제 10 장
Lactation (비유)

10-1. Structure of Mammary Glands

10-2. Hormonal Regulation of the Development and Function of the Mammary Gland

10-3. Composition of Milk

10-1. Structure of Mammary Glands; 유선의 구조

mammary gland : 유선　　Udder : 乳房(일반 비전문가들의 용어)

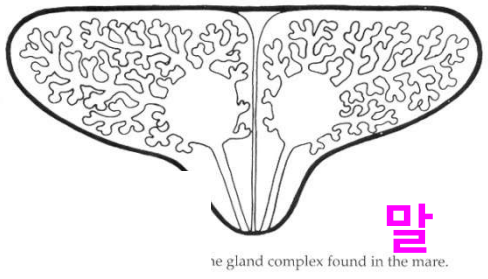
※ 축종별로 유선의 해부학적, 형태학적 구조의 차이

Table 10-1. Comparison of the mammary glands of various species

Species	Number of glands	Number of teats	Streak canals in teat	Position of glands
Cow	4	4	1	Inguinal
Mare	2 gland complexes	2	2	Inguinal
Ewe	2	2	1	Inguinal
Doe	2	2	1	Inguinal
Sow	4-9 pair	4-9 pair	2	Abdominal

10-1-1. Anatomy; 해부학적 구조

※ 소와 말의 유선 구조 : Fig. 10-1 & 10-2



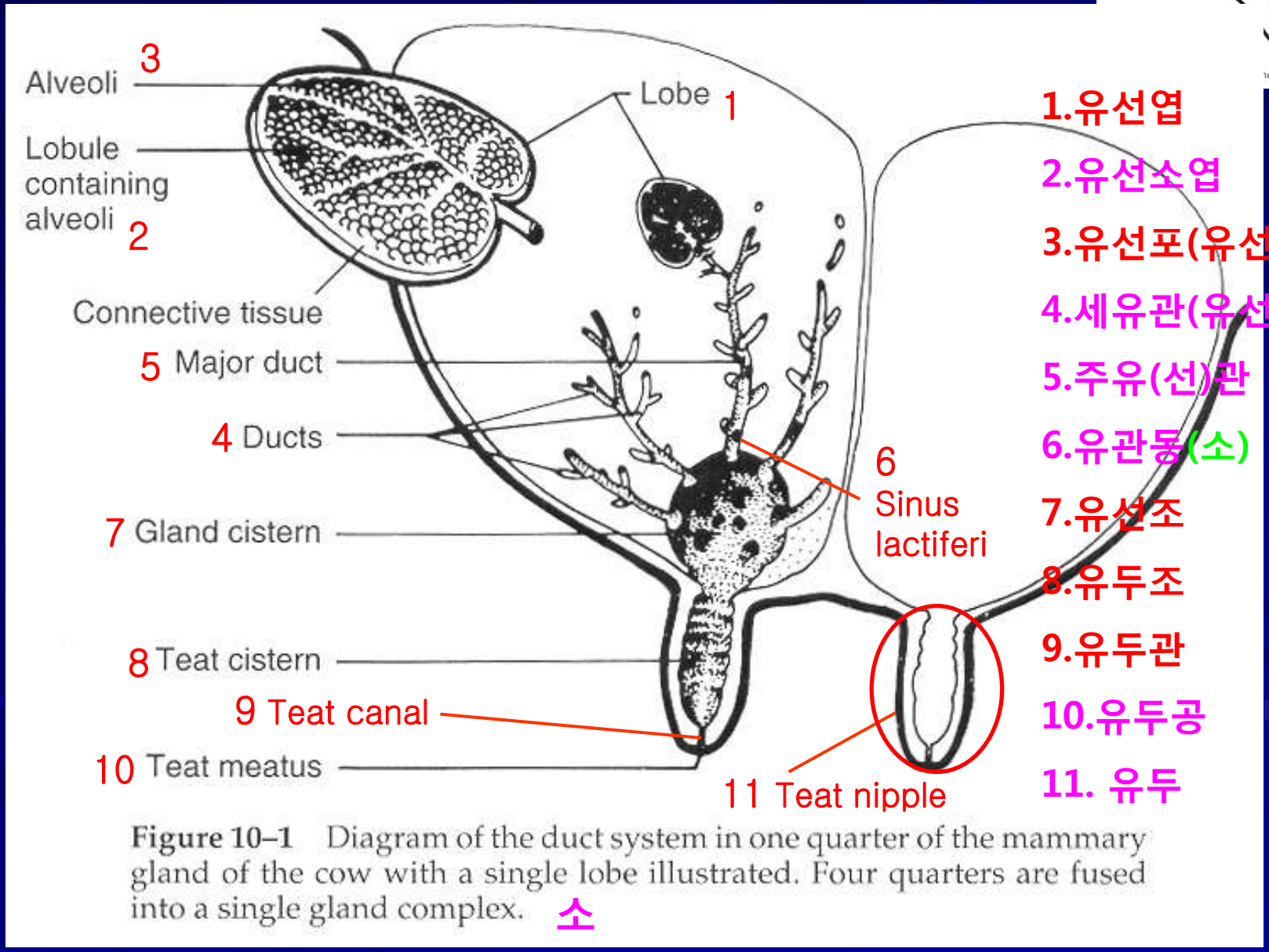


Figure 10–1 Diagram of the duct system in one quarter of the mammary gland of the cow with a single lobe illustrated. Four quarters are fused into a single gland complex. 소

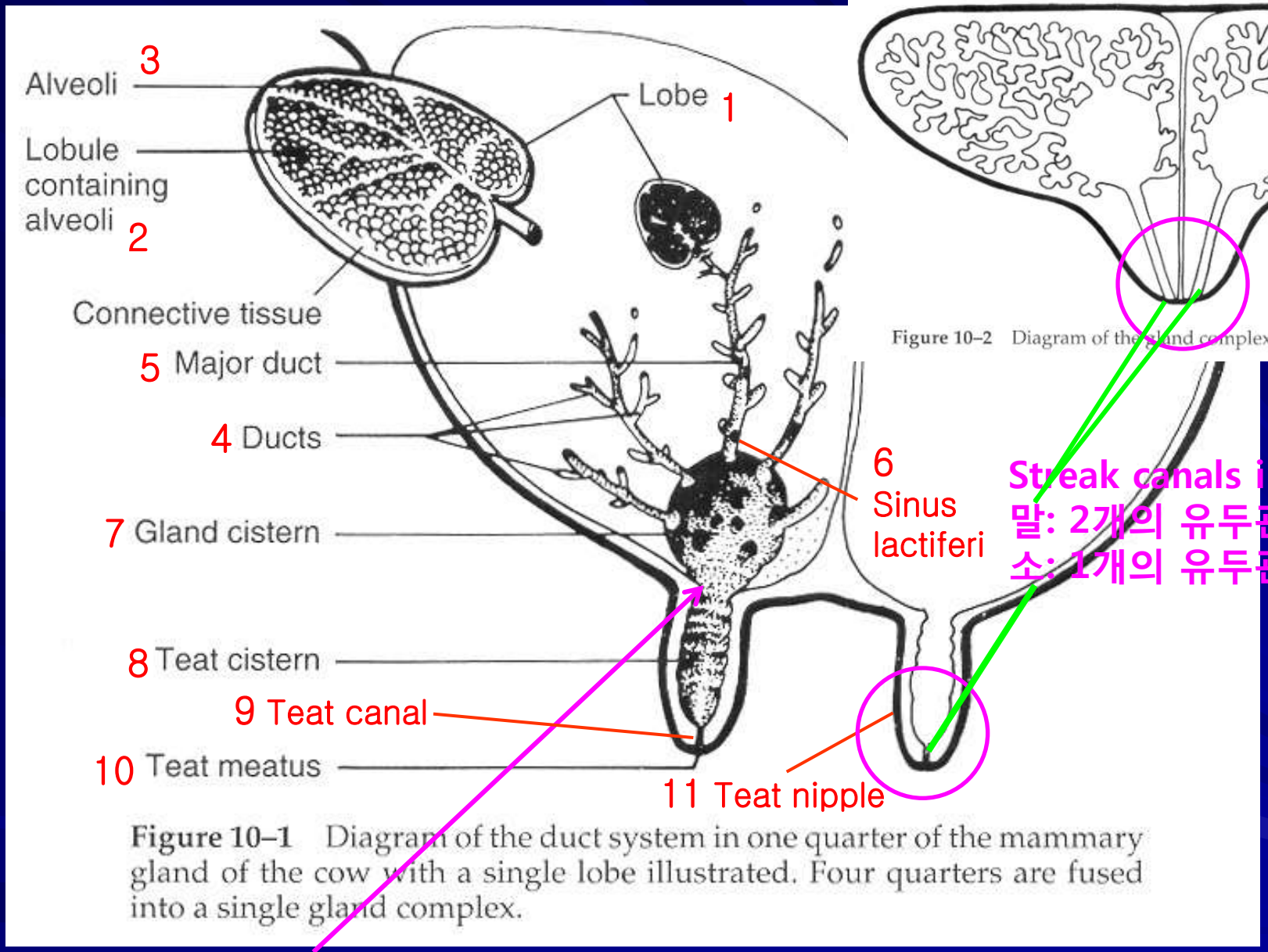


Figure 10–2 Diagram of the gland complex found in the mare.

Figure 10–1 Diagram of the duct system in one quarter of the mammary gland of the cow with a single lobe illustrated. Four quarters are fused into a single gland complex.

