

雄豚におけるノブ精子 (Knobbed sperm)

伊藤米人・外山芳郎*

Knobbed Sperm in a Boar

Yoneto ITOH and Yoshiro TOYAMA*

(要旨)

大ヨークシャー種の雄豚の射出精液中に、Acrosome異常精子であるノブ精子(Knobbed sperm)が高率に出現する個体が見出された。そこで、この射出精液の一般性状検査、受精能検査およびノブ精子の微細構造について観察した。更に、精巣の精細管内の精子細胞の微細構造についても観察した。

精液性状は運動性が悪い傾向で、ノブ精子の出現率は常に高率(84.5~92.5%)であったが、その他の項目では異常はなかった。液状保存性および凍結保存性は悪く、授精試験の結果では受精卵は得られなかった。

光学顕微鏡像では、ノブは精子頭部の先端またはその付近に見られるのが一般的であった。

電子顕微鏡像では、ノブは直径が $1\mu\text{m}$ ~ $2\mu\text{m}$ のAcrosomeの球状または半球状の膨隆であった。ノブの中には空胞が見られ、空胞中には細胞質様の物質が入っていた。核は、ノブのために変形している場合もあったが、その他には異常は認められなかった。

精巣の電子顕微鏡観察から、ノブの最初の形成は精子形成の頭帽期に始まることがわかった。ノブは、空胞の内容物から2つのタイプが認められた。1つは形成途中のAcrosome中にセルトリ細胞が陥入し、細胞遺残物となったものであり、他の1つはAcrosome中にできた空胞がそのまま残ったもので、空胞中に萎加状物質を含むものであった。

はじめに

家畜精子のAcrosomeは、正常な射出精子中においても、低率であるが種々の異常が出現することが報告¹⁾されているが高率な出現は限定されている。

今回、射出精子のAcrosome中に小胞が形成された、いわゆるノブ精子(Knobbed sperm)²⁾が高率に出現した豚が見出された。

豚のノブ精子が高率に出現した例は、LiessとKrause(1958)³⁾、Wohlfarth(1961)⁴⁾およびButtleとHancock(1965)⁵⁾が光学顕微鏡レベルでのみ報告している。電子顕微鏡レベルでは、Bane(1961)⁶⁾およびBaneとNicander(1966)⁷⁾が報告している。わが国においては、いずれの報告も見当たらない。

他の家畜におけるノブ精子の高率に出現した報告は、牛では、Hancock(1949)⁸⁾、DonaldとHancock(1953)²⁾、BlomとBirch-Andersen(1962)⁹⁾およびTiba(1964)¹⁰⁾の報告、馬ではHurtgenとJohnson(1982)¹¹⁾の報告、羊ではOttら(1982)¹²⁾の報告がある。

著者らは、高率に出現した豚のノブ精子について、精液性状検査、電子顕微鏡による形態的な観察及び受精能の検査を行った。また、精巣の精細管内の精子細胞についても観察し、ノブ精子の形成過程について明らかにした。

材料と方法

ノブ精子は、1歳10カ月齢の大ヨークシャー種の雄豚(1988, 3, 11生)に見出された。この豚は異常精子が見出されるまでに、顕著な病歴、生殖器の外見上の異常または性成熟期の遅延はなく(初回精液採取は203日齢)、擬牝台への乗駕欲は良好であり定期的に精液を採取していた。

精液の一般性状検査は、ノブ精子を発見後屠殺するまで定期的に擬牝台で精液を採取して行った。ノブ精子の出現率は精子をギムザ染色後、光学顕微鏡で検査した。比較のために、正常な雄豚9頭から採取した精液を用いた。

精液の液状保存性は、精液の濃厚部をKiev希釈液で

* 千葉大学医学部第二解剖学教室

等倍に希釈後、15℃の恒温器内に保存し5日間精子の運動率を検査した。凍結保存性はベレット法¹³⁾により凍結し、液体チッソ中に保存後融解し、融解後0、30および120分後の精子の運動率を検査した。比較のために、正常な雄豚10頭から採取した精液を用いた。

