

哺乳動物乳腺の血管系に関する解剖学的研究*

西 中 川 駿

Anatomical Studies on the Vascular System of the Mammary Gland of the Mammals

Hayao NISHINAKAGAWA

(*Laboratory of Veterinary Anatomy*)

目 次

緒 論

I. 乳腺の血管分布の解剖学的観察

1. 緒言
2. 材料および方法
3. 観察結果
 - 1) 乳牛
 - 2) 山羊, トカラ山羊およびめん羊
 - 3) 馬
 - 4) 犬および猫
 - 5) 家兎
 - 6) モルモット
 - 7) ハムスター
 - 8) マウスおよびラット
4. 考察
5. 小括

II. 乳腺の機能状態に伴う血管分布

1. 緒言
2. 材料および方法
3. 観察結果
 - 1) 乳腺の組織学的観察
 - a) 処女期
 - b) 妊娠期
 - c) 泌乳期
 - d) 退行期
 - 2) 乳腺の血管分布
 - a) 処女期
 - b) 妊娠期
 - c) 泌乳期
 - d) 退行期

III. 乳腺組織と血管分布の実験的観察

1. 緒言
2. 材料および方法
3. 観察結果

- 1) ホルモン処理による影響
 - a) Estradiol
 - b) Progesterone
 - c) Estradiol, Progesterone併用
- 2) 各種条件下における血液の流量と血管分布との相互関係

4. 考察

5. 小括

IV. 総合考察ならびに要約

文 献

英 文 要 約

写 真

緒 論

乳汁を分泌して新生児の哺育に重要な役割を果している乳腺は、哺乳類独特の器官であり、その形態、発生、乳汁の分泌、排出の機構など乳腺をめぐる諸問題は、生物学の各領域より研究対象として、古くからとりあげられてきた。

乳腺に分布する血管系の検索記載も、乳腺の形態学的研究の一部として、少なからぬ報告が認められている¹³⁾²³⁾²⁹⁾³⁵⁾⁴⁴⁾⁵⁸⁾⁶²⁾⁶⁷⁾⁶⁹⁾。しかし、乳汁の生成には大量の血液を必要とし³¹⁾⁵⁷⁾、その重要性が明らかであるにもかかわらず、乳腺を灌流する血管系の詳細は、必ずしも明らかとはいえない。すなわち、主要な動、静脈の起源、走行、分布域など、産業的にも関心の高い乳牛についてすら必ずしも十分明らかでなく、異論が多い状態であり、他の動物については記載があっても極めて少ないか、あるいは全くないというのが現状である。言うまでもなく、乳腺の形態や位置は動物の種属によつて必ずしも一定せず、動物により胸部、腋窩部、腹部、鼠径部のいずれか、あるいはすべてにわたって存在するものなど多岐にわたっている。このことは乳腺に分布する血管系が動物種によって異なっていることを意味する。

* 本論文は、昭和44年3月東京大学において審査を受けた学位論文の大要をなすものである。なお、本論文の一部は日本畜産学会報第39巻第7号に報告した。

一方、乳腺血管の分布状態は動物の生理的変化に伴う乳腺の機能状態に応じて変化するが、これら乳腺血管の消長に関する形態学的な研究は非常に少ない。

従って本研究は、先ず、各種哺乳動物の乳腺に分布する血管系の起源および走行をしらべ、動物種別の特徴を把握記載し、比較解剖学的見地から検討を加え、名称の統一をはかる。また、各動物種について、血管の分布域と乳腺域 (Mammary area) との関連をしらべ、さらに乳腺を灌流する血液の流出経路について、形態学的な検討を行ない、それぞれの血管の役割を明らかにすること。次いで、形態学的な観点から乳腺実質とこれらに分布する血管との間の各種生理的条件下における相互的関係を明らかにして、乳腺の発達、退縮、すなわち、乳腺機能の本質を解明するためのアプローチとすることなどを目的として行なったものである。

I. 乳腺血管分布の解剖学的観察

1. 緒 言

乳牛の乳房に分布する動脈について、TURNER ('52)⁶⁹⁾ やその他多くの研究者²⁹⁾³⁰⁾³⁴⁾⁵⁸⁾⁵⁹⁾⁸⁰⁾ は外陰部動脈と会陰動脈を記載し、報告している。しかし、この会陰動脈については乳房の動脈として、記載していない学者もある¹³⁾¹⁹⁾²⁵⁾⁴²⁾⁶¹⁾。

一方、会陰静脈についてもその存否が論議されている。NELKER ('09)⁴⁹⁾ は初めて会陰静脈の存在を報告し、その後多くの研究者により記載されてきた。BECKER & ARNOLD ('42)²⁾ や SWETT & MATTHEWS ('49)⁶¹⁾ は会陰静脈の弁を検索し、会陰静脈の血液は Vulva の方へ流れるのでなく、むしろ乳房の方へ流れるとした。ZIEGLER & MOSIMANN ('60)⁸⁰⁾ は会陰静脈には弁のないこともあり、乳房の血液の流出経路となりうると報告している。

乳牛の乳房は発生学的に 1 側 2 乳点より発達しているが、左右、前後の乳区間の血管吻合枝の存否についても意見の相違がみられ、EMMERSON ('40)¹⁴⁾ は動脈において、前後の吻合はないといい、一方 ESPE & CANNON ('43)¹⁶⁾ は 1 側の外陰部動脈を結紮することにより、実験的に前後はともかく、左右の乳区間にも吻合枝の存在を実証している。

山羊、めん羊の乳房血管系についての記載は従来の家畜解剖学成書にはみられない。TURNER ('52)⁶⁹⁾ は山羊の乳房の主要な動脈として、外陰部動脈をあげ、その走行と分布について、また、静脈系については会陰静脈の存在などについて、乳牛と比較してふれてい

る。また、LINZELL ('60)³⁷⁾ は静脈系の走行および弁の位置について報告し、PALIĆ ('54)⁵²⁾ はめん羊について、X線を用いて血管系の検討を行ない、会陰静脈の存否、血流の向きなどについて記載している。

馬の乳房は鼠径部に 1 対あり、発生学的に 2 乳点から発達し、これが合体して 1 つの乳房を形成したものとされている。乳房に分布する動脈について、TAGAND & BARONE ('56)⁶²⁾ や BOURDELL & BRESSON ('49)⁴¹⁾ は外陰部動脈に由来することを記し、TURNER⁶⁹⁾ は乳牛のそれに類することを報告している。しかし、いずれも乳房の動脈の分布状態については詳述していない。一方、静脈について、TAGAND & BARONE⁶²⁾ は乳房の主要な静脈として、乳房後部から大腿薄筋と恥骨筋との間より大腿深静脈に入る静脈を上げ、これに主要乳腺静脈なる名称を付している。しかし、ELLENBERGER & BAUM ('43)¹³⁾、SISSON & GROSSMAN ('38)⁵⁸⁾、加藤 ('58)²⁹⁾ はこの静脈を外陰部静脈として取り扱っており、また、従来の外陰部静脈は外陰部動脈に伴行する小さな静脈として記載されている。なお、従来成書に記載されてきた会陰静脈について、TURNER⁶⁹⁾ はふれてなく、TAGAND & BARONE⁶²⁾ はこの静脈の一部の血液はむしろ乳房の方へ流れることを報告している。

犬、猫の乳腺に分布する血管系について、犬では LINZELL ('53)³⁵⁾ MILLER ('64)⁴⁴⁾、その他⁵⁾¹³⁾⁵³⁾⁶⁷⁾ の報告があり、猫については REIGHARD & JENNINGS ('51)⁵⁴⁾、LINZELL³⁵⁾ により報告されているが、いずれもその血管系の概要を記載しているのみで、それらの走行、分布域の相互関係などについてはほとんどふれられていない。また、研究者により、乳腺の血管系に対する記載が著しく異なっている場合も多い。

家兎乳腺の血管系については WAHL ('15)⁷⁶⁾、LINZELL³⁵⁾ その他²¹⁾²³⁾ の報告があるが、いずれも犬、猫同様その概要を知るにとどまる。

モルモットの乳腺血管系については LINZELL³⁵⁾、TINDAL & YOKOYAMA ('62)⁶³⁾ らの簡単な記載をみると、ハムスターについての報告はない。

マウスの乳腺に分布する血管系については、TURNER & GOMEZ ('33)⁷²⁾、LINZELL³⁵⁾ や SOEMARWOTO & BERN ('58)⁶⁰⁾ の、ラットについては GREENE ('35)²³⁾ や LINZELL³⁵⁾ などの記載をみると、さすがに、いずれも詳細については明らかでない。

以上のように各動物の乳腺に分布する血管系についての記載は必ずしも十分でなく、また論点も多い。また、いずれの動物についても、乳腺に分布する主要な

血管系を指摘するだけで、それらの走行や分布状態についてはほとんどふれられていない。そこで、十数種の哺乳動物を用いて、乳腺の血管分布と乳腺域との関係を検索し、また、各動物の乳腺に分布する血管系の詳細を明らかにし、ついで、動物種に由来する相異点や乳腺の位置に基づく差を明らかにし、さらに乳腺に分布する血管系の名称と区分について、解剖学的な見地から統一を試みることを目的として行なった実験である。

2. 材料および方法

材料は乳牛（ホルスタイン種 16），山羊（日本ザーネン種 28），トカラ山羊（日本在来種 8），めん羊（コリデール種 6），馬（雑種 23），犬（雑種 10），猫（雑種 8），家兔（白色種 23），モルモット（アルビノ種 13），ハムスター（ゴールデン種 11），マウス（ICR-JCL 42）およびラット（SD-JCL 20）で，大部分は泌乳期にあるものを用いた。

乳牛、山羊、トカラ山羊、めん羊、馬は屠殺後、乳房の周囲の血管を観察してから皮膚をつけたまま取り出し、外陰部動脈より、一部の山羊、トカラ山羊は頸動脈から放血後、同動脈から四・三酸化鉛および着色した Neoprene latex 601 A を注入し、ホルマリンで固定した。また、一部はX線観察のため造影剤（リュウバリ・ゾルB）を注入した。犬、猫、家兎は頸動脈から放血後、同動脈から前記注入剤および造影剤を注入し、モルモット、ハムスター、マウスおよびラットはネンブタールで麻酔し、頸動脈から放血後、1%亜硝酸ソーダ生理的食塩水液で血管を灌流したのち、ハムスター、マウスおよびラットはそれぞれ頸動脈および外頸静脈より、モルモットは腹大動脈と後大静脈からそれぞれ着色した Neoprene latex 601 A（色素は動脈に Rubber red PBL、静脈には Rubber fast blue CPL を用いた）、または墨汁を注入し、10% ホルマリンで固定した。

観察にあたってはいずれも大動物は肉眼的に行ない、細部はルーペを用いて、また一部はX線写真を併用して検索した。小動物については肉眼または実体顕微鏡下で、また一部はメチルベンゾアートで透明標本としたのち、血管分布の細部を観察した。

3. 觀察結果

1) 乳牛

乳牛の乳房に分布する動脈は外陰部動脈 (*A. pudenda externa*) に由来し、従来、家畜解剖学成書に

記載されている会陰動脈 (*A. perinealis*) は乳房の後部および乳鏡付近の皮膚にわずかに分布するだけで、乳房実質内には入らない。

外陰部動脈は後腹壁動脈 (*A. epigastrica caudalis*) と陰部腹壁動脈幹 (*Truncus pudendo-epigastricus*) をつくり、大腿深動脈 (*A. profunda femoris*) から起り、外陰部静脈、リンパ管および神経と共に浅鼠径輪を出て、S字状に屈曲して、乳腺動脈に移行する。一般に、外陰部動脈は腹皮下動脈を分けてのち、乳腺動脈に移行すると考えられてきているが、著者の観察例では、すべて腹皮下動脈は前乳腺動脈の一つの移行枝であった。

乳腺動脈(*A. mammaea*)の分布(Figs. 1, 2, 3, 4)

乳腺動脈は後位の乳房基底部から乳房実質に入り、直ちに前乳腺動脈と後乳腺動脈に分かれる。

A) 前乳腺動脈 (*A. mammaria cranialis*)

前乳腺動脈は外径約 9.1 mm で乳房基底面浅層（2～3 cm）外側よりに前走し、後乳洞外側動脈、内側乳腺動脈、内側乳腺動脈から起る前乳洞内側動脈、前

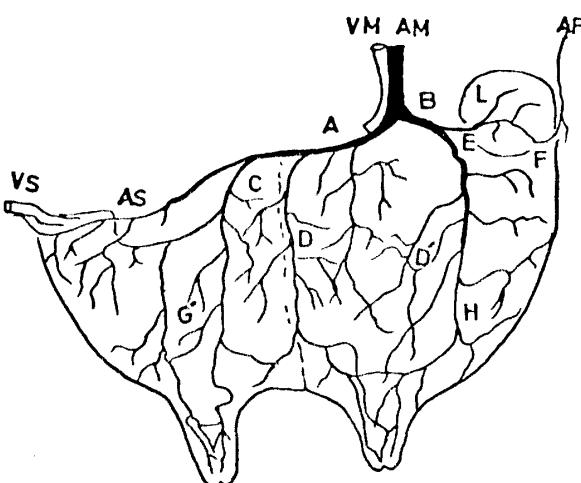


Fig. 1 Semischematic drawing of the blood vessel supply to the udder of the dairy cow (Type II, lateral view)

- AM—*A. mammaria*
 VM—*V. mammaria*
 AP—*A. perinealis*
 AS—*A. subcutanea abdominis*
 VS—*V. subcutanea abdominis*
 A—*A. mammaria cranialis*
 B—*A. mammaria caudalis*
 C—*A. mammaria medialis*
 DD'—*Aa. lateralis sinus caudalis*
 E—*Ramus bsalis caudalis*
 F—Anastmosis branch to *A. perinealis*
 G—*Aa. lateralis sinus cranialis*
 G'—*Aa. medialis sinus cranialis*
 H—*A. caudalis sinus caudalis*
 L—Supramammary lymph nodes

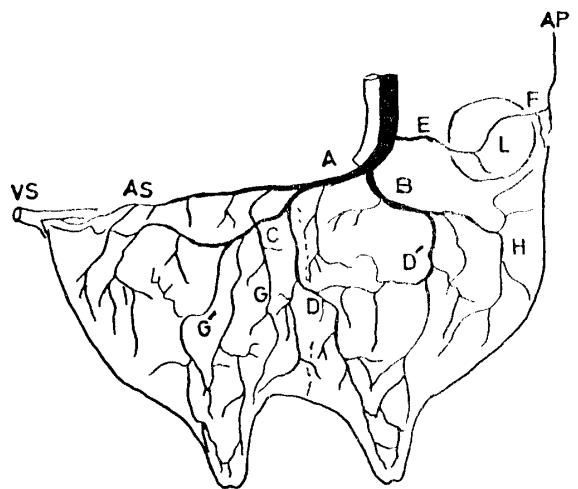


Fig. 2 Drawing of the blood vessel supply to the udder (Type III, lateral view)

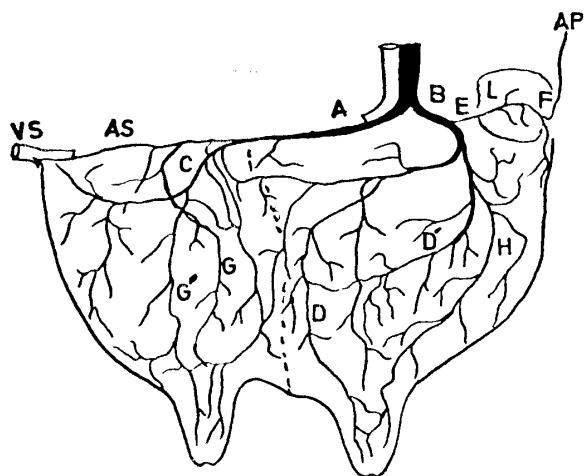


Fig. 3 Drawing of the blood vessel supply to the udder (no. 9, lateral view)

乳洞外側動脈の各枝を分けて、腹皮下動脈に移行するが、このほか、多数の細枝を乳房実質に送る。

a) 後乳洞外側動脈 (*Aa. lateralis sinus caudalis*)

: 後乳区内で前乳腺動脈から起り、実質に細枝を分けながら下走し、途中後乳腺動脈からの分枝と吻合をもち、乳槽に達し、そこに細枝を分ける。さらにこの動脈は後位乳頭の前位の部分より乳頭動脈となって乳頭に入り、後記の後乳腺動脈の分枝である乳頭動脈と吻合し、乳頭血管叢をつくる。なお、この後乳洞外側動脈は内側乳腺動脈から起る例も多く、その頻度は全体の 38 % を示した。

b) 内側乳腺動脈 (*A. mammaria medialis*) : 前乳腺動脈が前乳区に入り、数 cm の内側面から起る外径約 4.6 mm の動脈で、前記のように後乳洞外側動脈を分岐する場合もあるが、一般に乳房の内側実質深層を前走し、次に述べる前乳洞内側動脈を分け、再

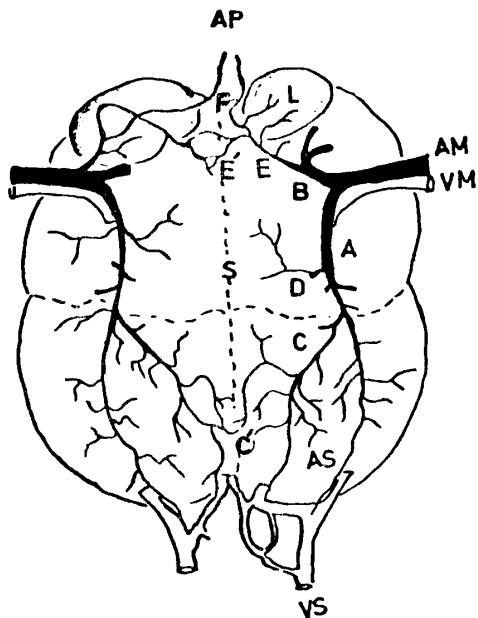


Fig. 4 Diagram of the arterial distribution at the base of the udder. Dairy Cow

AM—*A. mammaria*

VM—*V. mammaria*

AP—*A. perinealis*

AS—*A. subcutanea abdominis*

VS—*V. subcutanea abdominis*

A—*A. mammaria cranialis*

B—*A. mammaria caudalis*

C—*A. mammaria medialis*

C'E'—Anastomosis branch (Between halves of the udder)

D—*Aa. lateralis sinus cranialis*

E—*Ramus basalis caudalis*

F—Anastomosis branch to *A. perinealis*

L—Supramammary lymph nodes

S—Septum between halves of the udder

び基底面に出て、乳房の前基底部で一部対側の同分枝と吻合をもしながら腹皮下静脈の内側根に伴行し、腹皮下動脈につづいている。

c) 前乳洞内側動脈 (*Aa. medialis sinus cranialis*)

: 内側乳腺動脈から 2 枝として起る。1 枝は前乳区の実質深部に細枝を送り、後乳区との境界部で、後乳洞外側動脈の分枝と吻合をもしながら、乳槽の部分を下走し、前位乳頭の後部よりここに入り、乳頭動脈となって乳頭に分布する。他の 1 枝は前枝の分岐点より数 cm 離れた部位から起り、前乳区の前位実質に広く分布し、乳槽に達し、前位乳頭の前部より乳頭動脈となって乳頭に入り、前枝と吻合して、乳頭血管叢をかたちづくる。

d) 前乳洞外側動脈 (*Aa. lateralis sinus cranialis*)

: 内側乳腺動脈を分けた後、前乳腺動脈から数枝をもって起り、乳房実質浅層および乳槽に分布し、乳頭

動脈として乳頭に分布するのは少なく(33%), 乳頭動脈の主流は前記の前乳洞内側動脈による。

e) 腹皮下動脈 (*A. subcutanea abdominis*)：前乳腺動脈の移行枝としてみられ、ここでは前乳腺動脈が前乳洞外側動脈を分岐した後の動脈を腹皮下動脈として取り扱った。この動脈の外径は約 5.1 mm で、乳房の前基底部を外側より前に走り、途中実質および乳槽に分布する枝を送りながら腹皮下静脈の主幹に沿って前走する。

B) 後乳腺動脈 (*A. mammaea caudalis*)

前乳腺動脈より細く(外径約 7.3 mm), 後乳区に広く分布する動脈で、その主な枝には後基底枝、後乳洞外側動脈、後乳洞後動脈が認められる。

a) 後基底枝 (*Ramus basalis caudalis*)：乳房の後基底部において、後乳腺動脈から発する外径約 3.7 mm の動脈で、乳房基底部を後走し、乳房上リンパ節およびその付着面の乳房実質に 2~3 の枝を送り、つづいて対側の乳区へ細枝 (Fig. 4 の E') を分けてのち乳房の後部に出て、皮膚面で会陰動脈と吻合する。対側の乳区への枝は静脈でみられるような 1~2 本の完全な吻合枝ではなく、細枝が互いに吻合するのみである。なお、この後基底枝は乳腺動脈から起る場合もあり、その頻度は全体の 29% であった。

b) 後乳洞外側動脈 (*Aa. lateralis sinus caudalis*)

：後乳腺動脈から分かれた血管中最も太いもので、後乳区実質深部に多数の枝を送り、一部前乳腺動脈の分枝と吻合する。さらにこの動脈は乳房実質を下走し、乳槽に達し、乳頭の後位より乳頭動脈として乳頭に入り、前記の後乳洞外側動脈からの乳頭動脈と吻合し、乳頭血管叢をつくる。しかし、この動脈は乳頭に達しない場合もある。

c) 後乳洞後動脈 (*A. caudalis sinus caudalis*)

：後乳腺動脈から起り、乳房の最後部の乳房実質に分布し、一部は乳頭動脈として乳頭に分布するものもある。

以上のほか、後乳腺動脈からの分枝と内側乳腺動脈からの分枝とが吻合して、いわゆる Fürstenberg 動脈を形成し (Fig. 3), また、あるものでは後乳腺動脈の発達が悪く、この分布域は前乳腺動脈由來の後乳洞外側動脈の発達によっておきなわれている例もあった。

なお、乳腺動脈から分岐する前記の後基底枝および後乳洞外側動脈の分かれ方には、かなりの違いがみられたが、これらはいずれも以下の 4 型に属することが分かった。すなわち、

Type I…後基底枝が後乳腺動脈から起り、後

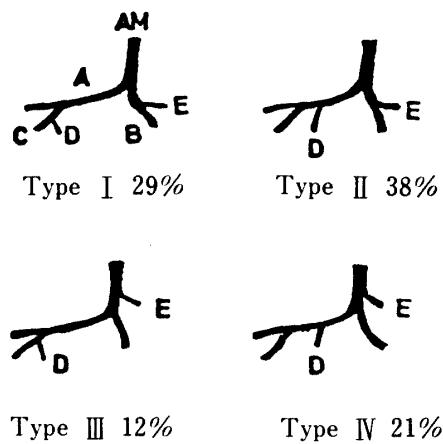


Fig. 5 The type classification and frequency of the ramification of *A. mammaea*. Dairy cattle

AM—*A. mammaea*
A—*A. mammaea cranialis*
B—*A. mammaea caudalis*
C—*A. mammaea medialis*
D—*Aa. lateralis sinus caudalis*
E—*Ramus basalis caudalis*

乳洞外側動脈が内側乳腺動脈から起るもの。

Type II…後基底枝は Type I と同じであるが、後乳洞外側動脈は前乳腺動脈から起るもの。

Type III…後基底枝は乳腺動脈から起り、後乳洞外側動脈は Type I と同じもの。

Type IV…後基底枝は Type III と同じで、後乳洞外側動脈は前乳腺動脈から起るもの。

以上 4 型の出現頻度は Fig. 5 に示したように Type II が全体の 38%, Type I 29%, Type IV 20%, Type III 12% と型は一定せず、血管の分枝の仕方に変異の大きいことがわかった。また、同一個体で、左右が不相称のものもあった。

静脈は動脈よりやや複雑な分布をする。乳房の静脈系として、外陰部静脈と腹皮下静脈がある (Fig. 6)。

外陰部静脈 (*V. pudenda externa*) は同動脈の 2~3 倍の太さで、乳頭、乳槽などの乳房実質の広範囲の静脈を内側乳腺静脈 (*V. mammaea medialis*), 前、後乳腺静脈 (*V. mammaea cranialis & caudalis*) および後基底枝から集め、外陰部動脈に伴行して大腿深静脈 (*V. profunda femoris*) に入る。

腹皮下静脈 (*V. subcutanea abdominis*) は前乳腺静脈の移行枝の主根と、乳房前基底部で内側乳腺静脈の内側根およびそのほか 1~2 の静脈を乳房実質から集めて、腹皮下を前走し、乳窩より内胸静脈 (*V. thoracica interna*) につづく。この間、乳房をはなれた部位で、左右の腹皮下静脈は互いに吻合枝をもって、

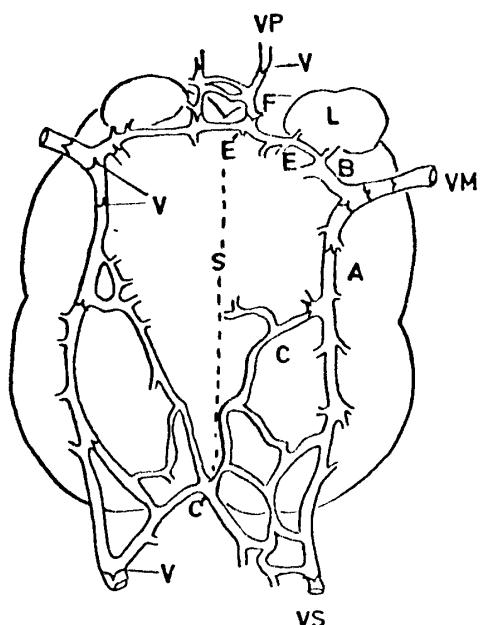


Fig. 6 Diagram of the venous distribution and valves at the base of the udder. Dairy cattle

- VM—*V. mammaria*
- VS—*V. subcutanea abdominis*
- VP—*V. perinealis*
- A—*V. mammaria cranialis*
- B—*V. mammaria caudalis*
- C—*V. mammaria medialis*
- C'E'—Anastomosis branch (between halves of the udder)
- E—*Ramus basalis caudalis*
- F—Anastomosis branch to *V. perinealis*
- L—Supramammary lymph nodes
- S—Septem between halves of the udder
- V—Venous valve

つながっていた。

乳房の基底面において、内側乳腺静脈の分枝と後底枝の分枝はそれぞれ対側の乳区の同静脈と吻合し、乳房基底面で静脈輪を形成している (Fig. 6)。また、乳房の腹面表層において、前後、左右を連絡する静脈がみられ、側面表層にも前後の吻合枝をみると。実質深層には、後乳腺静脈の一部が前乳区に入り、前乳腺静脈の分枝につづいて、ここにいわゆる Fürstenberg 静脈を形成していた。

従来、乳房からの血液の流出する経路に上記のほか、会陰静脈 (*V. perinealis*) も含まれているが、この会陰静脈は静脈弁の構造と配置からみて、この静脈に入った血液の一部は後基底枝を通り、乳腺静脈から外陰部静脈へ向って流れるものと考えるのが妥当と思われた。前記の左右乳区間の吻合枝および乳腺静脈の乳房前基底部には静脈弁をみず、血液はどちらへも流出しうるような構造を示していたが、他の乳腺静脈の

分枝の静脈弁は外陰部静脈の方へ向って配置されていた。以上の点から判断すると、乳房を灌流した血液の大部分は外陰部静脈をとおって流出すると考えられる。また、泌乳期にある牛で、腹皮下静脈が怒張するのは大量の血液が循環するためであり、若牛や乾乳期の牛で、それ程めだたないのは、静脈の主要経路が外陰部静脈であるためとも考えられる。

2) 山羊、トカラ山羊、めん羊

山羊（日本ザーネン種）

山羊の乳房に分布する動脈の主流は外陰部動脈である。会陰動脈は乳房後部および乳鏡付近の皮膚に分布するのみで、乳牛と同様に乳房実質へは分布しない。

外陰部動脈は後腹壁動脈と共に幹（陰部腹壁動脈幹）をもって大腿深動脈から起り、外陰部静脈、リンパ管および神経と共に鼠径管を通り、浅鼠径輪から腹腔外に出て、ゆるい S 字状の走行を示したのち、乳腺動脈となり、乳房実質に入る。

乳腺動脈は乳房の後基底部で、外陰部動脈より移行する外径約 3.8 mm の血管で、乳房外側面に分布する外側枝、乳房上リンパ節枝、さらに会陰部に向かう後基底枝を出して乳房実質に入り、ここで内側乳腺動脈

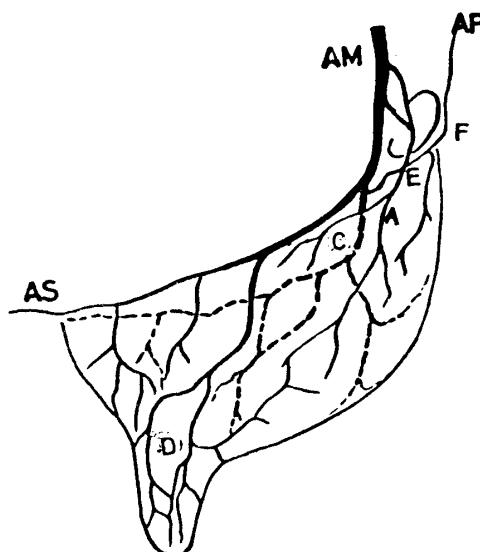


Fig. 7 The arterial distribution (schematic) to the left half of the udder. Goat

- AM—*A. mammaria*
- AS—*A. subcutanea abdominis*
- AP—*A. perinealis*
- A—*Ramus lateralis*
- C—*A. mammaria medialis*
- CE—Anastomosis branch (between halves of the udder)
- D—*Aa. papillaris*
- E—*Ramus basalis caudalis*
- F—Anastomosis branch to *A. perinealis*

