— 研 究 —

交配時に於ける子宮運動とその精子吸引運搬作用

IV. 各種条件下の動物に於ける精子の
子宮内侵入度とその受胎率

尾 川 昭 三

(東大農学部家畜生理学研究室)

兎¹⁾、牛^{2,3)}では交尾刺激が下垂体からオキシトシンの分泌を促し子宮運動が促進される結果精子の運搬が急速に行われるものであろうと報ぜられ、VAN DEMARK & HAYS はこれを確証すべき種々の事実を挙げる³⁻⁶⁾と共にこの様な場合に於いても動物にアドレナリン分泌を促す様な事態、即ち恐怖、苦痛等が加えられるとオキシトシン分泌に依る子宮運動促進効果も阻害され、精子の運搬も行われ難くなるであろうと推察した^{3,4)}。

著者は、種々の条件下においた動物の子宮運動の観察に於いて、動物が麻酔より覚醒して騒ぎ出すと、麻酔状態にあつた時運動を持続していた子宮はその運動を減弱乃至停止し⁷⁾、これにオキシトシンを作用させると運動は賦活されるが麻酔時に作用させたものに比して、運動の増加程度は少いことを認めた⁸⁾。一方腎上腺切除動物では覚醒時に於いても子宮運動の減弱乃至停止は起らず麻酔時と変ることなく運動を持続すること⁷⁾、又子宮運動が微量のアドレナリンで抑制されるのみならず⁷⁾、これがオキシトシンの子宮運動促進効果と拮抗すること⁹⁾等の知見から上述の覚醒時に於ける子宮運動の停止現象は恐怖、苦痛等に依つてアドレナリン分泌が増加した為であり、この様な状態にある時はオキシトシンの子宮運動促進作用も阻害されるものであろうと述べた。

ラットでは腔内注精法で受胎せしめることが出来なかつたと報⁹⁾ぜられ、著者も斯かる方法では殆んど受胎せしめ得ず且つ腔内に精子が極く短時間(15分以内)にて運動性を失うことから、不受胎の原因は精子が受精部位に到達し得ないことによるものであろうと推察した¹⁰⁾。従つて、受胎の可能性は、精子が腔内に長時間止まるこ

となく速やかに子宮或は更に上部の生殖器道内に侵入することによつて得られるものと考えられる。

ラットに於いても子宮運動が精子の急速な吸引運搬作用を行つていると言われており^{11,12)}、著者もラットの子宮運動が交尾後に於いて一時的により活発となることを認め、この様な活発な運動が精子の吸引或は運搬に関与するものであろうと述べた¹³⁾。

ラットでは交尾刺激に依り若干年 *antidiuresis* の起ることが報ぜられている¹⁴⁾ので著者の認めた様な交尾後の旺盛な子宮運動も或は交尾刺激によつてオキシトシンが分泌されていることに起因するのかも知れない。若しそうであるならば腔内注精に於いてもオキシトシンを与えることに依り受胎率の高まる可能性が考えられる。

よつて本実験に於いては、動物に加えられた種々の条件、就中アドレナリン分泌増加を生ぜしめる様な状態が、子宮運動による精子の吸引乃至運搬に悪影響を与えることが考慮されるので、これらの点を確めるため各種条件下においた動物の腔内注精に於ける精子の子宮内侵入速度を調べると共に、その受胎率に及ぼす影響について吟味した。

実験動物並びに実験の時期はすべて第 I 報¹⁵⁾で述べたものと同様である。腔内注精は、腔鏡及び額帯鏡に附属せるヘッドランプの照明の補助の下に子宮頸管を確め、十分に腔腔を拡張せしめてから、準備せる精液 0.1cc を腔深奥部に注入した。これに使用せる精液は成熟雄ラットの辜上体尾部から得たもので、採取及び注精迄の処置は既報¹⁵⁾の方法に準じて行つた。尚オキシトシンは使用に際し生理食塩液にて種々の濃度に稀釈し 38°C に加温したものを以て試験に供した。

I. 各種条件下に於ける精子の子宮内侵入速度

(1) エーテル吸入麻酔下、(2) エーテル吸入麻酔下にて濃度 1/800 IU/cc のオキシトシン 2cc を腹腔内注射、(3) 腎上腺切除術を施したもの及び(4) 腎上腺偽切除術を行つたものの 4 群の動物につき腔内注精を行

Influence of copulatory stimuli on uterine motility to transport the sperm into uterus of the rat. IV. On the sperm migration into uterine horn and the conception rate in the animals kept in various conditions. OGAWA, S. (Lab. Vet. Physiol., Fac. Agric., Univer. Tokyo, Tokyo) *Jap. J. Animal Reprod.* 4, (4).