윤상주름(판선, valve); 유선조(7)와 유두조(8) 사이의 결체조직주름
유두조내의 유즙이 유선조로 역류하는 것을 방지

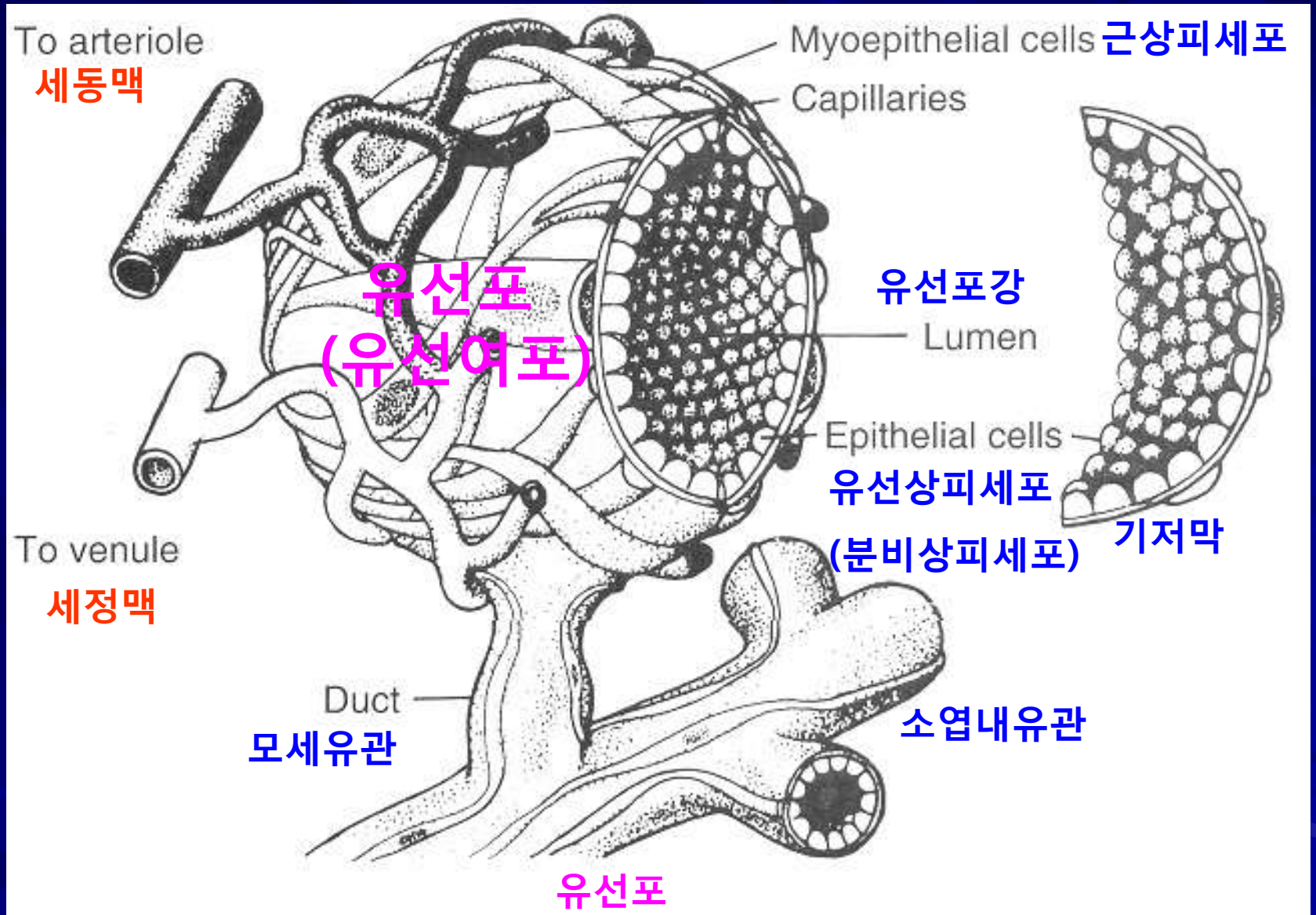


Figure 10–4 Diagram of alveolus showing lumen, epithelial cells, myoepithelial cells, and capillaries.

유방(乳房, Udder, Uber, *Mamma*)

- 유선(mammary gland)이 모여서 구성된 주머니 모양의 수유기관 을 말한다. 유방의 부착위치나 형태는 동물의 종에 따라 크게 다르다.
- 유방의 위치는 **소, 면·산양, 말, 노새** 등은 제부(臍部) 후방의 외부생식기 근처에 하수되어 있으며, **돼지, 개, 고양이, 래트, 마우스** 등은 흉부에서부터 하복부에 걸쳐 분포되어 있다.
- **소의 유방**은 좌·우 및 전·후로 독립된 **4개의 유선**으로 구성되어 있으며, 각각의 유선에는 하나씩의 유두(乳頭, teat)가 있다. 이와 같이 독립된 유선 각각을 **유구**(乳區, quarter)라고 부른다. 좌·우 유구의 사이에는 정중제인대(正中提靭帶, medial suspensory ligament)가 있어 유방을 좌·우로 나누게 되고, 그 경계부에는 함몰부가 형성되는데, 이를 유방간구(乳房間溝, intermammary groove)라고 부른다. 또한, 좌·우의 유방은 다시 결합조직에 의하여 각각 전유구(fore quarter)와 후유구(rear quarter)로 나누어진다. 대개의 경우 **후유구**가 전유구보다 발달이 양호하여 분비되는 우유의 약 60%를 분비한다.

-유두의 수는 일반적으로 소 2쌍, 말과 면·산양 1쌍, 돼지 5~6쌍, 개 4~5쌍, 고양이와 토끼 4쌍, 래트 6쌍, 마우스 5쌍이지만, 어떤 개체에서는 발육이 나쁜 작은 유두를 추가로 가지고 있는데, 이를 부유두(accessory teat) 또는 과잉유두(hyperthelism)f고 한다.

-소에서는 개체에 따라 1~5개의 부유두를 가지는 것이 있다. 부유두는 유즙의 배출능력이 없고, 유방염(乳房炎, mastitis) 원인균의 감염을 조장할 위험성이 있기 때문에 제거하는 것이 보통이다.

-유방의 피부는 얇고 유연하며, 섬세한 피모가 밀생되어 있지만, 유두와 그 주변부에는 피모가 없다. 한편, 유방의 크기는 유선의 분비기능과 관계가 커서, 비유의 최성기에 가장 크다. 또한, 젖소에서는 유방의 외모심사는 중요한 항목이며, 배점도 높다.

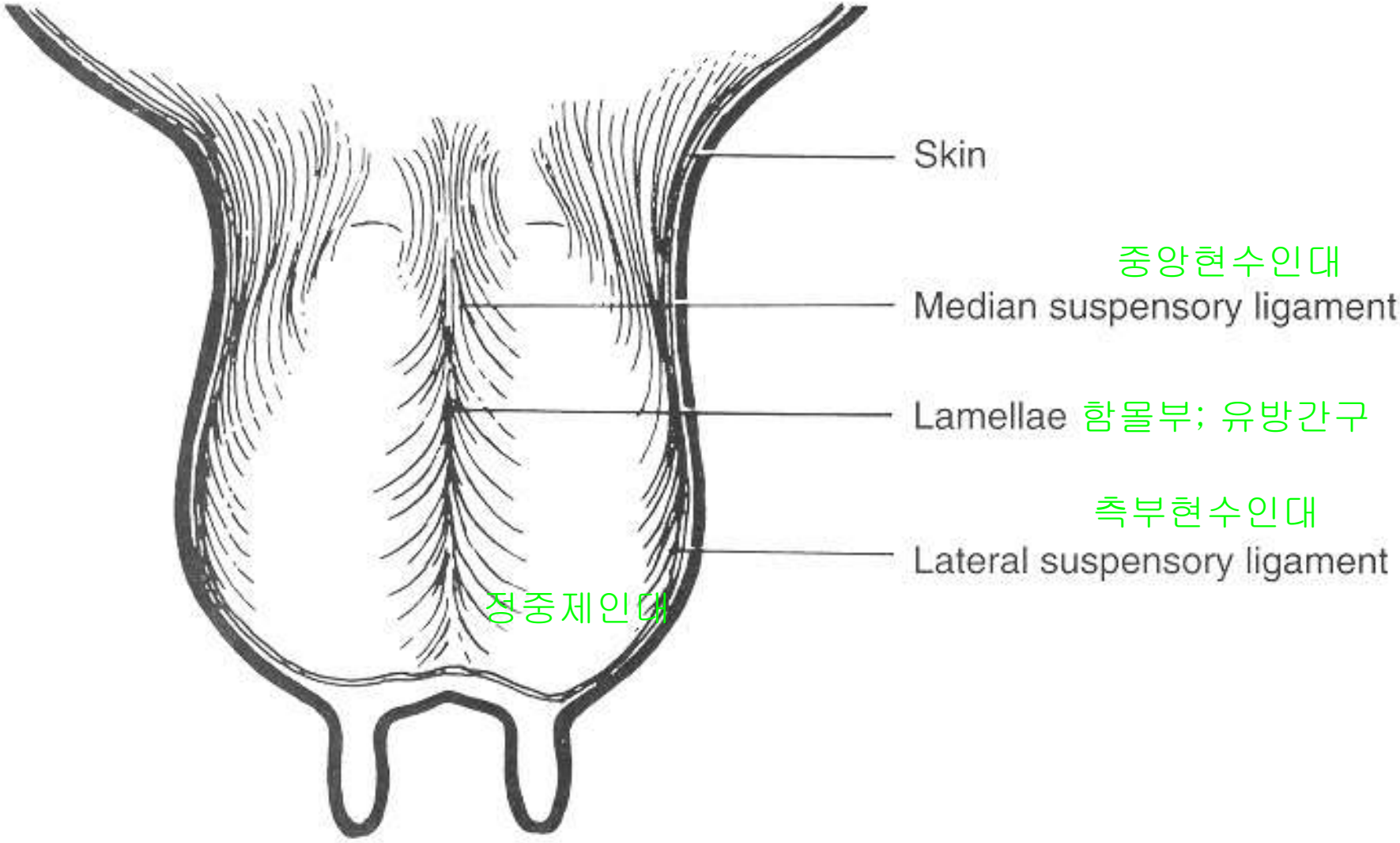


Figure 10–3 Diagram of a cross section of the supporting structures of the mammary glands of the cow as viewed from the rear.