精子表面の観察は、表面レプリカ法^{14, 15)}および急速凍結・ディープエッチ法¹⁴⁻¹⁶⁾により試料を作成し、透過型電子顕微鏡で行った。精子断面の微細構造の観察は、精子をグルタルアルデヒドで固定後、超薄切片を作成し透過型電子顕微鏡で行った。

精巣は、雄豚を屠殺後速やかに摘出し、一方の精巣には3%グルタルアルデヒドを精巣動脈から注入して灌流固定後超薄切片を作成し、透過型電子顕微鏡で精細管の精子細胞を観察した。別の精巣は、10%ホルマリン・リン酸緩衝液で固定後、ヘマトキシリン・エオシン染色して精巣の組織学的観察を行った。

精子の受精能の検査は、未經産豚または経産豚19頭を用い、新鮮精液による人工授精又は自然交配により受胎状況を検査した。また同様に人工授精後、未經産豚または経産豚16頭を用い、発情周期(発情の最初の日を0日とする)の3~5日目に子宮角上部より卵子を回収し、卵子の受精状況を検査した。比較のために、正常な雄豚から採取した精液を用いた。

統計処理は、分散分析又は X^2 検定により有意差の検定を行った。

結 果

1. 射出精液の精液性状

ノブ精子が見出された豚の精液性状は、表1に示した。精液量、精子濃度および浸透圧は正常の範囲であったが、運動精子率は低い傾向を示し、pHは高い傾向であった。ノブ精子の割合は、平均 $87.9 \pm 3.0\%$ (範囲は84.5~92.5%)で常に高率であった。

液状保存性および凍結保存性は、表2に示した。液状保存性での運動精子率は、希釈直後の低下が大きくその後回復し保存後2日目に最高に達したが、正常豚の場合と比較して劣っていた。

凍結保存性では、凍結融解後37℃で30分間インキュベーションした後の運動精子率は、正常精液は $45.4 \pm 6.6\%$ であるのに対し、異常精液は $17.0 \pm 6.7\%$ で著しく悪かった。

2. 射出精液中のノブ精子の形態

ノブ精子は光学顕微鏡による観察では、頭部の先端またはその付近に、黒く染色された点として観察された(写真1)。異常は、豚が屠殺されるまでいつでも観察された。

表面レプリカ法による電子顕微鏡の観察では、精子の表面像は、頭部、尾部の中片部、主部および終部ともノブ以外は正常精子と変わらなかった(写真2)。ノブは、光学顕微鏡像と同様に頭部先端中央部またはその近くに

見られるのが一般的であったが、それ以外にある場合もあった。頭部は、長さ約 $8 \mu\text{m}$ 、巾 $4 \mu\text{m}$ であった。中片部は長さ $11.5 \mu\text{m}$ でミトコンドリア鞘が50回巻き、主部は長さ $33 \mu\text{m}$ 、終部は長さ $2.2 \mu\text{m}$ であった。

超薄切片像では、ノブ精子はノブを除いては正常な構造であったが、核が変形している場合もあった。ノブは、Acrosomeが球状又は半球状に膨隆したもので、直径は $1 \mu\text{m} \sim 2 \mu\text{m}$ であった。膨隆部には空胞があり、空胞は1つまたはそれ以上の場合もあった(写真3 a, b, c)。空胞は、その内容物によって2つのタイプが認められた。1つのタイプは、3枚の膜によって囲まれた細胞質の変性したような物質を含むものであった。膜は、外側から内側への順に先体膜、厚い膜およびセルトリ細胞膜のような膜であった(写真3 b)。2枚だけの膜で囲まれた細胞質の変性したようなものも観察された。通常、真ん中の厚い膜は欠損していた(写真3 a, c)。空胞の他のタイプは、先体外膜だけによって囲まれた雲如状物質を含むものであった(写真3 c)。

核はノブによって変形している場合もあったが(写真3 c)、他の異常は観察されなかった。先体赤道部、先体後部および尾部は、微細構造的には正常であった(写真3 a)。

