

## ТЕОРЕТИЧНА І ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА МЕДИЦИНА

УДК 615.371/.372-084

*А.Ю. Волянський*

*ДУ «Інститут мікробіології та імунології ім. І.І. Мечникова  
НАМН України», м. Харків*

### **ВЗАЄМОЗАЛЕЖНІСТЬ ФОРМУВАННЯ ВАКЦИНАЛЬНОГО ІМУНІТЕТУ І АКТИВНОСТІ СТОВБУРОВИХ ГЕМОПОЕТИЧНИХ ОДИНИЦЬ**

Вивчено взаємозв'язок формування вакцинального імунітету і клітинних перебудов у кістковому мозку експериментальних тварин, імунізованих різними типами вакцин. Вироблення напруженого довготривалого імунітету асоціюється з активацією стовбурових клітин і посиленням їх диференціювання у мієлоїдному напрямі. Подібний процес був більш вираженим при щепленні молекулярними, комбінованими вакцинами, а також при вторинній імунізації.

**Ключові слова:** *вакцинальний імунітет, стовбурові кровотворні клітини, вторинна імунізація.*

Центральним органом імунної системи є кістковий мозок, основною функцією якого в імунологічному сенсі є поповнення пулу дозрілих лімфоцитів і моноцитарно-макрофагальних клітин. Від характеру подій, що відбуваються у лімфоїдному пулі цього органа, багато в чому залежить перебіг процесів імуногенезу в периферичних лімфоїдних органах.

Відомо, що зсуви в імунному статусі організму під впливом мікроорганізмів здатні змінювати гемопоез [1–3], а ці зміни, у свою чергу, здатні або пригнічувати, або стимулювати імунні процеси. Вважається, що ця взаємозалежність обумовлена наявністю спільного попередника для всіх ланок гемо- і лімфопоезу, яким є стовбурова кровотворна клітина. Саме тому важливою властивістю вакцин повинна бути здатність стимулювати, а не пригнічувати активність стовбурових клітин і спрямовувати їх диференціювання у лімфоїдному та моноцитарно-гранулоцитарному напрямі.

Від характеру реакції гемопоетичної тканини на імунізацію залежить формування поствакцинального імунітету. Метою даного дослідження було встановлення зв'язку напруженості специфічного імунітету,

індукованого у експериментальних тварин введенням різних типів вакцин, з поствакцинальними змінами активності та диференціювального потенціалу стовбурових кровотворних клітин кісткового мозку.

**Матеріал і методи.** Дослідження було виконано на 240 тримісячних щурах-самцях лінії Вістар масою 100–150 г та 230 мишах-самцях лінії СВА×С57В1/F<sub>1</sub> 6–10-тижневого віку масою 20–24 г.

Експерименти проведено у відповідності до Європейської конвенції «Про захист хребетних тварин, яких використовують для експериментальних та інших наукових цілей» (Страсбург, 1986).

Для щеплення експериментальних тварин були застосовані наступні препарати: № 1 – вакцина стафілококова лікувальна рідка – антифагін стафілококовий (Біомед ім. І.І. Мечникова, Росія); № 2 – вакцина грипозна алантоїсна інтраназальна жива суха (НВО «Мікроген», Росія); № 3 – анатоксин дифтерійний очищений адсорбований рідкий модифікований (АДМ, «Біомед» ім. І.І. Мечникова, Росія); № 4 – анатоксин дифтерійний і правцевий (АДПМ, Біолек, Україна); № 5 – вакцина стафілопротеїносиньогнійна адсорбована рідка (СПСВ, Імунопрепарат, Росія).

© А.Ю. Волянський, 2012

Щеплення включало одноразове введення препарату о 10-й годині ранку. Ревакцинацію проводили через 1 місяць. АДМ вводили підшкірно в дозі 15 ОД у 0,25 мл препарату, АДПМ вводили підшкірно в дозі 15 ОД дифтерійного та 5 ОД правцевого анатоксинів у 0,25 мл, вакцину стафілококову інактивовану рідку – підшкірно у 0,25 мл, алантоїсну живу – інтраназально по 0,05 у кожен носовий хід, СПСВ – підшкірно в 0,1 мл препарату.

Титр антитіл після щеплення вивчали в динаміці протягом одного року (через 5, 15 днів та 1, 6, 12 місяців).