10-1-2. Morphology; 소 유선의 형태학적 구조

※ 유선의 구성성분

① 지지조직

- 피부
- 인대 : Fig. 10-3
  - ·측부 현수인대(lateral suspensory ligaments); **외측제인대**
    : 탄력성이 없다. lamellae(관절조직의 결합층, 고유층)을 유방속으로 보낸다.
    간질조직(외곽구조)과 연결되어 있다. → 유방소엽 등 형성
  - ·중앙 현수인대(median suspensory ligaments); **정중제인대**
    : 탄력성이 강한 결합조직. 유방의 무게유지. 좌측유방과 우측유방으로 분리
    유방에 우유가 가득 차면 늘어났다가 다 짜고 나면 수축 한다.
- 결합조직 : **유선엽**(lobe)과 **유선소엽**(lobules)을 경계 지음.
  - · # **유선소엽**(lobules); **유선상피세포+유선포+유선포강**
    # 하나의 유선소엽 : 150~225개의 **alveoli(유선포)**를 함유하고 있다.

② 유즙합성에 관계된 조직; 유선포계 (alveolar system)

- Alveoli (유선포); 유즙을 합성하는 최소단위의 조직: Fig. 10-4
- 유선상피세포(분비상피세포); alveoli의 빈강속으로 유즙을 합성하여 분비시킴.
  즉, 혈중 대사물질을 유즙으로 전환시킴.
- 근상피세포; 유선상피세포덩어리를 둘러싸고 있음.
  옥시토신 호르몬에 의하여 수축이 되며 유방내 압력을 상승시켜
  유선포내의 유즙을 유관으로 밀어내는 역할을 한다.
- 모세혈관; 분비상피세포가 유즙을 합성하는데 필요한 유전구물질을 함유하고
  있는 혈액을 공급 (150~500 ml혈액/1 ml 유즙)

유선포 → 유선소엽 → 유선엽

유선포강 → 유즙이동 → 유관(duct)으로

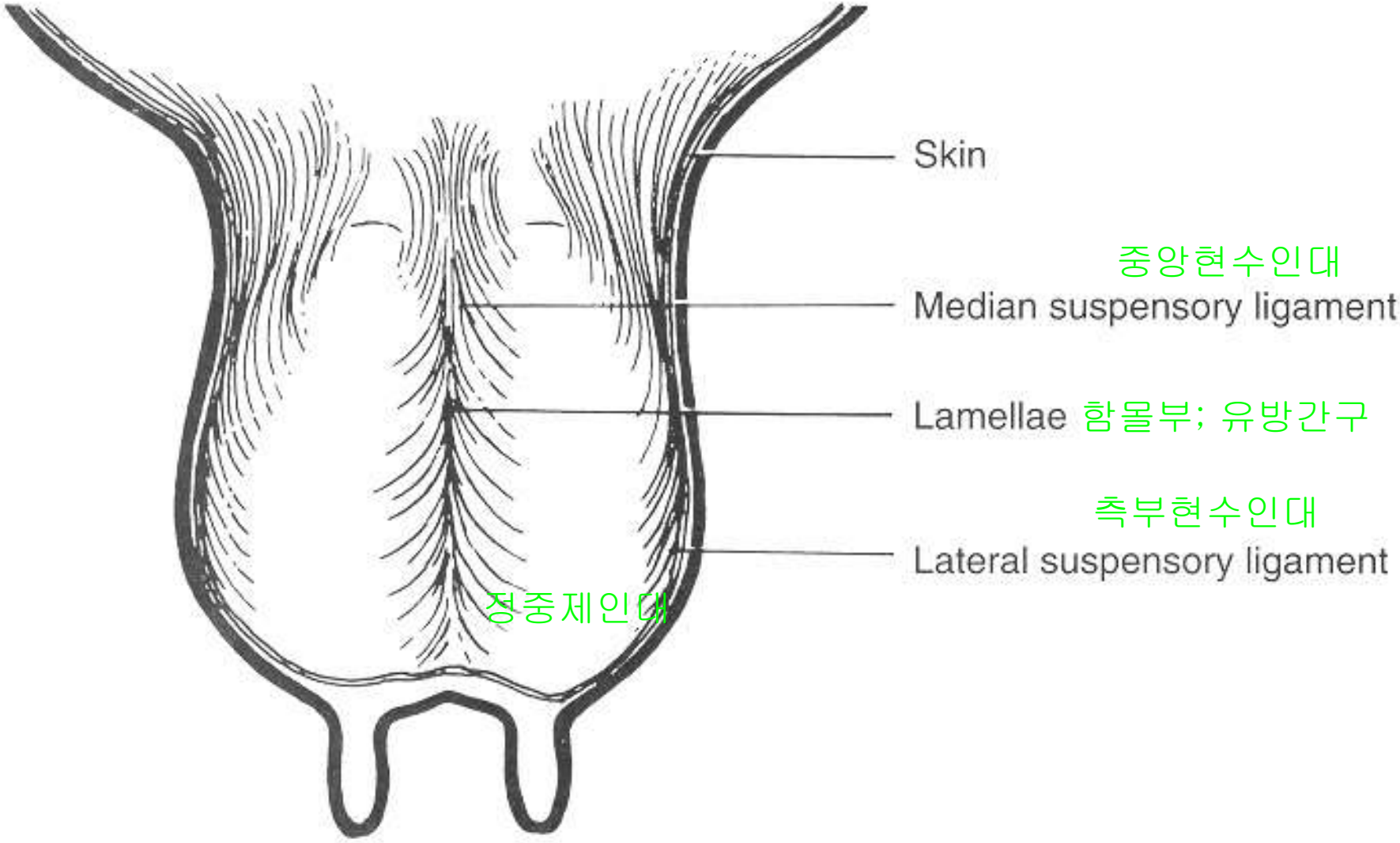


Figure 10–3 Diagram of a cross section of the supporting structures of the mammary glands of the cow as viewed from the rear.

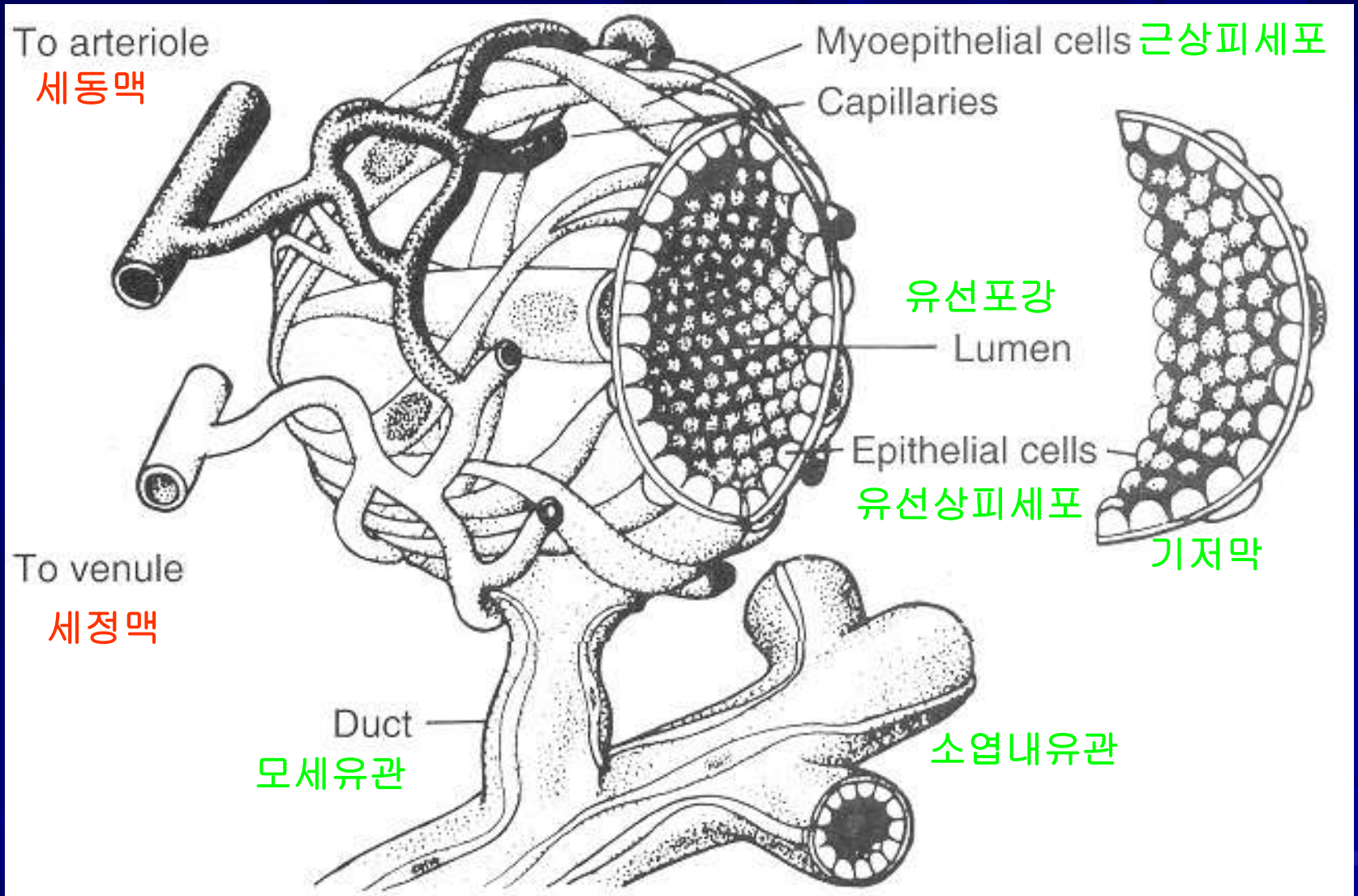


Figure 10–4 Diagram of alveolus showing lumen, epithelial cells, myoepithelial cells, and capillaries. 유선포

