

© Мороз Г.О.

УДК 576.3/7:591.1(053):533.6013.8

## ЗМІНИ ЛЕЙКОЦИТАРНОЇ ФОРМУЛИ ПІД ВПЛИВОМ ГРАВІТАЦІЙНИХ ПЕРЕВАНТАЖЕНЬ В ЕКСПЕРИМЕНТІ

*Г.О.Мороз*

*Кафедра нормальної анатомії (зав. – проф. В.С.Пикалюк) Кримського державного медичного університету ім. С.І.Георгієвського, м. Сімферополь*

---

**Резюме.** За допомогою підрахунку лейкограми крові щурів-самців лінії Вістар, які зазнавали дії поперечних гравітаційних перевантажень, установлені вікові особливості лейкоцитарної формули. Виявлені зміни варто розцінювати як показник загальної адаптаційно-приспосувальної реакції організму на гіпергравітаційно-індукований стрес залежно від віку і тривалості його дії. З метою підвищення адаптаційних можливостей організму при дії гіпергравітації можливе використання антиоксидантних лікарських препаратів.

**Ключові слова:** лейкоцитарна формула, щур, гіпергравітація, захист.

---

Одним з напрямів сучасної морфології є вивчення адаптації організму до перевантажень в умовах високоманеврених польотів та розробка способів, що забезпечують стійкість організму до їх дії [1, 2]. Дія гіпергравітації на організм викликає істотні компенсаторно-приспосувальні та дезадаптаційні зміни практично в усіх органах і системах [3, 4]. Проте дані літератури по зміни вмісту клітин крові при гіпергравітації суперечливі. П.Д.Горизонтов и др. (1983) вказують на те, що перевантажувальний стрес викликає збільшення міграції лімфоцитів із тимуса та селезінки. Тимоцити мігрують через кров у кістковий мозок і сполучну тканину, збільшується кількість стовбурових клітин. Інші дані лейкоцитарної формули при значних гравітаційних перевантаженнях одержані в експериментах на білих мишах, в яких спостерігали нейтропенію, лімфопенію, а в деяких випадках еозінопенію (П.В.Васильев, А.Р.Котовская, 1975). Показано, що клітинний склад крові залежить від тривалості дії пошкоджувального фактора: при гострому експерименті гіпергравітаційної дії збільшується вміст лімфоцитів (вихід з депо) і лейкоцитів, а при хро-

нічному вміст лімфоцитів знижується [4].

**Мета дослідження.** Визначити вікові особливості лейкоцитарної формули крові залежно від тривалості гіпергравітаційної дії і способів захисту.

**Матеріал і методи.** Дослідження проведено на 252 щурах-самцях лінії Вістар трьох вікових груп: I – 2-місячні (120-130 г), II – 6-місячні (200-220 г) і III – 12-місячні (260-280 г), розподілених на інтактних і 6 експериментальних серій по 12 щурів у кожній. Залежно від термінів експерименту тварини кожної серії поділені на 2 підгрупи: 1) з дією гравітаційних перевантажень протягом 10 днів; 2) з дією гравітаційних перевантажень протягом 30 днів.

Першу серію (контроль-1) становили тварини без впливу гравітаційних перевантажень. До другої серії (контроль-2) увійшли щури, які (як і тварини першої серії) не піддавалися обертанню в центрифусі, але їх розміщували на її зовнішній поверхні, а за 30 хв до початку досліду їм внутрішньоочеревинно вводили стерильний фізіологічний розчин в еквівалентних об'ємах. Третю серію становили щури, які піддавалися систематичній дії поперечних граві-