Концентрацію антитіл до дифтерійного і правцевого анатоксинів визначали у сироватці крові в реакції пасивної гемаглютинації за допомогою стандартного комерційного «Діагностикума еритроцитарного дифтерійного антигенного рідкого» з активністю 1 : 3200 та «Діагностикума еритроцитарного протиправцевого антигенного рідкого» з активністю 1 : 1280, виготовлених Біомедом ім. І. І. Мечникова (Росія).

Антитіла до стафілокока визначали в реакції пасивної гемаглютинації згідно з інструкцією. Титри протигрипозних антитіл оцінювали за реакцією гальмування гемаглютинації зі специфічним антигеном. Реакція гальмування гемаглютинації є методом виявлення протівірусних антитіл у сироватці крові, що базується на феномені відсутності аглютинації еритроцитів під дією антигену в присутності імунної до нього сироватки крові [4]. Об'єктом дослідження була сироватка крові імунованих грипнозною вакциною тварин, що отримана в різні терміни після імунізації.

На мишах було вивчено вплив вакцинації на стовбурові кровотворні клітини КУОС<sub>8 днів</sub> і КУОС<sub>13 днів</sub>.

Клітини кісткового мозку виділяли шляхом вимивання зі стегнових кісток роз-

чином «Гемодез» за допомогою шприца з голкою № 25. Абсолютне число ядерних клітин у кістковому мозку визначали в суспензії міелокаріоцитів, отриманих з одного стегна, загальноприйнятим методом підрахунку в камері Горяєва. Кількість КУОС<sub>8 днів</sub> і КУОС<sub>13 днів</sub> визначали за Till, McCulloch [5]. Клітини кісткового мозку, отримані із стегнових кісток експериментальних тварин на 5-ту та 15-ту добу після вакцинації, вводили внутрішньовенно мишам-реципієнтам, опроміненим 9 Гр, у дозі  $1 \cdot 10^5$  клітин/мишу, що приводило до формування окремих колоній (КУОС) на їх селезінках, які макроскопічно виявляються. Макроскопічні колонії підраховували на 8-му та 13-ту добу після введення клітин у вилучених селезінках мишей-реципієнтів, зафіксованих у розчині Буена. Напрям диференціювання КУОС вивчали на гістологічних препаратах із селезінок тварин-реципієнтів, на яких визначали кількість КУОС.

Отримані результати обробляли статистично, використовуючи критерій Стьюдента в якості параметричного та критерій Вількоксона–Манна–Уїтні в якості непараметричного методу [6, 7].

**Результати та їх обговорення.** Дослідження показало, що через 1 місяць у всіх тварин, вакцинованих препаратами № 1–5, вироблялися антитіла. Через 6 місяців вони зберігалися у високих титрах у всіх тварин, імунованих препаратами № 3 і 4; у 26 % тварин, що отримали вакцину № 1; у 16 % тварин, імунованих препаратом № 2, та у 76 % тварин – препаратом № 5. Через 12 місяців специфічні антитіла виявлялися у тварин, що отримали препарати № 3 та 4, та у 24 % тварин, імунованих препаратом № 5 (табл. 1). Отримані дані вказують на те, що найбільша імунна реакція розвивається на АДПМ і АДМ, найменша – на грипнозну вакцину.

Таблиця 1. Концентрація специфічних антитіл у сироватці крові щурів ( $n=50$ ), імунованих вакцинами № 1, 3, 4, 5 ( $M \pm m$ ) МО/мл

Термін після щеплення, міс	Антитіла				
	протиправцеві АДПМ (№ 4)	протидифтерійні		антистафілококові	
		АДПМ (№ 4)	АДМ (№ 3)	АС (№ 1)	СПСВ (№ 5)
1	2,000±0,012	1,125±0,020	1,300±0,026	2,1±0,3	5,4±0,8
6	1,615±0,011	1,012±0,018	1,026±0,021	1,6±0,2*	3,3±0,4**
12	0,734±0,009	0,531±0,016	0,531±0,016	0,64±0,07	0,94±0,1***

Примітки: 1. Захисний титр проти дифтерії становить 0,03 МО/мл; проти правця – 0,01 МО/мл.  
2. Довакцинальний титр АТ до стафілокока (0,63±0,07) МО/мл; \* середній титр АТ у 13 з 50 вакцинованих тварин; \*\* середній титр АТ у 38 з 50 вакцинованих тварин; \*\*\* середній титр АТ у 12 з 50 вакцинованих тварин.

Титр протигрипозних антитіл до А(Н1N1) у сироватці крові щурів (n=50) через 1 місяць складав 1 : 68, через 6 місяців – 1 : 28 у 8 з 50, а через 12 місяців – 1 : 12 у всіх 50 вакцинованих тварин. Захисний титр протигрипозних антитіл складав 1 : 20.