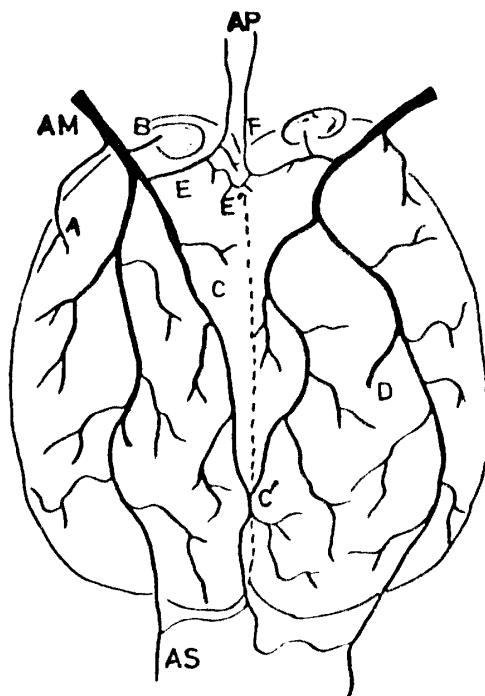


Fig. 8 Drawing of the arterial distribution at the base of the udder. Goat

を分けて、乳房実質浅層（基底面より 0.5~1 cm の深さ）を前走し、乳頭動脈を出してのち、腹皮下動脈に移行する。この間前記のほか、多数の細枝が乳房実質中に分布する (Figs. 7, 8)。

a) 外側枝 (*Ramus lateralis*)：外側枝は乳腺動脈から最初に分岐する枝（外径約 1.5 mm）で、乳房の外側面より外側提韌帯と乳房実質との間に入る前に 2 枝に分かれる。その 1 枝は乳房後部の実質に細枝を出しながら下走し、乳槽の外壁で乳頭動脈からの 1 分枝と吻合する。他枝は外側提韌帯および皮膚に分布する。

b) 乳房上リンパ節枝 (*Ramus lymphodi supramammarici*)：この血管は外径約 1.2 mm の太さのもので、乳腺動脈から起る場合と後基底枝から起る場合とがあり、乳房上リンパ節および乳房上リンパ節付着部の乳房実質を栄養している。

c) 後基底枝 (*Ramus basalis caudalis*)：乳腺動脈または内側乳腺動脈のいずれからか起り、乳房の後基底部の実質および乳房上リンパ節に細枝を送り、それより 1~2 cm 後部で、乳房の中隔を越えて対側の乳区に向かう小枝を分ける。この小枝は対側の同じ小枝と細枝によつて吻合する。後基底枝の本幹は会陰部に向かい、会陰動脈の分枝と吻合する。また、後基底枝の一部は乳房実質後部に分布し、その終末細枝が乳頭動脈の分枝と吻合するものもある。

d) 内側乳腺動脈 (*A. mamma media*)：乳腺動脈の内側面から起る外径約 2.5 mm の動脈で、基底面より 1~3.5 cm 位の所の実質を栄養しながら中隔より前走し、乳腺動脈からの分岐部から 10 cm ほど前走した部位で、対側の同枝と吻合する。この吻合した動脈は 1 本になり、乳房中隔を少し前走してのち、乳房をはなれ腹部皮下に細枝を送りながら、主管は左右いずれかの腹皮下動脈に吻合するが、この際、左側の腹皮下動脈に吻合する例が多い。また、この内側乳腺動脈は一側が小さければ、他側が代償的に大きく、どの個体においても必ず一側がよく発達しており、その比を求めるとき 6 : 4 で右側の発達した例が多い。また、28 例中 2 例は一側の内側乳腺動脈がほとんど発達せず、対側との吻合もなく、その代わり一側が異常に発達し、対側の乳区までび、これに分布する例がみられた。

e) 乳頭動脈 (*Aa. papillaris*)：内側乳腺動脈の分岐後、約 5~10 cm ほど前走した部分で、乳腺動脈から起る外径約 1.9 mm の動脈で、実質を少し下走した所で 2 枝に分かれる。1 枝は乳槽の上部で実質から外側面にあらわれ、乳槽の外壁に細枝を送りながら下走し、乳頭の後部から乳頭に入るが、途中、一部は前記外側枝の一部の枝と吻合する。他枝は乳槽の内壁を下走し、乳頭に入り、前記の枝と吻合し、乳頭を網目状に囲み、乳頭の血管叢をつくる。

f) 腹皮下動脈 (*A. subcutanea abdominis*)：この動脈は乳腺動脈の移行枝であって、ここでは一応、乳頭動脈分岐後の乳腺動脈を腹皮下動脈として取り扱った。腹皮下動脈は乳房の前位基底部実質中に左右共に 3~4 本の枝を送る。その中、太いものは乳槽に達するものもあるが、乳頭に達することはない。乳房をはなれた腹皮下動脈は内側乳腺動脈と吻合して、腹皮下静脈にそって前走する。

なお、乳腺動脈の基部において、前記の後基底枝の分かれ方には次の 2 つの型が認められた。すなわち、
Type I……後基底枝が直接乳腺動脈から起るもの。

Type II……後基底枝が内側乳腺動脈から起るものの。

以上 2 型とその出現頻度は Fig. 16 に示したおり、Type II が全体の 66.1 % を占め、Type I 33.9 % で、また、同一個体にあっても左右必ずしも同一 Type でなく、その出現頻度も異なっていた。左側には Type I が、右側には Type II がそれぞれ多いことを知った。

静脈の主要経路は外陰部静脈であり、このほかに腹皮下静脈がある。

外陰部静脈は外径約 4.1 mm で、乳頭、乳槽の静脈、内側乳腺静脈、後基底枝などの乳房の実質の広範囲からの静脈を集めて、外陰部動脈に伴行して、大腿深静脈に入る。腹皮下静脈は乳腺静脈の移行枝としてみられ、乳房の前基底部および内側乳腺静脈の一部を集め、腹部皮下を前走して乳窩に入り、内胸静脈につづく。静脈の後基底枝および内側乳腺静脈の分枝は対側の同枝と吻合し、左右の乳区間を連絡し、乳房の基底面に静脈輪を形成している (Fig. 9)。

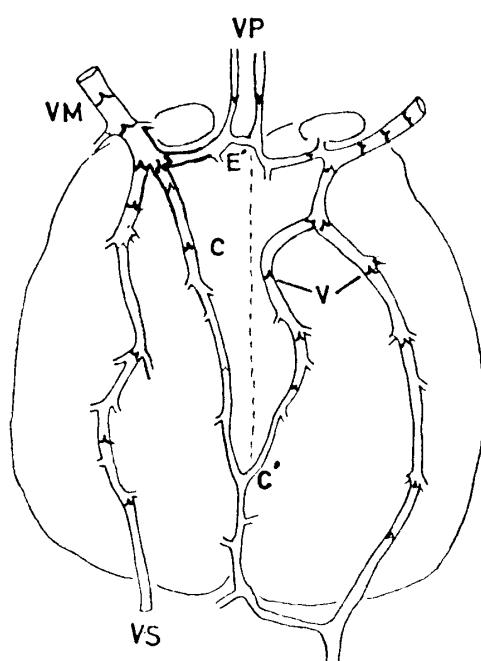


Fig. 9 Diagram of the venous distribution and valves at the base of the udder.
Goat

- VM—*V. mammaria*
- VS—*V. subcutanea abdominis*
- VP—*V. perinealis*
- C—*V. mammaria medialis*
- C'E'—Anastomosis branch (between halves of the udder)
- L—Supramammary lymph nodes
- V—Venous valve

乳房の静脈系として、従来、記載されている会陰静脈は静脈弁の構造と配置 (Fig. 9) から、この静脈に入った一部の血液は後基底枝を通って、外陰部静脈に向かって流出すると考えられる。また、静脈弁の位置から乳房を灌流した血液の大部分は外陰部静脈へ向かって流れるものと考えられる。

以上、山羊の乳房に分布する血管について述べたが、左右の乳区間は上記の後基底枝の動、静脈および

内側乳腺動、静脈からの枝によって連絡されていることが分かった。

トカラ山羊（日本在来種）

トカラ山羊は日本ザーネン種の 2/3 位の大きさで、トカラ群島に棲息し、乳房は半球状で小さく、副乳頭を有することを特徴とし、この副乳頭にはしばしば小城ではあるが、乳腺が付属して泌乳をみる。

乳房の血管系は日本ザーネン種と大差ではなく、外陰部動脈に由来し、会陰動脈の乳房実質への分布はみられない。外陰部動脈は日本ザーネン種と同じ起始で、浅鼠径輪を出て、乳腺動脈となる。乳腺動脈の分枝は前記ザーネン種の 6 枝のほか、これに副乳頭枝が加わり、この枝は乳頭動脈から分かれる場合と、単独で乳腺動脈から分岐する場合とがあり、いずれも副乳槽、副乳頭に分布する (Fig. 10 の D')。

乳腺動脈の分枝については、後基底枝が直接乳腺動脈から起こる場合が 60 %、内側乳腺動脈から起こる場合が 40 % であって、これらの数値はザーネン種と

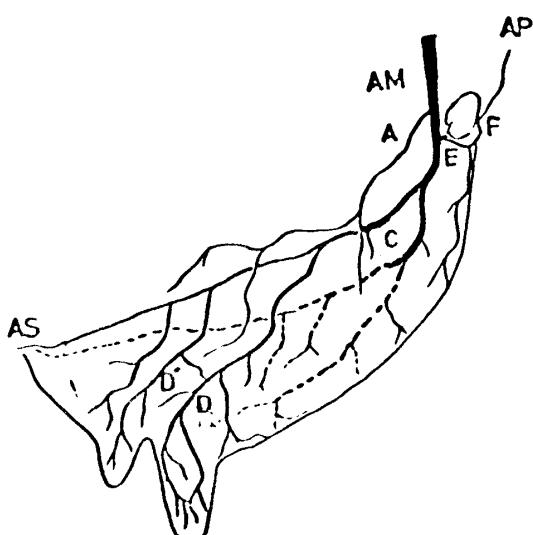


Fig. 10 The arterial distribution (schematic) to the half of the udder. Tokara-goat

- AM—*A. mammaria*
- AS—*A. subcutanea abdominis*
- AP—*A. perinealis*
- A—*Ramus lateralis*
- B—Supramammary lymph nodes branch
- C—*A. mammaria medialis*
- CE'—Anastomosis branch (between halves of the udder)
- D—*Aa. papillaris*
- D'—Supernumerary teat branch
- E—*Ramus basalis caudalis*
- F—Anastomosis branch to *A. perinealis*

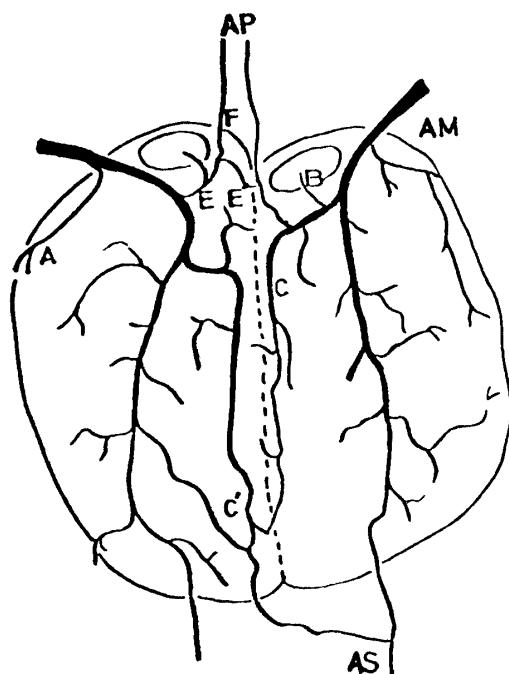


Fig. 11 Drawing of the arterial distribution at the base of the udder.
Tokara-goat

逆であった (Fig. 16).

静脈はほとんど動脈に伴行し、ザーネン種と同様に、左右乳区間に連絡枝があり、乳房基底面に静脈輪をつくる (Fig. 12)。会陰静脈についても、静脈弁の構造と配置からこの静脈の一部の血液は乳房に向かい、後基底枝から外陰部静脈に向かって流出するものと考えられる。

めん羊 (コリデール種)

めん羊の乳房は半球状で小さく、副乳頭を付属する。乳房の動脈はザーネン種、トカラ山羊と同様に外陰部動脈に由来し、その走行分岐の仕方はトカラ山羊とよく似ている。しかし、乳頭動脈が内側乳腺動脈から起る例はザーネン種およびトカラ山羊では全くみられなかつたが、めん羊の場合には検索例の 50 %に認められた。また、副乳頭は正常乳頭よりはなれて、その前位に存在するので、副乳頭への栄養は乳腺動脈から直接分岐した副乳頭枝 (Fig. 13 の D') によって行なわれている。また、後基底枝は内側乳腺動脈から起る場合が多く、約 85.7 %であり、乳腺動脈から直接起る場合が 14.3 %であった点はザーネン種

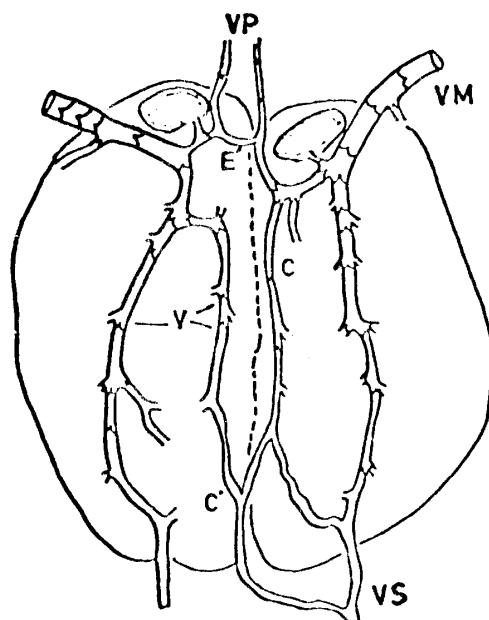


Fig. 12 Diagram of the venous distribution and valves at the base of the udder. Tokara-goat

- VM—*V. mammaria*
- VS—*V. subcutanea abdominis*
- VP—*V. perinealis*
- C—*V. mammaria medialis*
- C'E'—Anastomosis branch (between halves of the udder)
- V—Venous valve

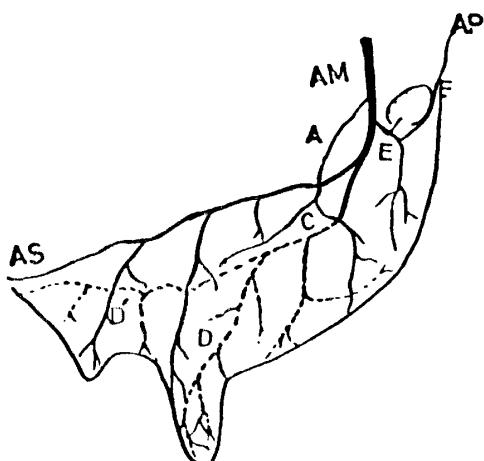


Fig. 13 The arterial distribution (schematic) to the half of the udder.
Sheep

- AM—*A. mammaria*
- AS—*A. Subcutanea abdominis*
- AP—*A. perinealis*
- A—*Ramus lateralis*
- B—Supramammary lymph nodes branch
- C—*A. mammaria medialis*
- D—*Aa. papillaris*
- D'—Supernumerary teat branch
- E—*Ramus basalis caudalis*
- F—Anastomosis branch to *A. perinealis*

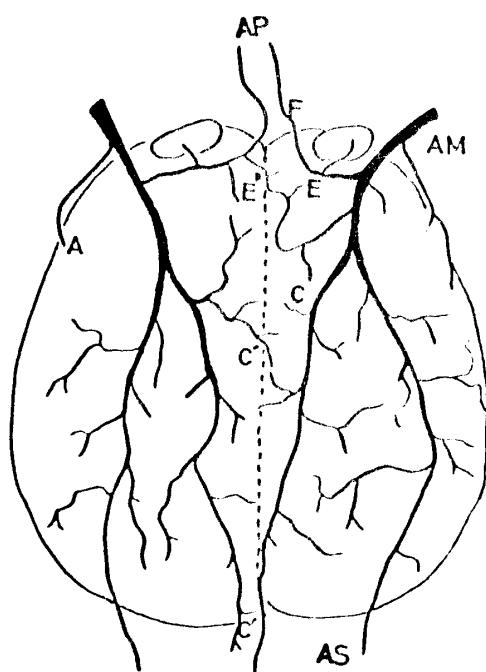


Fig. 14 Drawing of the arterial distribution at the base of the udder. Sheep

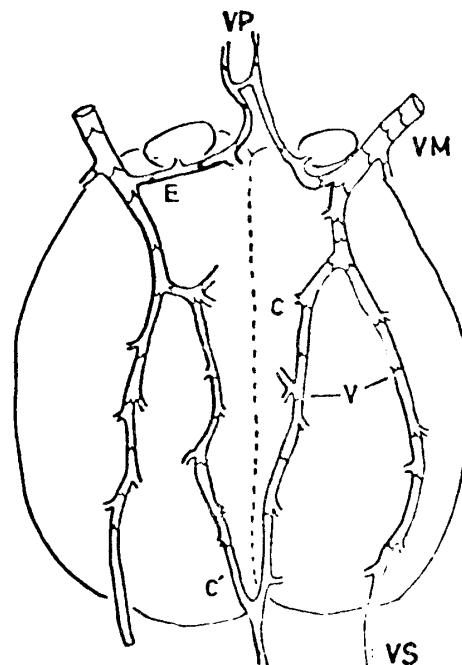


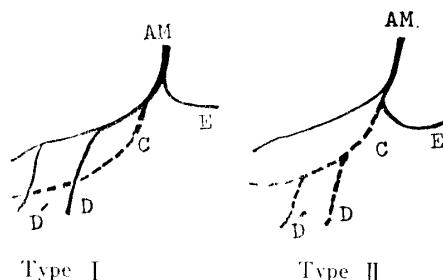
Fig. 15 Diagram of the venous distribution and valves at the base of the udder. Sheep

VM—*V. mammaria*
 VS—*V. subcutanea abdominis*
 VP—*V. perinealis*
 C—*V. mammaria medialis*
 C'E—Anastomosis branch (between halves of the udder)
 V—Venous valve

とは非常に異なっていた。

静脈はおおよそ動脈に伴行し、ザーネン種、トカラ山羊の場合と大差なく、静脈弁の配置もほぼ同様であり、会陰静脈はめん羊においても、乳房の血液の流出路とはならないことを示すと考えられた (Fig. 15).

以上、ザーネン種を中心トカラ山羊、めん羊について記述したが、乳頭動脈および後基底枝の分岐型については Fig. 16 に示した。また、前記乳腺動脈からの分枝の外径についての比較は Table 1 に示した。



Type I

Type II

Aa. papillaris

Ramus basalis caudalis

	Type I (%)	Type II (%)		Type I (%)	Type II (%)
Goat (Saanen)	100	0	Goat (Saanen)	33.9	66.1
Tokara-goat	100	0	Tokara-goat	60.0	40.0
Sheep	50	50	Sheep	85.7	14.3

Fig. 16 Type and frequency of the ramification of *Aa. papillaris* and *Ramus basalis caudalis*

AM—*A. mammaria*

C—*A. mammaria medialis*

D—*Aa. papillaris*

D'—Supernumerary teat branch

E—*Ramus basalis caudalis*

3) 馬

馬の乳房は鼠径部に1対あり、その動脈系は乳牛、山羊などと同様に外陰部動脈に由来する。従来、乳房に分布する動脈として、会陰動脈も記載されているが、この動脈は乳鏡付近まで分布し、後記の後基底枝と吻合するが、乳房実質に分布することはなかった。

外陰部動脈は後腹壁動脈と共に幹（陰部腹壁動脈幹）で、大腿深動脈（まれに外腸骨動脈）から起り、静脈、リンパ管および神経と共に浅鼠径輪を出て乳房動脈となり、乳房実質に乳腺動脈として入る。

乳腺動脈は乳房の外側面に分布する外側枝を分けて、ただちに乳房後部や会陰部に向かう後基底枝を分けて、乳房実質の浅層を前走して、内側乳腺動脈を分

Table 1. Outside diameter of the ramification of *A. mammaria* in goats and sheep

	<i>A. mammaria</i>	<i>A. mammaria medialis</i>	<i>Ramus lateralis</i>	<i>Ramus basalis caudalis</i>	<i>Aa. papillaris</i>	Supernumerary teat branch
Saanen	3.8	2.5	1.9	1.4	1.9	—
Tokara	2.5	1.8	1.1	1.0	1.4	0.8
Sheep	2.5	1.6	0.8	1.3	1.1	0.6

けて、さらに乳槽および乳頭に分布する乳頭動脈を出してのち、腹皮下動脈となる (Figs. 17, 18).

a) 外側枝：乳腺動脈から最初に分岐する枝で、乳房の外側より、外側提韌帶と乳房実質との間に分布し、一部乳房実質に小枝を送りこれを栄養する。

b) 後基底枝：この枝は乳腺動脈から起る場合と内側乳腺動脈から起る場合とがある。いずれより分岐しても、乳房後部基底面実質および乳房上リンパ節に細枝を送り、また、対側の乳区にも枝を送って、対側の同分枝の一部と吻合する。さらにこの後基底枝の一部は乳房の後部より会陰部に向かい、そこで会陰動脈の一部の枝と吻合する。

c) 内側乳腺動脈：この動脈は一般に乳腺動脈が乳房実質の浅層を前走したのち、これから分岐するが、乳腺動脈の基部から起る場合もある。いずれより分岐しても、乳房実質の内側深部を前走し、再び乳房前部で基底面に出て、ここで一部は対側の同分岐と吻合する。この間、乳房内側実質に多数の分枝を出し、乳

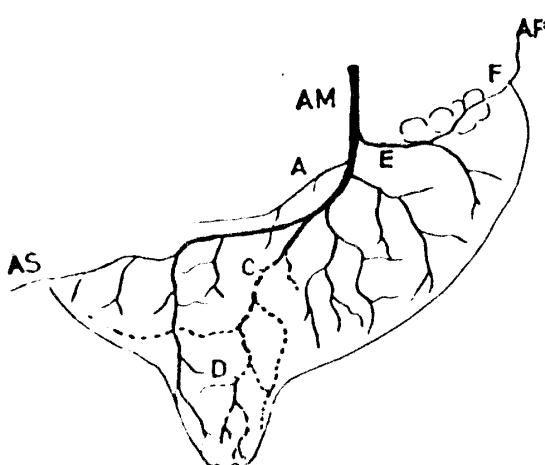


Fig. 17 The arterial distribution (schematic) to the left half of the udder. Horse

- AM—*A. mammaria*
- AS—*A. subcutanea abdominis*
- AP—*A. perinealis*
- A—*Ramus lateralis*
- C—*A. mammaria medialis*
- D—*Aa. papillaris*
- E—*Ramus basalis caudalis*
- F—Anatomosis branch to *A. perinealis*

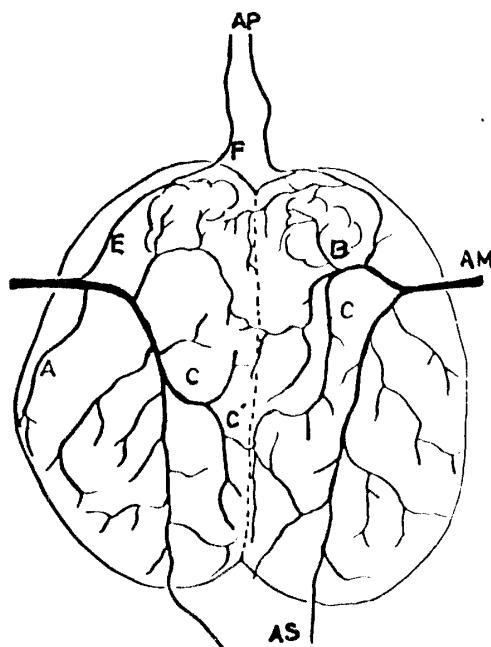


Fig. 18 Drawing of the arterial distribution at the base of the horse udder.

槽や乳頭に乳頭動脈を分け、さらに正中提韌帶を貫いて、対側の同動脈の分枝と吻合する。

d) 乳頭動脈：この動脈は前記の内側乳腺動脈から起るものと、乳腺動脈から起るものとがあり、前者は主として後乳区の乳槽および乳頭の浅層と深層に分布し、後者は前乳区の乳槽、乳頭に分布している。しかし、この後者は乳頭に達しない場合もある。この場合、内側乳腺動脈からの枝が発達し、この分枝は前乳区の乳槽、乳頭にも分布する。乳頭に達した枝は乳頭を網状に囲む。

e) 腹皮下動脈：乳腺動脈の移行枝としてみられ、一応、山羊と同様に乳頭動脈分枝後のものを腹皮下動脈として取り扱った。この動脈は乳房の前位基底部の実質に小枝を送り、乳房をはなれた腹部皮下で、対側の同名動脈の枝と側枝で吻合しつつ、腹皮下静脈に沿って前走し、前腹壁動脈と吻合する。

なお、乳腺動脈から内側乳腺動脈、後基底枝および乳頭動脈の出る分枝の様式は大きく次の4型に分けられる。すなわち、

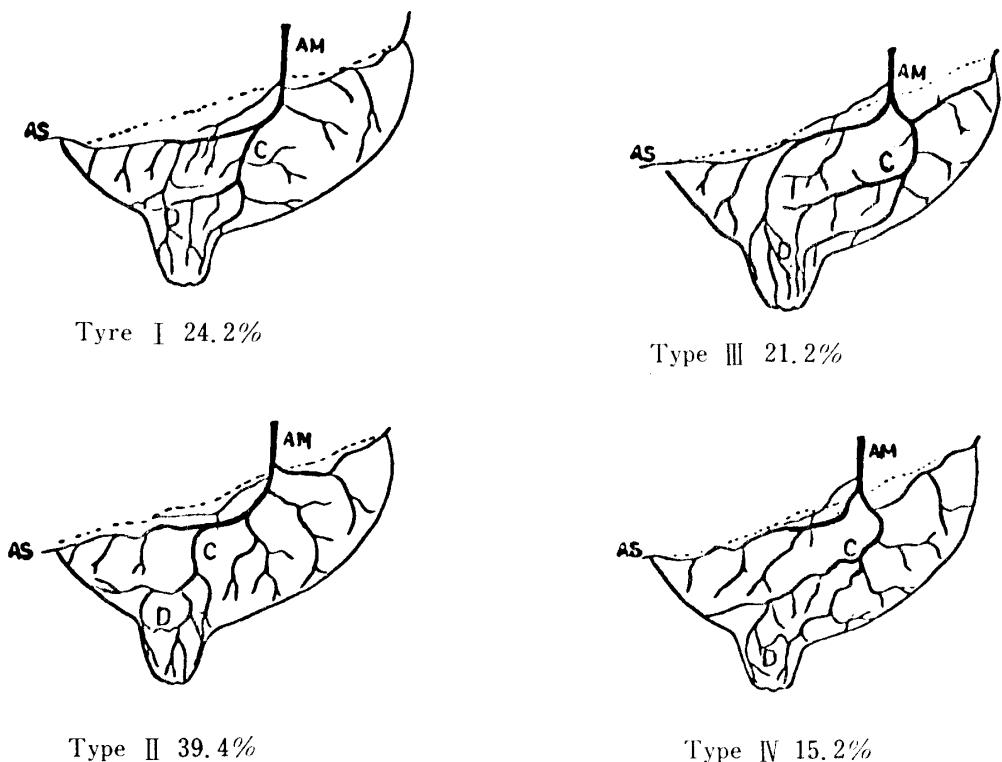


Fig. 19 The type classification and frequency of the arterial distribution of the horse udder.

Type I … 内側乳腺動脈は乳腺動脈が乳房実質浅層を前走してから起り、後基底枝は乳腺動脈から起る。また、乳頭動脈が内側乳腺動脈と乳腺動脈の両方から起るもの。

Type II … 内側乳腺動脈と後基底枝の起始は Type I と変わりなく、乳頭動脈が内側乳腺動脈からのみ由来するもの。

Type III … 内側乳腺動脈が乳腺動脈の基部から起り、後基底枝がこの内側乳腺動脈から起る。乳頭動脈は Type I と同じもの。

Type IV … 内側乳腺動脈と後基底枝は Type III と同様で、乳頭動脈は Type I と同じもの。

以上4型とその出現頻度は Fig. 19 に示した。Type II が全体の 39.4 % で Type I 24.2 %, Type III 21.2 %, それに Type IV が 15.2 % であり、同一個体においても、左右不相称のものもあり、血管分岐の様式には変異の多いことが知られる。

静脈の主要経路は恥骨筋と大腿薄筋との間から大腿深静脈に入る主要乳腺静脈 (TAGAND & BARONE⁶²) の呼称に従う) と乳牛、山羊などの外陰部静脈に相当する小静脈、それに腹皮下静脈があり、これら3つの静脈は互いに連絡している (Fig. 20)。

従来、成書に記載されている会陰静脈は後記の静脈

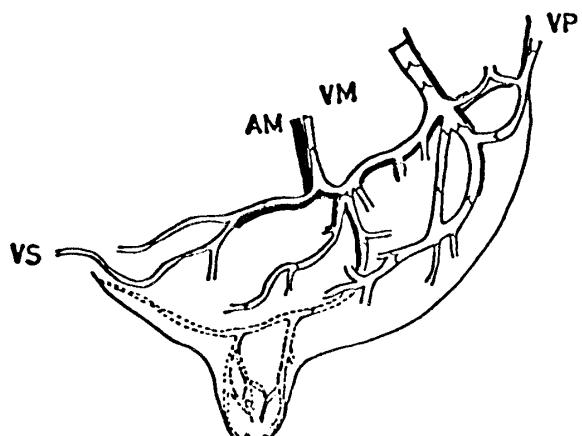


Fig. 20 Drawing of the venous distribution and valves to the left half of the horse udder.

VM—V. mammaria

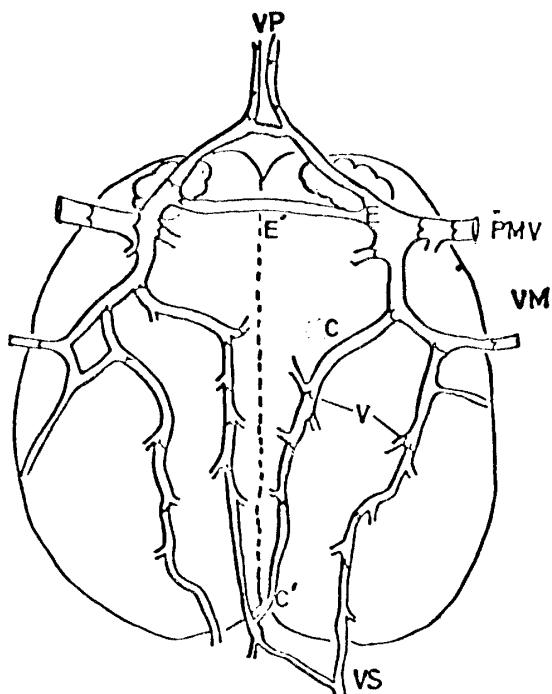
AM—A. mammaria

VS—V. subcutanea abdominis

VP—V. perinealis

弁の構造と配置から乳房からの血液の流出にほとんど役立っていないと思われる。

主要乳腺静脈は乳頭、乳槽付近の静脈、乳房の外側部および乳房実質などの広範囲な部分からの静脈を乳房後基底部に集め、恥骨筋と大腿薄筋との間から短く、太い静脈を経て大腿深静脈に入る。



PMV—Principal mammary vein
 VM—*V. mammaria*
 VS—*V. subcutanea abdominis*
 VP—*V. perinealis*
 C—*V. mammaria medialis*
 C'E'—Anastomosis branch (between halves of the udder)
 V—Valve

Fig. 21 Drawing of the venous distribution and valves at the base of the udder. Horse

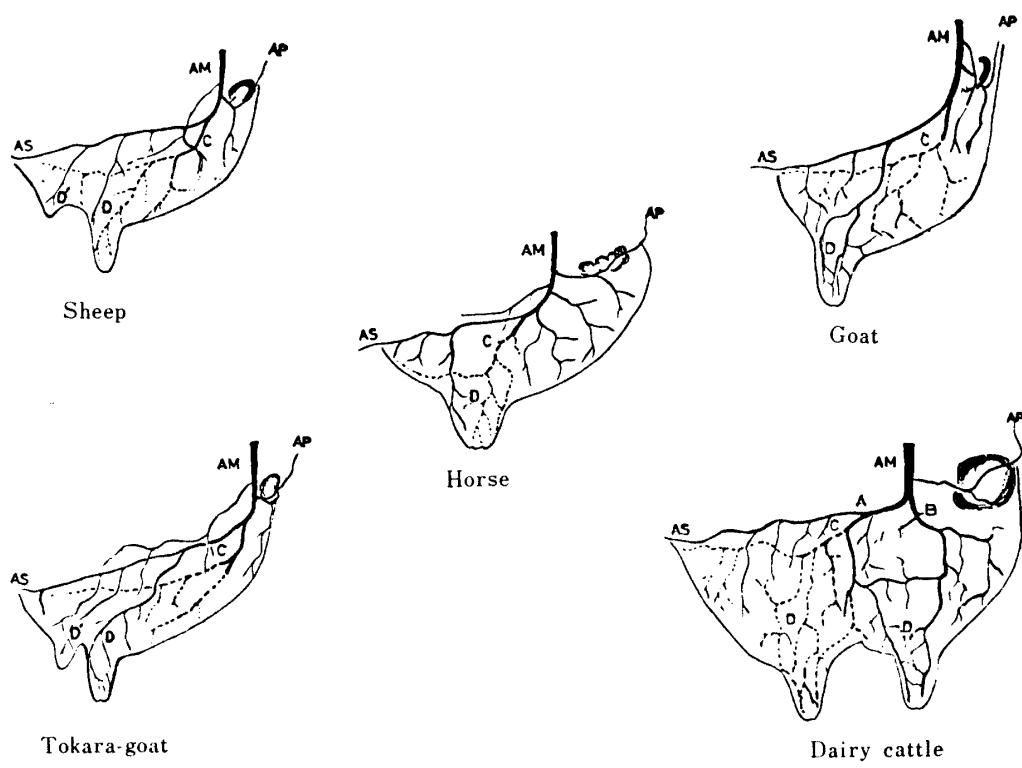


Fig. 22 Comparison of the arterial distribution to the left half of the udder in the sheep, goat, Tokara-goat, horse and dairy cattle.