таційних перевантажень (9 g) у вигляді слідує один за другим трьох "майданчиків" тривалістю по 3 хв. Тварини четвертої серії випробовували аналогічні перевантаження в умовах фізичного захисту [5]. Тварин п'ятої і шостої серії піддавали дії гравітаційних перевантажень на тлі застосування фармакологічної протекції антиоксидантними препаратами: глутаргін і ліпофлавіон відповідно. Експеримент проводили щодня, в один і той же час доби. Тварин виводили з експерименту наступного дня після останнього дослідження, відповідно на 11-й і 31-й дні, методом декапітації під ефірним наркозом. Проводили забір крові, готували тонкий мазок, який фіксували метанолом і фарбували за методом Романовського-Гімзи. Надалі забарвлений мазок вивчали під мікроскопом, підраховували не

менше 100 лейкоцитів, клітини ідентифікували. Показники 3-ї і 4-ї серій зіставляли з даними контролю-1, а 5-ї і 6-ї серій – з даними контролю-2.

**Результати дослідження та їх обговорення.** Лейкоцитарна формула інтактних щурів трьох вивчених вікових груп характеризується переважанням лімфоцитів. При цьому відзначали вірогідну тенденцію до зниження процентного вмісту лімфоцитів у лейкограмах інтактних і контрольних щурів залежно від збільшення віку тварин.

Зміни лейкоцитарної формули щурів I вікової групи при 10-денній систематичній дії гіпергравітації були незначними і характеризувалися відносним зниженням в 1,6 раза палочкоядерних нейтрофілів і збільшенням в 1,7 раза кількості моноцитів (табл. 1). Враховуючи, що моноцити є джерелом ре-

Таблиця 1

Лейкограма крові щурів під впливом гіпергравітації (10 днів)

Групи тварин	Серії дослідів	Нейтрофіли			Лімфоцити % (M±m)	Моноцити % (M±m)
		загальні % (M±m)	паличк. % (M±m)	сегмент. % (M±m)		
I (2 міс.) n=42	Інтактні	24,67±1,05	1,33±0,26	23,33±1,18	71,83±1,18	3,50±0,26
	Контроль-1	28,67±0,61	1,83±0,34	26,83±0,77	69,17±0,52	2,17±0,34
	Контроль-2	30,50±0,97	1,67±0,37	28,83±1,25	67,67±0,78	1,83±0,34
	Навантаж.	26,17±0,18*	1,17±0,18*	25,00±0,28*	70,17±0,34*	3,67±0,37*
	Фізичн. зах.	38,00±0,49*	2,83±0,34*	35,17±0,18*	56,33±0,61*	5,67±0,23*
	Глутаргін	41,17±0,87*	3,83±0,18*	37,33±0,83*	55,00±0,63*	3,83±0,34*
	Ліпофлавіон	55,83±0,52*	2,17±0,37*	53,67±0,76*	40,33±0,45*	3,83±0,22*
II (6 міс.) n=42	Інтактні	29,83±0,96	1,50±0,26	28,33±1,39	69,5±0,82	2,17±0,56
	Контроль-1	22,50±0,47	2,17±0,18	20,33±0,37	71,67±0,73	5,83±0,34
	Контроль-2	32,00±2,26	1,83±0,22	30,17±2,14	64,33±1,81	3,67±0,26
	Навантаж.	54,67±0,73*	4,00±0,28*	50,67±0,73*	40,17±0,72*	5,17±0,18*
	Фізичн. зах.	54,33±1,32*	2,00±0,28	52,33±1,16*	38,00±1,36*	7,67±0,23*
	Глутаргін	32,17±1,25	2,00±0,00*	30,17±1,25*	62,33±1,08*	5,50±0,37
	Ліпофлавіон	35,67±0,23	1,83±0,18	33,83±0,77	59,67±0,23	4,67±0,73
III (12 міс.) n=42	Інтактні	30,17±0,77	2,83±0,43	27,33±0,99	66,67±0,99	3,17±0,22
	Контроль-1	27,17±0,34	2,00±0,28	25,17±0,52	70,67±0,37	2,17±0,18
	Контроль-2	29,67±0,37	2,33±0,22	27,33±0,45	67,50±0,58	2,83±0,22
	Навантаж.	39,00±0,57*	1,33±0,23*	37,67±0,73*	58,17±0,52*	2,83±0,18*
	Фізичн. зах.	38,83±0,22	2,67±0,61	36,33±0,23	57,17±0,82	3,83±0,63
	Глутаргін	28,83±0,52*	3,17±0,34*	25,67±0,37	69,33±0,46*	1,50±0,37
	Ліпофлавіон	36,83±0,66*	2,83±0,22*	34,00±0,97*	62,00±0,73*	1,17±0,22*