При використанні вакцин № 4 АДПМ і № 3 АДМ на 5-ту поствакцинальну добу число КУОС<sub>8 дів</sub> у кістковому мозку підвищувалося відповідно на 21 та 17 % (табл. 2). При цьому число КУОС<sub>13 дів</sub> залишалося на тому ж рівні, що у інтактних тварин. Вакцини № 1, 2, 5 на вміст і активність КУОС<sub>8 дів</sub> і КУОС<sub>13 дів</sub> не впливали. У цей термін під впливом вакцин № 3–5 диференціювання КУОС<sub>8 дів</sub> і КУОС<sub>13 дів</sub> змінювалося з еритроїдного типу на мієлоїдний (табл. 3, 4).

*Таблиця 2. Абсолютна кількість КУОС у кістковому мозку мишей після первинної і вторинної імунізації на 5-ту і 15-ту добу (M±m)*

Доба	Вакцина №	КУОС <sub>8 дів</sub>	КУОС <sub>13 дів</sub>
<i>Після первинної імунізації</i>			
5-та	1	1654,6±55,5	1260,5±43,4
	2	1647,5±55,7	1263,4±43,3
	3	1914,9±59,4	1277,5±43,5
	4	1983,7±59,5	1283,9±43,4
	5	1750,6±56,4	1260,3±43,9
15-та	1	1641,5±55,3	1258,3±43,1
	2	1640,6±55,6	1260,5±43,1
	3	1865,8±57,6	1260,7±43,2
	4	1911,3±59,8	1259,8±43,3
	5	1689,7±55,4	1255,7±43,2
<i>Після вторинної імунізації</i>			
5-та	1	1667,5±55,7	1663,4±56,0
	2	1659,8±55,1	1656,7±55,7
	3	1996,7±59,1	1947,6±59,3
	4	2045,8±62,1	1980,4±59,3
	5	1849,4±58,2	1816,7±58,1
15-та	1	1260,3±43,1	1246,1±42,8
	2	1263,1±43,0	1258,6±42,7
	3	1702,1±44,2	1296,8±43,0
	4	1784,0±44,2	1334,6±43,2
	5	1263,7±43,1	1267,5±43,1

*Примітка.* Абсолютна кількість КУОС в одній стегновій кістці інтактної експериментальної миші складає: КУОС<sub>8 дів</sub> – 1636,7±53,5; КУОС<sub>13 дів</sub> – 1259,1±42,6.

На 5-ту поствакцинальну добу кількість сформованих КУОС<sub>8 дів</sub> мієлоїдних колоній при використанні вакцини № 4 збільшувалася на 23 %, вакцини № 3 – на 18 %. При цьому кількість недиференційованих гемопоетичних колоній відповідно зменшувалася на 11 та 9 % відповідно. Вакцина № 5 не впливала на загальну кількість колоній, що формуються у кістковому мозку, підвищувала кількість мієлоїдних колоній на 15 % головним чином за рахунок зменшення відносного числа недиференційованих колоній.

У цей же термін кількість КУОС<sub>13 дів</sub> у кістковому мозку збільшувалася на 18 % під впливом вакцини № 4, на 14 % – вакцини № 3, на 9 % – вакцини № 5 у порівнянні з їх кількістю у інтактних тварин (табл. 3).

Вакцини № 1 і 2 на вміст і активність КУОС<sub>8 дів</sub> і КУОС<sub>13 дів</sub> не впливали.

На 15-ту поствакцинальну добу у кістковому мозку тварин, що отримали вакцини № 1, 2 та 5, суттєвих змін у вмісті КУОС<sub>8 дів</sub> і КУОС<sub>13 дів</sub> не відбувалося. У тварин, що отримали вакцини № 4 та 3, виявлено підвищений вміст КУОС<sub>8 дів</sub>. У тварин, яким було введено вакцину № 4, їх кількість у цей термін на 17 %, а у тварин, що отримали вакцину № 3, на 14 % перевищувала ту, що спостерігалася у інтактних тварин. Концентрація у кістковому мозку КУОС<sub>13 дів</sub> у експериментальних тварин цих груп відповідала такій у інтактних тварин (див. табл. 2).

На 15-ту поствакцинальну добу, як і на 5-ту, у тварин, імунізованих препаратами № 4, 3 та 5, спостерігалася переорієнтація диференціювання гемопоетичних клітин у напрямі мієлоїдного паростка. У тварин, які отримали препарати № 1 і 2, змін у вмісті окремих типів КУОС не було.

