями как у больных описторхозом, так и у здоровых доноров был в 2-3 раза выше, чем у жителей пос. Коларово. Особенно существенно было различие в числе клеток с абберациями хромосомного типа. Одновременно отмечается возрастание у больных описторхозом количества клеток с гиперплоидным и полиплоидным набором хромосом. Следует отметить, что у жителей пос. Самусь по сравнению с жителями пос. Коларово высокое число клеток с абберациями хромосомного типа наблюдалось как у здоровых людей, так и у больных описторхозом (соответственно $2,6 \pm 0,6\%$ и $3,1 \pm 0,7\%$; $p > 0,05$). Анализ числа клеток с цитогенетическими нарушениями в зависимости от степени инвазированности человека *O. felineus* свидетельствует (см. табл. 2), что имеется четко выраженная зависимость, чем больше яиц описторхов выделяется с желчью у данного больного, жителя пос. Коларово, тем чаще у него наблюдаются клетки с абберациями хроматидного типа (коэффициент корреляции (r) равен $0,86$; при $P < 0,01$), а также клетки с

полиплоидным набором хромосом ($r=0,59$; $P<0,05$). У больных, проживающих в пос. Самусь таких закономерностей не установлено.

Таким образом, согласно полученным нами данным в обследованном пос. Самусь и Коларово число инвазированных людей практически одинаково, однако степень их инвазированности была выше в пос. Самусь, чем в пос. Коларово. Имеются данные свидетельствующие о том, что при радиоактивном загрязнении местности резко увеличивается степень инвазированности организма некоторыми гельминтами [19], что связано, по-видимому, как со снижением активности противогельминтного иммунитета, так и с морфофункциональными изменениями самого паразита [20]. Цитогенетическое обследование жителей этих двух населенных пунктов выявило ряд существенных различий как по количеству регистрируемых клеток с нарушениями в структуре, так и в числе хромосом.

Следует отметить, что у здоровых людей и больных описторхозом, проживающих в пос. Самусь, число клеток с дицентрическими и кольцевыми хромосомами достоверно не различалось, однако число наблюдаемых клеток с данным типом aberrаций хромосом у жителей поселка Самусь, было почти в 20 раз выше, чем у жителей пос. Коларово. Так из 16286 метафаз проанализированных у жителей пос. Самусь в 56 наблюдались дицентрические и кольцевые хромосомы ($0,34\pm 0,06\%$), а среди 15892 метафаз подвергнутых анализу в крови жителей пос. Коларово aberrации хромосом такого типа отмечены только в трех клетках ($0,02\pm 0,01\%$; $p<0,01$). У больных описторхозом и здоровых людей по этому показателю достоверных различий не наблюдалось ($p>0,05$). Известно, что дицентрики и кольцевые хромосомы образуются, в основном, под действием факторов радиационной природы. При этом согласно многих исследователей [23-26] имеется прямая зависимость между числом таких клеток и дозой облучения,

полученной данным человеком. Биодозиметрия, проведенная у жителей пос. Самусь, непосредственно после радиационной аварии на СХК в апреле 1993 года 4 независимыми группами исследователей с использованием хромосомного теста, микроядерного анализа и электроно-парамагнитного резонанса эмали зубов, позволила заключить, что дозы облучения жителей этого поселка существенно выше тех, которые человек может получить от естественных факторов окружающей среды [27].

Уровень клеток со структурными aberrациями хромосом у больных описторхозом, проживающих в пос. Коларово, по-видимому, в значительной мере обусловлен присутствием в организме гельминтов *O. felineus*. Мутагенный эффект радиации, в некоторой мере, возможно оценить на основании наблюдаемого уровня клеток со структурными нарушениями хромосом в крови у здоровых жителей пос. Самусь. В то же время, следует отметить, что уровень структурных aberrаций хромосом, наблюдаемый у больных описторхозом, проживающих в пос. Самусь не соответствует гипотетическому аддитивному эффекту *O. felineus* и радиации.