\* – P ≤ 0,05 відносно контролю

Лейкограма крові щурів під впливом гіпергравітації (30 днів)

Групи тварин	Серії дослідів	Нейтрофіли			Лімфоцити % (M±m)	Моноцити % (M±m)
		загальні % (M±m)	паличк. % (M±m)	сегмент. % (M±m)		
I (2 міс.) n=42	Інтактні	29,67±0,97	1,50±0,26	28,17±1,39	68,00±0,76	2,33±0,56
	Контроль-1	53,83±0,66	1,00±0,00	52,83±0,66	44,17±0,72	2,00±0,28
	Контроль-2	45,00±1,33	2,17±0,34	42,83±1,18	44,17±0,72	2,83±0,34
	Навантаж.	44,83±1,31*	3,17±0,18*	41,67±1,46*	51,33±1,32*	3,83±0,18*
	Фізичн. зах.	36,67±0,54*	1,33±0,23	35,33±0,61*	55,83±0,72*	7,50±0,25*
	Глутаргін	31,17±0,52*	3,83±0,18*	27,33±0,61*	63,83±0,72*	5,00±0,28*
	Ліпофлавон	33,00±1,10*	1,67±0,26*	31,33±0,76*	62,33±0,58*	4,67±0,22*
II (6 міс.) n=42	Інтактні	30,83±0,52	1,83±0,00	29,00±0,56	67,00±0,76	2,17±0,37
	Контроль-1	49,83±1,11	3,83±0,18	46,00±1,02	45,33±0,92	4,83±0,34
	Контроль-2	50,33±1,46	2,5±0,24	47,83±1,51	46,50±1,09	3,17±0,44
	Навантаж.	39,00±0,63*	1,83±0,18*	37,17±0,77*	57,00±0,63*	4,00±0,28*
	Фізичн. зах.	55,50±0,74*	4,67±0,23*	50,83±0,77*	36,83±0,77*	7,67±0,23*
	Глутаргін	32,17±0,34*	1,17±0,18*	31,00±0,28*	64,17±0,34*	3,67±0,23*
	Ліпофлавон	64,00±0,57*	3,83±0,37	60,17±0,26*	30,17±0,58*	5,83±0,00*
III (12 міс.) n=42	Інтактні	32,67±0,88	2,50±0,26	30,17±0,82	63,83±0,63	3,50±0,26
	Контроль-1	39,00±0,57	1,33±0,23	37,67±0,61	58,17±0,77	2,83±0,34
	Контроль-2	39,67±0,73	1,83±0,22	37,83±1,06	57,83±0,82	2,50±0,26
	Навантаж.	47,17±0,77*	3,17±0,18*	44,00±0,63*	49,17±0,91*	3,67±0,23*
	Фізичн. зах.	46,50±0,22	2,83±0,22	43,67±0,73	48,83±0,22	4,67±0,18
	Глутаргін	56,33±1,08*	2,17±0,18	54,17±0,91*	38,17±0,77*	5,50±0,37*
	Ліпофлавон	39,50±0,62	2,00±0,37	37,50±0,76	58,17±0,56	2,33±0,26

\* –  $P \leq 0,05$  відносно контролю

гуляторних цитокінів і беруть участь у формуванні та регуляції імунної відповіді, можна припустити активацію імунокомпетентних механізмів, характерних для ранніх стадій стрес-реакції. При 30-денній дії такі зрушення в лейкограмі, як збільшення (у порівнянні з контролем) майже втричі вмісту молодих форм гранулоцитів, незначний лімфоцитоз і виражене (майже вдвічі) збільшення відносної кількості моноцитів (табл. 2), свідчать про напругу лейкопоезу в червоному кістковому мозку і активацію міграційних процесів імунокомпетентних клітин у центральних і периферійних лімфоїдних органах, що, на наш погляд, можна кваліфікувати як період нестійкої адаптації до стресової дії. При цьому лейкоцитарна фор-