У тварин, імунізованих препаратом № 4, кількість КУОС<sub>8 дів</sub> перевищувала таку у інтактних тварин на 20 %, КУОС<sub>13 дів</sub> – на 16 %; у тварин, що отримали вакцину № 3, кількість КУОС<sub>8 дів</sub> була вищою на 15 %, КУОС<sub>13 дів</sub> – на 13 % порівняно з контролем; переважання кількості КУОС<sub>8 дів</sub> у тварин, імунізованих препаратом № 5, над такою у інтактних тварин становило 11 %, КУОС<sub>13 дів</sub> – 9 % (табл. 3, 4).

Збільшення кількості КУОС<sub>8 дів</sub> і КУОС<sub>13 дів</sub> мієлоїдного типу відбувалося за рахунок зменшення кількості КУОС еритроїдного типу і недиференційованих колоній.

Через 1 місяць після вакцинації активність клітин кісткового мозку у формуванні гемопоетичних колоній і спрямованість ди-

Таблиця 3. Характер диференціювання 8-добових колоній, сформованих КУО кісткового мозку на 5-ту та 15-ту поствакцинальну добу після первинної і вторинної імунізації ( $M \pm m$ )

Доба	Вакцина №	Типи колоній			
		еритроїдні (N=1050,0±46,7)	міелоїдні (N=455,2±21,8)	недиференційовані (N=130,9±11,4)	еритроміелоїдні (N=2,3±0,2)
<i>Після первинної імунізації</i>					
5-та	1	1045,1±46,8	460,0±22,3	129,6±11,0	2,3±0,2
	2	1049,3±46,7	458,3±22,0	128,3±11,0	1,8±0,1
	3	980,0±40,3	537,1±23,6	119,1±10,8	1,8±0,1
	4	961,1±40,0	559,8±23,9	116,5±10,6	1,7±0,1
	5	999,2±40,8	523,4±23,0	113,8±10,4	1,9±0,1
15-та	1	1052,1±46,8	462,4±22,1	125,1±11,1	2,3±0,2
	2	1047,5±46,5	468,5±22,1	119,2±10,9	2,2±0,2
	3	997,5±43,2	523,4±23,6	117,8±10,6	1,9±0,1
	4	976,5±42,4	546,2±23,9	113,8±10,3	1,7±0,1
	5	1008,0±45,1	505,3±23,3	124,3±11,1	2,0±0,2
<i>Після вторинної імунізації</i>					
5-та	1	1029,0±45,1	487,0±22,3	124,3±11,0	2,1±0,2
	2	1047,8±46,6	477,9±22,1	124,3±11,0	2,2±0,2
	3	945,0±45,1	555,3±23,5	115,1±9,6	1,7±0,1
	4	924,0±44,8	578,1±24,1	111,2±9,4	1,6±0,1
	5	966,0±45,3	541,6±23,1	111,6±9,7	1,8±0,2
15-та	1	1042,1±46,1	458,2±21,9	135,1±11,7	2,2±0,2
	2	1045,0±46,1	459,1±21,9	131,6±11,7	2,2±0,2
	3	976,5±45,7	532,5±23,1	117,8±9,8	1,8±0,1
	4	976,8±45,7	555,3±23,6	111,2±9,6	1,7±0,1
	5	987,0±45,8	518,9±23,1	120,4±10,3	1,9±0,1

диференціювання гемопоетичних клітин відповідали таким у інтактних тварин.

Після вторинної імунізації тварин клітинність кісткового мозку як на 5-ту, так і на 15-ту добу достовірно не змінювалася і відповідала значенням у інтактних тварин. При цьому зміни в активності клітин, що формували гемопоетичні колонії, були більш суттєвими, ніж у тварин після первинної імунізації. На 5-ту добу у тварин, що отримали вакцини № 4 та 3, зросла активність КУОС<sub>8дб</sub> на 25 та 22 % відповідно, КУОС<sub>13дб</sub> – на 9 та 4 % відповідно (див. табл. 2). Збільшилася кількість клітин, що формували 13-добові колонії; кількість клітин, що формують 8-добові колонії міелоїдного типу, зросла на 27 та 22 % відповідно, 13-добові – на 19 та 14 % відповідно (табл. 3, 4). При цьому кількість клітин, що формують не-

диференційовані 8-добові колонії, знизилася на 15 та 12 %, 13-добові – на 11 та 8 % відповідно, а що формують еритроїдні колонії на 8-му добу – на 12 і 10 % відповідно, на 13-ту добу – на 8 і 6 % відповідно.