AM—*A. mammaria*
 AP—Anastomosis branch to *A. perinealis*
 B—*A. mammaria caudalis*
 D—*Aa. papillaris*

AS—*A. subcutanea abdominis*
 A—*A. mammaria cranialis*
 C—*A. mammaria medialis*
 D'—Suprumerinary teat branch

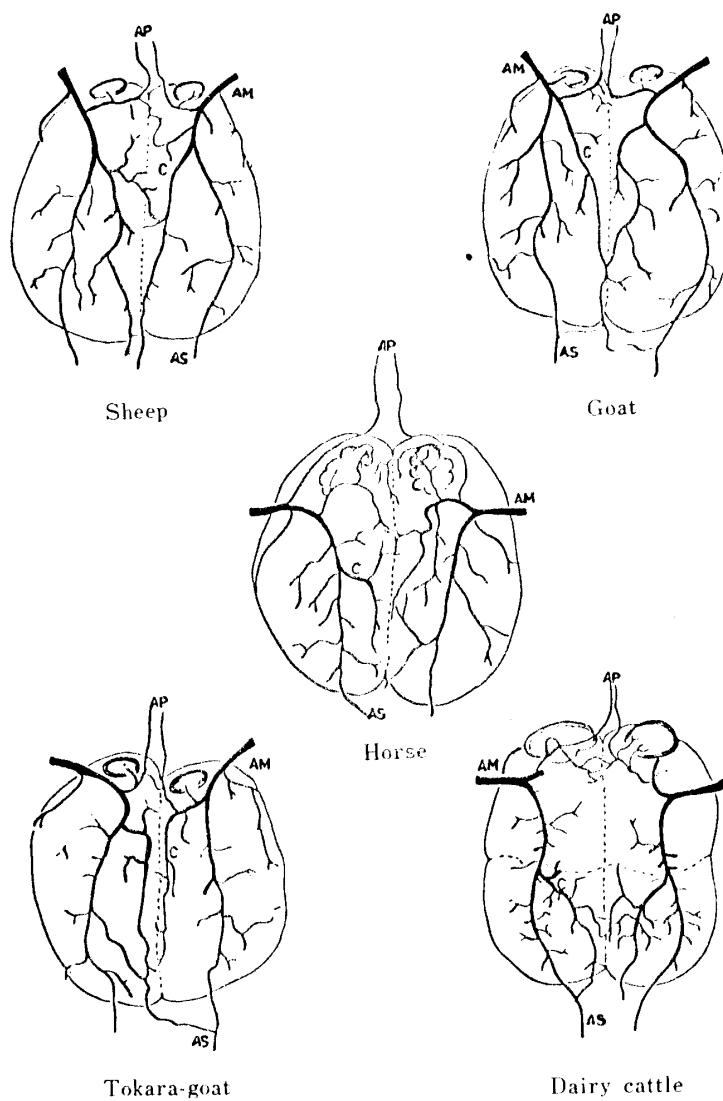


Fig. 23 Comparison of the arterial distribution at the base of the udder in the sheep, goat, Tokara-goat, horse and dairy cattle.

AM—*A. mammaria* AS—*A. subcutanea abdominis*
 AP—Anastomosis branch to *A. perinealis*
 C—*A. mammae mediales*

乳腺動脈に伴行する静脈は発達が悪く、乳房実質の浅層の静脈を集め、外陰部静脈となり、鼠径管を通って大腿深静脈に入る。外陰部静脈は牛、山羊では主要な静脈であるが、馬では小さな静脈にすぎない。

腹皮下静脈は乳房の前位基底部付近の小範囲に分布する静脈を集め、乳房をはなれ、内側乳腺静脈の一部と吻合し、腹部皮下を前走して、内胸静脈につづいている。この静脈は乳牛などのそれよりはるかに発達が悪い。また、左右乳区間を連ねる吻合枝には、乳房後部における後基底枝の一部と、前部における内側乳腺

静脈の分枝などがみられる。

静脈弁の配置については Fig. 21 に示した。会陰静脈は静脈弁の構造からみて、血液は乳房に向かい、後基底枝から主要乳腺静脈に入るものと考えられる。また、このほか、静脈弁の構造、配置からみて、乳房を灌流した血液の大部分は主要乳腺静脈に向かって流れ、外陰部静脈に向かう流量は少ないと考えられる。なお、乳牛、山羊、トカラ山羊およびめん羊との比較は Figs. 22~24 に示した。

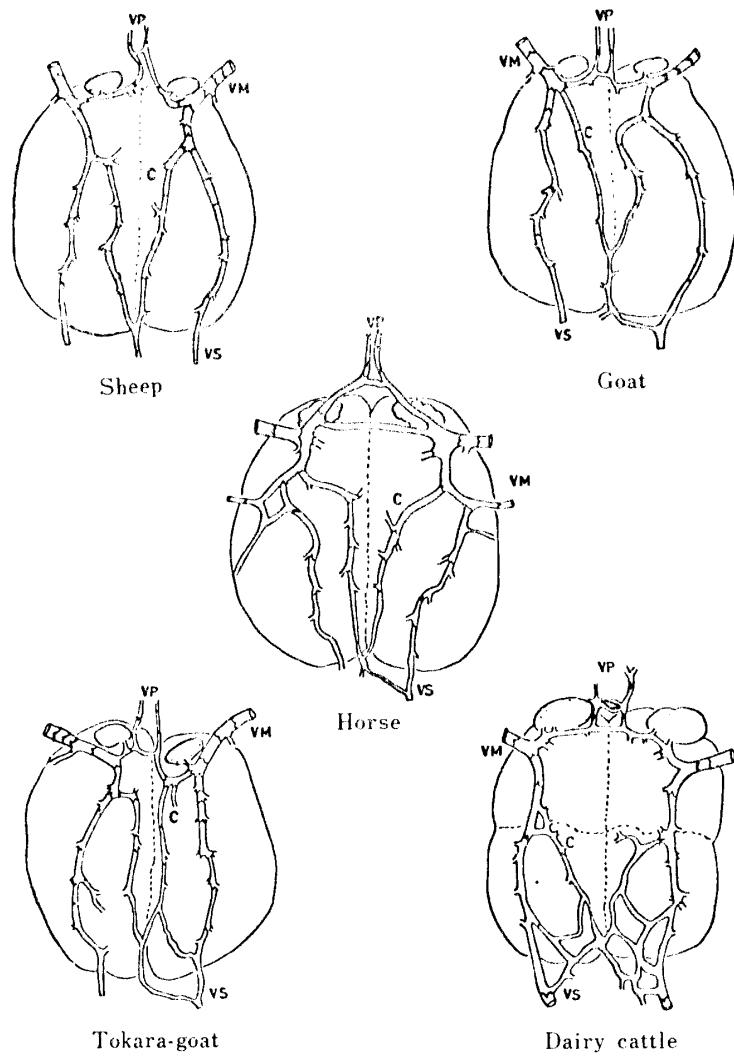


Fig. 24 Comparison of the venous distribution and valves at the base of the udder in the sheep, goat, Tokara-goat, horse and dairy cattle.

VM—*V. mammaria*
VP—*V. perinealis*

VS—*V. subcutanea abdominis*
C—*V. mammaria medialis*

4) 犬, 猫

犬

犬の乳腺は胸部から鼠径部にわたってみられ、乳頭の位置により、胸、腹、鼠径の三部に分けられる。一般に、乳頭は胸部2対、腹部2対、鼠径部1対の、計5対からなるが、4対のものもある。これらに分布する動脈系は前位から外胸動脈、内胸動脈とその移行枝である前浅腹壁動脈、後位から外陰部動脈とその移行枝の後浅腹壁動脈の三つが主要なものであり、これに肋間動脈の外側皮枝、後横隔動脈の腹枝、さらに腸腰動脈が加わる (Fig. 25)。しかし、PUGET & TOTY ('56)⁵³⁾ が記載している会陰動脈からの枝は見当らなかった。

a) 外胸動脈 (*A. thoracica externa*)：腋窩動脈から先ず分岐し、直ちに背腹の2枝に分かれる。背枝は広背筋に沿って走り、腋窩リンパ節や広背筋に分布する。腹枝は深および浅胸筋に数本の細枝を出して後、胸部乳腺に達し、胸部第1乳腺の外側からこれに入り、さらに胸部第2乳腺に至ってここに分布する。なお、後記の内胸動脈の乳腺枝や肋間動脈の外側枝とも吻合する。

b) 内胸動脈 (*A. thoracica interna*)：後記の外陰部動脈と共に乳腺血管の主要部をなす。この動脈は鎖骨下動脈から起り、胸腔の内壁を後下走し、剣状軟骨の近くで、前腹壁動脈と前浅腹壁動脈とを分ける。この間、内胸動脈からは第4～8肋間を貫く、貫通枝

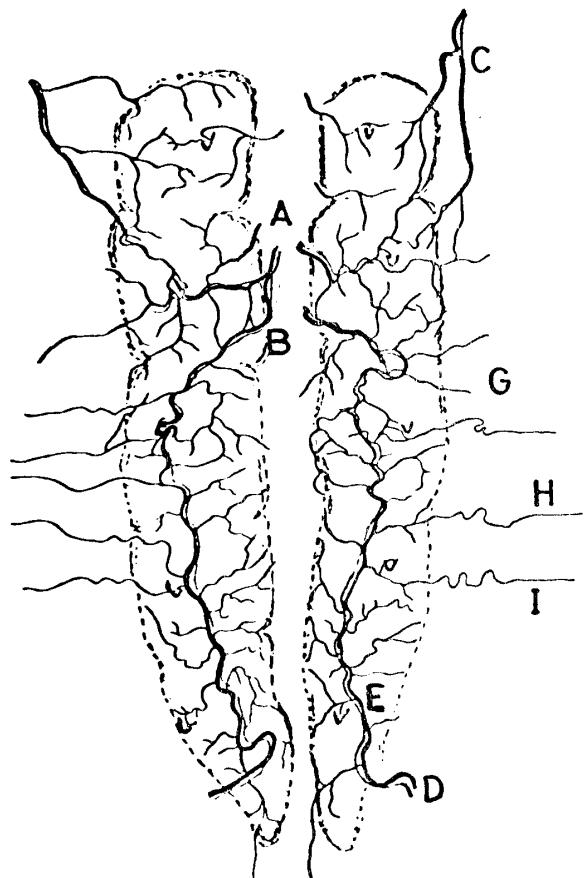


Fig. 25 Drawing of the distribution of the blood vessels, in the dog mammary glands, dorsal view.

- A—*A. & V. thoracica interna*
- B—*A. & V. epigastrica superficialis cranialis*
- C—*A. & V. thoracica externa*
- D—*A. & V. pudenda externa*
- E—*A. & V. epigastrica superficialis caudalis*
- G—Branches of *Aa. & Vv. intercostales*
- H—Branches of *A. & V. phrenicae caudalis*
- I—*A. & V. iliolumbalis*

を分ける。この貫通枝は胸筋にも枝を送り、この一部は乳腺枝として胸部乳腺の内側部に達し、ここに分布する。また、胸部乳腺内では乳頭にも枝を送り、肋間動脈や外胸動脈の分枝とも吻合する。

c) 前浅腹壁動脈 (*A. epigastrica superficialis cranialis*)：劔状軟骨付近で、内胸動脈の移行枝として起こり、腹筋を貫いて皮膚面に出て、乳腺に入る前に2枝に分かれる（この2枝は別々に内胸動脈から起こる場合もある）。その1枝は胸部第2乳腺に入り、乳腺実質に細枝を出し、外側部からの外胸動脈や肋間動脈に吻合枝を送り、さらに乳頭にも細枝を出す。他枝は胸部第2乳腺の後部より入って、ここに細枝を分

ける。また、腹部第1乳腺にも向かい、乳頭付近に多数の枝を送り、一部は後記の後浅腹壁動脈との吻合枝となる。また、腹部乳腺の外側部ではわずかではあるが、肋間動脈の分枝との間に吻合が認められる。

d) 外陰部動脈 (*A. pudenda externa*)：後腹壁動脈と共に幹（陰部腹壁動脈幹）から起こり、浅鼠径輪を出て、鼠径部乳腺の外側部から実質に入る。実質に入ると、直ちに会陰部に向かう後枝を分けて、実質を前走し、後浅腹壁動脈に移行する。

e) 後浅腹壁動脈 (*A. epigastrica superficialis caudalis*, 前浅腹壁動脈と同様 MILLER⁴⁴⁾ による)：外陰部動脈の移行枝であり、鼠径部乳腺の実質および乳頭を栄養し、さらに前走して腹部第2乳腺に入り、ここに広く分布する。本幹はさらに胸部第1乳腺の後部にも分布し、乳頭の位置で前浅腹壁動脈の枝と細枝をもって吻合する。腹部乳腺の部分では肋間、後横隔、腸腰の各動脈の細枝との間に吻合枝が認められる。

以上の主要動脈のほかに、乳腺の外側部から乳腺に入る肋間動脈 (*Aa. intercostales*) は外側皮枝として、第3～12（10を除く）の各肋間を貫通して、乳腺外側の一部に分布する。後横隔動脈 (*Aa. phrenicae caudales*) の腹枝は腹壁を下走し、皮膚面に出て、腹部乳腺の小部分に分布する。腸腰動脈 (*A. iliolumbalis*) は腹大動脈から起こり、腸腰筋を横ぎて、腸骨の前縁で腹壁を貫通して皮膚に出て、腹部第2乳腺の小部分に分布する。なお、左右の乳腺間には直接の吻合枝は認められないが、胸部第2と腹部第1乳腺の間には左右の血管が皮膚面で、多数の細枝によって吻合しているのがみられた。なお、先人の報告との比較は Table 2 に示した。

静脈はおおよそ動脈に伴行するが、前浅腹壁静脈と後浅腹壁静脈はかなり太い分枝でつながっている。胸部乳腺と腹部乳腺からの一部の静脈は前浅腹壁静脈または直接内胸静脈に、また胸部乳腺からの一部は外胸静脈にも入る。腹部乳腺および鼠径部乳腺からの静脈はほとんど後浅腹壁静脈から外陰部静脈に入る。

猫

猫の乳腺は正中線の両側に沿って胸部から腹部にかけて、4つの乳腺域よりなる。これらに分布する動脈系は犬とほとんど同様であり、前から外胸動脈、内胸動脈、後部から外陰部動脈などの3つの主要経路と、その移行枝に属する。これらの動脈の分布は犬のそれとほぼ同様であるが、乳腺が胸部2対、腹部2対のため少し異なる。外胸動脈は胸部の乳腺の外側部に分布

Table 2. Comparison of the vascular system of the mammary gland in the dog

Turner (1939)	Ellenberger & Baum (1943)	Bradley (1948)	Linzell (1953)	Puget & Totoy (1956)	Miller (1964)	Nishinakagawa
—	—	—	—	—	Superficial cervical a.	—
Internal thoracic a.	Internal thoracic a.	Internal thoracic a.	Internal thoracic a.	Internal thoracic a.	Internal thoracic a.	<i>A. thoracica interna</i>
Anterior abdominal a.	Cranial epigastric a.	Cranial epigastric a.	—	Anterior abdominal a.	Cranial epigastric a.	—
Anterior abdominal a.	—	—	Cranial superficial epigastric a.	—	Cranial superficial epigastric a.	<i>A. epigastrica superficialis cranialis</i>
—	External thoracic a.	External thoracic a.	Lateral thoracic a.	External thoracic a.	Lateral thoracic a.	<i>A. thoracica externa</i>
—	Phrenico-abdominal a.	Phrenico-abdominal a.	Phrenico-abdominal a.	—	Phrenico-abdominal a.	<i>A. phrenicae caudalis</i>
—	Deep circumflex iliac a.	Deep circumflex iliac a.	Deep circumflex iliac a.	—	Deep circumflex iliac a.	<i>A. ilio-lumbalis</i>
External pudic a.	External pudendal a.	External pudendal a.	External pudendal a.	External pudendal a.	External pudendal a.	<i>A. pudenda externa</i>
Posterior mammary a.	Caudal mammary a.	—	Caudal superficial epigastric a.	—	Caudal superficial epigastric a.	<i>A. epigastrica superficialis caudalis</i>
—	Caudal epigastric a.	Caudal epigastric a.	Caudal epigastric a.	—	Caudal epigastric a.	<i>A. epigastrica caudalis</i>
—	—	—	—	Internal pudendal a.	—	—

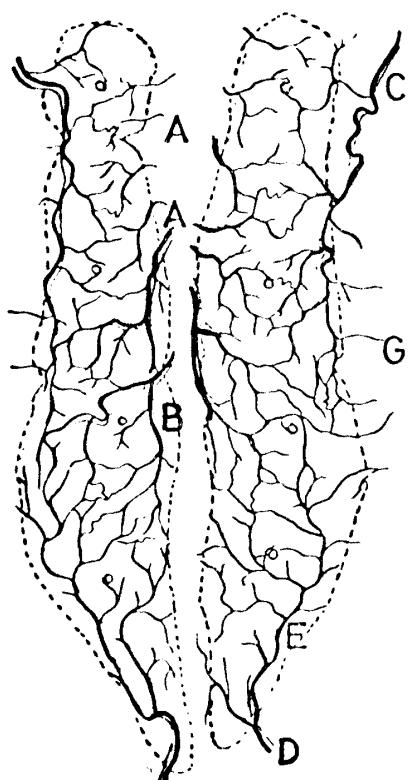


Fig. 26 Vascularization of the mammary glands, dorsal view. Cat

- A—*A. & V. thoracica interna*
 B—*A. & V. epigastrica superficialis cranialis*
 C—*A. & V. thoracica externa*
 D—*A. & V. pudenda externa*
 E—*A. & V. epigastrica superficialis caudalis*
 G—Branches of *Aa. & Vv. intercostales*

するが、犬より分布域が広い。内胸動脈の貫通枝は第5～8の各肋間から出て、乳腺枝として、胸部の乳腺の内側部に分布し、一部は外胸動脈の分枝と吻合する。内胸動脈の移行枝である前浅腹壁動脈は胸部第2乳腺の後部および腹部第1乳腺に広く分布し、腹部乳腺の第1と第2乳腺間で、外陰部動脈の分枝と吻合する。外陰部動脈は腹部乳腺の後部より乳腺に入り、腹部第2乳腺に広く分布し、前からの前浅腹壁動脈の分枝と吻合する。この外陰部動脈は犬では、後浅腹壁動脈として腹部第1乳腺まで達していたが、猫では腹部第2乳腺のみに分布している。これらのほか、肋間動脈、腸腰動脈の分枝の一部も乳腺に分布するが、犬ほど多くはない。会陰動脈の乳腺への分布はみられず、この動脈は外陰部動脈の後枝と皮膚面で吻合している。なお、先人の報告との比較はTable 3に示した。

静脈はおおよそ動脈に伴行し、胸部乳腺の静脈は貫通枝から内胸静脈および外胸静脈へ、腹部第1乳腺は前浅腹壁静脈へ、腹部第2乳腺の静脈は外陰部静脈へ流れると考えられる。

5) 家兔

家兎の乳腺は犬、猫などと同様に正中線に沿って胸部から腹部にわたって両側にみられ、乳頭の位置により、胸部と腹部に分けられる。泌乳期の家兎の乳腺は全長約32.4 cmで、巾は腹部第1乳腺が最も広く5.5 cmであった。なお、乳頭数について秋元('55)¹は

Table 3. Comparison of vascular system of the mammary gland in the cat.

Reighard & Jennings (1951)	Turner (1939)	Linzell (1953)	Nishinakagawa
Internal mammary a.	Internal mammary a.	Internal thoracic a.	<i>A. thoracica int.</i>
Anterior thoracic a.	—	Cranial superficial epigastric a.	<i>A. epigastrica superficialis cranialis</i>
Long thoracic a.	Anterior or ext. mammary a.	Lateral thoracic a.	<i>A. thoracica ext.</i>
—	—	Branches of intercostals a.	<i>Branches of Aa. intercostales</i>
Adreno-lumbar a.	—	Phrenico-abdominal a.	—
Iliolumbar a.	—	Deep circumflex iliac a.	—
—	—	Epigastric a.	—
External spermatic a.	—	External pudendal a.	<i>A. pudenda ext.</i>
—	Posterior mammary or epigastric a.	Caudal superficial epigastric a.	<i>A. epigastrica superficialis caudalis</i>

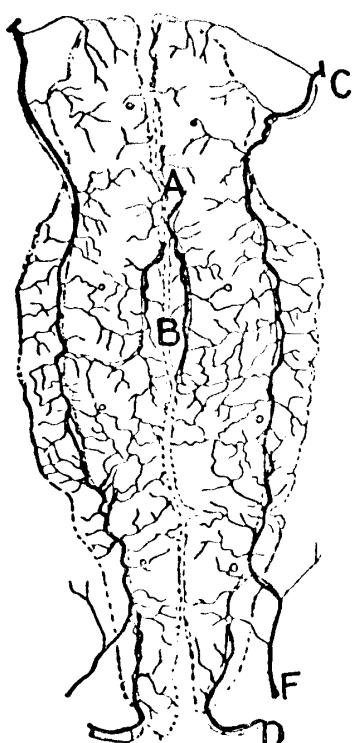


Fig. 27 Drawing of the vascularity of the rabbit mammary glands, dorsal view.

- A—*A. & V. thoracica interna*
 B—*A. & V. epigastrica superficialis cranialis*
 C—*A. & V. thoracica externa*
 D—*A. & V. pudenda externa*
 E—*A. & V. epigastrica superficialis*

8コのものが67.8%で、最も多いと報告しているが、筆者のものでは8コ70%，9コ10%，10コ20%であり、秋元¹⁾のものとほぼ同様であった。

乳腺に分布する動脈は前位から外胸動脈、内胸動脈、後位からの浅腹壁動脈および外陰部動脈の4つが主要なものであり（Fig. 27），その外径についてはTable 4に示した。

a) 外胸動脈：外径約1.4mmの動脈で、腋窩動脈から出て、ただちに前後の2枝に分かれる。前枝は小枝で、深胸筋を貫いて、浅胸筋前縁より、胸部の皮膚に出て、胸部第1乳腺の前部の小範囲に、また、その付近の皮膚に分布する。なお、この枝は腋窩動脈から直接出る場合(5.6%)もある。後枝は外胸動脈の主幹で、静脈と伴行して、深胸筋と浅胸筋との間を細枝を送りながら後走し、まず胸部第1乳腺の外側部より乳腺に入り、乳腺実質および乳頭に多数の枝を分けて分布する。さらに本幹は胸部第2，腹部第1乳腺に広く分布し、乳頭にも2～3の枝を分け、また、内胸動脈の分枝とも吻合をもち、腹部第1と第2乳腺間で、後部からの浅腹壁動脈の終末枝と吻合する。

b) 内胸動脈：鎖骨下動脈から起る外径約1mmの血管で、胸骨に沿って後走し、前腹壁動脈に移行する。この間、第4～6の各肋間より貫通枝を出し、胸筋を貫いて乳腺枝として胸部の乳腺の内側部に分布し、一部は外胸動脈の分枝と吻合する。また、効状軟

Table 4. Outside diameter of the blood vessels supply to the mammary gland of the rabbit (mm)

	<i>A. thoracica externa</i>	<i>A. thoracica interna</i>	<i>A. pudenda externa</i>	<i>A. epigastrica superficialis</i>
M	1.4	1.0	0.8	0.9
SD	0.26	--	0.18	0.23

骨と肋軟骨との間で、前腹壁動脈から分かれた前浅腹壁動脈は腹筋を貫いて皮膚面に出て、胸部第2乳腺および腹部第1乳腺の内側部の一部にも分布する。この部では外胸動脈の分枝と互いにループ状の吻合をもち、また、一部は後部からの浅腹壁動脈とも吻合する。なお、内胸動脈は犬、猫では前位の乳腺の主要動脈であったが、家兎においては妊娠期、泌乳期のものではよく発達するが、他の時期では発達が悪い。

c) 浅腹壁動脈 (*A. epigastrica superficialis*)：この動脈の名称は WAHL⁶⁶⁾, TURNER ('39)⁶⁷⁾ によって用いられ、LINZELL³⁵⁾ は後浅腹壁動脈と称しているが、筆者は前者者の名称に従った。浅腹壁動脈は外径約 0.9 mm で、大腿動脈 (*A. femoralis*) から起り、恥骨筋に細枝を送り、皮膚面に出て、腹壁に沿って前下走し、乳腺に入る前に2枝に分かれる。1枝は腹部の皮膚に分布し、他枝は腹部第2乳腺より乳腺

に入り、第2乳腺の乳頭およびその付近に小枝を送って分布し、さらに前走して腹部第1、2乳腺間で前記の外胸動脈の分枝の終末枝および一部、前浅腹壁動脈の分枝ともわずかに吻合する。また、腹部第2乳腺の後部においては外陰部動脈とも吻合する。なお、腹部乳腺が3コの場合には胸部第2、3乳腺に広く分布する。

d) 外陰部動脈：犬、猫では後部乳腺の主要動脈であったが、家兎では腹部第2乳腺の後部の小範囲に分布するのみである。この動脈は外径約 0.8 mm で、後腹壁動脈と共に幹（陰部腹壁動脈幹）を作るか、または別々に外腸骨動脈から起こる。前者の出現頻度は 83.3 % で、後者のそれは 16.7 % であった。いずれよりも起っても外陰部静脈を伴って、腹部第2乳腺（腹部に3コ有する場合は第3乳腺）の後部から乳腺に入り、その一小部分に分布してのち、浅腹壁動脈の枝と

Table 5. Comparison of the vascular system of the mammary gland in the rabbit

Krause (1868)	Gerhardt (1909)	Wahl (1915) Turner (1939)	Linzell (1953)	Nishinakagawa
Superficial cervical a.	Superficial cervical a.	—	—	—
Internal mammary a.	Internal mammary a.	Internal mammary a.	Internal thoracic a.	<i>A. thoracica interna</i>
Superior epigastric a.	Superior epigastric a.	Epigastric a.	Cranial superficial epigastric a.	<i>A. epigastric superficialis cranialis</i>
Long thoracic a.	Long thoracic a.	Thoraco-epigastric or external mammary a.	Lateral thoracic a.	<i>A. thoracica externa</i>
—	—	—	Subscapular a.	—
—	—	—	Branches of intercostals a.	—
Lateral abdominal a.	Lateral abdominal a.	—	Phrenico-abdominal a.	—
—	—	—	Deep circumflex iliac a.	—
External spermatic a.	External spermatic a.	Hypogastric a.	External pudendal a.	<i>A. pudenda externa</i>
Inferior epigastric a.	Inferior epigastric a.	—	Caudal superficial epigastric a.	<i>A. epigastrica superficialis</i>

吻合する。

なお、肋間動脈からの乳腺への分枝はほんとなく、また、会陰動脈からの乳腺への分枝もみられない。

静脈系はおおよそ動脈に伴行しているが、外胸靜脈と外陰部靜脈は発達がよく、互いに太い靜脈枝で吻合している。胸部第1、2および腹部第1乳腺の靜脈は主として外胸靜脈に、一部は内胸靜脈に入る。腹部第2乳腺の靜脈は外陰部靜脈が主流で、一部浅腹壁靜脈に入る。会陰靜脈は外陰部靜脈と吻合するが、その走行からみると、この静脈は乳腺の血液の排出路とは考えられない。なお、先人の報告との比較は Table 5 に示した。

6) モルモット

モルモットの乳腺は鼠径部に1対みられ（Fig. 28），橢円形で長径約4.8 cm，短径約2.8 cm，厚さ1 cmで、乳頭は乳腺の前位に1つあり、乳頭管は1本である。

動脈の主流は外陰部動脈で、これに浅腹壁動脈がわずかに加わる（Fig. 29）。

a) 外陰部動脈：一般に、左側は犬などと同じで、大腿深動脈と共に外腸骨動脈から起こり、右側は直接外腸骨動脈から起こる。しかし、両側とも直接外腸骨動脈から起こっている例もある。外陰部動脈は乳腺に達する前に2枝に分かれ、1枝は乳腺の主要動脈で、乳腺の後位約1/3のところから実質に入る。他枝は細い動脈で、乳腺の後部の一部およびその付近の脂肪組織に小枝を送って会陰部に向かい、会陰動脈の分枝と

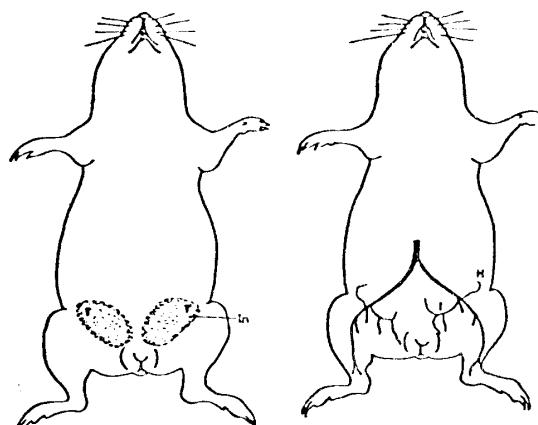


Fig. 28 Showing the location of the mammary gland with nipples (left), and the distribution vascular system (right). Ventral view. Guinea-pig

In—Inguinal mammary gland
H—A. epigastrica superficialis
I—A. pudenda externa

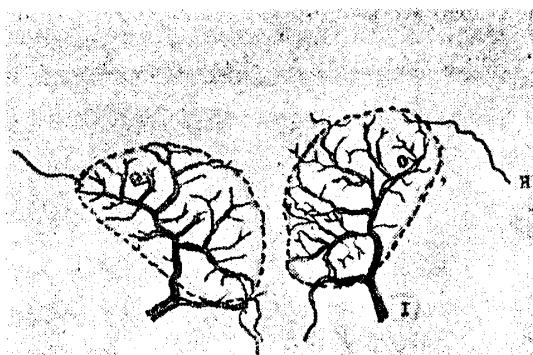


Fig. 29 Showing the distribution of the blood vessels, dorsal view. Guinea-pig mammary glands

H—A. & V. epigastrica superficialis
I—A. & V. pudenda externa

吻合する。乳腺の大部分に分布する動脈枝はさらに前後の2枝に分かれ、前枝は乳腺に広く分布し、うち乳頭に向かう2～3本の分枝は乳頭を網の目状に包む。なお、一部は皮膚に分布する。一方、後枝は乳腺の後位約1/3に分布し、前枝の一部とも吻合して、さらに前記の会陰部に向かう分枝と吻合する。

b) 浅腹壁動脈：大臍動脈の上約1/3の所から起る。後記のマウス、ラット、ハムスターでは乳腺に分布する主要動脈であるが、モルモットでは乳腺の前位の一部にわずかに分布するにすぎない。

静脈はほとんど動脈に伴行するが、乳腺の後部から会陰靜脈に吻合する枝はかなり太い。

7) ハムスター

ハムスターの乳腺は胸部から腹、鼠径部にわたってみられる点は家兎に類似するが、家兎の乳腺は腹部正中線に沿って両側にあるのに対して、ハムスターでは正中線よりはなれた腹壁側にみられる（Fig. 30）。乳頭数は13～15コの間にあり、検索した24例中13コのもの2、14コが14、15コが8例であり、また、左右不相称のものも比較的多数みられた。なお、乳頭管はモルモットと同様に1本である。各乳腺域は個々に区分できにくいが、かりに乳頭の位置によって、胸、腹および鼠径部の3部に区分した。各部に属する乳頭数は一側にそれぞれ3、2、2の計7コのものが普通で、全体の75%を占めた。8コを有する個体(19%)では腹側が3コ、6コを有する個体(6%)では胸側が2コの乳頭からなっていた。

乳腺に分布する動脈は外胸動脈、浅腹壁動脈および外陰部動脈からなる（Figs. 30, 31）。

a) 外胸動脈：腋窩動脈から起こり、胸部、腹部の

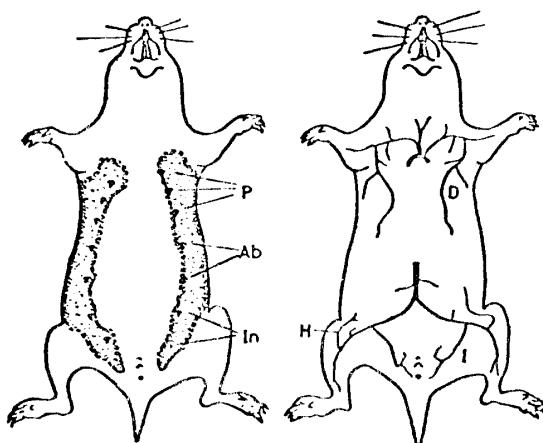


Fig. 30 Semischematic drawings of the mammary glands and nipples (left), and the vascular system (right). Hamster, Ventral view.