い、注精後 5 分、15 分、25 分に打頭に依り殺し開腹して子宮を露呈せしめ、子宮角の分岐部及び子宮角の中央部で結紮して子宮角を上部和下部に区劃して（殺後略々 1 分以内に終了する様にした）とり出し、各部の内容をスライドガラス上に採り鏡検し、各区劃に於ける精子の存否をしらべた。

第 1 表 各種実験条件下の動物の腔内注精後子宮内への精子の侵入度

注精後経過時	麻 酔 下		無 麻 酔 下	
	オキシトシン注射	—	腎上体 剔 出	腎上体 偽剔出
5 分	⧻(⧻)	+(+)	—	—
	⧻(⧻)	—	—	—
	+(+)	—	—	—
	+(+)	—	—	—
	—	—	—	—
	—	—	—	—
15 分	⧻(⧻)	⧻(⧻)	⧻(+)	+(+)
	⧻(⧻)	⧻(⧻)	+(+)	—
	⧻(⧻)	⧻(⧻)	+(+)	—
	+(+)	—	—	—
	—	—	—	—
	—	—	—	—
25 分	⧻(⧻)	⧻(⧻)	+(⧻)	—
	⧻(⧻)	⧻(⧻)	+(+)	—
	+(⧻)	+(+)	+(+)	—
	+(⧻)	+(+)	—	—
	+(+)	—	—	—
	—	—	—	—

註 ⧻：子宮上部に，＋：子宮下部に精子の認められたもの，（）内の⧻は多数の精子，＋は少数の精子の存在を示す

実験成績は第 1 表に示す様に麻酔下オキシトシンを投与せる区が最も速やかに精子が子宮内に侵入することを示し、5 分後の 7 例中 4 例に於いて子宮内に精子が認められた。15 分及び 20 分後のものでは単なる麻酔のみの区でも良好に侵入しているのが見られたがオキシトシン投与区より劣るようである。

無麻酔群でも腎上体剔出区に於いては精子の数が若干少い傾向はあるが概ね麻酔のみの区に匹敵する成績であった。無麻酔腎上体剔出区では 15 分後に於けるものに僅かに 1 例精子の侵入を認めたのみで 25 分後の 5 例に於いても精子の侵入は全く認められなかつた。

なお、子宮頸管の形状の観察に於いて、子宮頸管の腔への開孔部は無麻酔下動物では頸管外孔部の皺壁によって下方から半ば被われているのに対し、麻酔下では殆んど完全に露出しているのが認められ、又試みに頸管内に注射針（1/2、先端鈍磨）を挿入するに、無麻酔下動物に於いては麻酔下動物に於けるものよりも比較的抵抗を感ずる所見が得られた。これらのことから無麻酔下に於

いては、恐怖等に依つて頸管の緊縮を生ぜしめるものとみられる。

II. 麻酔或は無麻酔下に於けるラットの腔内注精による受胎率に及ぼすオキシトシン注射の影響

エーテル麻酔下及び無麻酔下にて腔内注精を行つたものの並びに無麻酔にて注精後直ちに腔口を絆創膏にて閉じたものの各群についてオキシトシン注射の受胎率に及ぼす影響をしらべた。

オキシトシン注射は注精の約 3 分前に左右の腹側に 1 cc ずつ計 2 cc を腹腔内に行つた。尚偽妊娠誘起処置は注精前 1 時間以内に行つた。

第 2 表 オキシトシン注射ラットに於ける腔内注精試験成績

オキシト シン注射量	麻 酔 群		無 麻 酔 群		
	妊娠/ 偽妊	受胎 率	腔口 放置 妊娠/ 娠偽	腔口 閉鎖 妊娠/ 偽妊	受胎率
0	7/24	29.1%	1/19 (5.4%)	0/7 (0%)	3.7%
1/200 I U	4/9	33.3	6/14 (42.8)	7/14 (50)	46.4
1/400 I U	5/11	45.4	7/14 (50)	4/6 (66.7)	55.0
1/800 I U	15/24	65.0	2/16 (12.5)	0/5 (0)	9.5
1/1500 I U	6/11	54.5	3/19 (17.2)	0/4 (0)	13.0