У тварин, що були вдруге імунізовані препаратом № 5, на 13 % зросла кількість кісткомозкових клітин, що формували 8-добові гемопоетичні колонії, та на 19 % – кількість клітин, що формували міелоїдні колонії. При цьому кількість КУОС<sub>13дб</sub> у цих тварин не змінилася, але на 8 % збільшилася кількість клітин, які формують міелоїдні колонії (табл. 2–4).

Під впливом препаратів № 1 і 2 загальна кількість клітин, що формують гемопоетичні колонії у кістковому мозку, не змінилася (див. табл. 2). При цьому кількість клітин, що формують 8-добові міелоїдні колонії, у

Таблиця 4. Характер диференціювання 13-добових колоній, сформованих КУОС кісткового мозку на 5-ту та 15-ту поствакцинальну добу після первинної і вторинної імунізації

Доба	Вакцина №	Типи колоній			
		еритроїдні (N=803,3±30,5)	мієлоїдні (N=304,8±16,4)	недиференційовані (N=151,0±12,3)	еритромієлоїдні (N=2,6±0,2)
<i>Після первинної імунізації</i>					
5-та	1	805,1±30,4	311,5±16,9	143,3±12,2	2,6±0,2
	2	801,9±30,3	312,2±16,9	146,6±12,3	2,6±0,2
	3	776,3±28,6	346,5±17,2	135,9±12,0	2,2±0,2
	4	767,5±28,6	358,9±17,6	131,3±12,0	2,1±0,2
	5	788,0±28,6	332,2±17,1	138,9±12,4	2,3±0,2
15-та	1	804,1±30,3	308,9±16,5	146,5±12,1	2,6±0,2
	2	803,2±30,3	310,6±16,6	144,8±12,1	2,6±0,2
	3	763,1±28,5	344,4±17,1	138,9±12,0	2,2±0,2
	4	722,9±28,4	353,5±17,3	141,9±12,1	2,0±0,2
	5	763,1±28,6	332,2±17,0	144,9±12,2	2,3±0,2
<i>Після вторинної імунізації</i>					
5-та	1	805,1±30,6	307,8±16,5	146,8±12,0	2,6±0,2
	2	800,2±30,1	309,1±16,5	149,1±12,0	2,6±0,2
	3	755,1±28,6	347,4±17,1	138,9±12,0	2,1±0,2
	4	739,0±28,4	362,7±17,6	134,3±11,8	2,0±0,2
	5	771,1±29,1	308,6±16,7	144,9±11,9	2,3±0,2
15-та	1	800,6±30,2	310,1±16,8	148,6±12,0	2,6±0,2
	2	800,1±30,2	308,6±16,7	150,6±12,1	2,6±0,2
	3	731,0±28,3	341,3±17,0	146,4±12,0	2,1±0,2
	4	714,9±28,0	350,5±17,3	144,9±11,9	2,0±0,2
	5	795,2±28,8	326,1±16,9	144,6±11,9	2,4±0,2

тварин, імунізованих препаратом № 1, зросла на 7 %, препаратом № 2 – на 5 % (табл. 4). Змін у типі 13-добових колоній не відбувалося (табл. 3, 4). В цілому на 15-ту добу після повторної вакцинації гемопоетична активність клітин кісткового мозку перебувала на більш високому рівні, ніж у інтактних тварин (див. табл. 2).

У тварин, що отримали препарати № 3, 4 та 5, активність клітин кісткового мозку у формуванні 8-добових колоній перевищувала таку в інтактних тварин відповідно на 21, 19 та 11 %, а у формуванні 13-добових колоній – суттєво не відрізнялася від такої, що спостерігалася у інтактних тварин. При цьому на 15-ту добу, як і на 5-ту, у тварин цих груп спостерігалася підвищена на 22, 17 та 14 % відповідно здатність кістково-мозкових клітин до формування 8-добових

колоній та на 15, 12 і 7 % відповідно збільшений потенціал до формування 13-добових мієлоїдних колоній у порівнянні з клітинами кісткового мозку інтактних тварин.

У тварин, що отримали препарати № 1 та 2, на цей строк змін в активності клітин кісткового мозку у формуванні колоній та спрямованості їх диференціювання не спостерігалася порівняно з інтактними тваринами. Через 1 місяць після повторної імунізації гемопоетична активність клітин кісткового мозку тварин, які отримали препарати № 1–5, відповідала такій інтактних тварин.