P—Pectral mammary gland
Ab—Abdominal mammary gland
In—Inguinal mammary gland
D—A. *thoracica externa*
H—*epigastrica superficialis*
I—*A. pudenda externa*

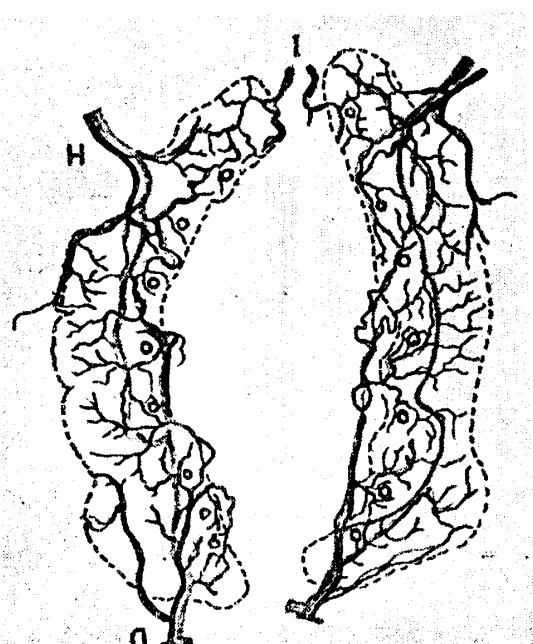


Fig. 31 Semischematic drawing of the vascularity of the hamster mammary glands, dorsal View.

D—A. & V. *thoracica externa*
H—A. & V. *epigastrica superficialis*
I—A. & V. *pudenda externa*

乳腺に広く分布するが、外胸静脈と共に腕神経叢の下を通り、深および浅胸筋に細枝を分けながら皮筋に沿って走り、乳腺に入る前に背腹の2枝に分かれる。背

枝は乳腺の背部に小枝を送って皮膚に向かう。腹枝は乳腺の主要動脈で、胸部第1乳腺の乳頭の近くでまず分枝し、つづいて胸部第2、3乳腺に分枝を送り、乳腺に広く分布する。また、乳頭にも1～2本の枝を送る。ついで、さらに腹部乳腺に進み、腹部の第1と第2乳腺の小域に分布してのち、後記の浅腹壁動脈の分枝とも一部吻合する。なお、腹部乳腺が3つの場合、腹枝は腹部第3乳腺の一部まで分布する。

b) 浅腹壁動脈：大腿部の下方約1/3で大腿動脈から起り、腹壁に沿って乳腺に向かい、前後に分かれて鼠径部の乳腺に入る。前枝はさらに2枝に分かれ、1枝は乳腺の背部を分枝しながら前走し、皮膚面で外胸動脈の背枝と吻合する。他枝は腹に向かい、鼠径部第1乳腺に広く分布したのち、さらに腹部の第2乳腺（腹部乳腺が3コの場合には腹部第3乳腺まで）にも分布し、一部は外胸動脈の腹枝からの分枝と吻合する。後枝は鼠径部第2乳腺に分布し、外陰部動脈の分枝と一部吻合する。

c) 外陰部動脈：後腹壁動脈と共に幹を作ることなく、単独で外腸骨動脈から起り、浅鼠径輪を出て、会陰部に分枝を送って鼠径部乳腺の内側から乳腺に入るが、分布域は狭い。また、一部は前記浅腹壁動脈の分枝と吻合する。

静脈は大部分が動脈に沿って走るが、外胸静脈からの分枝と浅腹壁静脈からの分枝の一部は比較的太い吻合枝を形成して、動脈とは無関係に走る。

8) マウス、ラット

マウス

マウスの乳腺は胸部と腹鼠径部の2群に分かれる。TURNER & GOMEZ ('33)⁷²⁾ は乳腺群を胸部と鼠径部に、COLE ('33)⁹⁾ は胸部と腹鼠径部に分けている。胸部の乳腺は3つの乳腺域 (Mammary area) からなり、それぞれ腋窩部から頸部に広がる胸部第1乳腺、腋窩部から肩甲後部に広がる胸部第2乳腺、胸部腹面から肩甲後部に広がる胸部第3乳腺よりなる。胸部第2と第3乳腺は一部重なるが、両者間には皮筋 (Panniculus carnosus) があって区別できる。腹鼠径部の乳腺はそれぞれ腹部腹面より臍部に広がる腹鼠径部第1乳腺、鼠径部から会陰部に広がる腹鼠径部第2乳腺の2つの乳腺域よりなっている (Fig. 32)。乳頭数は今回の検索例ではすべて5対、計10コであり、TURNER & GOMEZ⁷²⁾ の報告した11コ、12コの例は認められなかった。

乳腺に分布する動脈には浅頸動脈、外胸動脈、腸腰

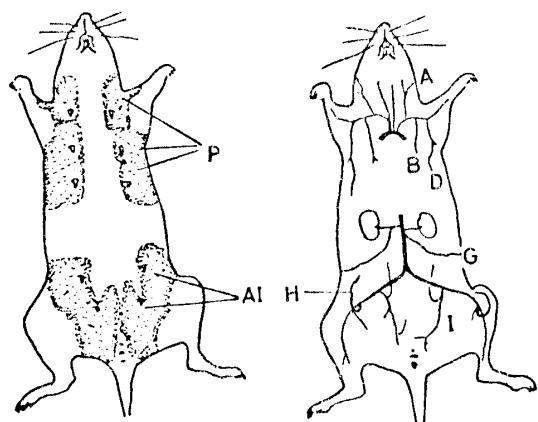


Fig. 32 Semischematic drawings of the mammary glands and nipples (left), and the vascular system (right). Mouse, ventral view.

P—Pectral mammary gland
AI—Abdomino-inguinalis mammary gland
A—*A. cervicalis superficialis*
B—*A. thoracica interna*
D—*A. thoracica externa*
G—*A. iliolumbalis*
H—*A. epigastrica superficialis*
I—*A. pudenda externa*

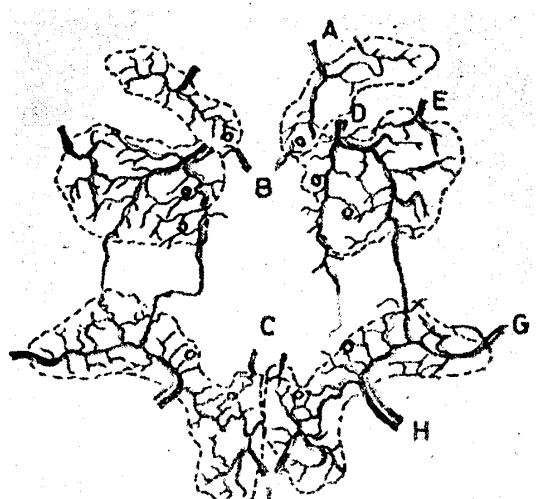


Fig. 33 Vascularization of the mammary glands, dorsal view. Mouse

A—*A. & V. cervicalis superficialis*
B—*A. & V. thoracica interna*
C—*A. & V. epigastrica cranialis*
D—*A. & V. thoracica externa*
E—*A. & V. subscapularis*
G—*A. & V. iliolumbalis*
H—*A. & V. epigastrica superficialis*
I—*A. & V. pudenda externa*

動脈、浅腹壁動脈および外陰部動脈が主流をなし、このほか、内胸動脈、前腹壁動脈および肩甲下動脈などからの細枝が加わる (Figs. 32, 33).

a) 浅頸動脈 (*A. cervicalis superficialis*)：頸動脈幹 (*Truncus cervicalis*) から分かれ、鎖骨乳突筋と胸骨乳突筋との間から皮膚面に出て、胸部第1乳腺に入るが、乳腺に入る前に2枝に分かれる。1枝は胸部第1乳腺の背部に、他枝は腹部に広く分布し、乳頭にも枝を分ける。

b) 内胸動脈：胸腔内で鎖骨下動脈から起り、胸腔の内壁を後走し、途中細枝を出して胸部第1, 2乳腺に分布する。しかし、この細枝の分布域は小範囲で、雌マウスにはほとんどみられない。また、泌乳中のものにもみられないこともある。なお、内胸動脈の移行枝である前腹壁動脈からの分枝の一部が腹鼠径部第2乳腺の前部に達する。

c) 外胸動脈：胸部第2, 3乳腺に広く分布する動脈で、腋窩動脈から起り、途中深および浅胸筋に細枝を出し、これを貫いて皮筋に沿って走り、胸部第2乳腺の前部に枝を送り、さらに第2, 3乳腺の腹部や乳頭に小枝を分けたのち皮膚面に向かう。

d) 肩甲下動脈 (*A. subscapularis*)：肩甲回旋動脈幹 (*Truncus circumflexa-subscapularis*) から起り、前記の外胸動脈の背枝の一部と吻合し、胸部第2, 3乳腺に分布する。

e) 腹腰動脈 (*A. iliolumbalis*)：右側は腎動脈 (*A. renalis*) から、左側は腎動脈と共に、または別々に腹大動脈 (*Aorta abdominalis*) から分岐している。いずれから分かれても腹腰筋の腹面を後走し、寛結節前位付近で腹筋を貫いて、その付近の皮膚と腹鼠径部の第1乳腺の上部に分布したのち、浅腹壁動脈の分枝とも一部吻合する。

f) 浅腹壁動脈 (*A. epigastrica superficialis*)：大腸動脈から起り、腹鼠径部乳腺の中央位より乳腺に入り、ただちに腹鼠径部第2乳腺に枝を分けたのち、腹鼠径部第1乳腺に広く分布し、乳頭にも枝を分けて、鼠径部のリンパ節付近で、腸腰動脈との吻合枝を出す。腹鼠径部第2乳腺に向かう枝は後記の外陰部動脈の分枝の一部と吻合する。

g) 外陰部動脈：後腹壁動脈と共に外腸骨動脈から起り、浅鼠径輪を出て、前後の2枝に分かれ、腹鼠径部第2乳腺に入る。前枝は腹鼠径部第2乳腺の前部に小枝を分けて分布し、この一部は乳頭に至る。後枝は第2乳腺の後部に分布し、腔壁に至る小枝もある。

静脈はほぼ動脈に沿って走る前記動脈と同名の静脈が認められる。胸部第1乳腺の静脈は外頸静脈 (*V. jugularis externa*) に入り、胸部第2, 3乳腺の静脈は動脈に沿って走り、腋窩静脈 (*V. axillaris*) に合流

Table 6. Comparison of the blood supply to the mammary gland of the mouse

Turner & Gomez (1933)	Linzell (1953)	Soemarwoto & Bern (1958)	Nishinakagawa
—	Superficial cervical a.	—	<i>A. cervicalis superficialis</i>
Interna mammary a.	Internal thoracic a.	Internal mammary a.	<i>A. thoracica interna</i>
Superior epigastric a.	—	—	<i>A. epigastrica cranialis</i>
Thoraco-epigastrica a.	Lateral thoracic a.	External mammary a.	<i>A. thoracica externa</i>
—	—	—	<i>A. subscapularis</i>
Intercostal a.	Intercostal a.	—	
—	Deep circumflex iliac a.	Iliolumbar a.	<i>A. iliolumbalis</i>
Superficial epigastrica a.	Caudal superficial epigastric a.	Superficial epigastric a.	<i>A. epigastrica superficialis</i>
Hypogastric a.	External pudendal a.	Hypogastric a.	<i>A. pudenda externa</i>

する。なお、外胸静脈の背枝と腹枝は浅腹壁静脈の枝と皮膚面で吻合する。腹鼠径部第1乳腺の上部の静脈は腸腰靜脈(*V. iliolumbalis*)に入り、下部および乳頭付近の静脈は浅腹壁静脈に入る。腹鼠径部の第2乳腺の静脈の大部分は外陰部静脈に入る。

以上、マウスの乳腺に分布する血管系について記述したが、なお、TURNER & GOMEZ⁷²、LINZELL³⁵、SOEMARWOTO & BERN⁶⁰の報告との比較は Table 6 に示した。

ラット

ラットの乳腺はマウスと同様に胸部と腹鼠径部にあり、胸部の乳腺群はマウスと同様に3つの乳腺域となるが、腹鼠径部においてはマウスより1つ多く、3つの乳腺域となる。すなわち、腹部腹面より腰部まで広がる腹鼠径部第1乳腺、鼠径部に広がる腹鼠径部第2乳腺、鼠径部から会陰部に広がる腹鼠径部第3乳腺である。乳頭は前記各乳腺域にそれぞれ一つ、従って胸部3対、腹鼠径部3対の計12コを数える。MYERS ('16)⁴⁷は計10コ、13コのものもまれにあると報告しているが、筆者の検索例ではすべて12コであった。なお、HENNEBERG (1899)²⁴やMYERS⁴⁷が報告したような副乳頭はみられなかった (Fig. 34)。

乳腺に分布する動脈系の主体は浅頸動脈、内胸動脈、外胸動脈、浅腹壁動脈、腸腰動脈、外陰部動脈で

あるが、なお、これ以外に前腹壁動脈、肩甲下動脈、肋間動脈が加わる (Figs. 34, 35)。

a) 浅頸動脈：頸動脈幹から2枝で起り、1枝は

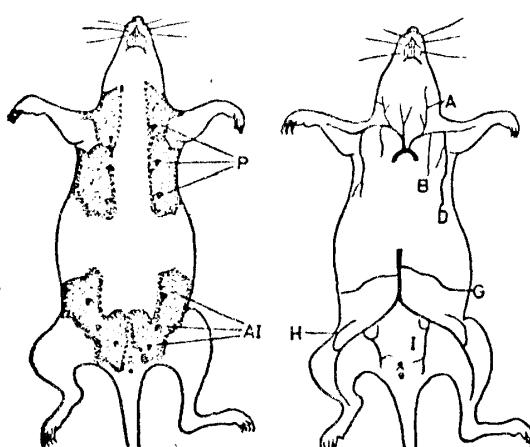


Fig. 34 Semischematic drawings of the mammary glands and nipples (left), and the vascular system (right). Rat. Ventral view.

- P—Pectoral mammary gland
- AI—Abdomino-inguinal mammary gland
- A—*A. cervicalis superficialis*
- B—*A. thoracica interna*
- C—*A. thoracica externa*
- D—*A. iliolumbalis*
- E—*A. epigastrica superficialis*
- F—*A. epigastrica profunda*
- G—*A. pudenda externa*
- H—*A. rectalis*
- I—*A. testicularis*

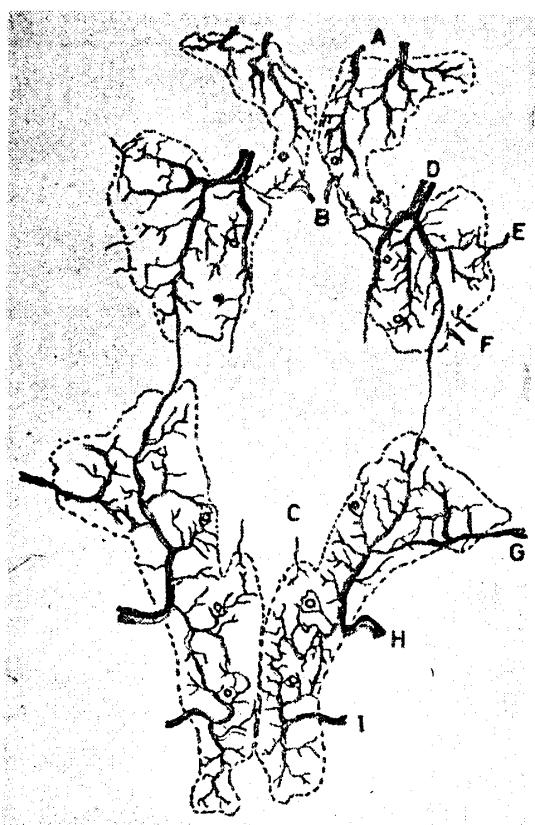


Fig. 35 Vascularization of the mammary glands. Rat, dorsal view.

- A—*A. & V. cervicalis superficialis*
- B—*A. & V. thoracica interna*
- C—*A. & V. epigastrica cranialis*
- D—*A. & V. thoracica externa*
- E—*A. & V. subscapularis*
- F—Branches of *Aa. & Vv. intercostales*
- G—*A. & V. iliolumbalis*
- H—*A. & V. epigastrica superficialis*
- I—*A. & V. pudenda externa*

頸僧帽筋と鎖骨乳突筋との間から皮膚面に出、他枝は鎖骨乳突筋と胸骨乳突筋との間より現われ、それぞれ胸部第1乳腺に入る。前者は胸部第1乳腺の背部に、後者は腹部に広く分布するほか、乳頭にも枝を送る。乳頭に近い部分では外および内胸動脈からの分枝とも吻合する。

b) 内胸動脈：この動脈は胸腔内で鎖骨下動脈から起り、胸腔内を胸骨に沿って後走するが、その間、第3～5肋軟骨の部位で胸腔を出て、胸部第1、2乳腺の小範囲に、マウスと同様に細枝を送る。また、この動脈の移行枝である前腹壁動脈は腹鼠径部第2乳腺の前部の小域に細枝をもって分布する。

c) 外胸動脈：胸部第2、3乳腺に広く分布する主要動脈で、家兎やマウスと同様に強枝である。この動

脈は腋窩動脈から起り、深および浅胸筋に細枝を分け、これを貫いて皮筋に沿って走り、胸部第2、3乳腺の前縁で背腹の枝に分かれる。背枝はただちに第2乳腺に分枝を送ったのち、胸部第2、3乳腺間を後走して皮膚面に向かう。この間、第2、3乳腺、乳頭に多数の分枝を出し分布する。腹枝は第2乳腺の前部に枝を分けるが、この分枝の一部はさらに第1乳腺に向かい、浅頸動脈の小枝と吻合する。また、腹枝は第2、3乳腺の腹部に少数の枝を分けたのち、後走して皮膚面に向かう。

d) 腹腰動脈：腹大動脈から起り、腸腰筋腹面を後走し、寛結節の前位付近で腹筋を貫いて皮膚面に出、その付近の皮膚と腹鼠径部第1乳腺の上部に分布する。また、後記の浅腹壁動脈の分枝とは腹鼠径部乳腺の上部1/3の所で吻合する。

e) 浅腹壁動脈：大腿動脈から起り、腹鼠径部第2乳腺の外側部から乳腺に入り、ただちに腹鼠径部第2乳腺へ分枝を送ったのち、腹鼠径部第1乳腺に向かい、乳頭への分枝や前記腸腰動脈の分枝との吻合枝を分けながら、腹鼠径部第1乳腺に広く分布する。腹鼠径部第2乳腺への分枝は乳頭およびその付近に多数の枝を分け、腹鼠径部第3乳腺との境で、後記外陰部動脈の分枝と吻合する。

f) 外陰部動脈：後腹壁動脈と共に幹をつくり、外腸骨動脈から起り、浅鼠径輪を出て腹鼠径部第3乳腺に入り、そこで前後の2枝に分かれ、前枝は乳頭および第3乳腺の前部に分布し、一部は浅腹壁動脈の分枝と吻合する。後枝は第3乳腺および腔壁に分枝を送る。

なお、肩甲下動脈はマウスにおける程明らかではないが、泌乳中のラットで胸部の第2、3乳腺の上部に細枝を送り、また、肋間動脈の分枝も同じく泌乳中のラットで胸部第3乳腺の上部小域に細枝を送っているのが認められた。

静脈はほぼ動脈に伴行し、胸部第1乳腺の静脈は2枝をもって外頸静脈に入る。胸部第2、3乳腺の静脈は動脈に伴行し、腋窩静脈に合流する。外胸静脈の背枝および腹枝は浅腹壁静脈の分枝と吻合する。腹鼠径部第1乳腺の上部の静脈は腸腰静脈に入り、下部および第2乳腺の静脈は浅腹壁静脈に入る。腹鼠径部第3乳腺の静脈は外陰部静脈に入る。なお従来の報告との比較は Table 7 に示した。

以上、乳牛、山羊（日本ザーネン種）、トカラ山羊、めん羊、馬、犬、猫、家兔、モルモット、ハムスター、マウスおよびラットの乳腺血管分布について記述

Table 7. Comparison of the blood supply to the mammary gland of the rat

Greene (1935)	Linzell (1953)	Nishinakagawa
Superficial cervical a.	Superficial cervical a.	<i>A. cervicalis superficialis</i>
Internal mammary a.	Internal thoracic a.	<i>A. thoracica interna</i>
Superior epigastric a.	—	<i>A. epigastrica cranialis</i>
Lateral thoracic a.	Lateral thoracic a.	<i>A. thoracica externa</i>
—	—	<i>A. subscapularis</i>
—	Branches of intercostal a.	<i>Branches of Aa. intercostales</i>
Iliolumbar a.	—	<i>A. iliolumbalis</i>
—	Deep circumflex iliac a.	—
Superficial epigastric a.	Caudal superficial epigastric a.	<i>A. epigastrica superficialis</i>
External pudenda a.	External pudendal a.	<i>A. pudenda externa</i>

Table 8. Comparison of the main arterio-system supply to the mammary gland of the experimented animals

Type I Dairy cattle, Goat, Tokara-goat, Sheep Horse, Guinea-pig	Type II Dog, Cat	Type III Rabbit	Type IV Hamster	Type V Mouse, Rat
—	—	—	—	<i>A. cervicalis superficialis</i>
—	<i>A. thoracica interna</i>	<i>A. thoracica interna</i>	—	<i>A. thoracica interna</i>
—	<i>A. thoracica externa</i>	<i>A. thoracica externa</i>	<i>A. thoracica externa</i>	<i>A. thoracica externa</i>
—	—	—	—	<i>A. subscapularis</i>
—	—	—	—	<i>A. iliolumbalis</i>
—	—	<i>A. epigastrica superficialis</i>	<i>A. epigastrica superficialis</i>	<i>A. epigastrica superficialis</i>
<i>A. pudenda externa</i>	<i>A. pudenda externa</i>	<i>A. pudenda externa</i>	<i>A. pudenda externa</i>	<i>A. pudenda externa</i>

したが、これらの乳腺の血管系の比較は Table 8 に示した。乳腺の血管系は動物種に由来する相異や乳腺の位置に基づく差異がみられた。すなわち、乳牛の乳

房は 4 つの乳区よりなり、その血管の分布状態は山羊、トカラ山羊、めん羊、馬などと少し異なるが、動脈の主流は同じ外陰部動脈に由来し、また、モルモッ

トもその主流が外陰部動脈である点、これらに類似する (Type I). 犬、猫では内胸動脈、外陰部動脈が発達し、それに外胸動脈が加わり、乳腺への動脈の主流をなす (Type II). 家兎では外胸動脈、浅腹壁動脈が強枝で、それに内胸動脈、外陰部動脈が加わるが、内胸動脈は犬、猫ほど発達していない (Type III). ハムスターは外胸動脈と浅腹壁動脈に外陰部動脈が加わるが、内胸動脈は関与しない (Type IV). マウス、ラットは外胸、浅腹壁、腸腰、外陰部の各動脈に内胸、浅頸、肩甲下の各動脈が加わり、ラットでは肋間動脈の分枝もみられる (Type V).