Согласно данным, полученным Кудрявцевым [21], при описторхозной инвазии резко усиливается эксцизионная ДНК-репарация в лимфоцитах крови больных людей, что объясняется автором стимуляцией этим паразитом интерферогенеза в организме больного человека. Как известно, интерферон способен усиливать в клетках человека ДНК-репаративные процессы [22], в результате чего резко снижается уровень структурных aberrаций хромосом, вызванных ионизирующей радиацией.

Особое внимание привлекают данные о том, что у больных описторхозом жителей пос. Самусь, существенно увеличено число клеток с полиплоидным

хромосомным набором. Известно, что способностью индуцировать полиплоидию обладают некоторые вирусы [11]. Например, вирусы группы Коксаки и полиомиелита вызывают колхициноподобный эффект и блокирование цитотомии [28], а вирус кори и Сендай способны к симпластообразованию [27], что ведет в последствии к появлению клеток с полиплоидным числом хромосом.

Ранее нами было показано, что на радиационно загрязненных территориях около СХК и Семипалатинского атомного полигона наблюдается усиление циркуляции вируса Эпштейна-Барр [7,30,31], способного блокировать деление лимфоцитов крови на стадии метафазы [32]. Полученные данные свидетельствуют, что этот вирус может сохраняться в теле март описторхов [33]. По-видимому, гипотетически возможно предположить, что радиация способствует эксцизии провируса Эпштейна-Барр [32] и дальнейшее размножение этого вируса становится особенно благоприятным у людей инвазированных *O. felineus*, поскольку при этом гельминтозе наблюдается увеличение числа В-лимфоцитов [5, 21], в которых этот вирус успешно репродуцируется [34].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Makhijani A., Hu H., Yih K. //Nuclear Wasterlands. A Global Guide to Nuclear Weapons Production and Its Health and Environmental Effects. London: MIT Press, 1995. P. 666.
2. Рихванов Л.П. Общие и региональные проблемы радиоэкологии. Томск: Изд-во Томского университета, 1997, 384 с.
3. Ilyinskikh E.N., Ivanchuk I.I., Rogozin E.A., Ilyinskikh N.N. //Mutat. Res. 1998. V. 421. P. 197-203.
4. Булатов В.И. Россия радиоактивная. Новосибирск: ЦЭРИС, 1996. . 271 с.
5. Лепехин А.В., Мефодиев В.В., Филатов В.Г. Эпидемиология и лечение описторхоза. Томск :Изд-во Томского университета, 1992. 230 с.
6. Ильинских Н.Н. //Изв. СО АН СССР. сер. биол. 1983. Т.1. Вып.1. С.109-114.
7. Ilyinskikh E.N., Novitskiy V.V., Urazova L.N et al// Environ. Toxicol., 1999. V.14 (4). P. 414-424.
8. Ilyinskikh N.N., Eremich A.V., Ivanchuk I.I., Ilyinskikh E.N. //Mutat. Res. 1996. V.361 P.173-178.
9. Ильинских Е.Н., Иванчук И.И., Ильинских Н.Н., Рогозин Е.А. //Радиац. биология. Радиоэкология. 1998. Т. 38. Вып. 2. С.164-170.
10. Ильинских Н.Н., Булатов В.И., Адам А.М и др. Радиационная экогенетика России. Томск: Сиб. мед. универ., 1998. 290 с.
11. Ильинских Н.Н., Бочаров Е.Ф., Ильинских И.Н. Инфекционный мутагенез. Новосибирск: Наука, 1984. 168 с.