③ 우유의 이동에 관여하는 조직; 유선관계(duct system)

- 유선엽 – 유선소엽 – 유선포; 1개의 유선소엽에는 150~225개의 유선포 함유:

  Alveoli lumen (유선포 강)으로 부터 유즙방출 → ducts(세유관; 말단유관-소엽간유관-엽관유관) → major ducts(주유관; 15~20개/1 유선조) → gland cistern(유선조) → teat cistern(유두조) → teat meatus(유두관) → 유두공

- 유선엽; 약 150~225(200)개의 유선포가 집단을 이루어 유선소엽을 형성하고, 여러 개의 유선소엽들이 모여 유선엽을 형성함.
- 유선포에서 합성된 유즙은 말단유관(terminal duct)으로 흘러나와, 소엽간유관, 엽간유관과 주유관을 거쳐, 그 하부에 내강이 확장된 유관동이 있다.
- 젖소에는 유관동이 크게 확장되어 유선관의 말단에 있는 유선조로 유입된다.
- 유선조; 유선조직에서 합성된 유즙이 유관을 통하여 흘러나와 유방내에 저장되는 곳으로 유두조와 윤산추벽 상단부에 존재하는 기관이다.

  유선조는 15~20개의 주유관과 연결되어 있다.
- 유선조에 이어진 유두조가 유두의 내부를 차지하고 있다.
- 유두관 → 유두공

④ 근상피세포: 하나의 유선 소엽대에 있는 alveoli와 작은 세포관을 덮고있다.

- 옥시토신에 의하여 유즙방출을 위한 수축운동을 한다.

⑤ 유선의 혈액 공급 (혈액성분 → 우유성분으로 바꿈)

- 합성되는 우유에 대하여 통과하는 혈액의 양적 비율 = 400 : 1

  ⇒ 하루에 우유를 40ℓ생산 : 한번에 20ℓ씩 ⇒ 8000ℓ의 혈액 필요

- 소, 면양, 산양, 말 : 동맥 1, 정맥 2; 외음부 동맥, 외음부정맥과 피하정맥

- 돼지 : 동맥 2, 정맥 2; 외음부와 가슴(흉부)動脈, 외음부와 외부가슴정맥

-소에서 1 ml의 유즙(우유)를 생산하기 위해서는 150 ~ 500 ml의 혈액이 유방을 순환 하지 않으면 안 된다.

즉, 1일 40 ℓ의 우유를 생산(1일 2회 착유)하는 우수한 능력의 젖소에서는 혈액 20,000 ℓ 가 유방을 순환해야 한다.

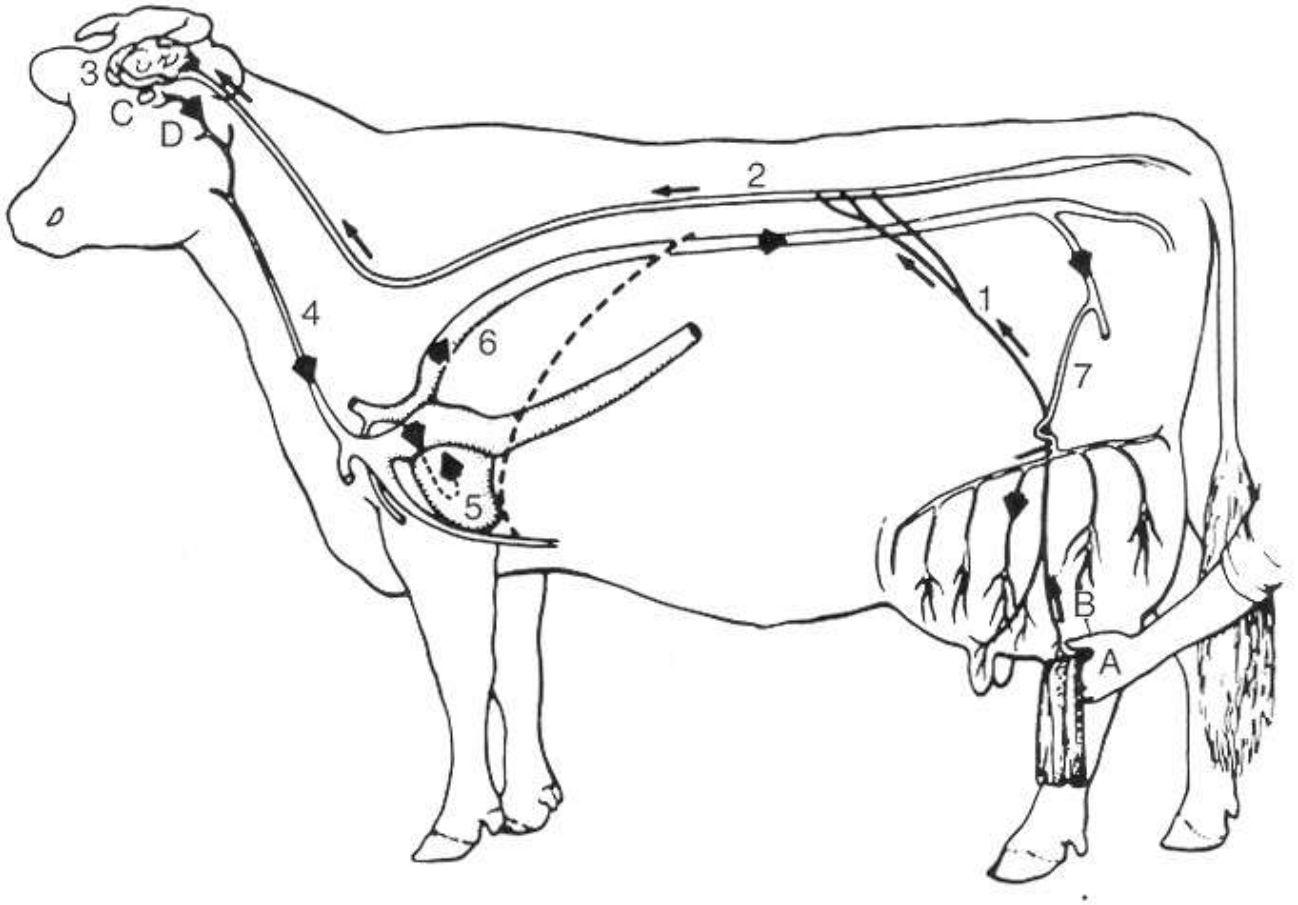


Figure 10–6 The neurohormonal reflex of milk ejection. The stimulus (A) that a cow associates with milking causes a nerve impulse (B) to travel via the inguinal nerve (1) to the spinal cord (2) and the brain (3). The brain causes the release of oxytocin (D) from the posterior pituitary (C). Oxytocin is released into a branch of the jugular vein (4) and travels to the heart (5) and is then transported to all parts of the body by the arterial blood. The oxytocin reaching the udder leaves the heart by the aorta (6) and enters the udder through the external pudic arteries (7). In the udder, it causes the myoepithelial cells to contract, resulting in milk ejection from the alveoli. (Schmidt. 1971. *Biology of Lactation*. W. H. Freeman and Co. Redrawn by permission of the author.)

➢**유방에 분포되어 있는 유선의 혈액공급**

1. **소, 면양, 산양, 말 : 동맥 1, 정맥 2; 외음부동맥, 외음부정맥, 복피하정맥**
2. **돼지 : 동맥 2, 정맥 2; 외음부동맥, 가슴(흉부)動脈, 외음부정맥, 흉부(가슴)정맥**