мула відображає відносний (у %) вміст лейкоцитів різних видів, і збільшення або зниження процентного вмісту лімфоцитів може не відображати істинний лімфоцитоз або лімфопенію, а бути наслідком зміни абсолютної кількості нейтрофілів і моноцитів.

Виражене збільшення (в 2,4 раза) відносного вмісту нейтрофілів із зрушенням у бік незрілих форм і зменшення (майже в 1,8 раза) кількості лімфоцитів у мазках крові щурів II групи при систематичній дії гравітаційних перевантажень протягом 10 днів (табл. 1), на нашу думку, характеризує виражену стресову реакцію організму, що виражається порушенням лейкопоезу та мобілізацією системи фагоцитів. Мабуть, недостатність лімфоцитів зумовлена їх актив-

ною міграцією в червоний кістковий мозок і сполучну тканину. Збільшення кратності гіпергравітаційної дії до 30 днів характеризувалося незначним зниженням відносного вмісту в лейкограмі нейтрофілів і моноцитів (відповідно на 21,7 і 17,2 %) на тлі збільшення (на 25,7 %) кількості лімфоцитів (табл. 2), що можна кваліфікувати як стабілізацію реакцій загального адаптаційного синдрому при багаторазових гравітаційних перевантаженнях.

Зміни лейкоцитарної формули щурів III вікової групи при систематичній (10 і 30 днів) гіпергравітаційній дії у вигляді незначного збільшення відносної кількості нейтрофілів (у 1,4 і 1,2 раза) з вираженим (у 2,4 раза) переважанням молодих форм (30 днів), зниженням (на 17,7 і 15,5 %) вмісту лімфоцитів і збільшенням (на 30,6 і 29,5 %) моноцитів (табл. 1 і 2) свідчить, на наш погляд, про зниження адаптаційних можливостей організму з можливим (при збільшенні кратності дії понад 30 днів) переходом у дистрес. Такий стан адаптаційних систем організму на тлі надлишку катехоламінів, глюкокортикоїдів і вторинної активації перекисного окиснення ліпідів може призвести до розвитку вторинної імунної недостатності.

Аналіз змін лейкоцитарної формули мазків крові експериментальних щурів, що піддавалися систематичній дії поперечних гравітаційних перевантажень на тлі застосування фізичного і медикаментозного методів захисту, не дозволяють дійти одно-

начних висновків. Зазначимо, що у 2-місячних щурів жоден з методів захисту (фізичний, глутаргін і ліпофлавіон) не виявляв адаптогенної стрес-корегувальної дії. Явну протекторну дію глутаргіну і ліпофлавіону з наближенням показників лейкограми до контрольних даних спостерігали у 6- і 12-місячних щурів при 10-денній дії гіпергравітації. При 30-денній дії у тварин II і III груп застосування глутаргіну, як і фізичного методу захисту, не забезпечувало наближення показників лейкограми до контрольних значень, а застосування ліпофлавіону не виявило вірогідного стабілізуючого ефекту.

**Висновки.** 1. Зміни в лейкоцитарній формулі щурів під дією систематичних гравітаційних перевантажень варто розцінювати як показник загальної адаптаційно-приспосувальної реакції організму на гіпергравітаційно-індукований стрес залежно від тривалості його дії та віку тварини. 2. Оцінка відносного вмісту різних видів лейкоцитів у крові щурів не виявила протекторної дії фізичного способу захисту при гіпергравітаційній дії. 3. З метою підвищення адаптаційних можливостей організму при дії гіпергравітації можливе використання антиоксидантних лікарських препаратів. Стрес-корегувальна дія глутаргіну і ліпофлавіону залежить від кратності гравітаційних перевантажень та віку тварин.