12. Satarug S, Haswell-Elkins M.R, Sithithaworn P. et al.// Carcinogenesis 1998. V.19(3). P. 485-491.
13. Ilyinskikh E.N., Lepyekhin A.V., Logvinov S.V., Ilyinskikh N.N. //Parasitology Research. 1998. V. 84(7). P. 570-572.
14. Ilyinskikh N.N., Kudryavtsev D.P. //Opisthorchis felinus - are promoters of oncogenesis and mutagenesis. Abstract. European Developmental Biology Congress (EDBC-91). / Ed. J.B.Gurdon. Jerusalem, Israel. 1991. P.109-110.
15. Иванов А.Б., Герасимов Ю.С., Носов А.В.//Радиоактивность и радиоактивные элементы в среде обитания человека. Томск: Изд-во Томского университета, 1996. С.290-294.
16. Ривханов Л.П. Состояние окружающей среды и здоровье населения в зоне влияния Сибирского химического комбината. Томск: Изд-во Томского университета, 1994, 84 с
17. Buckton KE, Evans H.J. //Methods for the analysis of human chromosome aberrations. Geneva: WHO, 1973. P. 124.
18. SAS Institute Inc. //SAS/STAT™ User's Guide, Version 6. 1989. Fourth Edition. Cary NC. N.Y. SAS Institute Inc. 1989. P.24
19. Пельгунов А.Н., Ларченко Т.Т. //Биоиндикация радиоактивных загрязнений, М.: Наука, 1999. С.339-346.
20. Сонин М.Д., Пельгунов А.Н., Белов А.П. //Биоиндикация радиоактивных загрязнений. М.: Наука, 1999. С. 42-48.
21. Кудрявцев Д.П. //Механизмы цитогенетической нестабильности при описторхозной инвазии. Автореф. канд. дисс. Томск: Сиб. мед. универ., 1992. 24 с.
22. Засухина Г.Д. /Репаративные механизмы клеток и проблемы окружающей среды. М.: Наука, 1979. 183 с.

23. Lloyd D.C., Edwards A.A., Leonard A. // *Int.J.Radiat.Biol.* 1988. V.53 (1). P. 49-55.
24. Edwards A.A., Lloyd D.C., Prosser J.S. // *Chromosome aberrations in human lymphocytes - A radiobiological review.* London: Academic Press, 1989. P. 423-432.
25. Sevankaev A.V. // *Radiobiology.* 1991. V. 31(4). P. 600-605.
26. Шевченко В.А., Снигирева В.А., Сусков И.И. и др. // *Радиац. биология. Радиоэкология.* 1995. Т. 35. Вып. 5. С.588-596.
27. Ilyinskikh N.N., Ilyinskikh I.N., Porovskiy V.A., Natarajan A.T., Suskov I.I., Smirenniy L.N., Ilyinskikh E.N. // *Mutagenesis.* 1999. V. 14 (5). P. 473-478.
28. Ильинских Н.Н., И.Н.Ильинских, Е.Ф.Бочаров. *Цитогенетический гомеостаз и иммунитет.* Новосибирск: Наука. 1986. 204 с.,
29. Ilyinskikh N.N., Ilyinskikh I.N. // *J.hyg.,epid.,microb. and immunol.* 1983. V. 27. P. 143-147.
30. Ilyinskikh N.N., Isaeva T.M., Ivanchuk I.I et al. // *J. Environ. Mut. Soc.* 1998. V.31(1). P. 11-17.
31. Ilyinskikh N.N., Adam A.M., Ilyinskikh E.N. // *Mutagenic effects of the radioactive contamination of the environment in Siberia.* Novosibirsk: Krokus, 1998. P. 117.
32. Ильин С.Ю.. *Роль вируса Эпштейна-Барр в цитогенетических изменениях клеток крови у людей, подвергшихся действию ионизирующей радиации:* Автор. канд. дисс., Томск: Сиб. мед. универ., 1995. 24 с.
33. Ильинских Е.Н. *Цитогенетический анализ последствий описторхозной инвазии, сопровождающейся персистенцией вируса Эпштейна-Барр:* Автореф. канд. дисс. Томск: Сиб. мед. универ., 1999. 22 с.
34. Epstein M.A. // *Herpesviruses.* N.Y., London: Academic Press, 1985, P. 327-337.

Cytogenetic effects of *Opisthorchis felinus* infection in people living in an area close to nuclear facilities of Siberian Chemical Combine

Abstract

We found that the intensity of opisthorchiasis in people living in Samus settlement in an area around Siberian Chemical Combine was higher than in a control group in Kolarovo settlement. Moreover, it was demonstrated that the frequency chromosome aberrations in an *Opisthorchis felinus* - infected group from Samus settlement was significantly higher than in non-infected groups from Samus and Kolarovo settlements.