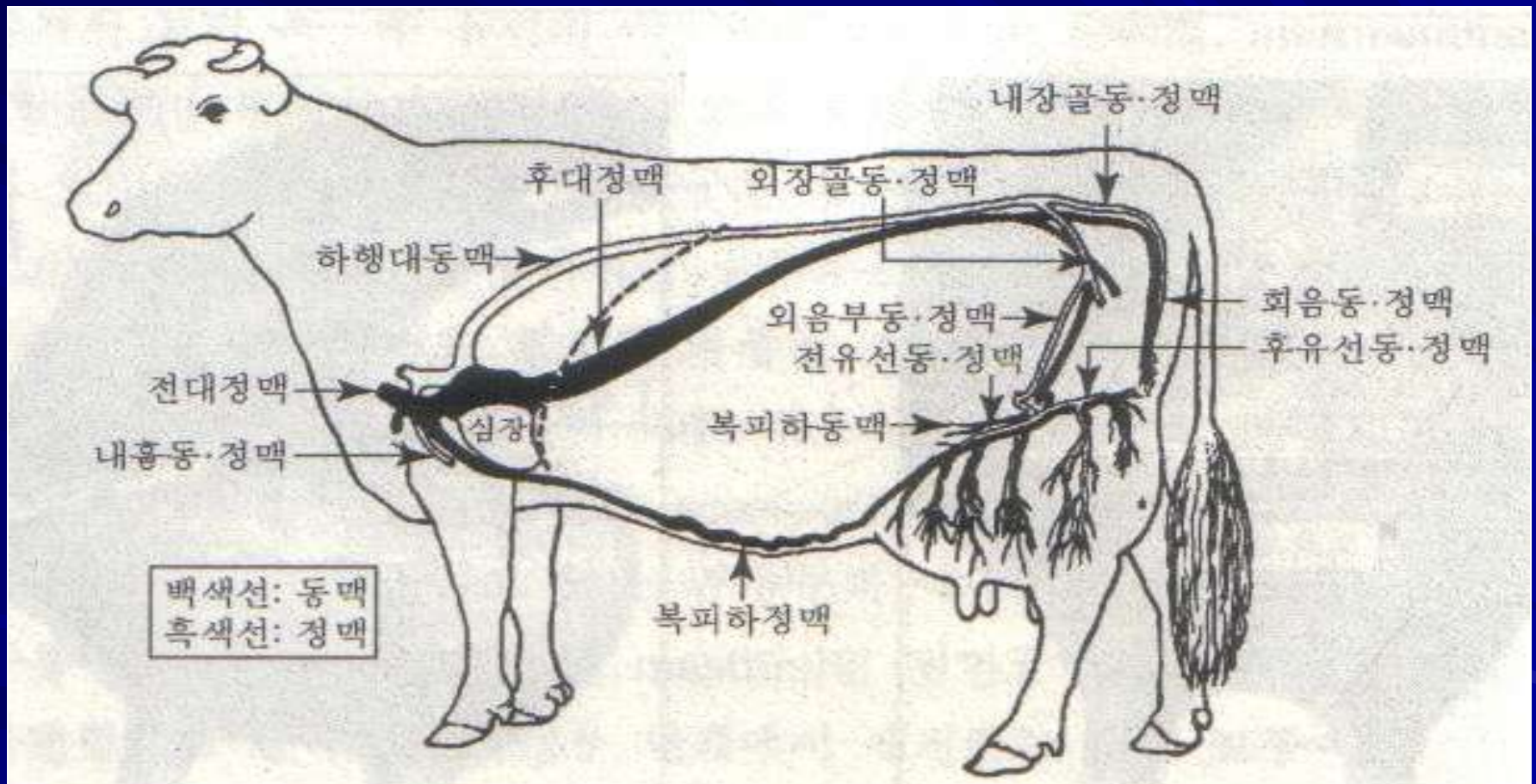


그림 6-12. 젖소 유방의 혈관계

유선관계(乳腺管系, Mammary duct system)

- 유선(mammary gland)의 분비조직인 유선포계(乳腺胞系, alveolar system)에서 합성·분비된 유즙(乳汁)을 유두(乳頭, teat)로 이끄는 유선관(mammary duct)을 총칭하여 유선관계라고 한다.
- 유선의 최소 분비단위인 유선포(alveolus)는 여러개가 모여서 유선소엽(mammary lobule)을 형성하고, 유선소엽은 다시 접합하여 유선엽(mammary lobe)이 되므로서 유선포계를 형성한다.

따라서, 유선관의 최초 출발점은 유선포에 연결된 **유선세관**(乳腺細管, mammary tubule)이며, 유선세관은 유선소엽 내에서 집합되어 **소엽내관**(小葉內管, intralobular duct)이 되고, 이것들이 모여서 유선소엽을 빠져 나온 다음, 다른 유선소엽에서 빠져 나온 소엽내관과 합쳐져서 **소엽간관**(小葉間管, interlobular duct)을 만든다. 유선엽에서도 같은 방법으로 **엽내관**(葉內管, intralobar duct)과 **엽간관**(葉間管, interlobar duct)이 형성된다. 이와 같이 유선포계를 빠져나온 **유선관**은 집합되어 강동(腔洞)이 있는 **유관동**(乳管洞, *sinus lactiferi*)을 형성하고, 이것은 **유두관**(乳頭管, teat canal)에 연결된다. 유관동은 유두부를 차지하고 있는 유관동유두부(乳管洞乳頭部, *pars papillaris*)와 유방내에서 유선관과 직접연결되는 유관동유선부(乳管洞乳腺部, pars glandularis)로 나눈다. 그러나, 동물의 종류에 따라 유선관의 집합정도가 달라서 유관동이나 유두관의 수가 다르다. 즉, 토끼는 6~8본의 유선관이 유두에 개구되어 있고, 돼지는 2~3개의 유두구(乳頭口, teat orifice)가 유관동에 연결되어 있는 반면에 래트(rat)와 마우스(mouse)에서는 모든 유선관이 모여서 유두에 하나의 유두구가 개구되어 있을 뿐이다. 소와 산양에서는 모든 유선관이 유방의 하부에서 모여서 하나의 강소(腔所)를 만드는데, 이를 **유조**(乳槽, cistern)라고 부른다. 유조는 유방의 하부에 위치하는 **유선조**(乳腺槽, gland cistern)와 유두의 내부를 차지하는 **유두조**(乳頭槽, teat cistern)로 구분한다.

- 한편, **유선관**은 위치하는 부위에 따라 구조와 기능이 다르다. 소엽내관 이하의 작은 유선관은 1층의 원주상피(圓柱上皮, columnar epithelium)와 기저막(基底膜, basement membrane)으로 되어 있고, 그 외측에는 관의 장축에 따라 근상피세포(筋上皮細胞, myoepithelial cell)가 배열되어 있다. 소엽간관도 구조 및 외관상으로는 소엽내관과 같지만, 내강에 종주추벽(縱走皺　, longitudinal fold)이 있어 내강의 모양이 둥글지 않다. 엽내관이나 엽간관 이후의 유선관은 2층 또는 그 이상의 상피세포층으로 되어 있다. 즉, 이들 유선관의 기저막 바로 위에는 입방세포층(cuboidal cell layer)이 배치되어 있고, 이것을 다시 원주세포층(columnar cell layer)이 덮고 있다. 이와 같이 2층 이상의 상피세포층을 가진 유선관은 분비능력이 없다.
- 젖소 유선의 모든 유선관과 유선조 및 유두조의 상피는 근상피세포에 의하여 덮여 있는데, 이것과 유선포의 근상피세포를 구별하기는 사실상 곤란하다. 이 근상피세포는 뇌하수체(腦下垂體, hypophysis)의 후엽에서 분비되는 옥시토신(oxytocin)에 특이적으로 반응하여 수축하므로서 유즙을 배출시킨다.

10-2. Hormonal Regulation of the Development and Function of the Mammary Gland ;유선의 발달과 기능에 관련되는 호르몬 조절

- **태아시절 유선아(싹)(mammary bud)**의 형성 :
  유선이 어떤 내분비 조절을 받는지 모른다?

- ① **유선대**(Mammary band) : 소의 경우 배아 30일, **체지아기**(體肢芽期, limb bud period)
  (**최초로 발견되는 유선의 발생원기**)
  상피세포의 두터운 부분으로 보임 →
  ② 태아기의 **유선선**(mammary line) → ③ 태아기의 **유선능**(稜)(mammary crest); 도툼하다 → ④ **유선소구**(소융기)(mammary hillock); 툭 튀어 나옴 →
  ⑤ **태아기**의 **유선아** (mammary bud); 제법 큼

유선(乳腺, Mammary gland, Lactiferous gland, *Glanduala mammaria*)

-유선은 한선(汗腺. sweat gland)이 변형된 피부선(皮膚腺, skin gland)의 일종으로서, 포유동물만이 가지는 특유의 비유기관이며, 임신중에 현저히 발달되고, 분만후에는 유즙을 분비하는 외분비선(外分泌腺, exocrine gland)이다.

-유선은 형태학적으로는 복합관상포상선(複合管狀胞狀腺, compound tubuoalveolar gland)에 속하며. 분비세포의 분비양식을 기준으로 하면 이출분비선(離出分泌腺, apocrine gland)에 속한다(관상포상선 및 이출분비선 참조).

-유선은 태아가 체지아기(體肢芽期, limb bud period)의 후기에 이르면 발생되기 시작하는데, ① 이 시기에 앞·뒤 체지아의 사이에서 복정중선의 양측으로 선상(線狀)의 피부주름, 즉 **유선**(乳腺, mammary line)이 발생되고, ② 이 유선은 비후되어 **유선능**(乳腺稜, mammary crest)을 형성하며, ③ 유선능은 몇 곳만이 부분적으로 비후되고 나머지는 소실되어 **유선소구**(乳腺小丘,mammary hillock)로 되고, ④ 유선소구는 크기가 증대되어 구형(球形)을 나타내면서 **유선아**(乳腺芽, mammary bud)로 발달되며, ⑤ 유선아는 **유두구**(乳頭口, teat orifice)가 될 **유점**(乳點, mammary pit)을 제외하고는 모든 부분이 간엽조직(間葉組織, mesenchymal tissue)내로 발육해 들어간 다음, ⑥ 이어서 유선아의 밑에 있는 간엽조직이 왕성하게 분열·증식하여 유선아를 체표면의 위쪽으로 밀어 올리는 동시에, ⑦ 유점에서부터 **유선아의 형성층**(形成層)이 분열·증식하여 간엽조직을 뚫고 안쪽으로 신장하여 **제1차선아**(第一次線芽, primary sprout)를 형성하며, ⑧ 제1차선아는 **제2차 및 제3차선아**로 계속 분지하여 **유선관계**(乳腺管系, mammary duct system)의 발생을 완성시키고, ⑨ 유선관계의 말단에서 **종아**(終芽, end bud)가 형성되어 **유선포계**(乳腺胞系, mammary alveolar system)로 발달되므로서 **유선의 발생이 완성**된다(유선 참조).

-위와 같은 유선의 발달과정은 태생기(胎生期, fetal period)의 과정을 제외하고는 호르몬(hormone)의 지배하에 이룩되는 것인데, 특히 **유선관계의 발달은 에스트로겐(estrogen), 유선포계의 발달은 프로게스테론(progesterone)의 지배**를 받는다.