急速凍結・ディープエッチ・レプリカ像では、先体後部の表面の原形質膜の先体赤道部(E S)面に、直径が約 17 nm の粒子が六角形に配列した領域が見られた(写真4 a)。尾部中片部は、原形質膜のE S面に点状隆起が直角に配列している所があった(写真4 b)。

3. 精巣の観察

摘出した精巣重量は 750 g 、精巣上体重量は 196 g で正常の範囲であった。精巣の準超薄切片による観察では、精子完成の後期を除いては正常な精子形成であったが、精細管腔内の精子にはノブが認められた(写真5)。

精巣の超薄切片による観察では、ノブの形成の最初の出現は、精子細胞の頭帽期の後期に認められ、2つのタイプがあった。1つのタイプは、約 20 nm の正常な細胞間隙を伴ってセルトリ細胞の一部が精子細胞に陥入したものであった(写真6 a, b)。陥入した細胞は、小胞性の小器官を含んでおり、この陥入は発達中のAcrosome部に起こった。

他のタイプは、空胞が発達中のAcrosome中にできたものであった(写真6 c, d, e)。空胞は、雲如状物質を含んでおり、先体膜らしい膜によって区別されていた。連続切片によると、空胞は閉じており雲如状物質と細胞質は連続していなかった。

空胞は発達中のいかなる場所にも観察されたが、それらはAcrosome顆粒の近く(写真6 c)またはAcrosomeの縁に見られる傾向があった(写真6 d, e)。2つのノブのタイプが、1つの精子細胞中に同時に見られることもあった(写真6 e)。それらは、内容物(セルトリ細胞の細胞質と雲如状物質)と内容物を取り囲んでいる

表1 Acrosome異常と正常な豚精液の精液性状

Table1 Semen characteristics in the boar with abnormal acrosome and normal acrosome

Boar	No. of ejaculates	Volume of semen (ml)	Concentration of sperm ($\times 10^8/ml$)	Motility of sperm (%)	Rate of knobbed sperm (%)	pH value	Osmotic pressure of semen (m osmol/kg)	Weight of gelatinous substance (g)
Abnormal	7	275.7 \pm 71.4 ^{1)a}	2.97 \pm 1.32	61.4 \pm 4.8 ^a	87.9 \pm 3.0	7.65 \pm 0.15	299.1 \pm 1.9	56.9 \pm 15.9
		205.0 \sim 370.0 ²⁾	1.49 \sim 5.01	55.0 \sim 70.0	84.5 \sim 92.5	7.51 \sim 7.93	297.0 \sim 301	39.0 \sim 84.0
Normal ³⁾	9	228.6 \pm 83.9 ^b	3.52 \pm 1.28	82.8 \pm 5.7 ^c	0	7.36 \pm 0.28	296.4 \pm 7.8	50.1 \pm 25.0
		145.0 \sim 370.0	1.88 \sim 5.60	75.0 \sim 90.0		6.98 \sim 7.73	285.0 \sim 311	13.5 \sim 76.5

1) Mean \pm SD

2) Range

3) 9 boars

a, b, c : There are significant differences among the same column (a vs b, $p < 0.05$; a vs c, $p < 0.01$)

表2 Acrosome異常精子の液状保存性と凍結保存性

Table2 Viability of abnormal spermatozoa after stored at 15 $^{\circ}$ C and frozen-thawed

Boar	No. of ejaculates	Freshly collected semen	Preservation of liquid semen 1)		Preservation of frozen semen 2)	
			0	2	before freezing	After thawing 3)
Abnormal	7	61.4 \pm 4.8 ⁴⁾ a	35.7 \pm 18.1 a	52.1 \pm 13.8 a	24.3 \pm 3.5 a	19.3 \pm 6.7 a
			84.0 \pm 5.7 c	78.0 \pm 7.1 c	73.5 \pm 5.3 c	45.4 \pm 6.6 c
Normal	10 ⁵⁾	85.5 \pm 3.7 c	84.0 \pm 5.7 c	61.5 \pm 11.8 c		