4. 考 察

乳牛の乳房に分布する動脈は SISSON & GROSSMAN⁵⁸⁾ や加藤³⁰⁾ の家畜解剖学成書は外陰部動脈と会陰動脈の二つのルートを記載している。しかし、この会陰動脈の存否については研究者の意見は対立しており、加藤²⁹⁾⁽³⁰⁾、ZIEGLER & MOSIMANN⁸⁰⁾ らは乳房の動脈として記載し、LE ROUX & WILKENS ('59)³⁴⁾ は会陰動脈の乳腺枝として報告している。また、ESPE¹⁵⁾、TURNER⁶⁹⁾、SMITH⁵⁹⁾ らは会陰動脈は乳房に達するが、乳房実質には分布しないことを述べている。一方、ELLENBERGER & BAUM¹³⁾、SWETT & MATTHEWS⁶¹⁾、FOUST & GETTY ('54)¹⁹⁾、GETTY ('55)²²⁾、増井⁴²⁾、広瀬²⁵⁾ は乳房の動脈として記載していない。筆者の検索では会陰動脈は乳房後部および乳頭付近の皮膚に分布するのみで、乳房実質への分布はみられなかった。

外陰部動脈の起始について、ESPE¹⁵⁾、TURNER⁶⁹⁾、SMITH⁵⁹⁾ は大腿動脈から起こると述べているが、筆者の結果は ZIEGLER & MOSIMANN⁸⁰⁾ の大腿深動脈から起こるとする記載を支持した。

腹皮下動脈について ZIETSCHMANN⁸¹⁾、TURNER⁶⁹⁾ は外陰部動脈から分岐すると述べ、他の多くの研究者は乳腺動脈から起こる場合があると報告している。筆者はすべて前乳腺動脈の移行枝として認めた。また、増井、LE ROUX & WILKENS³⁴⁾ は腹皮下動脈を前基底動脈と称し、GETTY²²⁾ は後浅腹壁動脈なる名称を付しているが、いずれも同じ動脈を指したものと思われる。

後基底枝は乳腺動脈または後乳腺動脈から起こり、乳房の後部から会陰動脈につづくが、LE ROUX & WILKENS³⁴⁾ は会陰動脈乳腺枝につづくとした。

乳牛の乳房は発生的に 4 乳点より発達しており、それら左右、前後の乳区間の吻合枝として、内側乳腺

動脈の分枝と後基底枝からの分枝を記載したが、蘭守²⁷⁾ らもこのことは報告しており、また、ESPE & CANNON¹⁶⁾ は実験的に前後はもちろん左右の吻合枝の存在を実証している。しかし、EMMERSON¹⁴⁾ は線を用いて、前後の乳区間には動脈の吻合枝のないことを報告している。

一方、静脈系について、筆者は外陰部静脈と腹皮下静脈について記述したが、このほか、ESPE¹⁵⁾、加藤²⁹⁾⁽³⁰⁾、SMITH⁵⁹⁾、ZIEGLER & MOSIMANN⁸⁰⁾ は会陰静脈をあげている。会陰静脈の存在をはじめて記載したのは NELKE⁴⁹⁾ であり、その後、多くの研究者によりその存否が論争されてきた。BECKER & ARNOLD² は会陰静脈の弁を 22 例について検索し、その内 21 例にその存在を認め、会陰静脈の血液は乳房の方へ流れるとした。また、SWETT & MATTHEWS⁶¹⁾ も静脈弁を調べ、会陰静脈の血液は乳房の方へ流れると報告した。しかし、ESPE¹⁵⁾ は乳房の血液の 10% が会陰静脈へ流れることは疑わしいが、その存在を認めている。筆者の検索ではすべてに静脈弁の存在を確認し、その配置から会陰静脈の一部の血液は乳房の方へ向かい、後基底枝から乳腺静脈に入り、外陰部静脈へ向かうと信ずるに足る証拠を示した。また、乳腺静脈の分枝の静脈弁の構造および配置から乳房を循環した血液の多くは外陰部静脈へ流れるものと考えられた。泌乳期の牛で腹皮下静脈が怒張するのは大量の血液が乳房を循環するためであり、若令牛や乾乳期の牛ではそれほど怒張しないのはやはり、静脈の主要経路が外陰部静脈であるためと考えられる。

静脈においても前後、左右の乳区間にはかなり太い吻合枝がみられ、たとえば、一侧の乳腺動脈、静脈およびその分枝に血流障害がおきても、これらの吻合枝で調節され、泌乳にはさほど影響はないと考えられる。

なお、EL HAGRI ('45)¹²⁾ の報告した前腹壁動脈からの乳腺枝や LE ROUX & WILKENS³⁴⁾ の伏在動脈および深腸骨回旋動脈からの乳房への分布は確かめられなかった。

TURNER⁶⁹⁾ は山羊乳房の動脈として、外陰部動脈をあげ、この動脈は牛よりいくぶん後方から乳房に入り乳腺動脈となって、乳房実質に分布することを報告している。このことは今回の山羊、トカラ山羊、めん羊共に同様であった。めん羊については PALIĆ⁵²⁾ の報告があり、乳房の血管の分布状態は今回のものとほぼ一致したが、乳頭動脈については、PALIĆ⁵²⁾ は内側乳腺動脈のみから由来すると主張している。しか

し、この動脈は乳腺動脈から分岐する例もあり、その頻度は全体の 50 %を示した。従って、乳頭動脈は内側乳腺および乳腺動脈の両者から起こることは確かであろう。

乳腺動脈からの主な分枝は山羊（日本ザーネン種）で 6 枝、トカラ山羊、めん羊では 7 枝であった。その内、後基底枝および乳頭動脈の起始についての比較は Fig. 16 に示した。後基底枝は山羊、トカラ山羊では内側乳腺動脈から起こる例が多いが、めん羊では乳腺動脈から起こるものが多く、また、乳頭動脈はめん羊では乳腺動脈、内側乳腺動脈の両者から起こるが、山羊、トカラ山羊では乳腺動脈のみから起こる点、差異が認められた。

静脈について、LINZELL ('55)³⁹⁾ はその主要経路に外陰部静脈をあげ、腹皮下静脈についても述べている。従来、乳房の静脈経路として問題になっている会陰静脈について、LINZELL³⁹⁾ は乳房からの血液の流出する経路とはならないと主張した。筆者の検索した山羊、トカラ山羊、めん羊では、静脈弁の構造と配置とから会陰静脈の一部の血液は乳房後部の後基底枝を通って、外陰部静脈へ流れると考えられるので、乳牛同様に乳房の血液の流出経路とはないと考えられる。また、静脈弁の配置から、乳房を灌流した血液のほとんど大部分は外陰部静脈へ流れるものと考えられる。

左右乳区間の血管の吻合枝は乳牛と同様に認められ、静脈の吻合枝には弁をみず、血液は左右どちらへでも流れうるようになっており、このことは血量の調節と関係があるものと考えられる。

馬の乳房に分布する動脈は外陰部動脈に由来することは TAGAND & BARONE⁶²⁾、BOURDELLE & BRESSOU⁴¹⁾、TURNER⁶⁹⁾ により報告されており、今回の検索とも一致した。この外陰部動脈の乳房への分布状態については TAGAND & BARONE⁶²⁾ が記述しており、乳頭動脈の 80 %は前乳腺動脈から起り、残り 20 %は後乳腺動脈から起っているという。しかし、今回の検索では乳腺動脈および内側乳腺動脈から分岐するもの 45.4 %、内側乳腺動脈のみから分かれるもの 54.6 %であった。

会陰動脈の乳房分布については前記三著者共に記載してなく、筆者の精査した限りにおいても認めることが出来なかった。

乳房の主要な静脈系として、TAGAND & BARONE⁶²⁾ は乳房の後部から大腿深静脈に入る静脈を主要乳腺静脈の名称で報告し、ここでもこの名称を使用した

が、ELLENBERGER & BAUM¹³⁾、SISSON & GROSSMAN⁵⁸⁾、加藤²⁹⁾ はこれを外陰部静脈として取り扱っている。そして、従来の外陰部静脈は外陰部動脈に伴う小静脈として表示している。元來、動脈に伴行する静脈を動脈と同じ名称を付すのであれば、馬乳房の主要静脈は TAGAND & BARONE⁶²⁾ のいうように主要乳腺静脈とした方が妥当と考えられ、外陰部動脈に伴行する静脈は細いけれども、やはり外陰部静脈とし方が妥当と考えられる。但し、雄においての名称については今後さらに検討する必要があろう。

会陰静脈について、TAGAND & BARONE⁶²⁾ はこの静脈の一部の血液は乳房の方へ向かって流れると報告しており、このことは今回の検索と一致した。静脈弁の配置から乳房を灌流した血液の大部分は主要乳腺静脈の方へ流れるものと考えられる。

犬の乳腺は胸部、腹部、鼠径部からなることはすでに記載したが、乳頭数については KITT (1882)³²⁾ は 8~12 つを、TURNER & GOMEZ ('34)⁷⁴⁾ は 8~14 つを、BRADLEY ('48)⁵¹⁾、LINZELL³⁵⁾ は 8~10 つであると報告し、MILLER⁴⁴⁾ は 8~12 つで 10 つのが最も普通であると述べている。今回の検索例では 10 つが 8 例、8 つのが 2 例であった。

乳腺に分布する血管系について TURNER ('39)⁶⁷⁾ は 4、ELLENBERGER & BAUM¹³⁾ は 8、BRADLEY⁵¹⁾ 7、LINZELL³⁵⁾ 8、PUGET & TOTY⁵³⁾ は 5、MILLER⁴⁴⁾ は 10 を報告しており、それらと今回の検索との比較は Table 2 に示した。いずれの著者も乳腺の主要動脈として、内胸動脈、外胸動脈および外陰部動脈の 3 動脈系をあげ、他はその移行枝について述べている。TURNER⁶⁹⁾ は外胸動脈についてはふれていなが、これが胸部乳腺の外側部に分布していることは明らかであった。また、PUGET & TOTY⁵³⁾ は肋間動脈、後横隔動脈、腸腰動脈の分枝についてはふれていなが、これらの分枝は小部分ではあるが、乳腺を栄養している。会陰動脈について、PUGET & TOTY⁵³⁾ は乳腺への動脈の一つとして記載しているが、この動脈は大陰唇同様に乳腺実質への分布は認められず、外陰部動脈からの枝と皮膚面でつづいている。一方、会陰静脈の一部の血液は外陰部静脈の後枝を通って、外陰部静脈へ流れると考えられる走向を示した。

猫の乳腺群について、REIGHARD & JENNINGS⁵⁴⁾ は胸部 2 対、腹部 3 対を報告しているが、ELLENBERGER & BAUM¹³⁾、LINZELL³⁵⁾ は胸部 2 対、腹部 2 対、計 4 対が一般的であると報告した。今回の猫では全例とも 4 対であった。これらに分布する血管系について

は、REIGHARD & JENNINGS⁵⁴⁾, TURNER⁶⁹⁾ らの報告があり、また、LINZELL³⁵⁾ は犬と同様の血管系を報告している。前著者のものと今回のものとの比較は Table 3 に示したが、LINZELL³⁵⁾ のものとほぼ同様であった。TURNER⁶⁷⁾ の Hypogastric artery は本来、内腸骨動脈の意味であるが、ここでは外陰部動脈を指したものと考えられる。猪の場合、犬に比べて外胸動脈がよく発達しており、胸部乳腺の外側部に広く分布していた。会陰動脈および静脈は犬同様に乳腺の血管系とはならないと考えられる。

家兎の乳腺は胸部と腹部に分けられ、乳頭数について秋元は 8 コのもの (67.8%) が最も多く、つづいて 9 コ 16.6%, 10 コ 8.1%, 6 コ 5.5%, 7 コ 2.3% であったと報告し、津崎、⁷⁵⁾ LINZELL³⁵⁾ は 3 ~ 5 対を報告している。筆者の検索では 8 コ 70%, 10 コ 20%, 9 コ 10% であり、秋元のそれとほぼ同じであったが、6 コ、7 コのものはみられなかった。

乳腺の血管系について、KRAUSE (1868)³³⁾ は 7, GERHARDT ('09)²¹⁾ は 6, WAHL⁷⁶⁾ は 4, LINZELL³⁵⁾ は 8 を報告している (Table 5)。WAHL⁷⁶⁾ の Hypogastric artery は本来は内腸骨動脈のことであり、この動脈の乳腺への分布は全くみられない。浅腹壁動脈の名称は WAHL⁷⁶⁾ により用いられ、また、GREENE²³⁾ はラットで同じ名称を用いている。しかし、LINZELL³⁵⁾ は後浅腹壁動脈として取り扱っており、MILLER⁴⁴⁾ が犬で用いた後浅腹壁動脈は外陰部動脈の移行枝であり、浅腹壁動脈とは起始が全く異なるので、今回は WAHL⁷⁶⁾ の名称に従った。KRAUSE³³⁾, GERHARDT²¹⁾, LINZELL³⁵⁾ は浅頸動脈の乳腺への分布を認めているが、著者の例では乳腺のその部分には浅頸動脈からの分枝でなく、外胸動脈の前枝が分布していた。

モルモットの乳腺は鼠径部に 1 対ある。乳腺の血管系について、LINZELL³⁵⁾ は External pudendal と Caudal superficial epigastric の動、静脈を、LINZELL³⁵⁾ の引用した TURNER⁶⁷⁾ の報告は Hypogastric superficial epigastric の動、静脈をそれぞれ記載しており、また、TINDAL & YOKOYAMA⁶³⁾ は外陰部動脈を報告している。Caudal superficial epigastric artery を浅腹壁動脈と同一のものと考えると、LINZELL³⁵⁾ の結果と筆者の検索結果とは一致する。外陰部動脈はマウス、ラット、ハムスターおよび家兎などでは腹鼠径部の乳腺のごく一部に分布するにすぎないが、モルモットの場合には乳腺のほとんど大部分に分布する主要な動脈であり、その分布状態は山羊などに

類似する。

ハムスターの乳腺は胸部から腹、鼠径部にわたってみられ、乳頭数は 1 側に 6 ~ 8 コある。乳腺の血管分布に関する報告はない。乳腺に分布する血管系はマウス、ラット、家兎に比べて少なく、外胸、浅腹壁および外陰部の 3 つの動、静脈である。内胸動脈は前記諸動物では胸部の乳腺の一部に分布することが確かめられたが、ハムスターには認められなかった。

マウスの乳腺は胸部に 3 対、腹鼠径部に 2 対あり、乳頭数について、TURNER & GOMEZ⁷²⁾ は 10 コのもの 97.4%, 11 コのもの 1.9%, 12 コのものが 0.65% であると報告しているが、筆者の検索結果では全例とも 10 コであり、このことは確立された系統のマウスを使用したため変異がなかったと考えられる。乳腺の血管系について、TURNER & GOMEZ⁷²⁾ は 6, LINZELL³⁵⁾ は 7, SOEMARWOTO & BERN⁶⁰⁾ は 5 の血管系を報告している (Table 6)。まず、浅頸動脈については LINZELL³⁵⁾ のみが記載しているが、この動脈は明らかに胸部の第 1 乳腺に分布するものである。内胸動脈は胸部乳腺のごく一部に分布する。この動脈の名称は上記三著者共に異なるが、いずれも同一のものを指していると考えられる。また、この動脈の移行枝である前腹壁動脈については TURNER & GOMEZ⁷²⁾ のみが記載しているが、これは腹鼠径部第 2 乳腺の前部の一部に分布しているにすぎない。TURNER & GOMEZ⁷²⁾ や SOEMARWOTO & BERN⁶⁰⁾ のいう Hypogastric artery は本来、内腸骨動脈のことをいうが、ここでは外陰部動脈を指したものと考えられる。LINZELL³⁵⁾ のいう Deep circumflex iliac artery は SOEMARWOTO & BERN⁶⁰⁾ も記しているように、また、起始が腹大動脈または腎動脈である点からしても腸腰動脈とした方が妥当と考えられる。肩甲下動脈については上記三著者とも記載していないが、これは明らかに胸部の第 2, 3 乳腺に分布する。

ラットの乳腺血管系について、GREENE²³⁾ は 6, LINZELL³⁵⁾ は 7 の血管系を報告している (Table 7)。

浅腹壁動脈は GREENE²³⁾ によりラットで用いられ、筆者も同じ取り扱いをしたが、LINZELL³⁵⁾ はこれに対して、マウス同様に Caudal superficial epigastric artery の名称を用いている。このほか、肋間動脈は LINZELL³⁵⁾ のみが記し、肩甲下動脈については GREENE²³⁾, LINZELL³⁵⁾ 共に記載していない。

以上、今回の観察成績と先人の報告との比較において考察を加えたが、乳腺の血管系は動物の種により、また、乳腺の位置により差異がみられ、乳牛、山羊、

トカラ山羊、めん羊、馬などのように乳腺が鼠径部にあるものでは外陰部動脈に由来し、モルモットの場合、浅腹壁動脈が乳腺の前部の小範囲に分布するが、主流が外陰動脈である点、前記動物に類似する。犬、猫と家兎は乳腺の位置は同じであるが、犬猫では内胸動脈と外陰部動脈が発達しているのに対して、家兎では外胸動脈と浅腹壁動脈が発達している。ハムスターでは内胸動脈の分布は全くみられず、これは家兎とも異なる血管配置である。マウス、ラットは胸部と腹鼠径部の2つのグループの乳腺をもっており、外胸、浅腹壁、外陰部の各動脈のほかに、内胸、浅頸、肩甲下、腸腰の動脈が分布する。以上のように同じ齧歯類でも血管系の異なることは、やはり動物種の一つの特異性と考えられる。

5. 小括

乳牛（ホルスタイン種）、山羊（日本ザーネン種）、トカラ山羊、めん羊、馬、犬、猫、家兎、モルモット、ハムスター、マウスおよびラットの12種の動物について、乳腺の血管の分布状態を乳腺域との関係において精査し、比較検討した。

1) 乳牛の乳房に分布する動脈は外陰部動脈に由来し、従来、成書に記載されている会陰動脈の乳房実質への分布はみられない。外陰部動脈は後腹壁動脈と共に幹（陰部腹壁動脈幹）で、大腿深動脈から起り、浅鼠径輪を出て、乳房後部から乳腺動脈として乳房実質に入り、そこで前後の乳腺動脈に分かれ、前乳腺動脈は乳房基底面浅層を外側より前に走り、後乳槽、乳頭に後乳洞外側動脈を分け、さらに内側乳腺動脈、前乳槽、乳頭に前乳洞外側動脈を分け、腹皮下動脈に移行する。内側乳腺動脈は前乳槽、乳頭に前乳洞内側動脈を分けて分布する。後乳腺動脈は前乳腺動脈より細く、乳房上リンパ節および対側乳区への吻合枝などを分けて、会陰動脈につづく後基底枝を分け（この枝は乳腺動脈から起る場合もある）、後乳区実質を下走し、乳槽や乳頭に分布する後乳洞外側動脈、後乳洞後動脈を分ける。一方、静脈には外陰部静脈と腹皮下静脈とがあり、従来の会陰静脈は弁の構造から判断して、この静脈に入った血液の一部は乳房の方へ向かうと考えられる。また静脈弁の配置から乳房を循環した血液の多くは外陰部静脈へ流れるものと考えられる。また前後、左右の乳区間の吻合枝として、内側乳腺動脈、静脈と後基底枝の動脈、静脈があり、特に静脈は太く、乳房基底面に静脈輪をつくる。

2) 山羊、トカラ山羊、めん羊の乳房は鼠径部に1

対ある点、乳牛と異なるが、トカラ山羊、めん羊は副乳頭を有し、トカラ山羊の場合、小域ではあるが乳腺が付属して泌乳をみるともある。動脈は乳牛と同様外陰部動脈に由来し、乳腺動脈は乳房の外側部および皮膚に分布する外側枝、後基底枝（内側乳腺動脈から分岐する場合もある）を分けて乳腺実質に入り、実質内で内側乳腺動脈を分け、さらに乳槽、乳頭へ乳頭動脈を分岐して、腹皮下動脈に移行する。めん羊の乳頭動脈は内側乳腺動脈から起る場合（50%）もあった。また、トカラ山羊、めん羊では副乳頭動脈を乳腺動脈または内側乳腺動脈から分ける。静脈はほぼ動脈に伴行する。

3) 馬の乳房は鼠径部に1対あり、1側2乳点から発達し、それが合体して一つの乳房を作っている。しかし、乳頭管は2コである。動脈系は山羊などと同様で、外陰部動脈に由来し、その分布状態も非常に類似する。特に、乳頭動脈が内側乳腺動脈から起る点、めん羊に類似している。一方、静脈系は乳牛、山羊などと異なり、その主要静脈は乳房後部から恥骨筋と大腿薄筋との間を通り、太く、短い静脈で、大腿深静脈に入る主要乳腺静脈（TAGAND & BARONE⁶²⁾に従う）である。外陰部静脈は乳牛、山羊などと異なり、小さい静脈にすぎない。このほか、腹皮下静脈もある。

4) 犬の乳腺は胸部から鼠径部に5対あり、猫では胸部から腹部にわたって4対みられる。これらに分布する動脈は前位から外胸動脈、内胸動脈とその移行枝である前浅腹壁動脈、後位から外陰部動脈とその移行枝の後浅腹壁動脈の3つの主要経路がある。外胸動脈は胸部第1乳腺および第2乳腺の小域に、内胸動脈は発達がよく、犬では第4～8、猫では第5～8肋間を貫通する乳腺枝として、胸部乳腺の内側部に分布する。前浅腹壁動脈は胸部第2および腹部第1乳腺に分布し、腹部乳腺において後浅腹壁動脈の分枝と吻合する。外陰部動脈は腹部乳腺の後部から乳腺に入り、後浅腹壁動脈となり、犬では腹部第2乳腺と鼠径部乳腺に、猫では腹部第2乳腺に広く分布する。このほか、胸部乳腺には肋間動脈、腹部乳腺には後横隔動脈および腸腰動脈からの細枝がわずかに分布していた。静脈はほぼ動脈に伴行するが、前、後の浅腹壁静脈はかなり太い血管で吻合している。

5) 家兎の乳腺は猫と同様に胸部から腹部にわたってみられ、外胸、内胸、浅腹壁、外陰部の4つの動脈が分布する。外胸動脈は犬、猫では発達していないが、家兎ではよく発達し、胸部第1、2乳腺および腹部第1乳腺に広く分布し、腹部乳腺で浅腹壁動脈の分

枝と吻合する。内胸動脈は第4～6の各肋間より出て、乳腺枝として胸部乳腺の内側部に分布し、また、この動脈の移行枝である前腹壁動脈は胸部第2乳腺と腹部第1乳腺の一部に分布する。浅腹壁動脈は腹部第2乳腺に分布し、その終末は外胸動脈の分枝と吻合する。外陰部動脈は腹部第2乳腺の後部の小範囲に分布し、浅腹壁動脈の分枝と吻合する。静脈は動脈にはほぼ伴行するが、外胸静脈と外陰部静脈はかなり太い静脈で吻合している。

6) モルモットの乳腺は鼠径部に1対あり、動脈の主流は外陰部動脈であり、この動脈は大腿深動脈と共に幹で外腸骨動脈から起る場合と単独で外腸骨動脈から起る場合がある。このほか、浅腹壁動脈の細枝が乳腺の小域に分布する。静脈はかなり太く、会陰静脈とも吻合する。

7) ハムスターの乳腺は胸部から腹、鼠径部にわたってみられ、乳頭数は13～15コで、14コのものが最も多い。動脈は外胸、浅腹壁、外陰部の各動脈に由来し、外胸動脈は腋窩動脈から分岐後、背腹の2枝に分かれるが、腹枝が胸部と腹部の乳腺の主要動脈で、腹部乳腺では浅腹壁動脈の分枝と吻合する。浅腹壁動脈は腹部乳腺の一部と鼠径部乳腺に分布する。外陰部動脈は鼠径部乳腺の後部に分布する。静脈は大部分が動脈に伴行するが、外胸静脈からの分枝と浅腹壁静脈の分枝との間には比較的太い吻合枝がみられ、動脈の走行とは無関係に走っていた。

8) マウスの乳腺は胸部に3対、腹鼠径部に2対で

あり、ラットは胸部、腹鼠径部にそれぞれ3対あり、主な動脈は浅頸、外胸、腸腰、浅腹壁および外陰部動脈である。浅頸動脈は胸部第1乳腺に広く分布し、外胸動脈は胸部第2、3乳腺に広く分布する。腸腰動脈は臀動脈または腹大動脈から起り、腹鼠径部第1乳腺の上部に分布し、浅腹壁動脈は腹鼠径部第1と第2乳腺の一部に、外陰部動脈は腹鼠径部第2乳腺にそれぞれ分布する。このほか、胸部の乳腺には肩甲下動脈と内胸動脈の細枝が加わっている。なおラットでは浅腹壁動脈は腹鼠径部第1、2乳腺に、外陰部動脈は第3乳腺に分布し、また、肋間動脈からの小枝も加わっていた。静脈はほとんど動脈に伴行していた。

9) 各動物の乳腺に分布する主な動脈系の比較はTable 8に示した。牛、山羊、トカラ山羊、めん羊、馬、モルモットは外陰部動脈に由来し(Type I)、犬、猫は外胸、内胸、外陰部動脈とその移行枝に(Type II)、家兎では外胸、内胸、浅腹壁、外陰部の各動脈に由来し(Type III)、また、ハムスターでは外胸、浅腹壁、外陰部の各動脈(Type IV)、マウス、ラットでは、浅頸、外胸、腸腰、外陰部の各動脈が主流で肩甲下動脈からの分布域も広い(Type V)。

II. 乳腺の機能状態に伴う血管分布の消長

1. 緒 言

本章は特に、乳腺の機能状態と血管分布との関係を検索する目的で、一応マウスの乳腺の正常発育を検索した。

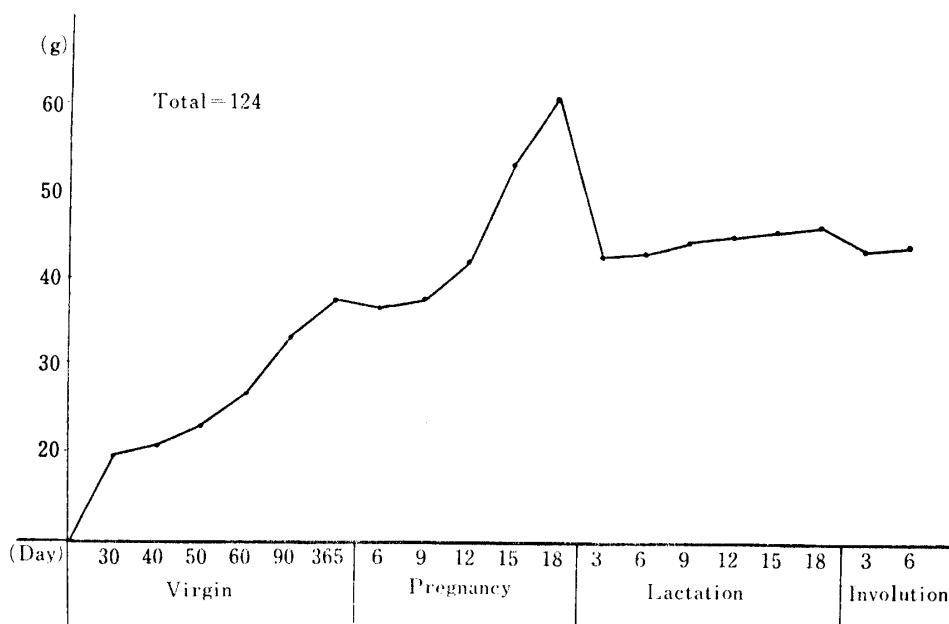


Fig. 36 Changes of the body weight at various stages of the experimental mice.

マウスの乳腺の発育に伴う血管系の研究は過去において、その数は少ない。TURNER & GOMEZ⁷²⁾ および SOEMARWOTO & BERN⁶⁰⁾ は乳腺の発育に伴う血管分布について述べ、DABELOW ('33)¹¹⁾ は乳腺の脂肪組織と乳腺実質との血管系について報告している。しかし、いずれも乳腺の機能状態に伴う血管の消長についてはきほど詳細に記載されていない。そこで、乳線組織、特に導管系および腺胞系の発育、退化と血管分布との関連を知る目的で、処女、妊娠、泌乳および退行の各時期について検討を行なった。

2. 材料および方法

材料に ICR-JCL マウス 124 例を用い、乳腺の組織および血管分布を次の各時期に分けて検索した。処女期として、生後 30, 40, 50, 60, 90 日および 365 日令のもの、妊娠期は妊娠 6, 9, 12, 15, 18 日の各日、泌乳期は分娩後 3, 6, 9, 12, 15, 18 日、それに退行期は離乳後 3, 6, 12 日について検討を行なった。

組織学的検索はマウスを放血屠殺後、乳腺を皮膚につけて取り出し、Bouin 固定後、胸部第 3 乳腺と腹臍部第 1 乳腺について、左側は組織学的検索用として、6 μ 切片を作り、H-E 染色し、右側は Whole mount 用にして H 染色をして観察した。

血管の検索には頸動脈から放血後、1% 亜硝酸ソーダ生理的食塩水液で血管を灌流したのち、同動脈から墨汁を注入し、上記と同様な方法を施したが、切片は 45 μ, 6 μ にし、Whole mount 標本は Carmine で染色した。胸部第 3 乳腺の導管および腺胞の大きさや乳腺の広がりについては、ミクロメーターを使用して測定した。なお、使用マウスの平均体重については Fig. 36 に示した。

3. 観察結果

1) 乳腺の組織学的観察

処女、妊娠、泌乳および離乳の各時期における乳腺の組織学的变化とその特徴について、先ず観察を行なった。なお、導管系およびそのほかの名称は Pl. I の 1 に示した。

a) 処女期：生後 30 日のマウス乳腺の Main duct (主導管) は径約 212 μ で、Lateral bud (側芽) は葉間の導管 (Lobar duct) にみられ、首のう状にふくらんでおり、周囲の End bud (終芽) の数は少なかった (Pl. I, 2)。乳頭からの導管系の広がり (以下 L × W で表わす L は長さ、W は巾) は約 7.3 × 3.5 mm であった (Table 9)。

Table. 9. Changes of the size in the mammary glands of the mice during virgin, pregnancy, lactation and involution

	(days)	Length × Width (mm)	
Virgin	40	7.4	6.6
	50	8.9	7.1
	60	13.1	7.4
	90	16.3	11.6
	365	18.9	12.0
Pregnancy	6	19.9	12.4
	12	22.0	14.0
	18	27.2	17.6
Lactation	12	28.8	19.2
Involution	6	19.2	14.4

40 日令では導管は広がりを増し、数もふえ、Main duct は太くなる。葉間および葉内の導管 (Intralobar duct) には多数の Lateral bud がみられ (Pl. I, 3)，周囲の End bud は水胞状にふくらみ、その径は約 148 μ であった。導管の上皮は立方状で、不規則に並び細胞質は明るく、細胞間の境界は明確でなく、核は円または梢円形である。End bud は 3～4 層の細胞の集団からなり、導管をとりまく結合組織は発達し、小葉内は脂肪組織でみたされている。

50 日令になると小葉間導管 (Interlobular duct) にも Lateral bud がみられ、小葉間および小葉内の導管 (Intralobular duct) は長さを増す。導管の上皮細胞は高さを増し、Lateral bud は 2 層の細胞からなっている。End bud は上皮細胞の集団から出来ている。

60 日令に達すると導管の数、長さは非常に増し、L × W は約 13.0 × 7.1 mm となる。Main duct は膨張し、また、小葉間導管には Lateral bud および側枝も多くみられ、End bud も増加する (Pl. I, 4)。また、外胸動、静脈およびその分枝にそって導管が伸びる傾向がみられる。

発情期のものでは導管は太く、膨隆している。導管の細胞は不規則に並び、核は梢円形である。

90 日令で、マウスは性成熟の状態にあり、導管系は広がりを増し (Pl. I, 5)，L × W は約 16.3 × 11.6 mm となり、40 日令の 2 倍近くなる。導管は複雑に枝分かれし、Main duct からの側枝には Bud の発達がみられ、葉間導管は 6 口の葉内導管を分け、小葉内導管には側枝が出現し、その先端は腺胞状を呈した。

発情期ではすべての導管や End bud は太くなり、休止期では発情期にくらべて著しく細長い状態を示し

た。小葉間の導管では楕円形の核が不規則に並び、小葉内の導管は一層の細胞からなっていた。

b) 6 オよび 12 カ月令の雌マウスでは Bud は退縮する傾向を示し、また、Main duct では側枝が少なくなる。また、すべての導管に膨脹した部分がみられ、そのため導管樺は凸凹した状態を示した。この現象は何回となく発情をくり返した雌マウスの特徴的な導管像であった。12 カ月令のマウス乳腺の L×W は 90 日令のものよりさらに大きくなる約 18.9×12.0 mm であった。

c) 妊娠期：妊娠 6 日目の乳腺の Main duct からは側枝が発達し、この側枝の Bud は腺胞状を形成し、また、葉内導管にも多数の芽が起る。小葉間導管は約 20 コ位あり、それらの末端部には腺胞が形成される (Pl. II, 6)。また、一部の End bud は長くふくらみ、のう状を呈しているのも認められた。L×W は約 19.9×12.4 mm である。導管は結合組織におおわれ、上皮細胞は一層で、腺胞の集団は導管周囲にみられ、その上皮は 1~2 層で、不規則に並んでいた。

9 日目では導管は著しく太くなり、導管の長軸に沿って Bud の分化が盛んに見られ、数個の腺胞が集団として小葉をつくるようになる。これらの Bud は腺胞状の外形を示すが、腺腔はほとんど見られず、また、核は卵円形である。

12 日目では Main duct や葉間の導管の側枝にも Bud の分化が起り、腺胞を形成している。小葉間および小葉内の導管の側枝およびその末端部には腺胞の集団がみられ (Pl. II, 7)。脂肪組織と乳腺組織の占める割合はほぼ 1:1 になる。乳腺組織はうすく広がり、L×W は約 22.2×14.8 mm に達する。導管の上皮は立方形の単層の細胞から成り、比較的規則正しく配列するようになる。核は大きく卵円形である。腺胞状の Bud には腺腔の出現するものもみられるようになる。細胞質内にはエオジン好染の顆粒がみられ、また、所々に空胞が出現する。

妊娠 15 日目では腺胞の発達、分化が進み、また増殖して、腺胞の密度が高まり、導管に沿って群がって存在する。腺胞の細胞には多数の空胞が出現する。

d) 18 日目になると導管系が太くなり、一つの小葉間の導管をとりまいて多数の腺胞の集団がみられ、末端部はすべて腺胞で占められ、腺小葉が形成される (Pl. II, 8)。L×W は約 27.2×17.6 mm になり、間質の 2/3 は乳腺組織で占められる。導管と腺胞の内腔には乳汁と思われる分泌顆粒がみられる。腺胞の上皮細胞は丈が高く、大きく、核は腺胞の周間に

不規則に分布する。

e) 泌乳期：分娩後 3 日目の乳腺の組織は腺胞でみたされているが、小葉間および腺胞間には、まだ脂肪組織が残されており、その中に腺胞の発育過程にあると思われるものもみられる (Pl. II, 9)。一般に導管は太く、内腔は分泌物で充たされる。L×W も約 28.8×19.1 mm と妊娠末期よりもさらに大きくなる。5 mm² 分画中の腺胞の数は平均 9 コで、大きい腺胞の長径×短径を測定すると約 108×91 μ、小さいもので、約 49×42 μ であった。腺胞の上皮細胞は丈の高いものと低いものとが様々に入り組み、細胞質には分泌顆粒が含まれ、核は一般に円形である。結合組織は細胞間にも入り、腺胞間を完全にうめている。