-발달과정이 완료된 유선에서 유즙분비조직의 최소단위는 **유선포**(乳腺胞, mammary alveolus)인데, 이것은 유선관계의 말단에 형성된 소포(小胞)로서. 단층의 분비상피세포(分泌上皮細胞, secretort epithelial cell)가 내강을 피복하고, 그 외측에 근상피세포(筋上皮細胞, myoepithelial cell)가 불규칙하게 배열된 구조물이며. 내강은 유선세관(乳腺細管, milk tubule)과 연결되어 있다. 이와 같은 유선포가 여러개 모여 결합조직(結合組織, connective tissue)에 피복되므로서 **유선소엽**(乳腺小葉, mammary lobule)이 되고, 다수의 유선소엽이 모여 **유선엽**(乳腺葉, mammary lobe)을 구성하고 있다.

-이와 같이 유선의 분비조직이 모이면서 유즙을 배출하는 **유선관**(乳腺管, mammary duct)도 점점 굵어져 마지막에는 **주유관**(主乳管, majaor duct)이 되고, 그 하부에는 내강이 확장된 **유관동**(乳管洞, mammary cistern)이 있다. 젖소에서는 유관동이 크게 확장되어 유선관의 말단에 **유선조**(乳腺槽, gland cistern)가 있고, 유선조에 이어진 **유두조**(乳頭槽, teat cistern)가 유두의 내부를 차지하고 있다. 한편, 유선은 분만과 더불어 유즙을 분비하는데, 이는 **뇌하수체**(腦下垂體, hypophysis)의 **전엽**에서 분비되는 **프롤락틴**(prolactin)에 의하여 유발된다. 그러나, 동물의 종(種)에 따라서는 프롤락틴과 더불어 부신피질자극호르몬(adrenocorticotropin), 성장호르몬(growth hormone) 및 갑상선자극호르몬(thyrotropin)도 비유를 유기시키는 데 중요하게 작용한다.

10-2-1. Mammary Development; 유선의 발달

A. 태아시절 : 유선아(bud) → 제1차 유선아(primary sprout); 첫 우유분비조직이 만들어 지는 시기(90일경) → 제2차 유선아(secondary sprout) → 제3차 유선아(tertiary sprout)

Hormonal regulation: Not completely understood:

but by PRL synergizing with insulin, adrenocortical steroid hormones and P_4

: (prolactin, insuline, ASH, progesteone)

B. From birth to pregnancy; 출생에서부터 임신까지

지방조직만 가득 차 있다가 커가면서 지방조직 대신 관조직으로 발달 : 유선관계

성성숙 전 3개월부터 성성숙 후 몇개월 동안 ⇒ estrogen의 주기적 폭증에 의해 유선관 발달

C. During pregnancy; 임신기간 동안

a. 유선관이 본격적으로 발달 : estrogen에 의해; 유선관계

b. Alveoli의 발달 : progesterone과 estrogen의 협동작용; 유선포계

c. 유즙합성을 위한 유선조직의 준비 : progesterone, estrogen, PRL, GH, insulin, thyroxine, cortisol 공동의 협동작용

d. other hormones : Placental lactogen : For development of mammary tissue

e. Actual milk secretion; 실제로 우유를 만드는데 주된 작용

: 임신기간 동안 progesterone은 높은 농도로 계속적인 유선조직 준비작용

10-2-2. Milk Secretion; 우유의 합성(분비)

⇒ 유선포 공진의 Alveolar에 만들어 놓은 것

Lactogenic hormone

a. 우유합성의 개시 : 주로 prolactin이 주된 작용; 뇌하수체전엽의 최유호르몬

⇒ 포유자극에 의해 thyroxine과 insulin 방출 → GH, cortisol이 포유자극과의 공동작용으로 prolactin을 방출시킴

b. 비유의 유지

1) 포유작업과 착유작업 : 분만(포유)후 2개월 정도에 우유량이 최고로 생산, 그 후의 착유에 있어서는 prolactin보다 growth hormone(성장호르몬)이 더 중요한 작용을 한다.

2) 영양공급의 적절한 수준은 비유의 유지를 위해 필수적이다.

- 비유는 모체의 체내에 저장된 영양분을 소모하면서 진행된다.

3) 유선조직의 퇴행 : 포유, 흡유, 착유가 중단되면 유선여포의 상피세포가 없어지거나 퇴행 → 지방세포와 결합조직이 훨씬 많아지고 → 결국 관조직 (duct system)만 남게 된다.

※ 12시간 간격으로 하루 2번 착유; 유선조직 퇴화방지에 중요(중요한 낙농기술)

아침우유 多, 저녁우유 少

c. 돼지의 무유증(Agalactia; 완전히 비유에 실패) or 저유증(hypogalatia: 불완전한 젖분비) : 돼지의 경우 분만 후 3일간 우유(초유)가 나오지 않는 문제점.

1) MMA ; Mastitis(유방염), Metritis(자궁내막염), Agalactia(무유증)에 의한 복잡한 상태

2) 만일 가축의 체온이 올라가면, 항생제와 oxytocin을 즉각 주사.
만일 효과가 없으면 즉각 포유중인 다른 모돈에 위탁포유를 시키거나,
신생 자축에 인공포유를 시킨다.

3) 효과적인 예방책은 없다. 실내환경 온도를 적당히 한 상태에서 포유.
⇒고온환경 피하라(여름철에 새끼를 낳은 돼지에 주의하라).

4) 신생자돈의 최적환경 온도는 29~35℃ (최소 >25 ℃)

#새끼돼지는 분만후 48시간 이내에(길게는 3~4일) 유두순위(순서)가 결정된다.

유즙의 생합성

1. 유즙(乳汁. Milk)은

- 암컷 포유동물의 유선(mammary gland)에서 생산·분비되어 새끼의 영양 및 수분의 공급원으로 이용되는 액상물로서, 카제인(casein), 유청단백질, 지방, 유당, 무기물 및 비타민 등 각종 영양소가 함유되어 있다.
- 동물종에 따라서 서로 다른 서식환경, 생태, 출생시 새끼의 발육정도 및 출생후의 영양소 요구량 등에 대응하기 위하여 유즙의 성분이나 함량도 동물종에 따라 매우 다르다. 즉, 수생(水生) 또는 한냉지에 서식하는 동물에서는 지방의 함량이 높고(종에 따라서는 50% 정도), 유당 함량은 낮다. 또한 새끼의 발육이 빠른 동물에서는 일반적으로 단백질의 함량이 높다.
- 같은 종의 동물에서도 비유기의 진행이 수반하여 유즙의 조성이 달라져 초유(初乳), 상유(常乳) 및 말기유의 성분이 다르다. 분만직후의 유즙, 즉 초유는 면역글로부린(immunoglobulin)의 함량이 높은데, 이는 어미로부터 새끼로의 항체 이행 경로로서 중요하다.
- 상유로 부터 말기유로 이행되는 과정에서는 일반적으로 단백질, 지방 및 무기물의 함량은 증가되는 반면 유당(lactose) 및 칼륨(K)의 함량은 감소되는 경향이 있다.

2. 유즙의 생합성

- 유즙합성의 장소는 유선포(alveolus)이다.

-Prolactin (PRL)이 유선포의 분비상피세포 內 골지체(Golgi apparatus)와 미토콘드리아의 유선합성효소계를 자극하여 지방·단백질·유당 등 유즙성분을 합성하는데, 혈액으로부터 **造乳物質**(precursor, **전구물질- 포도당, 아미노산 등**)이 유즙생산공장인 유선포분비상피세포로 보내져 그 세포내에서 대사경로를 거쳐 그 동물의 혈액성분과는 다른 유즙을 합성하게 된다.

-세포 내에서 합성된 유즙은 세포막을 통해 유선포강으로 방출되어 고이고, 양이 증가됨에 따라 내압이 상승하면 분비활동이 둔화된다.

-따라서, 유즙분비를 촉진하고 유량을 많이 얻으려면 흡유나 착유를 자주하여 유선포강내에 잔존유(residual milk)를 없게 하여 내압이 낮은 상태로 유지시켜 주는 동시에 혈액순환을 촉구하여 조유물질이 풍부하게 함유된 혈액의 공급을 많게 해야 한다.

-대체로 **체내 혈액의 약 3.7%가 유방을 통과**하며, 유방에서 심장을 거쳐 다시 유방으로 **한번 순환하는 데에는 약 52초** 걸리는데, 이것이 조유물질의 공급량과 공급속도이다.

유즙분비(乳汁分泌, Milk secretion)

- 유선포(mammary alveolus)의 분비상피세포에서 일어나는 유즙의 합성과 합성된 유즙이 유선포강으로 방출되는 과정을 유즙분비라고 하며, 유선포강내의 유즙은 유즙의 이동과정을 거쳐 체외로 배출(유즙방출, 유즙배출)되는데, 이 두 과정을 합쳐서 비유(泌乳, lactation)라고 한다.
- 유선포의 분비상피세포는 혈액으로부터 포도당이나 아미노산과 같은 전구물질을 받아 유당(lactose), 카제인(casein), 락토알부민(lactoalbumin) 및 락토글로부린(lactoglobulin) 등과 같은 유즙 특유의 성분을 합성 하기도 하고, 면역글로부린(immunoglobulin), 혈청단백질, 무기물 및 비타민 등을 혈류로부터 흡수하여 그대로 유즙중으로 이송되기도 한다.
- 비유기의 유선에서는 전구물질을 공급하고, 유즙생산에 필요한 에너지를 공급하기 위하여 혈류의 흐름이 현저히 증가된다.