The frequency of dicentric and ring chromosome aberrations was significantly higher in infected and radiation exposed group from Samus settlement compared to the control group.

Е.Н.Ильинских, И.Н.Ильинских, А.В.Лепехин, Н.Н.Ильинских

**Цитогенетические последствия инвазии *Opisthorchis felineus* у
людей живущих в зоне влияния радиационных производств
Сибирского химического комбината**

Резюме

В обследованном пос. Самусь, находящемся в зоне влияния радиационных производств Сибирского химического комбината и контрольном пос. Коларово число людей пораженных трематодой *Opisthorchis felineus* практически одинаково, однако степень их инвазированности была выше в пос. Самусь. Установлено, что у не инвазированных жителей пос. Самусь уровень клеток с некоторыми типами хромосомных нарушений выше, чем у здоровых жителей пос. Коларово. Различия были особенно существенны в числе дицентрических и кольцевых хромосом. При инвазии описторхами наблюдается достоверное увеличение количества клеток с хроматидными аберрациями. Установлено, что чем выше степень инвазии, тем больше клеток с цитогенетическими аберрациями наблюдается в крови больного.

*хромосомные нарушения, инвазия *Opisthorchis felineus*, зона влияния Сибирского химического комбината, радиация*

Т а б л и ц а 1
 Уровень лимфоцитов периферической крови с хромосомными нарушениями у больных описторхозом и здоровых доноров, проживающих в пос. Самусь (зона влияния СХК) и в пос. Коларово (контроль)

Регистрируемый показатель	пос. Коларово (контроль)		пос. Самусь	
	здоровые доноры	больные описторхозом	здоровые доноры	больные описторхозом
Клеток с абберациями хромосом (в %)				
Всего	1,8±0,6	6,6±0,8**	7,1±0,7	11,8±1,3*
с одиночными фрагментами	1,3±0,4	5,6±0,7**	5,3±0,6	7,6±0,5*
с хроматидными обмeнами	0,3±0,1	0,6±0,2	0,5±0,2	0,9±0,3
с двойными фрагментами	0,2±0,1	0,3±0,2	2,6±0,6	3,1±0,7
с хромосомными обмeнами	0,01±0,01	0,02±0,01	0,5±0,2	0,7±0,2
Клеток с гиперплоидным набором хромосом (в %)	0,4±0,1	1,2±0,3*	0,5±0,2	2,6±0,8**
Клеток с полиплоидным набором хромосом (в %)	0,2±0,1	0,3±0,2	0,4±0,1	2,9±0,9**
Всего клеток с цитогенетическими нарушениями (в %)	1,8±0,4	7,5±0,8**	7,0±0,7	17,5±1,1**

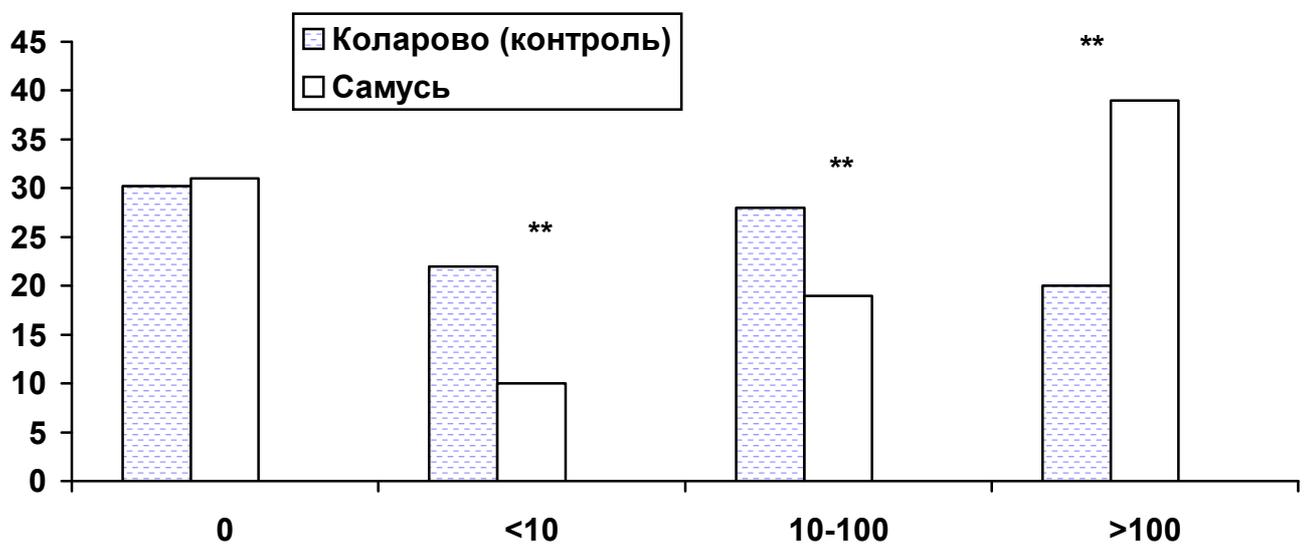
Примечание: Достоверные отличия от контроля (здоровые доноры) отмечены: * P<0,05; **P<0,01.