その成績は、第 2 表に示す如くエーテル麻酔群にて 1/800 IU/cc 濃度のオキシトシンを用いたものが最も受胎率が高く 65% を示し、一方この受胎率に匹敵する成績を得るには無麻酔群に於いては麻酔群より高濃度（2 倍）のオキシトシンを要するものと認められた。

オキシトシンを注射しない群では麻酔下のものは約 30% の受胎率を示し、これに対し無麻酔のものは非常に低く 3.7% の受胎率を得たに過ぎなかつた。

以上の成績から麻酔の有無に依つて受胎率は著しく異なるが、オキシトシンの注射はこれらの受胎率を高めることが認められた。すなわち、オキシトシンを投与することに依つてラットの腔内注精に於いても良好に受胎せしめ得るものと認められる。尚、麻酔群で腔から精液の漏出を防止する意味で腔口を閉じたものはこの処置をしなかつたものに比して良好とはいひ難い成績であつた。

考 察

これまでラットでは腔内注精に依り受胎せしめ得ないと言われ、著者も同様なことを認めて来た。然しながら、

本実験においてはオキシトシンを投与することに依り、腔内注精に於いても良好な受胎率が得られた。この成績はオキシトシンが子宮運動を促進せしめ腔内で精子が運動性を失う前に速かに腔内から子宮内に運搬されたためと推定される。

前報⁸⁾の実験に於いて麻酔下動物の子宮にオキシトシン液を滴下しその運動の変化をみたところ 1/800 IU/cc 濃度で tonus も高まり、収縮運動の回数も増加するが、これより低い濃度では収縮運動回数は若干増加するのみであり、一方これより高濃度では tonus は著しく高まるが収縮運動回数は却つて減ずるのを認めた。本実験に於いて、麻酔下のものでオキシトシン濃度 1/800 IU/cc のものが、受胎率最も高く (62%)、これより濃度の低いものも、高いものも共に受胎率が低下しているのは、この様な子宮運動の変化に依る精子吸引運搬の良否を示すものと判断される。

先に種々の条件下においた動物の子宮運動を観察した結果^{7,8)}、動物が恐怖苦痛等の状態にさらされるとアドレナリン分泌が増加し子宮運動が抑制されるのみならずオキシトシンの子宮運動促進作用も阻害され、この様な状態では子宮の精子運搬運動が円滑に行われ難くなるものではないかと推察した。本実験に於ける無麻酔下動物の受胎率が不良なのはこの様な無麻酔下状態では非常に狂騒状態にあることからこの推定の如くアドレナリン分泌増加に依り子宮運動が抑制され精子が子宮内に吸引されなかつたためと思考される。無麻酔下のもものでは、麻酔下のものよりも高濃度のオキシトシン投与において高い受胎率の得られたことは、この推定を裏付けるものであろう。即ち、無麻酔下に於いては恐怖、苦痛等により、分泌の増加したアドレナリンの子宮運動抑制作用に打勝つて子宮の精子吸引運搬を可能ならしめるために、より多量のオキシトシンを要したものと解せられるのである。

而して、これらの条件下に於ける動物の精子の子宮内侵入速度を検討した成績 (第 1 表) もこの推論とよく一致している。即ちアドレナリン分泌の影響の少ない状態即ち、麻酔下及び腎上腺切除動物では可成り良好に精子が侵入しており、オキシトシン投与に於いて最も侵入度が高いことを示している。しかるにアドレナリンの分泌増加に依り子宮運動が阻害されているとみられる状態、即ち無麻酔下腎上腺切除動物のものでは精子の侵入が殆んど認められなかつた。

なお腎上腺切除のものと麻酔下のものとを比較すると麻酔下のものがやや勝っている。これはその差異も僅かであつて、子宮頸管開口部の形状の変化によるものではないかと思考される。腎上腺切除動物においても、注精