1) Stored with Kiev extender at 15 $^{\circ}$ C

2) Frozen by pellet form

3) After 30 minutes incubation at 37 $^{\circ}$ C4) Motility (%): Mean \pm SD

5) 10 boars

a, b, c : There are significant differences among the same column (a vs c, $p < 0.01$)

3枚の膜によって区別できた。

先体期の初期において、セルトリー細胞の大きな陥入が観察され、このため核は圧迫されていた(写真7)。陥入部の縦断切片像は、セルトリー細胞の細胞質、セルトリー細胞と精子細胞の原形質膜および先体外膜を示していた(写真7a)。陥入部の横断切片像は、3枚の膜によって囲まれたセルトリー細胞の細胞質が観察された(写真7b)。陥入部におけるセルトリー細胞の細胞質は、小胞性の小器官を含んでいた。微細管のような線維性小器官は、陥入中に含まれていなかった。雲如状物質を含んだ空胞は、精子細胞中のこの時期に観察された。

成熟精子細胞には、同様な陥入が観察された(写真8)。雲如状物質を含んだ空胞は、Acrosome中に観察され先体膜によって囲まれていた(写真8b)。

精細管腔にある精子の微細構造は、射出精子のものと

同様であり、細胞遺残物を含む空胞と雲如状物質を含む空胞の2つのタイプが観察された(写真9)。

精子細胞とセルトリー細胞間の特殊接合装置は、陥入部に含まれておらず細胞質の残りの部分に留まっていた(写真6a, b, 7a, 8b)。微細管は特殊接合装置中に観察されることもあった。セルトリー細胞間の特殊接合装置は、微細構造的には正常であった。

4. 射出精液の受精能

射出精液によって受胎試験を行った結果、雌豚7頭に授精したが、受胎した豚はいなかった。そこで別の雌豚6頭に授精し118個の卵子を回収して検査したが、受精卵は得られなかった(表3)。卵子の透明帯に付着した精子は、雌豚2頭から回収した卵にのみ見られた。これらの結果から、この異常精子は、頸管経由の授精方法では受精能がないと判断された。

表3 Acrosome異常精子の受精能
Table3 Fertility of abnormal spermatozoa in the boar

Boars	Experiment 1 ¹⁾		Experiment 2 ²⁾		Fertilization rate of recovered eggs (%)
	No of animals inseminated	No (%) of pregnant animals	No of animals inseminated	No (%) of animals with fertilized eggs	
Abnormal	7	0 (0) ^a	6	0 (0) ^a	0 (0 / 118)
Normal	12	9 (75.0) ^b	10	8 (80) ^c	76.2 (93 / 122)

1) Fetuses were examined

2) Fertilized eggs were examined

a, b, c : There are significant differences among the same column (a vs b, $p < 0.05$; a vs c, $p < 0.01$)

考 察

1. 射出精子の精液性状と受精能

今回のAcrosome異常精子は、DonaldとHancock(1953)⁴⁾によって最初に使われたノブ精子として分類される。

ノブ精子は1歳10カ月齢で見出されたが、最初の精液は203日齢で採取している。7カ月齢から1歳10カ月齢までの精液性状は、検査記録によると今回の検査と同様の傾向を示していた。検査記録と検査実施者の記憶から、ノブ精子はかなり早い月齢から出現していたと推測される。

ノブ精子は、形態的な異常の他に運動性、液状保存性および凍結保存性においても正常精子と異なっているので、生化学的な異常の可能性もある。

Bane(1961)⁶⁾は、豚の射出精液中にも稀にAcrosome異常精子のうちノブ精子が出現することがあると報告しており、大沼(1964)¹⁾は豚の正常精液中にAcrosome形成不全の1つとして突出したAcrosomeを報告し

ている。しかし、今回見出されたノブ精子は、一定して極めて高率であるので、Acrosome形成不全の偶然の結果とは考えにくい。遺伝的な原因が考えられるが、この異常豚には雄5頭、雌3頭と同腹豚がいたが、検査する機会がなかった。DonaldとHancock(1953)²⁾は、牛において、ノブ精子は、染色体異常による劣性遺伝であるとしている。