6 日目になると、乳腺組織は一部を除いて、腺胞で充たされ、Whole mount 標本では各導管の存在を区別しにくくなる。導管および腺胞の構造は 3 日日のものと大差はないが、腺胞の大きさは大きいもので、約 127×109 μ、小さいもので約 61×35 μ と大きくなっている。腺胞は単層の立方上皮からなり、一部にはマホクリン分泌時にみられるような細胞質の突起を腺腔に突出しているものもみられた。

12 日目では、腺胞は最大になり、大きいものは約 131×115 μ で、5 mm² 内の数は 6 コと減少する。腺胞間の結合組織の量は著しく減少し、毛細血管が間質（支質）に充満する。分泌物を含んだ腺細胞の核は円形で大きく、腺腔側にあり、少量の細胞質をへだてて腺腔に面するものが多い。

分娩後 15 日目のものは 12 日日のものと大差はみられない。

18 日目では一般に腺胞は小型化する傾向を示すが、腺胞の大きいもので約 116×96 μ と分娩後 3 日日のものと同じ位の大きさであった。腺胞の大きいものの中には脱落したと考えられる腺上皮細胞の核を含む分泌物が内腔を充たしていた。このような腺胞では上皮細胞の丈が低くなり、核は扁平化し、腺胞の萎縮退化を示すと考えられる所見を示していた。

f) 退行期：離乳後 3 日目で、導管および腺胞は一部分泌物で膨脹し、上皮は扁平となり、核は圧縮されて不規則な形になっている。また、腺胞の上皮細胞の核は一部腺腔に落ち、細胞質には多数の空胞が出現し、腺胞の外形は不整になり、退縮の所見を示す。小葉間結合組織が増加し、乳腺小葉の境界が明らかになる。

6 日目には乳腺組織と脂肪組織との比は 3:1 の割合になり、腺胞および導管は小さくなり、脂肪組織中にうもれ、核もまたより小さくなる (Pl. II, 10)。

12日目には腺胞はほとんど退化し、導管のみが残り、処女期と類似した像になる。

2) 乳腺の血管分布の観察

マウスの胸部第3乳腺の動脈および静脈の分布については、すでに前記Iの8で述べた。ここでは、乳腺組織、特に導管および腺胞系の発達、退縮と血管の消長について記述する。

a) 処女期：生後30日令の乳腺に分布する動脈ははじめ静脈を伴行して走るが、径が減少するに従い、動脈、静脈はその走向を異にするようになり、末端部では毛細血管を介して吻合している。Main ductには数枝の血管が分布しているが、まだ毛細血管叢を作ることはない。

40日令のMain ductには幾分、動脈、静脈の分布が多くなるが、毛細血管叢はさほどみられない。Lateral bud、End budおよびその先端部にはBudをつつむように配列した血管叢がみられ、また、支質の脂肪組織内にも多数の血管叢がみられる(Pl. III, 11)。

50日令では、Main ductへの血管分布はより密になり、葉内の導管にもわずかながら毛細血管の叢が形成される。また、End budおよびその付近にはさらに血管の分枝が多くなる。

60日令では全般的に血管分布が増加し、わずかではあるが、小葉間導管にも毛細血管叢が形成される。また、Lateral budおよびEnd budの先端部には特異的な毛細血管叢がみられる。

90日令では小葉間および小葉内の導管に毛細血管叢がみられ、End budおよびその付近の脂肪組織には特異的なループ状をした毛細血管がみられるようになる(Pl. III, 12)。また、導管は太い血管に沿って伸びる傾向にあり、その部分の脂肪組織には太い血管からの枝が密に分布している。

生後12カ月令のマウスでは血管の分枝が多く、その径も太くなり、Lateral budやEnd budには多数の毛細血管の叢がみられる。

b) 妊娠期：妊娠6日目は全般的に血管分布が密になり、小葉間、および小葉内の導管に分布する血管は径が大きくなり、小葉間の血管および毛細血管は導管壁をとりまき、互いに吻合して血管叢をつくる。Bud、腺胞およびその付近には多数の毛細血管が分布し、先端部では互いに吻合し合った毛細血管の特異的(ループ状)な構造が多くみられるようになる。腺胞間の結合組織にも毛細血管があり、腺胞を密に取りまくが、細胞間に入ることはない。また、Pl. III, 13に示す

ように、太い血管に沿って伸びた導管には腺胞の形成がみられ、これらは毛細血管により密にとりまかれ、その付近の脂肪組織には特異的なループ状の毛細血管網がみられる。

9日目には乳頭の発達が顕著になり、乳頭に分布する血管は互いに分枝、吻合して、乳頭部に血管叢をつくっている。導管系への毛細血管の分布はさらに密になる。小葉を形成する腺胞の集団はすべて毛細血管で取りまかれ、その周囲の脂肪組織にも毛細血管の分布が密である。また、腺胞はさらに多数の毛細血管によりとりまかれている。

12日目になると、導管をとりまく血管はさらに密になり、Main ductおよびその側枝も血管叢がとりまき、腺胞の先端部には特異的なループ状をした毛細血管網が多数みられる(Pl. III, 14)。小葉内の各腺胞に分布する血管は導管に分布した血管に由来するものが多いが、しかし、全く別の導管に分布した血管または今まで脂肪組織内に分布していた血管からの分枝を受けている部分もある。いずれもそれらは互いに吻合している。

妊娠15日目の導管系の血管叢には12日日のものと大差はないが、いくぶん血管の径が太くなる。腺胞の増加と共に腺胞をとりまく毛細血管は多くなり、また、腺胞付近の脂肪組織の中に分布する特異的な毛細血管網の内部に向かって、腺胞が増殖、侵入すると思われる像がみられた(Pl. III, 15)。1小葉内の腺胞の集団はふつう異なる2~3本の血管によって栄養される。これらの血管は末端で互いに吻合している。

妊娠末期の18日目にはループ状の毛細血管網の内側腔所は腺胞でほとんど充たされ、腺胞は毛細血管により密にとりかこまれている。

c) 泌乳期：分娩後3日目の導管系には太い血管と多数の毛細血管が分布し、わずかに蛇行した血管もみられ、それらは互いに吻合している。腺胞の周囲には多数の毛細血管があり、腺胞を網の目状にとりかこんでいる。また、この時期には腺胞の発育途中のものもみられ、将来、腺胞が発達し、占有すると考えられる腺胞周囲の脂肪組織には毛細血管が密に分布していた(Pl. IV, 16)。

6日目には導管および腺胞をとりまく血管はさらに増え、比較的太い血管から放射状に毛細血管がのびている。小葉間導管には太い血管がみられ、泌乳期に特異的にみられる蛇行した走行をもつ血管は3日目よりも多くなり、蛇行の仕方も特殊的である(Pl. IV, 17)。これらの蛇行血管は導管の伸縮と関係があるよ

うに考えられる。腺胞をとりまく毛細血管は太さを増してくる。

9日目は6日目のものと大差はないが、乳腺実質はほとんど完全に腺胞で占められ、それらをとりかこむ毛細血管の分布密度も高まり、また導管壁の蛇行血管も多くなる。

12日目では、腺胞は大きくなり、腺腔に乳汁の充満した部分では血管は細く、乳汁排出後の腺胞周囲の毛細血管は太い。導管壁の蛇行血管は9日目のものよりもさらに多くなり、導管の周囲の結合組織からはいくつもの血管が入って蛇行し、互いに吻合している。また、この血管の一部は腺胞の毛細血管と近接部で吻合し、一部では腺胞の周囲にも蛇行した血管を見る(Pl. IV, 18)。これらの蛇行した血管は導管系の伸縮に対応した形態と考えられ、従って、また導管系が乳汁の貯留場所として、大きな役割を果していることが推定される。

分娩15日目の血管分布は12日目のものと大差はない。導管壁の蛇行血管は12日目程ではないが、血管の径が太くなっている。

18日目では腺胞をとりかこむ毛細血管は幾分細くなっているが、所々に腺胞の退化した部分がみられ、その部分では、腺胞をとりかこんでいた毛細血管網は消失することなく、なお残ってみられる(Pl. IV, 19)。導管壁の蛇行血管はふくらみをもち、15日目のものより数が少なくななり、蛇行状態も少なくなる。

d) 退行期：離乳後3日目の乳腺は腺胞の退化に代って脂肪組織が増加し、腺胞は小さくなっているが、毛細血管にとりまかれている。退化した一部の腺胞の後にはなお血管は残り、腺胞に分布していた血管は退化した腺胞のあとをうめる脂肪組織に分布するようになる(Pl. IV, 20)。泌乳期でみられたような導管壁の蛇行血管はこの時ではほとんどみられない。

6日目では腺胞の退化は顕著で、血管は代って脂肪組織を栄養するようになる。

12日目では腺胞は完全に退化し小葉間導管への血管分布は処女マウスのものとほぼ同じ状態になり、また蛇行血管は全くみられない。

4. 考 察

妊娠、分娩などの生理的変化に伴う乳腺組織の変化については、TURNER & GOMEZ⁷²⁾, COLE⁹⁾, MAYER & KLEIN ('61)⁴¹⁾ らやその他の報告をみると^{7, 26, 72, 78, 79)}。TURNER & GOMEZ⁷²⁾によると、アルビノマウスは生後8~9週令で完全な性成熟に達し、この時期ま

では導管系の発達が主であり、妊娠によって腺胞系が発育していくと報告した。COLE⁹⁾も同様なことをアルビノマウスで観察し、妊娠24時間で、Main ductのBudは分化をはじめ、妊娠2~3日目で、すべての導管に付属したBudは増殖しはじめ、分娩12日目で乳腺の量は最高に達するとした。また、離乳後12日目で、完全に処女と同じ位退化すると報告した。筆者の検索したICR-JCLマウスにおいても、前三著者と同様な所見がえられた。処女期では導管系の発育がかなりみられ、生後90日目で、完全な成熟期に達し、End budの所々にわずかではあるが腺胞の出現もみられた。12カ月令のマウスでは導管は太く、導管壁は凹凸していた。この現象は発情を何回もくり返した結果と考えられるが、腺胞は退化の傾向にあった。妊娠6日のもので、End budが長くのう状にふくらんでいるものがみられたが、これは導管の成長過程を示すものであろう。導管と腺胞の広がりは妊娠がすすむにつれて上昇し、分娩12日目で最高に達する。一方、MUNFORD ('63)⁴⁵⁾は腺胞の径と腺胞の核の数を測定し、各時期の変化を追っているが、それによると、腺胞の径は分娩後10日前後が最も大きいことを述べている。この点、筆者の検索と一致した。腺胞の大きさは胸部乳腺と腹鼠径部乳腺とでは幾分胸部乳腺の方が大きく、発達も早いようである。腺胞の核の数について、MUNFORD⁴⁵⁾は分娩後7日目が最高であるとし、TURNER & GOMEZ⁷²⁾は細胞の分裂は分娩後7日目から減少しはじめるとしている。一方TRAURIG ('67)⁶⁶⁾は細胞の増殖をラジオオートグラフィーを用いて検索し、小葉内導管の上皮細胞の増殖は妊娠4日目が最高で、次いで12日目、それに分娩後2日目の順であると述べ、これはホルモンの影響によると報告している。妊娠前期で、導管は長く伸び、多数の側枝を分けるが、これはTRAURIG⁶⁶⁾がいうように、導管の上皮細胞の増殖によるものと考えられる。

一方、乳腺の発育、退化は乳腺の血管系と深い関係にあり、TURNER & GOMEZ⁷²⁾およびSOEMARWOTO & BERN⁶⁰⁾はマウスの乳腺の発育に伴う血管系の発達に関心をはらっている。TURNER & GOMEZ⁷²⁾は乳腺の血管は導管系に沿って伸びるといい、DABELOW¹¹⁾は乳腺の脂肪組織と乳腺実質との関係を血管について記載し、量的には脂肪組織に分布していた血管から導管および腺胞に分布するものが多いとした。今回の検索では、処女マウスすでにEnd bud付近の脂肪組織に少数の特異的な毛細血管網が認められた。このような血管網は妊娠前期にさらに多くなり、ループ状を

呈し、これら血管網の内部に向かって Bud が分化、増殖して浸入し、腺胞を形成すると思われる像がしばしばみられた。また、分娩後 3 日目の乳腺小葉内には脂肪組織がみられ、この脂肪組織中に分布する毛細血管の籠の内部に向かって腺胞が増殖侵入するかのような像が観察された。これらの点からみて、Bud から腺胞が発達するに先だって、導管に分布している血管のほかに、脂肪組織の中に血管系の発達があらかじめ準備されているものと考えられる。この点は退行期の乳腺で、腺胞の退行に伴って、これをとりかこんでいた血管系に同程度の退行が並行して起こるのではなく、腺胞の退行が血管の退行に先行することからも支持出来よう。

乳房内の脂肪組織の量と分布は、将来乳腺組織の発達の量と分布域を規定するものであることは、すでに指摘されているところである。脂肪細胞または脂肪組織のある集団内に乳腺組織が分化、侵入する機構は必ずしも明らかでないが、少なくともまず、乳腺組織が侵入しうる腔所が脂肪組織の消失を伴って出来なければならないと仮定するならば、脂肪細胞ないし脂肪組織の吸収に際し、毛細血管の伸長発達が脂肪細胞またはその集団を単位として、これをとりかこんで生じてくるであろう。このようにして生じた毛細血管の籠状の内腔に Bud からの増殖した腺細胞ないしはその集団が次第に入りこみ、これらの集団は将来腺胞に発達し、同時にこの腺胞をとりかこんでいた血管網は腺胞の発達、機能状態に伴い分化発達していくと推測される。

乳腺小葉は多くの場合、1つの血管枝から栄養を受けるのではなく、2~3本の別の血管系の枝を受けており、TURNER & GOMEZ²² のいうような、導管に沿って伸びた血管のみから腺胞は血管分布を受けるものではない。一応、確立された血管枝に沿って、小葉内の導管は発達する傾向にあり、さらに導管および腺胞の発育に先だって、新しい血管は脂肪組織の中に発達するであろう。

泌乳期には、小葉間の導管壁に蛇行した血管をみると、このことについては今まで報告されていない。この蛇行血管は所により、腺胞にもみられ、導管壁の蛇行状態は分娩後 12 日目で最も多くみられ、これは泌乳最盛期に相当する。この血管の成因はともかくとしても、導管および腺胞系の伸縮に対応した形態と考えられ、従って、乳汁の貯留および排出に大きな役割を果していることが推定される。

5. 小 括

乳腺の組織、特に導管系と腺胞系の発達、退化と血管分布との関連を ICR-JCL マウス 124 例を用い、処女、妊娠、泌乳および退行の各時期に分けて、胸部第 3 乳腺について検索した。

1. 未成熟マウス（30~50 日令）の乳腺は少数の Bud と導管からなっており、これらに分布する太い動脈、静脈系は成熟マウスのものとほとんど変わらない。導管系の基部である Main duct には多数の血管の分枝が認められるが、まだ毛細血管叢をつくることはない。Bud やその付近の脂肪組織には多くの毛細血管の叢がみられた。成熟マウス（90 日令）では導管系の広がりは増加し、また数もふえ、Bud の分化増殖がみられた。導管系は毛細血管にとりかこまれ、End bud やその付近の脂肪組織には一部ループ状の特徴的毛細血管網がみられた。老令の処女マウス（365 日令）では導管は太く、凹凸しており、これは何回となく発情をくり返した処女マウスの特徴的な導管像であった。また、血管分布は 90 日令のものより密になっていた。

2. 妊娠に伴って、導管、Bud および腺胞は著しく増加し、これらをとりまく血管は多くなる。妊娠初期から中期にかけて、Bud や腺胞の先端部の脂肪組織にはループ状の毛細血管網が多数出現し、この内部に向かって、Bud が分化、増殖侵入し、腺胞が形成されると思われる像がしばしばみられた。妊娠末期ではこのループ状をした毛細血管網の内側腔所はほとんど腺胞でみたされ、導管はもちろん、腺胞をとりまく毛細血管はさらに密になっていた。また、乳頭は著しく発達し、ここにも血管が網の目状に分布していた。

3. 泌乳前期では導管、腺胞共に径が大きくなり、これらをとりまく血管は密になっており、また、小葉間の導管壁には蛇行した血管が認められた。中期になると、腺胞は最も大きくなり、また、血管の分布密度も最大で、導管壁の蛇行血管は多数認められた。後期では、一部の腺胞に退化現象が認められるが、依然として多くの導管や腺胞は毛細血管によりとりまかれていた。

4. 哺乳を止めると乳腺組織は急激に退化の方向に向かい、導管壁の蛇行血管はみられなくなり、今まで腺胞をとりまいていた血管は腺胞に代って出現した脂肪組織に分布するようになる。

5. 脂肪、乳腺組織の発達、退縮とこれらに分布する血管系との相互関係を検討すると Bud や腺胞の発達に先だって、毛細血管系の発達が脂肪組織の中に起こるらしいことが推定された。

III. 乳腺組織と血管分布の実験的観察

1. 緒 言

前章においてはマウスの乳腺組織の正常発育と血管分布について、特に Bud および腺胞にみられる毛細血管の特異的な吻合、および導管と腺胞をとりまく血管について述べた。本章では前章でみられたような血管分布の特徴が各種の実験条件下において、再現するかどうか、また、乳腺の血管の発達程度や分布様式と血液の流量との関係を知ることを目的として行なった。

ここでは未成熟、成熟および卵巣除去マウスに Estradiol, Progesterone を単独または同時に投与して、乳腺の血管分布を精査し、これと ^{32}P を用いて測定した乳腺の血液の流量とを比較検討して、乳腺血管の発達と血液流量との関係を吟味した。

2. 材料および方法

乳腺の血管検索には ICR-JCL マウス 111例を用い、未成熟（生後 40 日令）、成熟（90 日令）および卵巣除去（90 日令）マウスについて、ホルモン投与を行ない、前章と同じ方法で検索した。卵巣除去は腰背部から行ない、術後 1 週間でホルモン投与を行なった。ホルモンは Estradiol ($1 \mu\text{g}/0.1 \text{ ml}$ オルガノン・岩城製薬 KK)、Progesterone ($1 \text{ mg}/0.1 \text{ ml}$ 岩城製薬 KK) をそれぞれ単独、または同時に併用して、背部皮下に 7 日間と 14 日間の 2 群に分けて毎日投与した。

一方 Isotope に使用したマウスは ICR-JCL のもの 50 例で、正常発育のものとホルモン投与マウスである。マウスはネンブタールで麻酔後、仰臥位に保定し、鉛板でシールドして、胸部第 3 乳腺の位置に直径約 1 cm の穴を開け、そこに GM 管をセットして、 ^{32}P $0.02 \text{ mCi}/0.05 \text{ ml}$ を尾静脈から注入して 5~249 秒間 10 秒間隔でカウントした。

3. 観察結果

1) ホルモン処理による影響

A) Estradiol 投与

a) 未成熟マウス：Estradiol を 7 日間投与した未成熟マウスでは Main duct, 葉間導管は同日令の無処置のものと大差はないが、乳頭がやや大きくなり、小葉間の導管は太く、数の増加があった。また Lateral bud および End bud は大きくふくらんでいた。導管の細胞は明るく、核は円形または卵円形で、2 層からなる。血管分布は無処置のものよりわずかに密にな

り、導管および End bud をとりかこむ血管もわずかに増加している。

14 日間の投与では乳頭はさらに大きくなり、妊娠前期の大きさに達する。導管は太く、小さな Lateral bud は多くみられる。血管分布は幾分 7 日間投与のものより密になり、発達した乳頭には数本の動、静脈が入り、互いに分枝吻合して、乳頭に血管叢をついている。また、Main duct にも血管の叢がみられ、Lateral bud や End bud は毛細血管によりとりかこまれている (Pl. V, 21)。

b) 成熟マウス：7 日間投与のマウスでは、乳頭の発達が著しく、導管もかなり太くなり、小葉間の導管は長くなっている。Lateral bud は増加し、End bud の終末には Bud の分化がみられ、わずかに腺胞状の形成もみられる。導管をとりまく血管は多くなり、同日令の無処置のマウスより血管分布が密になる。Bud の先端部には太いループ状の血管の活発な新生がみられ、妊娠初期程度になる。

14 日間投与のものは 7 日のものと大差はないが、導管をとりまく毛細血管はかなり増加し、End bud および腺胞をとりかこむ血管は細く、網目状に分布し、脂肪組織にはループ状の特徴的な血管は未成熟のものより多く認められた (Pl. V, 22)。また、脂肪組織への血管分布も密になり、各小葉間では毛細血管の吻合をみる。

c) 卵巣除去マウス：卵巣剥出後 1 週間目のマウスでは、Bud は消失し、導管のみからなり、脂肪組織が多くなっている。これらに Estradiol を 7 日間連続投与すると、わずかに Bud の増加がみられる。血管は一般に太く、導管のまわりをかこむ血管の分枝は増加はじめるが、少ない。しかし、一方脂肪組織への分布は密である。

14 日間投与のものでは、Lateral bud はふえ、成熟マウスの 7 日間投与群に類似するが、血管はほとんどが導管に分布し、ループ状の毛細血管網は少ない (Pl. V, 23)。

B) Progesterone 投与

a) 未成熟マウス：Progesterone を 7 日間投与したものでは、乳頭の発達はみられないが、導管は一部太くなり、小葉間および小葉内の導管に相当する部分に小粒状の Bud が増加する。血管は一般に細く、Main duct および葉間の導管へは多数分布し、また、Bud や脂肪組織への分布も多く、一方、導管は太い血管に沿って発達する傾向もみられる (Pl. V, 24)。

14 日間投与では、Main duct にも Lateral bud

がみられるようになる。同日令の無処置のマウスでは小葉間の導管などの Lateral bud は大きくふくらんでいるが、Progesterone 投与では小粒状で多数みられる。また、End bud は増加し、側枝も多数認められる。血管分布は 7 日間のものよりさらに密になり、Bud や腺胞状の Bud をとりかこむ毛細血管は増数し、ループ状の特徴的な血管網もみられる。

b) 成熟マウス：7 日間投与では、Main duct や小葉間の導管に Lateral bud が存在し、Bud の活発な分化が起こり、小さいけれども腺胞が認められ、妊娠初期に類似する像を示す。Main duct はもちろん葉間の導管をとりまく血管もみられ、1 つの導管に 2～3 本の血管枝が分布し、これらの血管は互いに吻合している。乳頭は Estradiol を投与したものより小さいが、血管の分布は密である。Bud や腺胞の先端部とその付近の脂肪組織にはループ状の血管網が Estradiol を投与したものより数多く認められた。

14 日間投与したものでは腺胞は増加し、Lateral bud は分化し、腺胞が形成され、これらをとりかこんで毛細血管は密に分布する。導管への血管分布も 7 日間投与したものより多く、ループ状の毛細血管網も多数出現する(Pl. V, 25)。これらの血管分布は妊娠 9 日目頃のものに類似する。

c) 卵巣除去マウス：Progesterone を 7 日間投与では Lateral bud の数は Estradiol を投与したものより、わずかに増す。Bud の分化は活発で、腺胞状の形成をみると、血管分布は比較的密であるが、Estradiol を投与したものより細く、ループ状の毛細血管網も多い(Pl. V, 26)。

14 日間投与したものでは、Lateral bud は成熟マウスより小さいが、数は増加し、これらをとりまく血管は多数みられ、また、脂肪組織への分布も密である。

C) Estradiol, Progesterone 併用投与

a) 未成熟マウス：7 日間投与したときの乳頭の発達は Estradiol を投与したものと同程度で、Main duct は太く、Lateral bud もみられる。小葉間および小葉内の導管には小さな Bud が多数みられ、小葉内の導管の Bud にはわずかに腺胞状の形成をみると、Progesterone 単独投与より、導管および Bud はともに発達し、End bud は大きくふくらみ数多い。Main duct や太い導管をかこむ血管は密に分布し、互に吻合して、導管壁に毛細血管叢をつくっている(Pl. VI, 27)。また、脂肪組織への血管分布は非常に密になっており(Pl. VI, 28)、ループ状の血管

網も多い。

14 日間投与したものでは、乳腺組織は妊娠前期位の構造を示す。Main duct には Bud がみられ、小葉間の導管には分枝が多くなり、End bud は増加すると共に分化が活発となり、腺胞が形成されている。血管分布は Estradiol や Progesterone の単独投与よりもさらに密になり、Main duct にも毛細血管の叢がみられ、End bud や腺胞とその付近の脂肪組織には妊娠初期にみられたようなループ状の毛細血管網が多数みられる。また、導管および腺胞をとりまく毛細血管の分布も密になる。

b) 成熟マウス：7 日間投与したものでは、Bud は大きくふくらみ、妊娠 6 日目のものとほぼ同様の構造を呈し、Main duct からは側枝が出て Bud は分化し、腺胞を形成する。小葉間の導管の数もふえ、腺胞は導管の周囲に多数みられる。導管、Bud や腺胞とその付近の脂肪組織にはループ状の血管網が特に多くみられる(Pl. VI, 29)。

14 日間投与したものでは腺胞はさらに発達し、妊娠 9～12 日日のものの血管分布像に類似し、ループ状の毛細血管網の中に腺胞の侵入がみられた(Pl. VI, 30)。また、導管および腺胞をとりまく血管は密で、この部分に毛細血管叢をつくる。脂肪組織への血管分布は密で、これらと腺胞に分布する血管とは互いに吻合している。

c) 卵巣除去マウス：Estradiol と Progesterone を 7 日間併用投与したものは、導管系は非常に太くなり、無処置の成熟マウスと大差はなくなるが、幾分導管と Bud の数が少ない。血管は Bud の周囲には少ないが、ループ状をした毛細血管網はわずかに認められ、この中に Bud の分化状態が認められる。

14 日間投与したものでは導管と腺胞の発育は成熟マウスのものより少し発達が悪い。所により導管はふくらみ、導管をとりまく血管は細い。また、Bud や腺胞の付近にはループ状の血管網があり、その部分に腺胞の集団がみられる(Pl. VI, 31)。

なお、卵巣除去による影響は Pl. VI, 32, 33 に示したが、卵巣剔出手術後 3 日目で End bud, Lateral bud は退行に向かい、6 日目では End bud, Lateral bud の代りに脂肪組織が増加していく。導管の先端は盲のう状にふくらみ、導管をとりまく血管も少なくなる。しかし、脂肪組織に分布する血管にはほとんど変わりはない。術後 14 日日のものでは、導管に分布する血管は少なくなる。

2) 血液の流量と血管分布との相互関係

マウスの胸部第3乳腺の部位で GM 管をセットして、尾静脈より ^{32}P を注入し、胸部第3乳腺の血液の流量を ^{32}P のカウント数で表示して比較した。注入後10秒では約200カウントで、処女、妊娠、泌乳および離乳の各初期の差はほとんどみられない (Fig. 37)。以後60秒までは上昇し、それ以後はあまり変動がなく一定になる。そこで、60~240秒までの10秒間隔でのカウント数を処女期、妊娠前期、泌乳期、離乳初期、卵巣除去およびホルモン投与マウスについて比較した。その測定値は Fig. 38 に示した。処女期と妊娠前期とでは1%の危険率で有意の差が認められたが、これは妊娠による乳腺血管の増加と関係があり、特に Bud や腺胞をとりまく血管叢の増加によると思われる。妊娠前期と泌乳前期との間に有意の差が認められたが、妊娠の進むにつれ、また、泌乳最盛期に向かい、次第にカウント数は高くなる傾向にある。泌乳中期で、 810 ± 51.20 の高いカウント数を示した。この時期はマウスでは泌乳最盛期に相当し、腺胞は大きく、乳汁でみたされ、また、導管や腺胞をとりまく血管は密で管径も太い。それ故に、血液の流量も多いことが推定される。泌乳末期になると泌乳前期のものよりカウント数は減少し、離乳初期では処女期と妊娠期との中間の値を示した。この時期では導管や腺胞は退化に向かい、また、血管の分布部位も腺胞から脂肪組織へと移って行く。

卵巣を剥出後2週間目のマウスでは 505 ± 56.17 と著しく低い値を示したが、これは腺胞や Bud の退化に伴い、血管分布の密度の減少による結果であろう。

卵巣除去マウスに Estradiol, Progesterone を 14

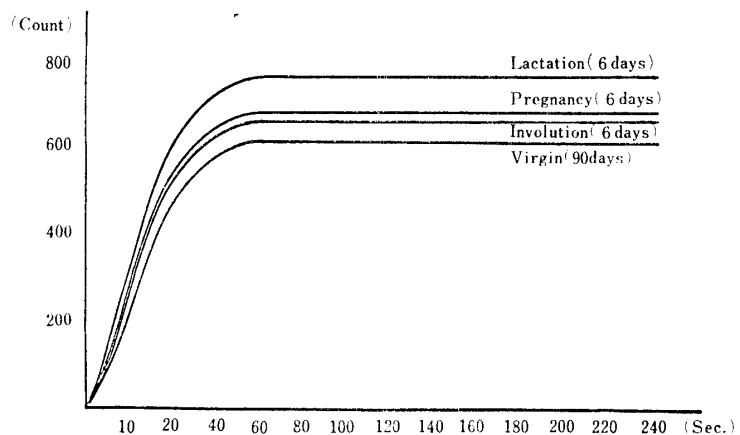


Fig. 37 Changes of mammary gland blood flow (^{32}P content) at varying times after injection of ^{32}P .

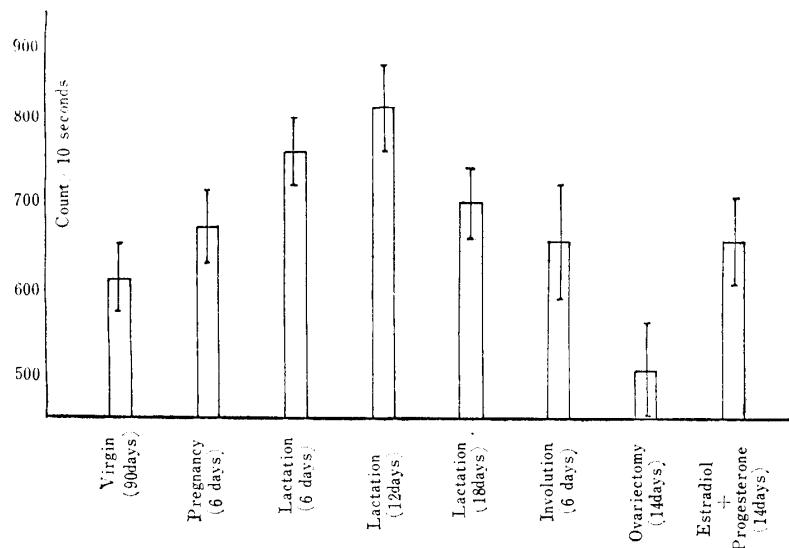


Fig. 38 Measurement of mammary gland blood flow with ^{32}P at various stages of the mouse.