の際には不安、苦痛によつて子宮頸管の緊縮を来し、精子の侵入の妨げをなしたものと解される。

本実験に於いては交尾刺戟に依りオキシトシンの分泌が増加することを直接検定していないが、(a) 腔内注精にてもオキシトシンを用いることに依り受胎率を高めること、(b) 交尾後における子宮運動は交尾前のものより活発で、オキシトシン滴下時の如く tonus の上昇が認められたこと、(c) 麻酔下動物でオキシトシン給与に依り精子の子宮内侵入度が大きくなること等の知見からみて、ラットに於いても兎或は牛に於けると同様に交尾刺戟に依つてオキシトシンが分泌され子宮運動が促進されて精子の急速な吸引運搬が行われているものと推察される。ラットでは偽妊娠が惹起される迄に頻回の交尾を必要とし、又この様な交尾回数を経て初めて射精が行われることが認められた¹³⁾。恐らく、交尾に依つてオキシトシンが分泌されるためには、この様なラットの特異的な頻回交尾が必要なものであろう。最近、DESCLIN¹⁶⁾はラットの皮下にオキシトシンを注射することによつて偽妊娠を誘起することが出来ると報じている。これよりすれば交尾刺戟に依るオキシトシンの分泌は子宮運動を促進せしめ精子の吸引運搬に効果的に働くのみならず偽妊娠誘起機構にも関与することにもなる。併し著者は DESCLIN の方法を 27 例の動物について追試したが、全例共偽妊娠の成立は認められなかつた。従つてこの DESCLIN の成績は更に詳細に吟味される必要があるものと思考する。

総 括

各種実験条件下の動物につき腔内注精を行い、これらの条件が精子の子宮内侵入度に及ぼす影響について検討すると共に、オキシトシンを用いての受胎試験を行つて受胎率に対するオキシトシンの効果を吟味した。

1. 腔内注精に於いて精子の子宮内侵入度は、麻酔してオキシトシンを注射した動物で最も良好で、単に麻酔のみのものこれにつぎ、無麻酔でも腎上腺切除に依りアドレナリン分泌を阻止したものはこれにほぼ匹敵する成績であつた。しかし、腎上腺切除も行わず無麻酔下で注精したものは侵入度が最も悪く、殆んど子宮内に精子が侵入し得ないものと認められた。

2. 受胎試験ではオキシトシン注射により可成り良好な受胎率が得られ、ラットの腔内注精に於いてもオキシトシンを投与して子宮運動を促進することにより受胎せしめ得るものと認められる。尚麻酔下動物では無麻酔下動物に比し少量のオキシトシン投与に依り良好な受胎率が得られた。
(1958. 9. 29. 受付)

文 献

- 1) HARRIS, G. W. : Neural control of the pituitary gland, Edward Arnold Ltd. London, 1955. 2) VAN DEMARK, N. L. & R. L. HAYS : *J. Animal Sci.* 10, 1083, 1951. 3) VAN DEMARK, N. L. & R. L. HAYS : *Amer. J. Physiol.* 170, 518, 1952. 4) HAYS, R. L. & N. L. VAN DEMARK : *ibid.* 172, 557, 1953. 5) HAYS, R. L. & N. L. VAN DEMARK : *Endocrinol.* 52, 634, 1953. 6) HAYS, R. L. & N. L. VAN DEMARK : *J. Dairy Sci.* 34, 496, 1953. 7) 尾川(昭) : 本誌 4, 130, 1958. 8) 尾川(昭) : 本誌 4, 133, 1958. 9) BLANDAU, R. J. & E. S. JORDAN : *J. Lab. & Clin. Med.* 26, 1361, 1941. 10) 尾川(昭)・鈴木(善) : 本誌 1, 67, 1955. 11) HARTMAN, C. G. & J. BALL : *Proc. Soc. Exp. Biol. & Med.* 28, 312, 1930. 12) ROSSMAN, J. : *Anat. Rec.* 69, 133, 1937. 13) 尾川(昭) : 本誌 4, 127, 1958. 14) FRÄNKÖ, O., O. FRIBERG & M. J. KARVONEN : *Acta Endocrinol.* 12, 197, 1953. 15) 尾川(昭)・鈴木(善) : 本誌 3, 78, 1957. 16) DESCLIN, L. : *Compt. Rend. Soc. Biol.* 150, 1489, 1956.