**Перспективним** є вивчення морфофункціонального стану тимуса і селезінки щурів під дією гіпергравітації.

### Література

1. Серова Л.В. Невесомость и онтогенез млекопитающих [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.imbp.ru/webpages/win1251/Science/UchSov/Docl/2002/Serova\\_actsp.html](http://www.imbp.ru/webpages/win1251/Science/UchSov/Docl/2002/Serova_actsp.html).
2. Хоменко М.Н. Оценка переносимости перегрузок +Gz после моделирования 8-часового полета / М.Н.Хоменко, И.В.Бухтияров, Л.С.Малащук // *Авиакосмическая и экологическая медицина*. – 2005. – Т. 39, № 5. – С. 31-36.
3. Бухтияров И.В. Газоэнергообмен человека при воздействии перегрузок +Gz и использовании различных средств противоперегрузочной защиты / И.В.Бухтияров, О.Л.Головкина, М.Н.Хоменко // *Авиакосмич. и экол. медицина*. – 2004. – Т. 38, № 1. – С. 35-39.
4. Пащенко П.С. Ранняя диагностика клеточной дезадаптации у летного состава / Пащенко П.С. – М.: Вузовская книга, 1999. – 72 с.
5. Пат. 16546 Україна, МПК А 61В10/00. Пристрій для захисту біологічних об'єктів при гравітаційних перевантаженнях / Пикалюк В.С., Мостовий О.С.; заявники і патентовласники В.С.Пикалюк, О.С.Мостовий. – № 200509257; заявл. 3.10.05; опубл. 15.03.06, Бюл. № 3.

**ИЗМЕНЕНИЯ ЛЕЙКОЦИТАРНОЙ ФОРМУЛЫ ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ ГРАВИТАЦИОННЫХ ПЕРЕГРУЗОК В ЭКСПЕРИМЕНТЕ**

**Резюме.** С помощью подсчета лейкограммы крови крыс-самцов линии Вистар, которых подвергали воздействию поперечных гравитационных перегрузок, установлены возрастные особенности лейкоцитарной формулы. Выявленные изменения следует оценивать как показатель общей адаптационно-приспособительной реакции организма на гипергравитационно-индуцированный стресс в зависимости от возраста и длительности воздействия. С целью повышения адаптационных возможностей организма при воздействии гипергравитации возможно использование антиоксидантных лекарственных препаратов.

**Ключевые слова:** лейкоцитарная формула, крыса, гипергравитация, защита.

**CHANGES OF THE DIFFERENTIAL BLOOD COUNT UNDER THE INFLUENCE OF GRAVITATIONAL OVERLOADS IN AN EXPERIMENT**

**Abstract.** The age-related specific features of the differential blood count have been established by means of estimating a blood leukogram of male rats of the Wistar line which underwent the action of longitudinal gravitational overloads. The revealed changes are worth estimating as an index of a body's general adaptive response to hypergravitation-induced stress dependent on the age and duration of its action. For the purpose of enhancing the body's adaptive potentials under the effect of hypergravitation a use of antioxidant drugs is possible.

**Key words:** differential blood count, rats, hypergravitation, protection.

S.I.Georgievsky Crimean State Medical University (Simferopol')

Надійшла 20.02.2009 р.  
Рецензент – проф. Я.І.Федонюк (Тернопіль)

**Науково-практична конференція  
з міжнародною участю**

**"Актуальні питання невідкладної і  
відновної медицини", присвячена  
70-річчю з дня народження чл.-кор.  
АМН України, проф. В.К.Гусака**

**1-2 червня 2009 року  
м. Донецьк**

Адреса оргкомітету:

Інститут невідкладної і відновної хірургії,  
ім. В.К.Гусака  
пр-т Ленінський, 47  
м. Донецьк, 83045  
Тел. (062)313-11-22, 387-50-27