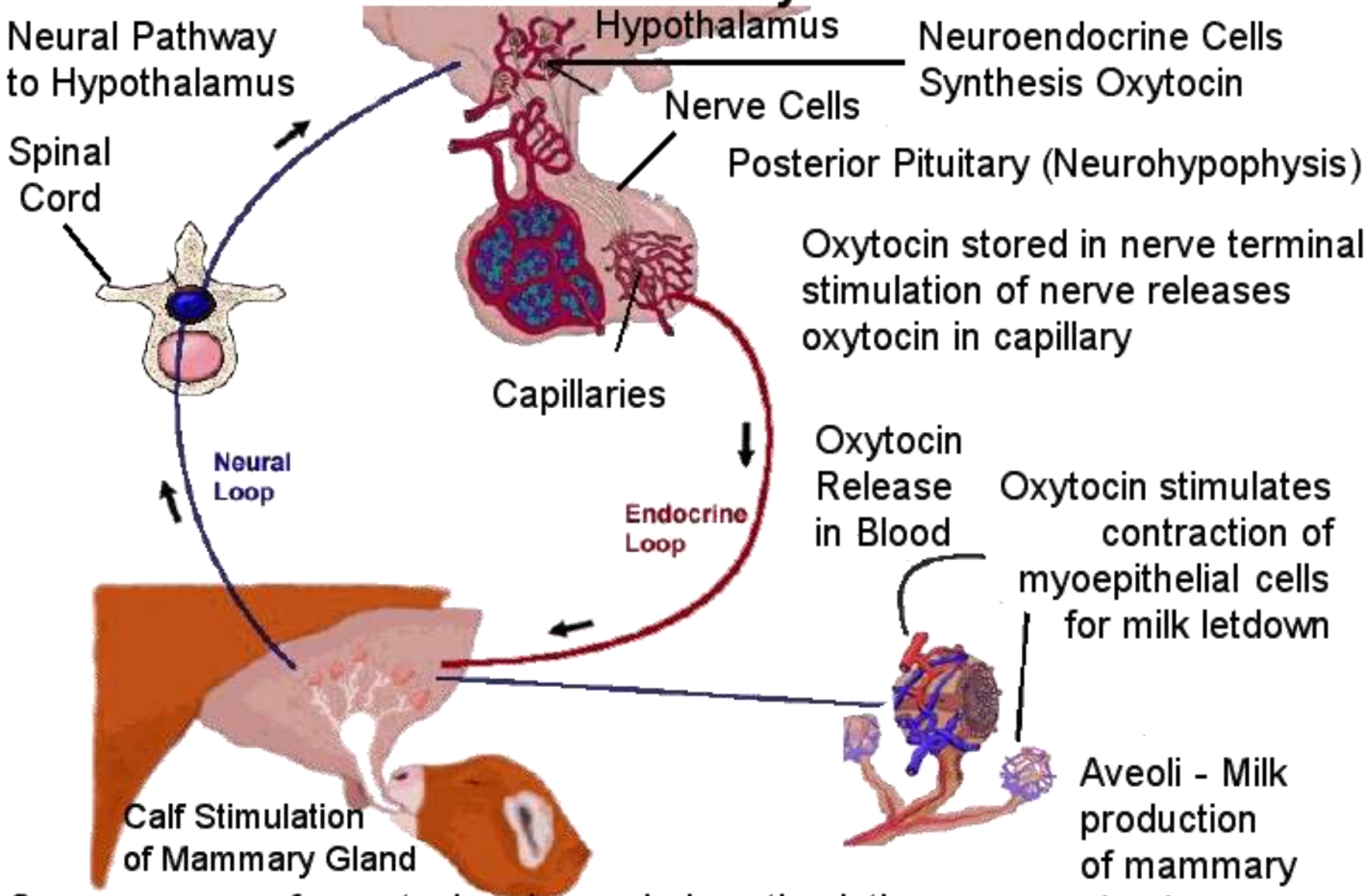
10-2-3. Milk Ejection; 유즙방출 (Let-down of milk : 우유내리기, 유즙하강)

a. 포유, 유두 마사지, 자축이 가까이 있음, 비유와 관련된 소리 or 냄새 →
감각신경 → 시상하부 → 뇌하수체 후엽 : oxytocin 방출 → 동맥순환에 의해
alveoli의 근상피세포와 작은관의 수축운동을 촉진시킴 → 우유를 아래로 밀어냄

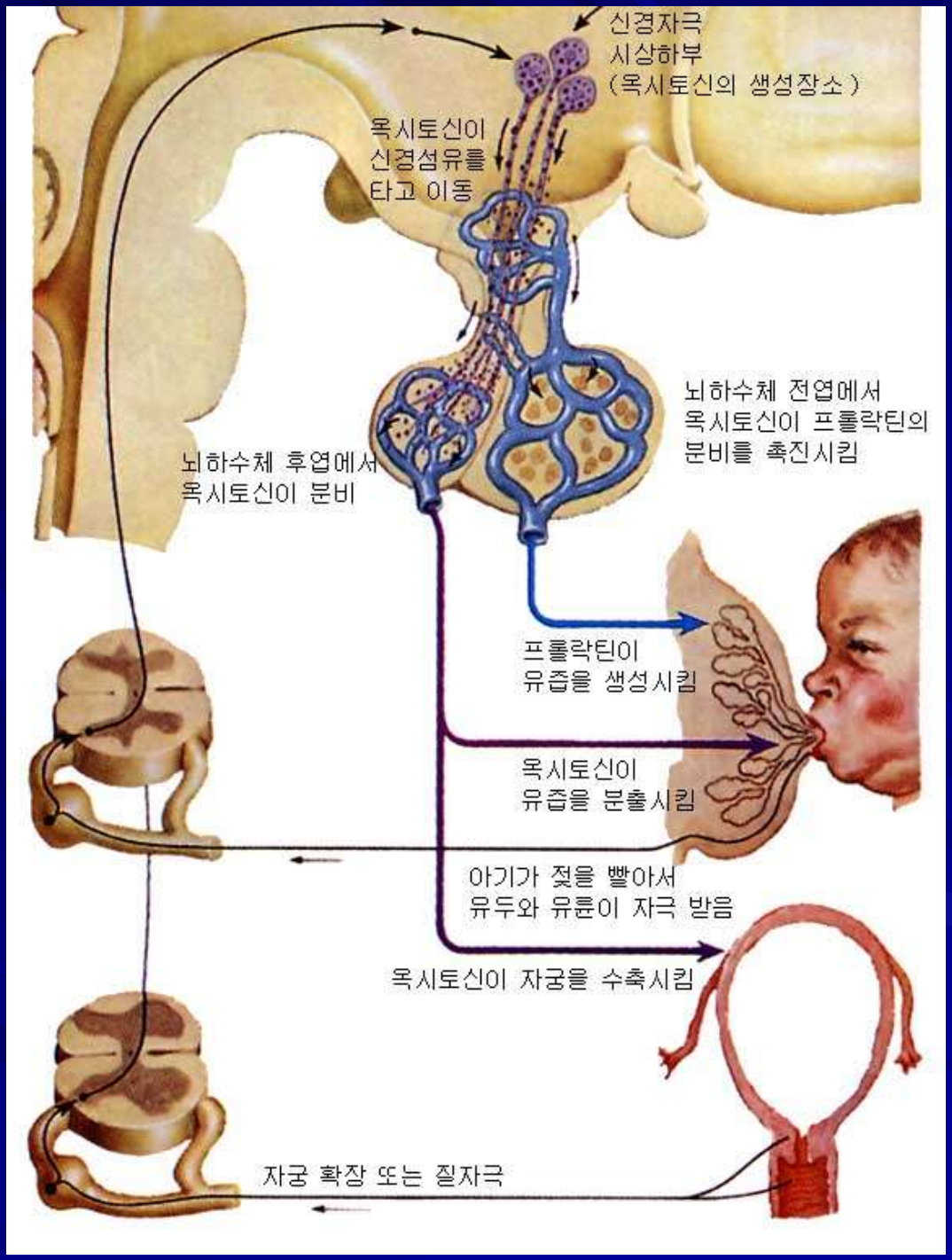
b. 유즙방출의 억제 : 흥분상태 → 부신수질; epinephrine(아드레날린) 방출 →
정맥과 동맥의 작은 혈관을 수축시킨다 →
① 근상피세포에 도착하는 oxytocin의 양을 차단(방해),
② 뇌하수체 후엽으로부터 방출되는 oxytocin의 양도 억제,
③ 결국 유즙방출 억제

#아드레날린; 부신수질에서 분비되어 지방분해를 촉진하고 쇼크, 경악, 공포감 등을 느낄때마다 머리가 서는것, 안면창백, 동공확대 등과 같은 일련의 반응은 adrenalin의 대량분비에 의해서 유발된다.

Neuro-Endocrine Pathway for Milk Let-Down



Same response for oxytocin release during stimulation of cervix through parturition, AI, and clitoral response


신경자극
시상하부
(옥시토신의 생성장소)
옥시토신이
신경섬유를
타고 이동
뇌하수체 전엽에서
옥시토신이 프롤락틴의
분비를 촉진시킴
뇌하수체 후엽에서
옥시토신이 분비
프롤락틴이
유즙을 생성시킴
옥시토신이
유즙을 분출시킴
아기가 젖을 빨아서
유두와 유륜이 자극 받음
옥시토신이 자궁을 수축시킴
자궁 확장 또는 질자극

유즙하강(乳汁下降, Milk let-down)

-유선포의 근상피세포(myoepitherial cell)가 수축하여 유선포를 밖에서 압박하므로서 유방의 내압이 급격히 상승하여 유즙이 유선관을 타고 유두쪽으로 흘러내리는 현상을 말하며, 유즙배출의 직전 단계이다.