本試験では、この異常精液では、受精卵及び受胎例は得られなかった。また、この豚の精液は、異常が見出されるまでに、人工授精用の精液として授精に使用されたことがあったが、記録を調査した結果では、受胎例は確認されていない。

卵子を検査した結果では、透明帯に精子が付着していない場合が多かった。従って、受精卵が得られなかった原因としては、第一に頸管経由の授精では、精子の生存性が悪いために、精子と卵子が出会う機会が少ないためであると思われる。

ButtleとHancock(1965)⁵⁾はノブ精子で授精した結果、受精卵は得られず透明帯に付着した精子数はほとんど

どなかったと報告しており、今回の結果と類似している。しかし、受精卵が得られなかった原因はノブ精子の核も変形している場合があったので、運動性以外の原因があるかもしれない。

射出中のノブ精子の高率の発生は、Hancock(1949)⁸⁾が牛で最初に報告し、108頭に授精したが受胎例はなかったと報告している。他の動物では羊でも報告¹²⁾され、この場合には射出中のノブ精子の割合は7カ月間で2%から95%まで変化し、不妊ではなかった。ノブ精子を伴う種馬も報告¹¹⁾されており、射出中のノブの精子の割合は50%以下であり、不妊ではないが繁殖性は劣っていた。

このように、不妊とノブ精子の発生割合との間には関連があり、ノブ精子が50%以上の場合には十分な繁殖性が期待できないかもしれない。

2. ノブ精子の形態と形成

射出精子に観察されたノブは、精巢の観察から二つの方法で形成されたことが示された。一つはセルトリ細胞の一部が精子細胞の中に陥入したものであり、他の一つは発達中のAcrosome中に雲如状物質を含む空胞が形成されたものであった。今回の例では、陥入と空胞は最終的に精子中にノブを形成している。セルトリ細胞が陥入後残りの細胞から離れ、精子細胞のAcrosomeに含まれた後、囲まれたセルトリ細胞質は退行し始め細胞遺残物になったのかもしれない。

このように、射出精子のノブに観察された細胞遺残物は、セルトリ細胞の細胞質に由来することが明らかになった。射出精子のノブ中の細胞遺残物を囲んでいる3枚の膜は、先体外膜、非常に厚い精子の細胞膜および直接に遺残物を囲んでいるセルトリ細胞の細胞膜である。ノブ形成のこのタイプは、羊において最初に報告(Ottら、1982¹²⁾)された。ただし、彼らの報告においては精巢に異常がみられ、ノブ以外のAcrosome異常が多くまた出現率も大きく変動していた。

今回の例のノブ形成の別の方法は、雲如状物質を含む空胞があることである。セルトリ細胞の細胞質とセルトリ細胞と精子細胞の両方の細胞膜は、空胞中に含まれていなかった。同様なノブが、馬において報告¹¹⁾されている。このように、ノブ形成の二つの方法がこの研究では示された。

ノブ形成について、今回のタイプと別のタイプが報告されている。光学顕微鏡的には、これらのノブは今回のケースと同じようであったが、微細構造的にはそれらは違っていた。CranとDott(1976)¹⁷⁾は、牛における最も一般的なノブの形状を示しているが、ノブの中に細胞質様の物質は入っていないことを報告している。先体期の精子細胞において、核が変形する現象は、Truitt-GibertとJohnson(1980)¹⁸⁾が報告したのに似ているが、彼らの例ではセルトリ細胞の細胞質は侵入していなかった。

先体期の後期の若い精子細胞には、発達中のAcroso-

meの種々の場所において空胞または陥入があった。しかし、精細管上皮中の成熟精子細胞と精細管中の精子および射出精子は、特殊な場所つまり精子頭部の先端部にノブを持っている。ノブは、成熟精子細胞になるまでに先端に位置を変えるのか、あるいは、ノブのある若い精子細胞は変性し、セルトリ細胞によって食べられるのか不明である。セルトリ細胞中の食べられた精子細胞の数は正常に比較して多くはない。このことは、若い精子細胞中のノブは精子細胞が成熟するにつれて頭部の先端部に、位置を変えるのかもしれないことを示している。