日間投与したものは妊娠初期と同じ位のカウント数を示した。

以上、 ^{32}P を使用して、血液の流量を ^{32}P のカウント数で検討したが、妊娠と同時にカウント数は上昇し、泌乳期に入るとさらに高くなり、泌乳中期で最高に達して、次第に減少しているが、これらの点から乳腺の血液の流量は乳腺組織と、これに分布する血管の発達、退化と深い関連性をもつてていることが確認された。

4. 考 察

乳腺と内分泌腺、特に卵巣および下垂体との関係は古くから多くの研究者により、報告されてきた⁶⁾²⁶⁾³⁶⁾⁴⁰⁾⁵⁰⁾。また、乳腺の発育は Estrogen と Progesterone の共同的作用により起こることは TURNER & FRANK ('32)⁷¹⁾, FERGUSON ('56)¹⁷⁾, NANDI ('58)⁴⁸⁾その他多くの研究者³⁾¹⁸⁾²⁶⁾⁵⁵⁾⁷⁰⁾により報告されてきた。卵巣を剔出すると乳腺は Bud の消失がみられ、導管は細くなり、これらに代って脂肪組織が増加していくことは FERGUSON¹⁷⁾, NANDI⁴⁸⁾により報告され、この点は今回の実験でも一致した結果を示した。

乳腺の血管は乳腺の発育と相互関係にあることは前章で述べたが、ホルモンを投与した場合の乳腺血管系と乳腺組織との間の相互関係についての研究は非常に少なく、SOEMARWOTO & BERN⁶⁰⁾の報告をみるとどまっている。彼らは卵巣除去マウスに Estrogen, Progesterone を 15 日間投与すると、導管や腺胞への血管の分布状態は妊娠第 2 週令のものと同じ位にまで進むと述べている。筆者の行なったものでも大体同様な所見がえられたが、特に、今回は導管、Bud および腺胞付近の脂肪組織にみられるループ状の特徴的な血管網を中心検索した。導管への血管分布は Progesterone より Estradiol 投与の場合の方が幾分多いようであり、導管は毛細血管によりとりかこまれていた。また、泌乳期の導管壁にみられた蛇行型の血管は妊娠期のものと同様に認められなかった。このことは蛇行血管が乳汁の貯留や排出などと関係があるとする筆者の考え方を支持するものであろう。乳頭の発育は Estradiol を投与した場合に顕著にみられ、血管分布も密になっている。

Bud や腺胞付近にみられるループ状の毛細血管網は成熟マウスに Estradiol, Progesterone を同時に投与したもので特に著しく増加し、また、上記ホルモンの併用および Progesterone のみを 14 日間投与した未成熟および卵巣除去マウスにもみられた。いずれ

にしても、この血管網は脂肪組織に分布していた血管がホルモン刺激、特に Progesterone の働きにより活発化され、出来たものと考えられる。なお、成熟マウスでは、Estradiol 投与のみでもループ状の血管はみられたが、これは卵巣が存在しているため、卵巣から分泌されたホルモンの影響が加わったものであろう。

TURNER & GOMEZ⁷²⁾は乳腺の血管は導管にそって発達し、腺胞にも分布するといい、DABELOW¹¹⁾は腺胞に分布する血管は脂肪組織に分布していた血管に由来するものが多いという。筆者の検索では前章同様、この章でも導管に沿って伸びた血管からと、脂肪組織に分布している血管からの両者の像を認めた。また、はじめ導管は太い血管にそって伸びる傾向にあることから、一応、乳腺の脂肪組織の中にすでに確立された血管網の中に新たな導管や腺胞が発達するものと考えられる。

血液の流量の測定については SAPIRSTEIN ('58)⁵⁶⁾, BULLARD & FUNKHAUSEN ('62)¹⁸⁾, MEREDITH ('62)⁴³⁾が各臓器について Isotope を用いて行なった報告があるが、乳腺に応用したものはみられない。胸部第 3 乳腺の血液の流量を処女、妊娠、泌乳および離乳の各時期と卵巣除去マウス、卵巣除去マウスへのホルモン投与などについて、 ^{32}P を用いて測定したが、一般に妊娠や泌乳の開始に伴い上昇し、泌乳中期で最高に達した。これらの変化は血管の分布とも深い関係があり、導管や腺胞をとりまく毛細血管の量や血管の径が増加するために血液の流量も増加するものと考えられる。離乳初期では腺胞は退化に向かうが、それに代って脂肪組織が増加し、ここに分布する血管が増加するためか、 ^{32}P のカウント数は離乳期と妊娠前期との中间位の数を示した。卵巣除去のものでは、極めて低い値を示しているが、これは腺胞の完全な退化に伴い血管の分布密度も著しく減少したことによるものと考えられる。

以上の点から、乳腺の血液の流量は乳腺の組織とこれに分布する血管の発達、退化と深い関連性があると考えられる。

5. 小 括

未成熟、成熟および卵巣除去マウス 111 例について、乳腺の発育を Estradiol, Progesterone を投与することにより誘起させ、その時の血管分布、特に導管、Bud および腺胞をとりまく血管とその付近の脂肪組織の中にみられる特徴的な毛細血管網について精査した。一方、50 例のマウスについては ^{32}P を用い

て、胸部第3乳腺の血液の流量を測定して、乳腺の血管分布との関連を吟味した。

1) 未成熟マウスに Estradiol を単独投与すると、乳頭の発育が顕著で、血管分布も多く、乳頭に血管叢をつくる。Lateral bud や End bud とその付近の脂肪組織には互いに吻合した血管網がみられた。Progesterone を投与したものでは小葉間導管などに小粒の Bud が増加する。また、妊娠期でみられたループ状の毛細血管網は Estradiol 投与より多くみられた。Estradiol, Progesterone を同時に2週間投与すると、妊娠初期に相当する乳腺構造を示し、導管、Bud や腺胞をとりまく血管は多くなり、また、ループ状の毛細血管網は Progesterone 単独投与よりも多数みられ、この血管網の中に Bud の分化、増殖がみられた。

2) 成熟マウスに Estradiol を投与したものでは、乳頭の発達は顕著で、導管および End bud は大きくふくらみ、わずかに腺胞状の形成もみられる。End bud や腺胞をとりかこむ血管は細く、血管網を作っている。Progesterone を投与したものでは Lateral bud や End bud に活発な分化が起り、腺胞の形成がみられ、これらをとりまく血管およびループ状の毛細血管網が多くみられた。Estradiol, Progesterone を14日間同時投与すると、妊娠9~12日のものに類似した血管分布像がみられ、ループ状をした毛細血管網の中に腺胞の侵入がみられた。

3) 成熟マウスの卵巣を剔出すると、乳腺は直ちに退化に向かう。剔出後3日で Bud は退化はじめ、1週間では導管は細くなり、14日では Bud は完全に退化消失し、導管をとりまく血管は少なくなり、代って脂肪組織に分布する血管が多くなる。

卵巣剔出して、1週間後に Estradiol, Progesterone を7日間同時投与すると、Bud や腺胞の形成がみられ、14日間投与したものでは導管と腺胞の発達は成熟マウスのものより少し悪いが、大差はない。ループ状の毛細血管網の中には腺胞の集団がみられた。Estradiol 単独投与では、一般に乳腺組織の発達は悪く、血管分布も少ない。Progesterone の場合、Bud の分化がみられ、ループ状に吻合した血管が多く、また、脂肪組織への血管分布も密であった。

4) 導管や腺胞の発達、退縮を卵巣除去、ホルモン処理によって変動させてみた結果は形態学的立場からみると、毛細血管の発達が腺胞の発達に先んじて、また、その退縮に遅れて生ずるものらしいことを明らかにした。また、Estradiol は少なくともマウスでは、

乳腺内に分布する血管の直線的な伸長を、Progesterone は前者の側枝の分岐と吻合とをうながすような働きとに分けられるようである。

5) ^{32}P を用いて胸部第3乳腺中の血液流量をしらべ、比較検討したが、この量は乳腺の発達および退化に伴って変化した。一般に、妊娠とともに増加はじめ、泌乳中期で最高に達し、以後減少した。一方、卵巣剔出後のマウスでは非常に少なく、また、このような処理をしたマウスでは血管の分布密度も血管の退縮と共に極めて低い。Estradiol, Progesterone を併用投与すると、妊娠初期のものと同じ位まで増加した。これらの点から、乳腺の血液の流量は乳腺の発育、退化に伴う血管の分布密度および個々の血管の径の大小と関連のあることが確認された。

IV. 総合考察ならびに要約

動物の乳腺は初め乳腺の原基として、腋窩部から鼠径部にわたって左右に腺状に現われ、種属の特異性に応じて特定の位置のみが発達したものとされている。今回検索した動物についてみると、牛、馬、山羊、トカウ山羊、めん羊およびモルモットの乳腺は鼠径部にあり、犬、猫、家兎およびハムスターは胸部から腹部または鼠径部にわたってみられ、また、マウス、ラットは胸部と腹鼠径部の2群に存在する。このように乳腺の位置からは3つの型に分類出来るが、1つの乳腺域 (Mammary area) について考えると、牛は4つあり、それぞれ1つの乳頭を開口し、馬には4つの乳腺域があるが、1つの乳頭に2つの乳腺域に相当する部分が開口する点で牛と異なる。トカウ山羊の場合、副乳頭に乳腺実質が付属して、泌乳をみる場合があり、これは発生学的に4つの乳点から発達したものと考えられる。ハムスターの乳頭は6~8対であり、乳孔は各乳頭に1つである点、犬、猫、家兎とは異なる。以上のように乳腺の位置や構造上からみても、差異がある乳腺の血管系の研究は、これまで行なわれた多数の組織学的な研究に比べて極めて少ない。馬については TAGAND & BARONE⁶²⁾、めん羊では PALIC⁵²⁾ の報告を見るにすぎず、また、山羊については TURNER⁶⁹⁾ が外陰部動脈に由来することを指摘したにすぎない。牛については TURNER⁶⁹⁾、その他多くの報告がみられる。犬、猫については MILLER⁴⁴⁾、LINZELL³⁵⁾ の、モルモット、マウス、ラットについては LINZELL³⁵⁾ の簡単な報告があるが、ハムスターについては全くみられない。これらの報告はいずれも乳腺の血管系の大まかな記載に終り、分布の詳細についてはほとん

どふれられていない。また、乳腺の血管系については論点が残されており、それらの解明と各動物の乳腺の血管の分布状態については比較解剖学的に検索し、その結果は Table 8. に示した。

乳腺に分布する血管系はその起源、分布の観点から、次の 5 つの型に分けることが出来た。すなわち、乳牛、馬、山羊、トカラ山羊、めん羊は外陰部動脈のみに由来し (Type I)，乳牛の場合、乳腺動脈は前後に分かれて分布する。モルモットは小範圍に浅腹壁動脈の分布をみるものがあるが、また、ほとんどみられない個体もあり、主流は外陰部動脈である点、一応、Type I に属するものと考えられる。犬、猫では前位から内胸、外胸動脈、後位から外陰部動脈が主流をなし (Type II)，家兎では犬、猫の主流の動脈に浅腹壁動脈が加わり、この動脈は外陰部動脈より分布域が広く、また、外胸動脈の分布域は内胸動脈より広くなっている点で、犬、猫と異なっている (Type III)。ハムスターでは内胸動脈の乳腺への分布は全くみられなく、外胸、浅腹壁、外陰部の 3 系のみからなる (Type IV)。マウス、ラットでは胸部乳腺に浅頸動脈、腹臍部乳腺に腸腰動脈が加わり、外胸、浅腹壁および外陰部動脈の 5 つの動脈が主流をなしている (Type V)。以上のように乳腺の動脈系は動物の種や、乳腺の位置による差異のあることが示唆された。なお、TURNER⁶⁹⁾ によると、豚では胸部乳腺には外胸動脈、腹部の乳腺には外陰部動脈の 2 つの動脈系が分布していることが報告されており、この Type は上記動物のどれにもあてはまらない全く別の Type である。

外陰部動脈の乳腺分布は程度の差はあるが、どの動物にもみられる。この動脈の起始について比較すると、乳牛、山羊、トカラ山羊、めん羊、犬、猫は後腹壁動脈と共に幹、すなわち、陰部腹壁動脈幹をつくり、大腿深動脈から起るが、馬の場合、外腸骨動脈から起る場合もある。家兔、モルモット、ハムスター、マウスおよびラットは後腹壁動脈と共に幹、または単独で外腸骨動脈から起っている。

なお、会陰動脈について、SISSON & GROSSMAN⁵⁸⁾、ESPE¹⁵⁾、SMITH⁵⁹⁾、加藤²⁹⁾³⁰⁾、ZIEGLER & MOSIMANN⁸⁰⁾ らは乳牛で、PALIĆ⁵²⁾ はめん羊で、それぞれ乳腺に分布する動脈として記載しているが、この動脈は乳房後部の皮膚に分布するのみで、乳房実質への分布ではなく、乳腺動脈からの後基底枝と会陰部下方で吻合している。また、この動脈の乳腺への分布は他の被検動物においては確認出来なかった点から、会陰動脈の乳腺への分布はないものと考えられる。

静脈はほぼ動脈に伴行するが、馬では外陰部静脈は非常に小さく、その代り乳房後部から大腿深静脈に入る主要乳腺静脈がある点、他の家畜と異なる。家畜の静脈経路は外陰部静脈と腹皮下静脈であるが、静脈弁の構造とその配置からみて、乳腺を灌流した血液は外陰部静脈へ流れ去るものが多いと考えられる。また、従来乳腺の静脈として記載されている会陰静脈の血液の一部は乳房に向かって流れると考えられる。犬、猫では前位の乳腺の血液は外胸、内胸静脈へ、後位の乳腺では外陰部静脈へ流れ去るものと考えられ、家兎の場合、後位乳腺の動脈は浅腹壁動脈が強枝であるが、静脈は外陰部静脈が太く、また、ハムスターの場合は逆に浅腹壁静脈が発達しており、血液はこの静脈へ流れるものが多いと考えられる。

一方、乳腺の血管の分布状態は動物の生理的変化、すなわち、妊娠、分娩、離乳の各時期による乳腺の発育および退化に応じて大きく変化する。

乳腺の発育および退縮をマウスについて組織学的に検索した。マウス乳腺の正常発育についての組織学的な研究は過去において、TURNER & GOMEZ⁷²⁾、COLE⁹⁾ らのほか多くの研究者により報告されてきている。妊娠期のマウスの乳腺は導管系の発育がみられ、生後 90 日令で、完全な成熟に達する。この時期では Lateral bud, End bud の一部には腺胞状の形成がみられる。妊娠初期では導管の数は増加し、腺胞系の発達がみられはじめ、中期から後期にかけて、腺胞の発達は顕著になる。TRAURIG⁶⁶⁾ は妊娠中の乳腺の導管の細胞増殖をラジオオートグラフィーで調べ、それによると妊娠 4 日目が最高で、次に 12 日目が多いことを認め、妊娠 4 日目は胎児が子宮に着床する時期であり、また、12 日目は胎盤から黄体ホルモンが分泌されはじめるためだと論じている。また、MUNFORD ('64)⁴⁶⁾ は乳腺の DNA を測定し、妊娠中では 11 日目が最高であったことを報告しているが、これらのことは今回の組織学所見とほぼ一致した。泌乳期においては腺胞は大きくなり、その腺胞には乳汁が充満し、12 日目で乳腺は最もよく発達し、18 日目頃では退縮に向かう部分もみられ、離乳すると 3 日目頃から退縮が始まる。MUNFORD ('63)⁴⁵⁾ は泌乳中の乳腺の腺胞の大きさを測定し、分娩後 10 日前後が最大であると報告しており、このことは今回の所見とも一致した。

また一方、これら乳腺の消長に伴う血管の分布状態は妊娠の初期から分娩に向かって、次第に密になり、導管や腺胞をとりかこむ血管が増加することはすでに TURNER & GOMEZ⁷²⁾、SOEMARWOTO & BERN⁶⁰⁾ に

より指摘された。また、DABELOW¹¹⁾ は乳腺の脂肪組織との関係にふれているが、妊娠期で Bud や腺胞のまわりの脂肪組織に分布する特徴的な毛細血管網についてはこれまでなんら記載をみない。この血管網は処女期においても少数みられるが、妊娠前期から急速に増加し、将来腺胞が占めるであろう部分の脂肪組織内に、腺胞をつつむようにして数本の毛細血管が吻合して、ループ状にまとまった形をとつて分布する。妊娠後期になると、この毛細血管網の中に腺胞が侵入し、最終的には腺胞はこの毛細血管の叢によってとりかこまれる。また、分娩後 3 日目のものにも、乳腺小葉内の脂肪組織内に毛細血管叢の形成初期と考えられるような血管分布像が多数みられ、いかにもこの中に腺胞が侵入すると考えられる前段階を示していた。

泌乳期の導管および腺胞は毛細血管で密にとりかこまれ、小葉間の導管と腺胞の一部に蛇行した血管が出現する。この血管は泌乳開始 3 日目頃から出現し、12 日目で最も明瞭となり、以後次第に消失していくが、処女および妊娠期にはみられないで、特に泌乳期によく発達している点は、乳汁の貯留、排出に関係があるものと考えられる。

離乳期の乳腺への血管分布は処女マウスのものとほぼ同様な状態にまで退縮するが、脂肪組織自体への分布密度は大きくなる。また乳腺組織を精査すると、腺胞の退縮の方が、腺胞の周囲をとりかこんでいた血管網の退縮よりも速かであることを示す像にしばしば遭遇した。この所見は腺胞の発達に先んじて、脂肪組織内に血管網が形成されるという筆者の考えをさらに支持するものである。なお、また退行期の乳腺組織内では脂肪組織の部分に血管の分布密度が高いことの説明にもなるであろう。何故ならば、乳房内の脂肪組織の量と大きさが将来の乳腺実質の発達の範囲を決定するという報告と、同化と異化とを問わず組織、細胞の代謝の高いところには、毛細血管が発達しているとい經驗的事実とを合せ考えるならば、導管や腺胞の発達や退縮を促す直接の原因がホルモンその他の因子によるにしても、現象としては、脂肪細胞またはその集団を吸収するか、あるいは新生、集積するような代謝の高まりに応じて、先ず毛細血管の発達が起こることは当然であろう。従って、毛細血管網の退縮がおくれるという所見は導管や腺胞の発達に先んじて、毛細血管網の発達が先ず起こることと同じ原因を表示すると考えてよいであろう。しかし、これらは実際には乳腺実質と脂肪組織の両者間の平衡の接点における見かけ上の現象であり、導管や腺胞の発達が血管の発達を

うながすのか、あるいはこの逆であるのかという問題はさらに別の観点からの検討をまつてはじめて明らかとなるものであろう。

導管や腺胞の発達、退縮を卵巢除去、ホルモン処理によって変動させてみた結果は形態学的立場からみると、毛細血管の発達が腺胞の発達に先んじ、またその退縮に遅れて生ずるものらしいことを明らかにした。この実験範囲内においては Estradiol は少なくともマウスにおいては、乳腺内に分布する血管の直線的な伸長を、Progesterone は前者の側枝の分枝と吻合とうながす働きを、また両者が併用した場合にはこれらの両方の働きが組み合わされ、強調されるという働きを示すものであると考えられる。

一方、乳腺の血管分布と血液の流量との関係を知る目的で ³²P を用いて検討したが、一般に処女、妊娠、泌乳の各時期に従って上昇の傾向にあり、乳腺が最も発達し、血管分布も密である泌乳中期が最もカウント数が多く、この時期では乳腺を流れる血液量が最も多いことが示唆された。卵巢除去マウスでは極めて減少し、処女マウスとの間には有意の差がみられ、また、卵巢除去マウスに Estradiol, Progesterone, を投与したものでは、かなりの上昇がみられた。以上の結果は乳腺の血管分布の所見とほぼ一致した。これらのことから、乳腺を流れる血液の量は乳腺の発育と密接な関係にあると考えられる。但し、血流の多寡と血管分布の形態相互間との関連は導き出すまでには至らなかった。

要 約

乳腺に分布する血管の起源、走行、分布域などを、乳牛、山羊、トカラ山羊、めん羊、馬、犬、猫、家兔、モルモット、ハムスター、マウスおよびラットの 12 種類の動物について、比較解剖学的に精査し、その詳細を明らかにし、図および表に示した。また、処女、妊娠、泌乳および退行の各時期におけるマウス乳腺の実質の消長と、これらに分布する血管系の消長との相互関係を検討した。さらにこれらの点についてはホルモンを用いた実験を加わえて追究し、また、これらの結果はさらに、アイソトープを用いて、乳腺に分布する血管の形態学的観察と乳腺を灌流する血液の流量との相互関係について比較検討を行なった。以上の結果は以下のように要約される。

1. 乳腺への動脈系の分布状態から上記動物は 5 型に分類出来た。すなわち、乳牛、馬、山羊、トカラ山羊、めん羊およびモルモットの乳腺は鼠径部にあり、

その動脈系は外陰部動脈に由来し (Type I), 従来, 成書に記載されている会陰動脈の乳腺実質への分布はみられなかった。乳牛は1側に2つの乳腺域をもち, 血管も前後の乳腺動脈に分かれて分布し, これらの血管は互いに吻合している。また, 左右乳輪間の血管吻合については特に山羊, トカラ山羊, めん羊で明らかに認められた。

犬, 猫の前位乳腺には内胸, 外胸動脈が, 後位乳腺には外陰部動脈がそれぞれ主流として分布し, これらは互いに吻合している (Type II)。家兎乳腺は胸部から腹部にあり, 動脈系は犬, 猫の主流動脈に浅腹壁動脈が加わり, 外陰部動脈より強枝で, 腹部乳腺に広く分布する。また, 外胸動脈は内胸動脈よりも強枝であり, 乳腺への分布域も広い (Type III)。ハムスターの乳腺は胸部から腹, 鼻径部にあり, 内胸動脈は乳腺枝をもたず, 外胸, 浅腹壁, 外部の3動脈系が関与する (Type IV)。マウス, ラットでは胸部乳腺に外胸, 浅頸動脈が, 腹鼻径部乳腺に浅腹壁, 腸腰, 外陰部動脈が主流をなして分布する (Type V)。

2. 静脈系はいずれの動物においても, その大部分がほぼ動脈に伴行して走る。反芻家畜の静脈系の主流は外陰部静脈であるが, 馬の場合, 乳房後部から大腿深静脈に入る主要乳腺静脈が主流をなし, 本来の外陰部静脈は非常に細いという特徴を示した。腹皮下静脈は乳牛で最もよく発達してみられた。従来, 乳房の静脈路として記載されている会陰静脈は静脈弁の配置と構造からみて, 血液の流れの方向は乳房より流れさるものではなく, むしろ乳房に向かって流れるものと考えられた。

犬, 猫の前位の乳腺の静脈は内胸, 外胸静脈へ, 後位のものは外陰部静脈へ流れ, 家兎の場合, 動脈は浅腹壁動脈が強枝であってその分布域は広いが, 静脈は外陰部静脈が太い。また, ハムスターでは浅腹壁静脈が太く, 血液はこの方へ流れいるものが多いと考えられる。

3. 乳腺血管の分布状態は動物の生理的変化に伴う乳腺の機能状態に応じて変化するが, マウスでは, それぞれの主な血管系の本幹には大差はなかった。しかし, 導管や腺胞に分布する血管には特徴的な差がみられた。すなわち, 処女期においては導管や Bud に分布する血管網の発達は弱いが, 脂肪組織への分布が多い。妊娠期には乳腺の血管分布は密になり, 特に妊娠初期から中期にわたって, Bud や腺胞の付近の脂肪組織中にループ状の特徴的な毛細血管網があらわれ, 妊娠が進むにつれてこれらの血管網の中に腺胞が発達, 侵入するのが認められた。また, この像は分娩後

3日目の乳腺にも少数認められた。これらの血管叢の起源は導管に沿って伸びた血管と, 導管とは無関係に脂肪組織に分布していた血管からであり, 明らかに腺胞系の発育のために脂肪組織の中に確立していた血管が妊娠により, 活発化したものと推測される。泌乳期では導管および腺胞は毛細血管で密にとりかこまれ, 小葉間導管と腺胞の一部に, 分娩3日前から蛇行した血管が出現し, 12日前に最高に達して, 以後次第に退化した。この蛇行血管は特に泌乳中のみに発達している点から, 乳汁の生成および導管や腺胞中の乳汁の貯留および排出とも関係があるものと考えられる。離乳期における腺胞の退化はすみやかであるが, 血管は原型に近い形でそのまま退縮後も残り, そののち次第に退縮して付近の脂肪組織に分布するのが確認された。

4. 未成熟, 成熟および卵巣除去マウスに Estradiol, Progesterone を同時に14日間投与すると妊娠前期から中期にほぼ準じた血管分布像がみられ, Bud や腺胞の付近にはループ状に特異的に吻合した血管網がよく発達していた。この様な血管像はまた, Progesterone 単独投与でもみられたが, Estradiol 単独投与のものでは少なく, むしろ乳頭や導管周囲の血管がよく発達していた。

5. 胸部乳腺の血液の流量を Isotope を用いて測定したが, 流量は妊娠開始と共に増加し, 分娩後12日前で最高となり, 以後下降した。

これらのこととは乳腺の血管分布密度の発達の程度とほぼ一致した結果を示した。

以上の結果から次の結論を得た。

乳腺に分布する血管系には動物種に由来する相異ならびに, 乳腺の位置に基づく差異のあることが明らかとなり, 乳腺に分布する動脈系により, 供試動物は上記の5 Types に分類出来ることがわかった。また乳腺に分布する血管系の発達程度は動物の生理的変化に伴う乳腺の機能的状態と密接な関係にあり, 特に妊娠期の乳腺にみられる Bud や腺胞をとりまく特徴的な血管網の発達は卵巣や胎盤から分泌されるホルモンの働き, 特に Progesterone の働きによってうながされるものと考えられた。血管分布の形態学的な観点からはずして血管網が発達し, ついで腺胞系が発達するらしい。すなわち, 血管網の発達が乳腺実質の発達に先んじて起こるらしいという結論が導かれた。

謝辞：稿を終えるにあたり, 本研究について, 終始御懇意なる御指導, 御鞭撻を賜わった東京大学名誉教授西田司一博士, 東京大学教授望月公子博士, ならびに

絶えず懇切なる御助言を戴いた東京農工大学教授林田重幸博士、鹿児島大学教授大塚闇一博士に謹んで感謝の意を表します。また、本実験の遂行にあたり、多大な御援助と御協力を惜しまれなかつた東京大学農学部家畜解剖学教室と鹿児島大学農学部家畜解剖学教室の各位に衷心より感謝いたします。

文 献

- 1) 秋元博一：畜産の研究，第1報，9，1，71～72 (1955)
- 2) BECKER, R. B. and P. T. D. ARNOLD : *Fla. Agr. Expt. Sta. Tech. Bul.*, 379, 17pp (1942) (Cited by Swett)
- 3) BENSON, G. K., A. T. COWIE, C. P. COX and A. A. GALDZVEIG : *J. Endocrin.*, 15 : 120～144 (1957)
- 4) BOURDELLE, E. et C. BRESSOU : *Anatomie Régionale des Animaux Domestiques I. Équidés* 738～740. Librairie J.—B. Baillière et Fils (1949)
- 5) BRADLEY, O. C. : *Topographical Anatomy of the Dog*. 1～146, Oliver and Boyd Edinburgh : Tweeddale Court. London (1948)
- 6) BRADLEY, T. R. and P. M. CLARKE : *J. Endocrin.*, 14 : 23～36 (1956)
- 7) BROOKRESON, A. D. and C. W. TURNER : *Exp. Biol. Med. (N. Y.)* 102 : 744～745 (1959)
- 8) BULLARD, R. W. and FUNKHOUSER, G. E. : *Am. J. Physiol.* 203 : 2, 266～270 (1962)
- 9) COLE, H. A. : *Proc. Roy. Soc., seris B.* 114 : 136～161 (1933)
- 10) CRAIGIE, E. H. : *Bensley's Practical Anatomy of the Rabbit*. 261～286. Toronto University of Toronto Press (1948)
- 11) DABELOW, A. : *Gegenbaurs Morphologisches Jahrbuch*, 73 : 69～99 (1933) (Cited by Soemarwoto & Bern)
- 12) EL HAGRI, M. A. A. N. : *Vet. J.* 101 : 75～88 (1945)
- 13) ELLENBERGER W. und H. BAUM : *Handbuch der Vergleichenden Anatomie der Haustiere*. Part II 1033～1068 Springer-Verlag, Berlin (1943)
- 14) EMMERSON, M. A. : *Pa. Univ. School Vet. med., Vet. Ext. quart.* 41, 80 : 21～25 (1940)
- 15) ESPE, D. L. : *Secretion of Milk*. 19～25 Collegiate press, Inc. Ames, Iowa. (1938)
- 16) ESPE, D. & C. Y. CANNON : *J. Dairy Sci.* 26, No. 7, 841 (1943)
- 17) FERGUSON, M. D. & M. MINNEAPOLIS : *Surgery* 39, 30～35 (1956)
- 18) FOLLEY, S. J. : *The Physiology and Biochemistry of lactation*. 1～22 Oliver and Boyd Edinburgh : London (1956)
- 19) FOUST, H. L. & R. GETTY : *Anatomy of Domestic Animals*. 92, 97 The Iowa State University press, Iowa, U. S. A. (1954)
- 20) 藤森正雄・藤井高尚：「ホルモンと臨床」14, 6, 57～63 (1966)
- 21) GERHARDT, U. : *Das Kaninchen*, Leipzig, W. Klinkhart. (1909) (Cited by Linzell)
- 22) GETTY, R. : *Atlas for Applied Veterinary Anatomy*. 164. Burgess Publishing Co. (1955)
- 23) GREENE, E. C. : *The Anatomy of the Rat* 177～336, Hafner Pub. Co. Inc. New York (1935)
- 24) HENNERBERG, B. : *Anat. Hefte*. 41, 5～68 (1899)
- 25) 広瀬可恒：乳牛，畜産大系：18, 107～108，養賢堂 (1959)
- 26) 星冬四郎・内藤元男：泌乳. 1～216, 東京大学出版会 (1968)
- 27) 蘭守竜雄・高橋正憲：日本獣医学雑誌. 18, 学会号77 (1956)
- 28) 蘭守竜雄・高橋正憲・西村専治郎：日本獣医学雑誌. 19, 学会号41 (1957)
- 29) 加藤嘉太郎：家畜生体機構，畜産大系，2, 109～111, 128～133, 養賢堂 (1958)
- 30) 加藤嘉太郎：家畜比較解剖図説(下)592～595. 養賢堂 (1961)
- 31) KAY, H. D. : *Sci. Prog.* 33 : 476～492 (1939) (Cited by Turner)
- 32) KITT, T. : *Dtsch. Z. Thiemed. u. Vergl Pathol.*, 8, 245～269 (1882) (Cited by Miller)
- 33) KRAUSE, E. : *Die Anatomie des Kaninchens in Topographischer und Operativer Rücksicht*. Leipzig, W. Englemann (1868) (Cited by Linzell)
- 34) LE ROUX, J. M. W. und H. WILKENS : *Deut. Tier. Woch.* 66 : 16, 429～435 (1959)
- 35) LINZELL, J. L. : *Brit. Vet. J.*, 109 : 427～433 (1953)
- 36) LINZELL, J. L. : *Physiol. Rev.* 39 : 534～576 (1959)
- 37) LINZELL, J. L. : *J. Physiol.* 153 : 481～491 (1960)
- 38) LINZELL, J. L. : *Cir. Res.* 745～754 (1966)
- 39) LINZELL, J. L. & L. E. MOUNT : *Nature* 176 : 37～38 (1955)
- 40) LYON, R. : *Proc. Soc. Exper. Med.* 51 : 308～311 (1942)
- 41) MAYER, G. and M. KLEIN : *Milk, the mammary gland and secretion*. I, 47～126. (Kon, S. K. & A. T. Cowie) Academic Press, N. Y. & London. (1961)
- 42) 増井清：家畜比較解剖学. 下巻, 215～219, 養賢堂 (1958)
- 43) MEREDITH, O. M., W. CAFFMAN, J. POST and J. HALMES : *Am. J. Physiol.* 202 : 1～6 (1962)
- 44) MILLER, M. E., G. C. CHRISTENSEN and E.

