ラットの性成熟到来に関する基礎的研究

腔開口、開口時腔垢像および排卵について

梅 津 元 昭

(東北大学農学部 家畜繁殖学研究室)

ラットの性成熟の到来を表わす指標として、従来腔開口が用いられている。腔開口と初回排卵との関係は LONG & EVANS¹⁾、竹脇ら²⁾により、また、腔開口と発情の発現並びに初回排卵との関係は BLANDAU & MONEY³⁾により、それぞれ調べられているが、腔開口とその際の腔垢像と排卵との関係についての詳細な記載がない。本報告ではこれらの点を考慮しつつ、当研究室飼育のラットの性成熟到来についての基礎的検討を行なった。なお本報告は、1965 年 9 月から 1968 年 3 月までの約 2 カ年半にわたる記録を整理したものである。

研究方法

使用動物としては、当研究室で累代繁殖している Wistar 系ラットの子を用いた。用いた動物はごく一部のものを除いて、照明時間 12 時間（午前 6 時～午後 6 時）、

乳後、腔開口の有無を毎日午前中（9 時～11 時）に 1 度調べ、腔開口の認められたものについては、次の項目について観察した。

- 1) 開口日令、開口時の体重および腔垢像
(300 例……1965～1968 年)
- 2) 開口以後生後 7 週令までの腔垢像
(103 例……1965, 1966 年)
- 3) 開口日に腔垢に発情期像が現われる割合
(356 例……1965～1968 年)
- 4) 開口日の午後に殺して排卵の有無と開口時の腔垢像との関連
(177 例……1967, 1968 年)
- 5) 開口時排卵数（卵管膨大部卵子数）、卵巣および子宮重量（内部の液を除いて）
(65 例……1967, 1968 年)

Table 1. Age and body weight at vaginal opening

Period of observation	Number of rats	Age at vaginal opening (day)	Body wt. at vaginal opening (g)	Period from vaginal opening to first estrus (day)
1965	64	39.5±3.4*	112.3±13.0*	1.4±1.9*(0—8)
1966	39	36.7±3.7	104.8±13.4	1.9±2.3 (0—9)
1967	62	36.6±3.0	97.7±13.6	—
1968	135	36.1±3.0	106.0±15.1	—
Total	300	36.9±4.1	105.5±15.0	1.6±2.1 (0—9)

* Mean ± S.D.

温度 25°C に調整してある飼育室で育てた。飼料はブルーレット B（全購連）を用いた。子ラットは分娩翌日に乳子数を 8 匹に揃え、生後 3 週令で離乳した。離乳時の乳子数が 6 匹に満たないものは調査成績から除外した。離

また、腔開口日令の平均値に近い日令で、まだ腔開口を起こしていないもの 22 例（1967, 1968 年）を殺して、4) 5) について腔開口をしているものと比較した。

結果および考察

I. 腔開口日令および開口時の体重

第 1 表のごとく、1965, 1966, 1967, 1968 年度の腔開口日令の平均値はそれぞれ、39.5, 36.7, 36.6, 36.1 日であった。1965 年のものは、開口日がやや遅かったが（ $P < 0.01$ ）、他の各年のものの間には差がなかった。2

The basal observation about puberty in immature female rats……with special references to vaginal opening, type of smear and ovulation.

UMEZU Motoaki (Laboratory of Animal Reproduction, Faculty of Agriculture, Tohoku University, Sendai) *Jap. J. Animal Reprod.* 14 (3), 1968.

Table 2. Distribution of age and body weight at vaginal opening (1965~1968)

Day of age	No. of animals	Body weight (g)									
		Less than 60	61~70	71~80	81~90	91~100	101~110	111~120	121~130	131~140	141~150
30	4	1(44 g)	1	1	1						
31	8			2	2	1	3				
32	13			2	3	4	3	1			
33	19		1	1	4	7	6				
34	34			3	5	13	6	7			
35	35			1	7	17	5	2	3		
36	36			1	2	16	8	9			
37	33				2	5	17	8			
38	27				1	6	6	8	5	1	
39	21				1	4	6	9	1		
40	22					3	6	5	6	2	
41	19					1	4	7	3	4	
42	13						1	5	5	1	1
43	5						1	2	1	1	
44	2								2		
45	3							1	2		
46	2						1			1	
47	2								1		1
48	1								1		
49	1						1				
Total	300	1	2	11	28	77	74	64	30	11	2

Table 3. Appearance of estrus in smear at vaginal opening

	1965	1966	1967	1968	Total
No. of estrus/total	30/64	15/35	72/136	62/121	179/356(50.3%)