文 献

- 1) 大沼秀雄(1964)家畜精子のacrosomeと頭帽. 家畜繁殖研究会誌, 9(4): 127-132.
- 2) DONALD, H.P., J.L. HANCOCK(1953) Evidence of gene-controlled sterility in bulls. J. Agric. Sci., 43: 178-181.
- 3) LIESS, J.D., KRAUSE J(1958) Zum Vorkommen des sogenannten "Akrosom-Defektes" im Ebersperma. Dt. tierärztl. Wschrft, 65: 677-679.
- 4) WOHLFARTH, E(1961) Beitrag zum Akrosom-Defekt im Ebersperma. Zucht-hyg. Fortpfl. Stor. Besam. Haustiere, 5: 268-274.
- 5) BUTTLE, H.R.L., J.L. HANCOCK(1965) Sterile boars with 'Knobbed' spermatozoa. J. Agri. Sci. 65: 255-260.
- 6) BANE, A.(1961) Acrosomal abnormality with sterility in boar. Proc. Wth Int. Cong. Anim. Reprod., The Hague, 4: 810-817.
- 7) BANE, A., L. NICANDER(1966) Electron and light microscopical studies on spermateliosis in a boar with acrosome abnormalities. J. Reprod. Fertil., 11: 133-138.
- 8) HANCOCK, J.L.(1949) Evidence of an inherited seminal character associated with infertility of Friesian bulls. Vet. Rec., 61: 308-309.
- 9) BLOM, E., A. BIRCH-ANDERSEN(1962) Ultra-structure of the sterilizing "Knobbed sperm" defect in the bull. Nature, 194: 989-990.
- 10) TIBA, T.(1964) Histologische Beobachtungen der Spermio-genese beim sogenannten "Akrosom-Defekt" des Bullenspermiums. Jap. J. Vet. Res., 12: 25-34.
- 11) HURTGEN, J.P., L.A. JOHNSON(1982) Fertility of stallions with abnormalities of the sperm acrosome. J. Reprod. Fertil. Suppl., 32: 15-20.
- 12) OTT, H.M., E.H. HEATH, A. BANE(1982) Abnormal spermatozoa, testicular degeneration and varicocele in a ram. Am. J. Vet. Res., 42: 241-245.
- 13) NAGASE, H., T. NIWA(1964) Deep freezing bull

- semen in concentrated pellet from. 1. Factors affecting survival of spermatozoa. Proc. 5th Int. Cong. Anim. Reprod., Trent, 4 : 410-415.
- 14) TOYAMA, Y., T. NAGANO (1988) Maturation changes of the plasma membrane of rat spermatozoa observed by surface replica, rapid-freeze and deep-etch, and freeze-fracture methods. Anat. Rec., 220 : 43-50.
- 15) TOYAMA, Y. (1989) In utero changes of the plasma membrane in the head region of the rat spermatozoa. J. Electron Microsc., 38 : 148-154.
- 16) TOYAMA, Y., T. NAGANO (1983) Boar spermatozoa observed by rapid-freeze and deep-etch method. Anat. Rec. 206 : 171-179.
- 17) GRAN, DG., HM. DOTY (1976) The ultrastructure of knobbed bull spermatozoa. J. Reprod. Fertil. Suppl., 47 : 407-408.
- 18) TRUITT-GIBERT, A.J., L. A. JOHNSON (1980) The crater defect in boar spermatozoa: A correlative study with transmission electron microscopy, scanning electron microscopy and light microscopy. Gamete Research, 3 : 259-266.