Таблица 2

Число лимфоцитов периферической крови с цитогенетическими aberrациями у больных описторхозом и неинвазированных лиц, проживающих в пос. Самусь и в пос. Коларово (контроль)

Регистрируемый показатель (в %)	Число клеток с нарушениями в структуре и числе хромосом у жителей населенных пунктов							
	Коларово (контроль) n= 84				Самусь n= 90			
Клеток с	0 n= 26	1 n= 18	2 n= 24	3 n= 16	0 n= 28	1 n= 22	2 n= 26	3 n= 14
с aberrациями хроматидного типа	1,5± 0,5	4,3± 0,6**	6,2± 0,8**	7,4± 1,2**	5,8± 0,6	6,3± 0,6*	8,4± 0,7**	11,8 ± 0,8**
с aberrациями хромосомного типа	0,2± 0,1	0,2± 0,1	0,3± 0,2	0,4± 0,2	3,1± 0,5	3,1± 0,5	3,6± 0,6	3,7± 0,8
с гиперплоидным набором хромосом	0,4± 0,1	0,5± 0,2	0,8± 0,2	1,2± 0,3*	0,5± 0,2	1,9± 0,4*	2,5± 0,7**	3,5± 0,8**
с полиплоидным набором хромосом	0,2± 0,1	0,3± 0,1	0,4± 0,2	0,4± 0,3	0,4± 0,1	2,1± 0,7**	2,7± 0,9**	5,6± 0,7**
Всего клеток с цитогенетическим и нарушениями	1,8± 0,4	6,0 ± 0,7	7,6 ± 0,9	8,1 ± 1,1	7,0± 0,7	12,1 ± 1,2*	17,4 ± 1,2**	21,1 ± 2,3**

Примечание: Достоверные отличия от интактного контроля (0) отмечены: * P<0,05; **P<0,01; обозначено - 0, 1, 2 и 3 - группы обследованных людей, соответственно, не инвазированные, содержащие до 10, от 10 до 100 и более 100 яиц в 1 мл желчи.



Примечание: Достоверные отличия от контроля отмечены $**P < 0,01$

Рис. Число людей пораженных *O. felinus* и показатели степени инвазированности в пос. Коларово (контроль) и в пос. Самусь, расположенном в зоне влияния СХК
 По оси абсцисс - число яиц в 1 мл желчи (абс.); по оси ординат - число неинвазированных и инвазированных *O. felinus* людей (в %)

ПОДПИСИ К РИСУНКУ

*Примечание: Достоверные отличия от контроля отмечены $**P < 0,01$*

Рис. Число людей пораженных *O. felineus* и показатели степени инвазированности в пос. Коларово (контроль) и в пос. Самусь, расположенном в зоне влияния СХК
По оси абсцисс - число яиц в 1 мл желчи (абс.); по оси ординат - число неинвазированных и инвазированных *O. felineus* людей (в %)