年半の記録の総平均は 36.9 日となった。開口時の体重は各年でそれぞれ平均 112.3, 104.8, 97.7, 106.0 g で全体の平均値は 105.5 g であった。また、これら全体の開口日令および体重の分布は表 2 に示した。

BLANDAU & MONEY⁹⁾ は Wistar 系ラットを用いて腔開口を観察しているが、本報告のラットは平均値で 10 日以上腔開口が早い。1940 年以前のラットの腔開口を記した報告は、いずれも当研究室飼育のラットより 20~40 日遅れていること示している^{1~6)}。また、1940 年代以後、最近までの記録と比較して見ると、Holtzman, Sprague-Dawley 系^{7,8)}を用いたものは、開口日令で、当研究室のラットとほぼ等しいが、他の多くの例では平均値でやや遅い傾向がある^{9~11)}。従って、当研究室のラットの性成熟到来は若干早い傾向にあるが、当研究室のラットの栄

養状態に原因があると想像される。

II. 腔開口から初回発情期像出現までの日数

1965, 1966 年の記録から、生後 7 週令までに発情期像を 1 度も示さないもの 4 例、および記録の不明確なもの 4 例を除いた 95 例について、腔開口から初回発情期像の出現までの日数を調べた。第 1 表に示した通り、全体の平均日数は 1.6 日であった。なお、初回の発情期像が 2 日以上連続するものが全体で 22 例見られた。(2 日—18 例, 3 日—3 例, 4 日—1 例)。

III. 開口日に発情期像が現われる割合

1965~1968 年までの記録で、開口日に発情期像が現われる割合は第 3 表の通りで、各年を総合すると 179/356 で 50.3% となった。このことから、腔開口は必ずしも腔垢上の発情期像を伴うものではないが、約半数は発情

Table 4. Relation among vaginal opening, first estrus and ovulation

	No. of rats	Age at vaginal opening (autopsy) (day)	Body weight (g)	Presence of ova in ampulla	Precedence of corpus luteum	Non-ovulation		Diestrus in smear	Proestrus in smear
						activated uterus*	non-activated uterus		
Estrus at vaginal opening	96	36.1±2.6*	103.4±14.5*	85	1	8	2		
Non-estrus at vaginal opening	81	35.4±3.6	104.1±15.0	1	9	33	38	78	3
Non-vaginal opening	22	35.0±1.3	93.4±9.0	0	0	6	16		

* Mean ± S.D.

※ activated uterus means uterus balloned with fluid.

Table 5. Body and organ weight at autopsy

	No. of rats	Age at vaginal opening (autopsy) (day)	Body weight (g)	No. of ova	Weight of ovaries (mg)	Weight of uterus (mg)
Rats with ova in ampulla at first estrus of vaginal opening	26	35.2±2.0*	97.3±10.6*	10.0±3.2*	※29.8±4.2*	※142.5±19.4*
Non-estrus at vaginal opening (non-activated uteri)	18	34.3±2.4	98.7±10.0		18.2±3.4	86.1±23.0
Non-estrus at vaginal opening (activated uteri)	21	33.9±2.3	105.3±11.8		25.0±5.1	231.9±33.4
Non-vaginal opening (non-activated uteri)	16	35.2±1.3	90.5±9.4		18.3±3.7	68.2±19.3
Non-vaginal opening (activated uteri)	6	34.5±1.2	102.8±8.1		21.3±3.8	185.7±43.0

* Mean ± S.D.

※ 23 rats were used.

期像を示し、また上記のように発情期像の出現に要する日数は1.6日（うち開口後2日以内に発情期像を示すもの74.7%）であることから、膣開口と初回発情期像の出現との間には、密接な関係があるといえる。

IV. 膣開口時膣垢像と排卵との関係

これらについて得られた成績は第4表の通りである。すなわち、膣開口時に発情期像を示したものの96例(1967, 1968年)中85例(88.5%)は卵管膨大部に卵子が認められた。残りのうち、1例はすでに黄体が認められ、少なくとも24時間以前に排卵が起きていると考えられた。他の10例は排卵は未だ起きていないが、そのうち8例は子宮が貯溜液で膨大しており、卵巢のエストロジェンの分泌が増していることが推定された。開口日の膣垢像が発情期像を示さないもの81例のうち、大部分の71例でまだ排卵が起きておらず、そのうち33例は、子宮が液で膨大していた。卵管膨大部に卵が見られたのはわずか1例であり、また他の9例では卵巢に黄体があり、すでに排卵が起きていることが知られた。また開口時に発

情期像を示さないもの81例のうち、成熟ラットで見られる発情前期像を示すものは3例で非常に少なかった。さらに、膣がまだ開いていないものは、22例ともすべてに排卵が見られなかった。また、子宮に貯溜液が見られるものは6例あった。