写真説明

- 写真1. 射出精子の光学顕微鏡写真
黒く染色された点が、精子の先端と先端付近に観察されている(矢印)。×1,800
- 写真2. 射出精子の表面レプリカ像
ノブが観察され、後輪(矢の頭)とジェンセンの輪(矢印)が観察されている。中片部にはミトコンドリア鞘が見える。×4,800
- 写真3. ノブのある射出精子の超薄切片像
ノブは、Acrosomeの球状または半球状の膨隆として見える。膨隆の中には、先体膜(矢の頭)によって囲まれた空胞が見られる。空胞の中には、セルトリー細胞の細胞膜(矢印)によって囲まれた細胞遺残物(D)が見られる。
a: 先体赤道帯(E)、先体後部(P)と尾部中片部(T)は正常である。×32,000
b: 精子の細胞質膜(二重の矢印)は、先体膜(矢の頭)とセルトリー細胞の細胞膜(矢印)の間に見ることができる。×42,000
c: 細胞遺残物のない空胞(V)も、Acrosomeの膨隆中に見られる。空胞は雲如状物質を含んでいる。×39,000
- 写真4. 射出精子の急速凍結・ディープエッチ・レプリカ像
a: 17nmの六角形の粒子の配列が、先体後部をおおった細胞膜の先体赤道部(ES)面上に見られる。粒子には、中央部に穴(矢印)があった。×200,000
b: 尾部中片部をおおっている細胞膜のES面上には、点のような高所が直角に配列している領域(矢の頭)が観察された。×200,000
- 写真5. 精巣の光学顕微鏡写真
精細管上皮の部分が見られる。精子形成は、正常のようである。しかし、成熟した精子細胞(矢印)には、空胞が見られる。×600
- 写真6. ノブ形成が最初に見られる時期の頭帽期の精子細胞
a, b: セルトリー細胞の部分(ser)が、精子細胞に陥入している。精子細胞の核(N)がやや圧迫されている。この陥入部には、特殊接合装置(J)の線維層とサブサーフェイス・シスターンは入っていない。
矢印は、特殊接合装置中に観察された異常な微細管を示している。×60,000, ×61,000
c: 小さい空胞(矢印)が、Acrosome顆粒(Ag)の近くの発達中のAcrosome中に見られる。空胞は、先体膜で包まれ、中には雲如状物質を含んでいる。×69,000
d: 帽子形のAcrosomeの縁に空胞(V)が見られる。×47,000
e: 3個の空胞(V₁, V₂, V₃)と小さな空胞が、Acrosomeの縁に観察されている。V₁とV₂は写真6 a, bのように近くのセルトリー細胞の陥入によって形成された。しかし、セルトリー細胞の細胞質はこの部分には含まれていない。V₁とV₂中の精子細胞の細胞膜(二重の頭の矢印)の存在に注目して下さい。V₃は、写真6 dのように雲如状物質を含んでいる。小さな空胞は、同様に雲如状物質を含んでいる。×33,000
- 写真7. 先体期の精子細胞
セルトリー細胞(ser)の部分が、精子細胞中に深く陥入し核(N)を圧迫している。
a: 矢印は、特殊接合装置中の異常な微細管を示している。×32,000
b: 頸部(M)と核の回りは正常のようである。×18,000
- 写真8. 成熟精子細胞
a: 空胞は、射出精子のものと似ている。しかし、空胞中の細胞の小器官あるいは陥入は、写真7 a, bと同じである。×23,000
b: セルトリー細胞部(ser)が深く陥入している。陥入部の細胞小器官は、同様に同じである。雲如状物質を含む別のタイプの空胞(V)が見られる。精子細胞の細胞質は、この空胞中には見られない。線維層と特殊接合装置(J)のサブサーフェイス・シスターンは、陥入部に侵入していない。矢印は、特殊接合装置中の異常な微細管を示している。×34,000
- 写真9. 精細管の管腔内の精子
ノブの中には、4つの空胞(V₁-V₄)が見られる。V₁-V₃は、精子の細胞膜(二重の頭の頭)のある細胞遺残物を含んでいる。V₄は、他のタイプの空胞であり、雲如状物質を含んでいる。×32,000