Таким чином, проведені дослідження показали, що препарати АДПМ і АДМ найбільш активно впливають на гемопоетичні клітини. У полівалентної корпускулярної синьогнійної та моновалентних вакцин ця



властивість була виражена слабкіше. В цілому ж усі досліджені вакцини впливають на стовбурові гемопоетичні одиниці, викликаючи їх активацію.

Отримані дані свідчать, що формування напруженого і довготривалого імунітету асоціюється з активацією гемопоезу та стовбурових кровотворних клітин, змінами спрямованості їх диференціювання.

### Висновки

1. Вакцинація викликає активацію клітин і клітинні перебудови у кістковому мозку – центральному лімфомієлоїдному органі імунної системи. Виробка напруженого і довготривалого імунітету асоціюється з підвищенням активності стовбурових кровотворних клітин, зростанням їх відсоткового

вмісту в кістковому мозку, посиленням диференціювання гемопоетичних клітин у мієлоїдний паросток.

2. Більш виражені клітинні перебудови у кістковому мозку відбуваються при щепленні комбінованими вакцинами порівняно з монопрепаратами, молекулярними вакцинами порівняно з корпускулярними бактеріальними та вірусними препаратами, а також при повторних щепленнях порівняно з первинною імунізацією.

Перспективою подальших досліджень у вказаному напрямі є вивчення характеру клітинних перебудов у центральних і периферичних лімфоїдних органах під впливом імунізації вакцинними препаратами різних типів та участі в них цитокінів як основних імунних сигналізаторів.

### Список літератури

1. Шуйкина Э. С. Патология иммунной системы при инфекционных болезнях / Э. С. Шуйкина // Итоги науки и техники. Сер. Иммунология. – М. : ВИНТИ, 1979. – Т. 8. – С. 70–91.
2. Семенов Б. Ф. Клеточные и молекулярные основы противовирусного иммунитета / Б. Ф. Семенов, Д. Р. Каулен, И. Г. Баландин. – М. : Медицина, 1982. – 240 с.
3. Попов Н. Н. Клиническая иммунология и аллергология: учебное пособие для врачей / Н. Н. Попов, В. Ф. Лавров, Э. Н. Солошенко. – М. : Реинфор, 2004. – С. 115–162.
4. Методы определения показателей качества иммунобиологических препаратов для профилактики и лечения гриппа: методические указания / Федеральный центр Госэпиднадзора Минздрава России. – М., 2003. – 32 с.
5. Till J. E. A direct measurement of the radiation sensitivity of normal mouse marrow cells / J. E. Till, E. A. McCulloch // Radiation Res. – 1961. – Vol. 14, № 12. – P. 213–233.
6. Урбах В. Ю. Статистический анализ в биологических исследованиях / В. Ю. Урбах. – М., 1975. – 175 с.
7. Гланц С. Медико-биологическая статистика / С. Гланц. – М. : Практика, 1999. – 459 с.

*А. Ю. Волянский*

### ВЗАИМОЗАВИСИМОСТЬ ФОРМИРОВАНИЯ ВАКЦИНАЛЬНОГО ИММУНИТЕТА И АКТИВНОСТИ СТВОЛОВЫХ ГЕМОПОЭТИЧЕСКИХ ЕДИНИЦ

Изучена взаимосвязь формирования вакцинального иммунитета и клеточных перестроек в костном мозге экспериментальных животных, иммунизированных разными типами вакцин. Выработка напряжённого продолжительного иммунитета ассоциируется с активацией стволовых клеток и усилением их дифференцировки в миелоидном направлении. Подобный процесс был более выраженным при вакцинации молекулярными, комбинированными препаратами, а также при повторной иммунизации.

**Ключевые слова:** вакцинальный иммунитет, стволовые кроветворные клетки, повторная иммунизация.

*A. Yu. Volyanskiy*

### INTERDEPENDENCY OF VACCINAL IMMUNITY FORMING AND HEMATOPOIETIC STEM CELLS ACTIVITY

The correlation of vaccinal immunity forming and cell change in bone marrow of vaccinated of different types vaccines experimental animals were investigated. The formation of strained and long immunity associated with stem cells activation and intensification of their differentiation in the myeloid direction. This process was more expressed by vaccination of molecular, multipartial vaccines, and repeated immunization.

**Key words:** vaccinal immunity, hematopoietic stem cells, repeated immunization.

Поступила 03.01.12