- H. EVANS : *Anatomy of the Dog*, 798~803,
W. B. Saunders Co., Philadelphia. (1964)
- 45) MUNFORD, R.E. : *J. Endocrin.* **28** : 1~5 (1963)
- 46) MUNFORD, R. E. : *Dairy Sci. Abstr.*, **26** : 293
~314 (1964)
- 47) MYERS, J. A. : *Am. J. Anat.* **19** : 353~389
(1916)
- 48) NANDI, S. : *J. Nat. Can. Inst.* **21**, 6, 1039~
1063 (1953)
- 49) NELKE, H. : *Milk Fever Cattle with Remarks
on its Aetiology and Pathogenesis*. Inaug.
Diss. Bern (1909) (Cited by Swett)
- 50) NELSON, W. O. : *Physiol. Rev.* **16** : 4, 488~
526 (1936)
- 51) 野沢謙 : 日本在来家畜調査團報告, 1, 名古屋
畜産研 (1964)
- 52) PALIĆ, D. : *Acta Vet. Belgrade*, **4**, 85~97
(1954)
- 53) PUGET, E. et M. TOTY : *Rev. de Med. Vet.*,
V. **107** : 84~93 (1956)
- 54) REIGHARD, J. and H. S. JENNINGS : *Anatomy
of the Cat*. 275~330, Henry Holt & Co., New
York (1951)
- 55) RICHARDSON, F. L. : *Anat. Rec.* **123** : 279~
287 (1955)
- 56) SAPIRSTEIN, L. A. : *Am. J. Physiol.* **19** : 161~
168 (1958)
- 57) SHAW, J. C. and W. E. PETERSEN : *Am. J.
Physiol.* **123** (1) : 183 (1938) (Cited by Swett)
- 58) SISSON, S. and T. D. GROSSMAN : *The Anato-
my of the Domestic Animals*. 764~776, W.
B. Saunders Co., Philadelphia and London
(1938)
- 59) SMITH, V. R. : *Physiology of Lactation* 26~
33, Iowa State University Press, Ames, Iowa
(1959)
- 60) SOEMARWOTO, I. N. and H. A. BERN : *Am.
J. Anat.* **103** : 3, 403~435 (1958)
- 61) SWETT, W. W. and C. A. MATTHEWS : *Tech.
Bull.* **982**, 1~36 (1949)
- 62) TAGAND, R. et R. BARONE : *Anatomie des
Équidés Domestiques*. 951~971 Laboratoire
D'Anatomie Ecol Nationale Veterinaire,
Lyon (1956)
- 63) TINDAL, J. S. and A. YOKOYAMA : *Endocrinol.*
71 : 196~202 (1962)
- 64) TRAURIG, H. H. and C. F. MORGAN : *Anat.
Rec.* **150** : 423~433 (1964)
- 65) TRAURIG, H. H. : *Anat. Rec.* **157** : 3, 489~
503 (1967)
- 66) TRAURIG, H. H. : *Anat. Rec.* **159** : 239~248
(1967)
- 67) TURNER, C. W. : *The Comparative Anatomy
of the Mammary Glands, with Special Refer-
ence to the Udder of Cattle*. Columbia, Mis-
souri, Univ. Co-Op Store. (1939) (Cited by
Linzell)
- 68) TURNER, C. W. : *Sex and Internal Secre-
tions*. 740~803 (Allen, E., C. H. Danforth &
E. A. Doisy) Williams and Wilkins Baltimore.
(1939)
- 69) TURNER, C. W. : *The mammary gland*. 1~
355 Lual Brothers, Columbia. (1952)
- 70) TURNER, C. W. and A. H. FRANK : *Res. Bull.
Mo. Agric. Exper. Sta.* **145** : 5~56 (1930)
- 71) TURNER, C. W. and A. H. FRANK : *Res. Bull.
Mo. Agric. Exper. Sta.* **174** : 3~28 (1932)
- 72) TURNER, C. W. and E. T. GOMEZ : *Proc.
Roy. Soc., London, s. B.* **114** : 136~161 (1933)
- 73) TURNER, C. W. and DEMOSS : *Res. Bull. Mo.
Agric. Exper. Sta.* **207** : 5~15 (1934)
- 74) TURNER, C. W. and E. T. GOMEZ : *Res. Bull.
Mo. Agric. Exper. Sta.* **207** : 16~35 (1934)
- 75) 津崎考道 : 實驗動物解剖學, 第1卷兔, 317~
318, 金原出版 (1954)
- 76) WAHL, H. M. : *Am. J. Anat.* **18** : 515~524
(1915)
- 77) WELLINGS, S. R., K. B. DEOME and R.
DORELY : *J. Nat. Cancer Inst.* **25** : 239~421
(1960)
- 78) WELLINGS, S. R., K. B. DEOME and R.
DORELY : *J. Nat. Cancer Inst.* **30** : 241~267
(1963)
- 79) YOUNG, W. C. : *Sex and Internal Secretion*.
590~642 The Williams & Wilkins Co. (1961)
- 80) ZIEGLER, H. and W. MOSIMANN : *Anatomie
und Physiologie der Rindermilchdrüse* 22~29
Paul Parey in Berlin und Hamburg. (1960)
- 81) ZIETSCHMANN, O. : *Deut Tierarz, Woch.* **25** :
361 (1917) (Cited by Turner)

Résumé

The course of running and the distribution of the blood vessels in the mammary gland of mammals were investigated in detail by macroscopic observation and by the dissection microscope with particular attention to the relation between the vascular system and mammary area. The animals used in this study were dairy cattles, goats, Tokara-goats, sheep, horses, dogs, cats, rabbits, guinea-pigs, hamsters, mice and rats.

Successively, in this investigation the relation between the mammary tissue (duct-alveolus system) and the blood vessels in the mouse mammary glands during virgin, pregnancy, lactation and involution was observed. In addition, the development of vascular system which furnishes

blood to the mammary gland of the mouse was investigated on the effect of ovarian hormones, and also, a comparative relation between the morphological observation of blood vessels and the blood flow in the mammary gland was observed by the use of ^{32}P .

The results are summarized as follows:

1) By an appearance as to the arterial distribution of the mammary glands, the animals of 12 species used in this study are to be classified into 5 types. Namely, dairy cattles, horses, goats, Tokara-goats, sheep and guinea-pigs have one or two pairs (cow) of glands in the inguinal region, and the arterial system is derived from a pair of *A. pudenda externa* which shifts to *A. mammaria* (Type I). Dairy cows have 2 mammary areas on each side, and *A. pudenda externa* is divided into *A. mammaria cranialis* and *A. mammaria caudalis* which anastomose each other with small branches. Anastomosing branches (branches by *A. mammaria caudalis* and *A. mammaria medialis*) of the blood vessels between the right and left of the udder were clearly observed at the base of the udder, especially, in the goats, Tokara-goats and sheep. *A. perinealis* which has been described by many authors is a small artery, which is hardly distributed deep into the parenchyma of the udder.

The mammary glands of the dog and cat are typically arranged in two bilaterally symmetrical rows extending from the ventral thoracic to the abdominal or inguinal regions. The arterial distribution of the former glands are chiefly derived from *A. thoracica interna & externa*, while the other glands are supplied by *A. pudenda externa*. These arteries anastomose with the end branch at the abdominal gland (Type II).

The arterial system and mammary region of the rabbit are somewhat similar to that of the cat, but its abdominal glands are also distributed by *A. epigastrica superficialis*. *A. thoracica externa* and *A. epigastrica superficialis* have usually the areas of wide distribution (Type III).

Hamsters have 6 to 8 mammary glands which extend from the thoracic to the abdominal and inguinal regions on each side. The blood supply to the mammary glands are derived from *A. thoracica externa*, *A. epigastrica superficialis* and *A. pudenda externa*, and they supply blood to the thoracic and abdominal, the abdominal and inguinal, and inguinal gland, respectively (Type IV).

The glands of the mouse and rat may be classified into two groups according to their position, namely 3 pairs in thoracic and 2 (mouse) or 3 (rat) pairs in abdomino-inguinal regions. Main arteries, supplying the thoracic mammary glands, consist of a pair of *A. cervicalis superficialis* and *A. thoracica externa*, and the abdominal glands are furnished by *A. epigastrica superficialis*, *A. iliolumbalis* and *A. pudenda externa* (Type V).

2) The veins of the mammary glands, in majority of cases, run almost in parallel with the arteries, and are two or three times as large as the arteries. However, the smaller veins and arteries are less apt to parallel each other than the larger veins. The main veins draining away from the ruminant udder are *V. pudenda externa* which arises as the union *V. mammaria*, and *V. subcutanea abdominis*. Its further course is similar to the corresponding artery. However, the main veins of horse are the principal mammary vein which continues from the rear quarters of the udder to *V. femoris profunda*, and *V. subcutanea abdominis*. The anastomosing ramifications of *V. mammaria* make up the so-called "venous circle" at the base of the udder in the ruminant and horse. Superficial anastomosis veins can also be observed on the ventral surface between quarters of the udder. Judging from the valve arrangement, it is assumed that the blood in *V. perinealis* dose not drain toward *V. pudenda interna*, but drains toward *V. pudenda externa* passing through the *Ramus basalis caudalis*.

The venous blood of the mammae in the dog and cat drains into *V. thoracica interna & externa* in former glands and *V. pudenda externa* in latter glands. That of the rabbit is cheifly *V. thoracica externa* and *V. pudenda externa*. The ventral branches of *V. thoracica externa* and *V. epigastrica superficialis* are major veins of the hamster glands. The former, being continued to the latter, does not run in parallel with the arteries.

3) The vascularization of mammary glands changes by a functional condition of the gland in conformity with the physiological variations occuring during virgin, pregnancy, lactation and involution. In the immature mouse, the mammary gland consists of a few buds and ducts, and the larger vessels supplying to the glands, are somewhat similar to that of the mature mouse. The main duct and ductal region of the gland have the distribution of numerous blood vessels, but do not have the ductal capillary plexuses. The numerous capillary vessels were observed around

the buds and adipose tissues. The ductal system of the mature mouse increases in length and number with the growth of mammary duct. At this time, the intra- and interlobular ducts were usually supplied by the capillary plexus with several arterioles and venules, and also a few capillary network can be observed in the fat tissues around the end buds. According as pregnancy, the duct and bud of the glands increase rapidly, and its vascular system becomes far more richly developed than in virgin animals and the numerous capillary plexus can be seen around the ducts. The increases in number of the capillary network around the lobules continue from the early stage to the middle of pregnancy. Frequently, it was found that the differentiated buds penetrate into the capillary networks and then forms the alveoli. At the later period of pregnancy, the capillary networks shaped like loop are filled with the alveoli. The alveoli are surrounded by the capillary plexuses which is derived from the vessels of the duct or the surrounding stroma. At the 1st week of lactation, ducts and alveoli increase in the diameter and its vascularization becomes richer than in those of the later during pregnancy, and the numerous capillary plexuses can also be observed around the ducts. Further, a few meandering vessels were found in the wall of interlobular ducts. The size of the alveolus, at the 2nd week of lactation, becomes the maximum in diameter, and the numerous meandering vessels can be seen in the ductal wall and a part of the alveolus. At the later stage of lactation, a part of the gland shows the regression, however, capillary plexus around the duct and alveoli was not differented from the prephase of lactation. After weaning, the lobules and alveoli contract and the adipose tissues again appear in large amount as compared with the gland parenchyma. The blood vessels that are distributed over to the alveoli disappear and are supplied to the adipose tissue. However, the involution of the vascular system is not complete, for the vessels are more numerous than in the virgin mouse. On the bases of these observations it is assumed that the development of capillary vessels may occur in advance of the growth of the bud and alveolus.

4) Immature, mature and ovariectomized female mice treated with combined estradiol and progesterone for 14 days showed a mammary vascularity somewhat similar to that of the first to second week of pregnancy. These hormone treatment not only stimulated formation of alveoli, but also resulted a rich capillary networks by the bud and alveoli, and included the duct-associated capillary plexuses. This capillary network is also observed in the animals treated with progesterone alone, however, in the estradiol-treated mouse were found a few capillary networks, and the capillary plexus around the nipple and duct developed well. Judging from these results, it is presumed that the capillary networks which are recognized during pregnancy arises under the influence of a progesterone from the ovaries and the placenta.

5) Blood flow in the mammary gland of the mouse increases rapidly according as pregnancy and reached the maximum at the 12th day of lactation stage and then decreased by measurement using ^{32}P . The ^{32}P content of the hormone-treated mouse was similar to that in the early pregnancy stage. On this point, it was confirmed that there is a relationship between the amount of blood flow in mammary gland and the degree of vascularity and the size of the vessels.

Explantation of Plates

Plate I

1. Semischematic drawing of the ductal and alveolus system of the mouse mammary gland.
 A...Nipple B...Main duct C...Lobar duct D...Intralobar duct E...Interlobular duct
 F...Intralobular duct G...Duct bud H...Lateral bud I...End bud (terminal bud)
 J...Intercalary duct K...Alveoli
2. Ductal system of 30 days of age, intact mouse gland. Note the presence of club-shaped terminal buds. (Whole mount, $\times 10$)
3. 40 days of age mouse, showing the duct, lateral buds and end buds. (Whole mount, $\times 10$)
4. 60 days of age mouse. Note the increased duct branches and the presence of numerous buds. (Whole mount, $\times 10$)
5. 90 days of age intact virgin mouse, showing the mammary duct and alveolar buds. (Whole mount, $\times 10$)

Plate II

6. Mammary gland of 6th day of pregnancy, showing the numerous buds and alveolar buds. (Whole mount, $\times 50$)
7. 12th day of pregnancy, large number of alveolar buds are present on each of the intralobular ducts. (Whole mount, $\times 40$)
8. Whole mount of 18th day of pregnancy. Note the large number of alveoli in lobules. ($\times 50$)
9. Sections through part of mammary gland of a 3 days postpartum female. Alveoli are greatly enlarged and contains the milk in the alveolar lumina. Note the presence of adipose tissue in stroma. ($\times 100$)
10. Whole mount of the mammary gland of a mouse 6 days post-weaning.

Plate III

11. Vascularization of mammary gland of a 40 days of age. (Whole mount, $\times 10$)
12. Vascularization of segment of mammary gland, a 90 days of age virgin mouse. Showing the blood supply to the ducts and buds. (Whole mount, $\times 40$)
13. Vascularization of mammary gland, 6 days of pregnancy. Note the duct associated capillary plexus and capillary network of loop like in fat tissue of around the bud and alveoli. (Whole mount, $\times 40$)
14. Vascularization of the mammary gland of a 12-day pregnant mouse. Note the presence of the numerous capillary networks around the bud and alveoli. (Whole mount, $\times 40$)
15. Vascularization of the alveolar system of a 15-day pregnant mouse. Showing the bud or alveoli which penetrate into the capillary networks. (Whole mount, $\times 40$)

Plate IV

16. Section of the mammary gland of a 3 days lactation. Note the presence of the capillary plexus in fat tissue. (45μ , $\times 100$)
17. Section of the mammary gland of a 6 days lactation. Note the meandering vessels in interlobular ductal wall. ($\times 100$)
18. Sections through part of the mammary gland of a 12 days lactation, showing the presence of the numerous meandering vessels in ductal wall. ($\times 400$)
19. Section of the mammary gland of a 18-day lactation mouse. Note the regression of a part of gland, however, capillary plexus around the alveoli is observed. ($\times 100$)
20. Section of the mammary gland of a 6 days post-weaning. ($\times 100$)

Plate V

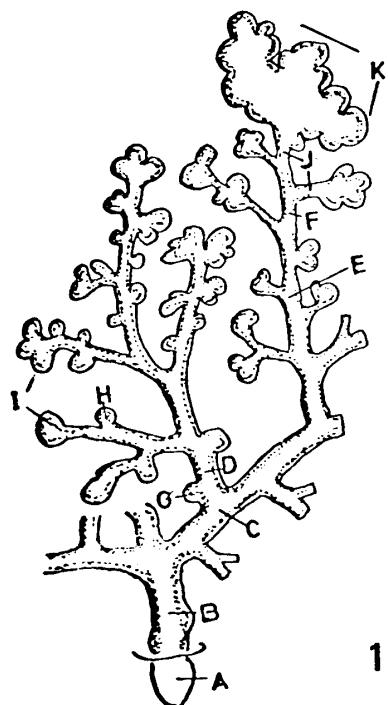
21. Vascularization of the nipple and main duct in the mammary gland of an immature mouse treated with estradiol for 14 days. (Whole mount, $\times 50$)
22. Vascularization of segment of the mammary gland in a mature mouse treated with estradiol for 14 days. (Whole mount, $\times 50$)

23. Vascularization of segment of the mammary gland in an ovariectomized mouse treated with estradiol for 14 days. (Whole mount, $\times 40$)
24. Vascularization of segment of the mammary gland in an immature mouse treated with progesterone for 7 days. (Whole mount, $\times 40$)
25. Vascularization of segment of the mammary gland in a mature mouse treated with progesterone for 14 days. Note the capillary network of loop like in adipose tissue around the buds. (Whole mount, $\times 50$)
26. Sections through part of the mammary gland of an ovariectomized mouse treated with progesterone for 7 days. ($\times 100$)

Plate VI

27. Vascularization of the nipple and main duct in the mammary gland of an immature mouse treated with combined estradiol and progesterone for 7 days. (Whole mount, $\times 50$)
28. Vascularization of the adipose tissue of mammary gland in an immature mouse treated with combined estradiol and progesterone for 7 days. (45μ , $\times 100$)
29. Vascularization of segment of the mammary gland in a mature mouse treated with estradiol and progesterone for 7 days. (Whole mount, $\times 40$)
30. Vascularization of segment of the mammary gland, a mature mouse treated with estradiol and progesterone for 14 days. (Whole mount, $\times 40$)
31. Vascularization of segment of the mammary gland, an ovariectomized mouse treated with combined estradiol and progesterone for 14 days. (Whole mount, $\times 50$)
32. Showing the regression of the bud and duct at 6 days after ovariectomy. (Whole mount, $\times 40$)
33. Vascularization of segment of the mammary gland at 14 days after overiectomy. (Whole mount, $\times 100$)

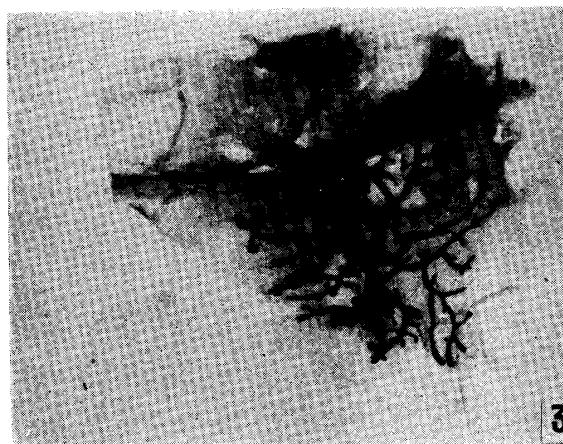
Plate I



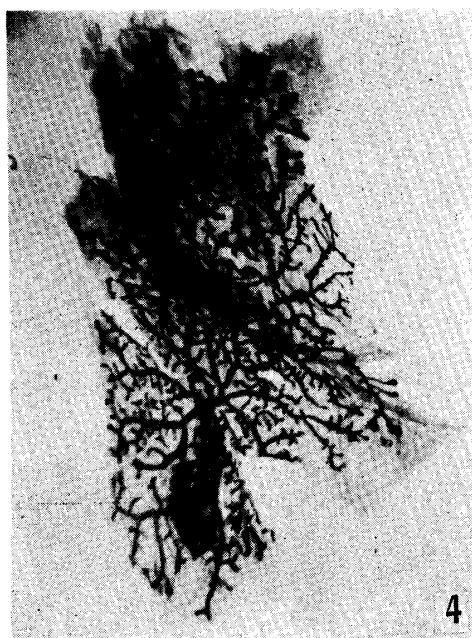
1



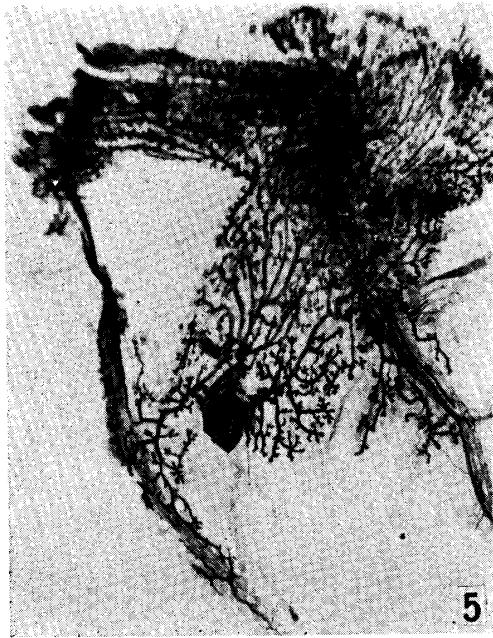
2



3



4



5

Plate II

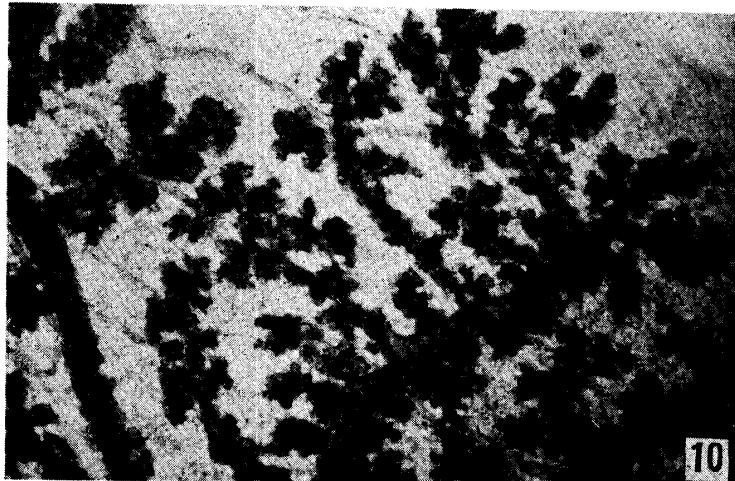
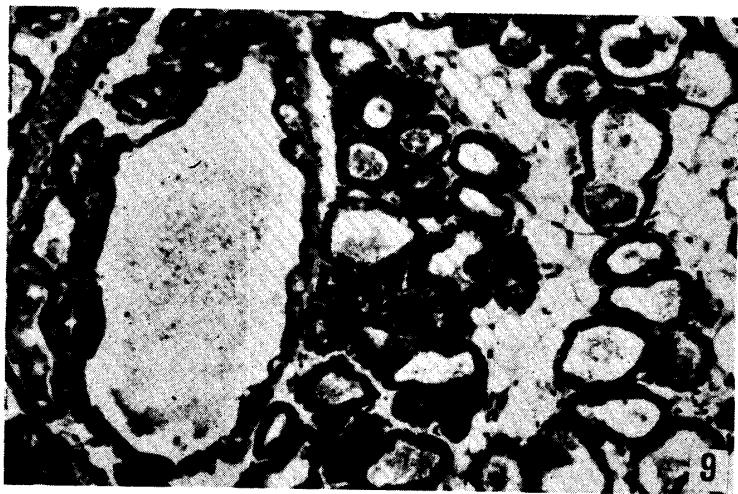
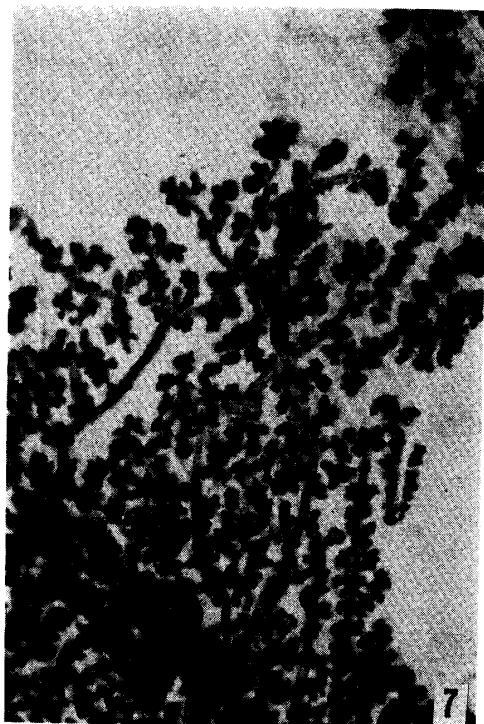
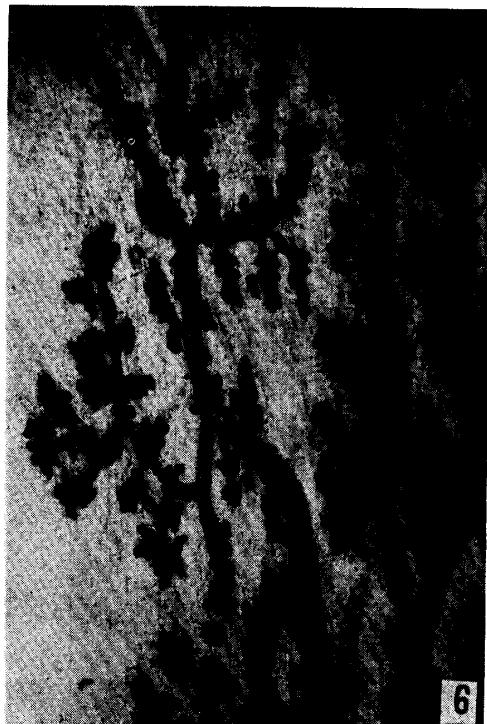


Plate III

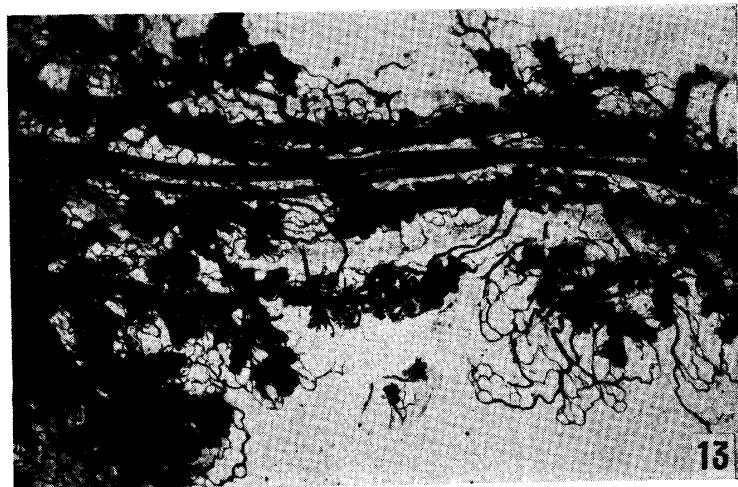
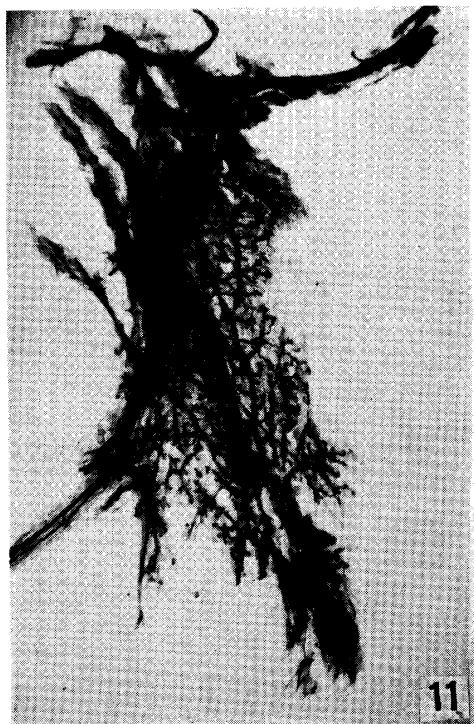


Plate IV

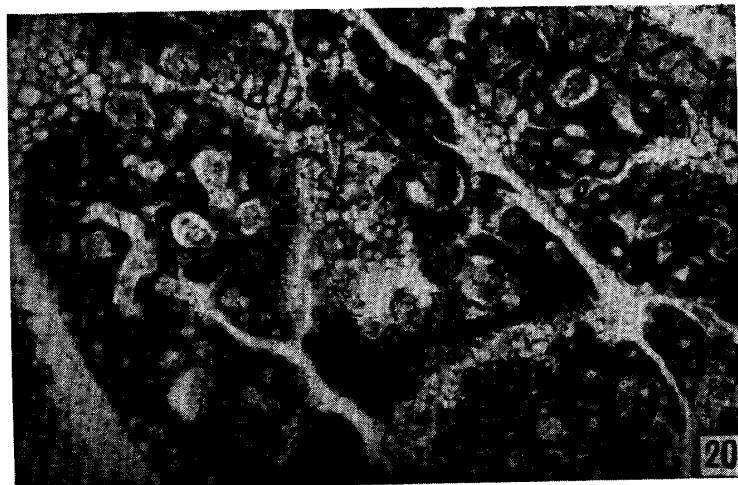
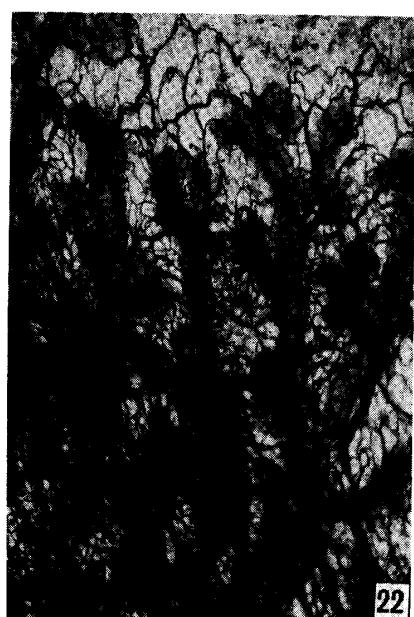


Plate V



21



22



23



24



25



26

Plate VI