V. 排卵数、卵巢および子宮重量

開口時に発情期像を示し、卵管膨大部に卵が認められたもの26例について排卵数を調べたところ、第5表のように平均10.0個であった。その際の卵巢は、排卵点が認められ、全体的に薄く赤味を帯びて、排卵していない他の群の卵巢よりも有意に大きな値を示した($P < 0.01$)。開口時に発情期像を示さないで、排卵の起きていないもの39例について、子宮貯溜液の有無により分類して卵巢重量を比較すると、液が貯溜しているものは有意に大きい値を示し($P < 0.01$)、卵巢機能の亢進が認められた。膣の開口しない22例について同様の分類を行って比較した時、液の貯溜のあるものは、やや大きな値を示したが有意の差は見られなかった。

以上を総括すると腔開口と初回発情期像の出現および排卵との関係において、開口と発情期像の出現との関係は必ずしも一致はしないが、開口後非常に近い時期に発情期像が現われること、また、開口時発情期像を示すものは約 90% の高い排卵率を示すことを考え合せ、大体において、腔開口、発情期像の出現、排卵との関係は密接なものと考えられる。

要 旨

当研究室で飼育の Wistar 系ラットの性成熟到来についての基礎的な観察を行なって以下の結果を得た。

- 1) 腔開口日令は平均 36.9 日で、開口時体重は平均 105.5 g である。
- 2) 腔開口から初回発情期像の出現に要する日数は平均 1.6 日である。
- 3) 開口日に発情期像の現われる割合は 50.3% である。
- 4) 開口時に発情期像を示したものの排卵率は 88.5% である。
- 5) 開口時、卵管膨大部に認められた卵数は 10.0 個である。

稿を終るに当たり、ご指導、ご校閲を賜りました竹内三郎教授に深謝致します。(1968. 7. 26 受付)

文 献

- 1) LONG, G.A., & EVANS, H.M.: The oestrus cycle in the rat and its associated phenomena. Mem. Univ. Calif. 6, 1922.
- 2) 竹脇 潔: 性現象のホルモン学, 河出書房, 東京, 昭 22.
- 3) BLANDAU, R.J., & MONEY, W.L.: *Anat. Record.*, 86, 197, 1943.
- 4) ASDELL, S.A., & CROWELL, M.F.: *J. Nutrition*, 10, 13, 1935.
- 5) ENGLE, E.T., CRAFT, R.C., & ZEITHAML, C.E.: *Proc. Soc. Exp. Biol. & Med.*, 37, 427, 1937.
- 6) BOGART, R., SPERLING, G., BARNES, L.L., & ASDELL, S.A.: *Am. J. Physiol.*, 128, 355, 1940.
- 7) RAMIREZ, V.D., & SAWYER, C.H.: *Endocrinology*, 76, 1158, 1965.
- 8) CORBIN, A & SCHOTTELAS, B.A.: *Proc. Soc. Exp. Biol. & Med.*, 106, 841, 1961.
- 9) DONOVAN, B.T & van der WERFF ten BOSCH, J.J.: *J. Physiol.*, 147, 78, 1959.
- 10) GELLERT, R.I. & GANONG, W.F.: *Acta Endocrinol.*, 33, 569, 1960.
- 11) SMITH, E.R. & DAVIDSON, J.M.: *Endocrinology*, 82, 100, 1968.

Summary

In order to examine the meaning of vaginal opening on the ovarian function of rats in puberty, the age of vaginal opening, the type of smear and ovulation were surveyed for Wistar rats from our laboratory colony from 1965 to 1968.

All youngs were made suckle to mothers with 8 litters after birth and weaned at 3 weeks of age.

Afterwards, vaginal opening was checked once in the morning every day. When vaginal opening occurred, the rats were surveyed concerning the following points: 1) the day of vaginal opening and body weight at the time. 2) the interval of day from vaginal opening to first estrus in smear. 3) the rate of the presence of estrus in smear at the opening. 4) the relation of the type of smear to ovulation. 5) the number of tubal ova, the weights of ovaries and uterus at the opening.

The results of observation are summarized as follows.

- 1) The day of vaginal opening was 36.9 ± 4.1 days with 105.5 ± 15.0 g in body weight in 300 rats.
- 2) The interval of day from vaginal opening to first estrus was 1.6 ± 2.1 day in 95 rats.
- 3) The rate of estrus smears at the opening was 179/350 (50.3%).
- 4) Ovulating rate was 85/96 (88.5%) in rats with estrus in smear and low rate was recognized in other type of smear (tubal ova: 1, corpus luteum: 9 in 81 rats).
- 5) The number of ova in the first ovulation was 10.0.