- 유즙의 하강은 신경계와 내분비계의 공동작용으로 일어난다.

즉, 흡유자극이나 착유자극을 비롯한 신경자극이 척수신경을 타고 시상하부에 도달되어 시상하부의 실방핵과 시삭상핵을 자극함으로서 옥시토신(oytocin)의 합성을 촉진한다. 이 옥시토신은 뇌하수체후엽으로 이행되고, 이어서 혈류중으로 방출되는데, 혈류를 따라 유선으로 운반되어 근상피세포를 수축시킴으로서 유즙의 하강을 유발한다.

-유즙을 배출하고 있는 동물을 놀라게 하면 유방의 내압이 떨어져 유즙의 방출이 저해된다. 이것은 동물이 놀라게 됨에 따라 부신수질에서 에피네프린(epinephrine, adrenalin, 아드레날린)이 분비되고, 이 에피네프린은 혈관을 수축시켜 유방으로 가는 혈액량을 감소시키므로서 근상피세포를 수축시키는 데 충분한 양의 옥시토신이 유방에 도달되지 못하기 때문이다.

유즙(유성분)의 방출(배출)

- 분비상피세포가 유성분인 乳蛋白이나 乳脂肪 등을 방출하는 기구의 3가지의 형태.

1. 全分泌型(holocrine type); 분비상피세포 자체가 완전히 파괴되어 그 내용물과 함께 분비되는 형태이다. 유즙 중에 함유되어 있는 세포질파편이나 핵은 이러한 분비형태의 존재를 입증하는 좋은 자료가 된다. 그러나 유우의 경우 단위시간에 분비되는 유량을 생각할 때 이러한 분비는 그다지 중요한 의미가 없을 것으로 생각된다.
2. 離出分泌型(apocrine type); 생성된 유성분이 세포첨부(細胞尖部)로 이행하며 그 곳에서 세포막이 파괴되어 乳成分만이 방출되는 분비형태를 말한다. 물론 이 경우에는 소량이나마 세포질의 일부도 방출되는 수가 있다. 牛乳의 성분은 주로 이 형태에 의하여 방출되는 것으로 알려져 있다.
3. 部分分泌型(merocrine type); 세포막에 대해서는 하등의 손상도 입히지 않고 일종의 확산(diffusion)에 의하여 유성분이 방출되는 분비형태를 말한다.

유즙분비 → 유즙하강 → 유즙배출(배출)

고름우유는 너무 과장된 표현입니다

우유를 짤 때 함께 나오는 **젖소의 유방내 세포의 수** 를 말하며 이 세포들은 염증에 의하여 떨어져 나오는 것이기 때문에 일부 사람들이 고름우유라 칭한 것 뿐입니다. 이 세포를 **체세포**라 부르는 것이 정확합니다.

소의 유방내로 병원성세균이 침입하게 되면 유방조직에 염증을 가져오며 이러한 상태를 **유방염**이라고 부른다. 이와 같이 유선조직의 염증상태로 인하여 우유중에는 소위 말하는 `**체세포 수**'가 증가하게 되는 것이다. 이에 따라 체세포수를 측정함으로써 유방염을 진단하는 기술은 세계적으로 가장 널리 이용되고 있는 것이다. 현재 선진낙농국가에서는 이미 오래전 부터 체세포 수 측정법에 의한 유방염진단 및 등급제를 실시하고 있어 우유의 위생적인 측면에 높은 관심을 기울이고 있는 실정이다. 따라서 **원유중 함유 체세포수를 줄이는 길이 일등급원유를 생산하는 길** 이며, 이 같은 **일등급원유는 유방염을 없앰으로써 세균 및 체세포를 없애나가는 것과 직결되는 것**이다.

체세포는 젖소의 유선에서 미생물에 의한 염증반응시 필수적으로 증가하므로 체세포수와 유방염과의 관계는 떼 놓을 수 없는 관계이다. 체세포수 측정은 개체별 유두건강상태, 및 유방염의 발병 유무 등을 사전에 항상 점검할 수 있는 방법이다. 따라서 국제 낙농기구에서도 젖짜기전 우유 즉 **전유 1㎖당 체세포수 50만개를 기준으로 하여 유방염 감염유무를 판단** 한다고 규정하고 있다.

고름우유는 너무 과장된 표현입니다

고름우유란 없습니다.

젖소는, 유방염에 감염되어 고름이 나오는 임상형 젖소에서는 우유가 나오지 않으며, 유방염균을 가지고 있고 체세포수 (죽은 조직세포로 건강한 젖소에서도 나오는 상피세포나 백혈구, 임파구 등으로 구성)가 75만 마리가 넘는 준임상형 젖소에게서는 고름이 나오지 않으므로 고름우유란 존재할 수 없습니다??.

농림부가 정한 1등급 원유의 조건은 '세균수(혹은 체세포수)가 1ml당 10만 마리 미만'

10-3. Composition of Milk; 유즙의 성분, 새끼에게 먹이는 우유의 성분이 어떤가?

A. 우유의 성분 : 가축종에 따라 다르다; See Table 10-2, 10-3

Milk fat (%): Donkey(당나귀): 1.3%, Sow: 5.4%, Mare: 2.0%,

Ewe: 7.5%, Holstein cow: 3.6%, Rabbit: 12.2%,

Human: 4.5%, Bear: 31.5%, Jersey cow: 4.9%, Seal: 53.2%

B. 초유 : 정상적인 우유(상유)보다 단백질, 지방, 비타민 A, 광물질의 함량이 높다.
면역글로부린(immunoglobulin)의 함량이 높다.

C. 비유 후반기 : 유량은 작아지고↓ 유지방 함량이 증가↑

- 상유로부터 말기유로 이행되는 과정에서는 일반적으로 단백질, 지방 및 무기물의 함량은 증가되는 반면 유당(lactose) 및 칼륨(K)의 함량은 감소되는 경향이 있다.

D. During milk removal: 1회 착유중에 있어서

First milk: low fat , Last milk: high fat ;

처음 젖은 지방이 작고, 마지막 젖은 지방이 많다.

유즙의 생합성

1. 유즙(乳汁. Milk)은

- 암컷 포유동물의 유선(mammary gland)에서 생산·분비되어 새끼의 영양 및 수분의 공급원으로 이용되는 액상물로서, **카제인(casein), 유청단백질, 지방, 유당, 무기물 및 비타민 등 각종 영양소가 함유**되어 있다.
- 동물종에 따라서 서로 다른 서식환경, 생태, 출생시 새끼의 발육정도 및 출생후의 영양소 요구량 등에 대응하기 위하여 유즙의 성분이나 함량도 동물종에 따라 매우 다르다. 즉, 수생(水生) 또는 한냉지에 서식하는 동물에서는 지방의 함량이 높고(종에 따라서는 50% 정도), 유당 함량은 낮다. 또한 새끼의 발육이 빠른 동물에서는 일반적으로 단백질의 함량이 높다.
- 같은 종의 동물에서도 비유기의 진행이 수반하여 유즙의 조성이 달라져 **초유**(初乳), **상유**(常乳) 및 **말기유**의 성분이 다르다. 분만직후의 유즙, 즉 **초유**는 **면역글로부린(immunoglobulin)**의 함량이 높은데, 이는 어미로부터 새끼로의 항체 이행 경로로서 중요하다.
- 상유로 부터 말기유로 이행되는 과정에서는 일반적으로 단백질, 지방 및 무기물의 함량은 증가되는 반면 유당(lactose) 및 칼륨(K)의 함량은 감소되는 경향이 있다.

Table 10–2 *Species and breed differences in milk composition*

Species	Fat	Protein	Lactose	Ash
Horse	1.9	2.7	6.1	0.5
Sheep	7.5	7.0	3.5	0.9
Swine	5.4	5.4	4.7	0.9
Goat	4.1	3.3	4.1	0.9
Cattle				
Guernsey	4.7	3.6	4.8	0.7
Holstein	3.6	3.1	4.6	0.7
Jersey	4.9	3.7	4.8	0.7
Shorthorn	3.6	3.3	4.5	0.8

Table 10–3 *Comparison of the composition of colostrum with normal milk*

	Cow		Sow		Mare	
Constituent	Colostrum	Milk	Colostrum	Milk	Colostrum	Milk
Total solids (%)	23.9	12.9	20.5	16.9	25.2	11.3
Fat (%)	6.7	4.0	5.8	5.4	0.7	2.0
Protein (%)	14.0	3.1	10.6	5.1	19.1	2.7
Lactose (%)	2.7	5.0	3.4	5.7	4.6	6.1
Ash (%)	1.11	0.74	0.73	0.71	0.72	0.50

From G. H. Schmidt. *Biology of Lactation*. W. H. Freeman. 1971. By permission of author.

초유(初乳, Colostrum)

- **임신말기의 유선(mammary gland)내에 저류되어 있다가 분만을 계기로 단기간에 걸쳐 분비되는 특유한 유즙(乳汁, milk)**을 말한다.
- **초유는 면역글로불린(immunoglobulin, Ig)이 높은 농도로 함유되어 있다는 것이 최대의 특징**이다.
- **신생자의 혈액중에는 실질적으로 면역글로불린이 함유되어 있지 않은데, 초유를 먹음으로서 면역글로불린을 획득하여 병원균에 대한 저항성을 얻게 된다**.
- 한편, 초유는 상유(常乳, normal milk)에 비하여 카제인(casein)을 비롯한 단백질, 많은 종류의 무기물, 지용성비타민(fat soluble vitamin) 등의 함량이 높은 반면에, 유당(lactose)과 칼슘(calcium)의 함량이 낮다. 소에서는 분만후 4~5회의 착유로 유즙조성이 상유와 거의 같게 된다.