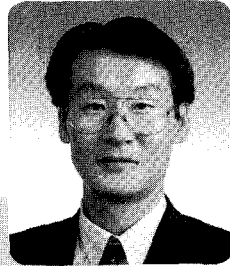


돼지인공수정(Ⅳ)



중문개량부 부장 김운식

수태지의 번식체계

수태지의 번식시스템의 완전한 이해는 인공수정에 있어 필수적인 부분이다. 양질의 정자와 정자 농축액을 평가할 수 있을 뿐만 아니라 수태지 번식문제점을 진단할 수 있는 지식이 필요할 것이다. 어떻게 수태지가 정자를 생산하고 보호하는지를 이해함으로써 인공수정 실험실에서의 제조과정이 이같은 생체과정을 가능한 유사하게 따라하도록 도와줄 수 있다.

암돼지군에서 수태지 역할은 암컷의 난소에 수정될 정자를 제공하는 것이다. 수태지는 주당 10-40마리의 미경산돈 또는 경산돈을 수정시기에 충분한 번식력있는 정자를 만들어야 한다. 이런 방식으로 할 때, 수태지 번식해부와 그 성적활동(성적충동)은 정상적이어야 한다. 또한 번식력을 낮추는 질병이나 타고난 장애가 없어야 한다.

수태지 번식체계를 구성하는 것은 무엇인가?

수태지의 번식체계는 다섯부분으로 되어있다.

- 뇌(brain)
- 뇌하수체(Pituitary gland)
- 정소(testes)
- 생식기관(tubular urogenital tract)
- 부선(accessory glands)

수태지가 번식력 있는 정자를 생성하기 위해 이들 다섯 부분은 모든 기능이 함께 이루어져야 한다. 대부분 이들 기능들은 생식호르몬의 정확한 균형에 의해 조절되며, 스트레스와 영양부족은 이 균형에 영향을 미치고 수태지의 번식력을 억제한다. 예를 들면, 급격한 스트레스는 사정량을 감소하면서 평활근 수축을 자극하고 사정을 촉진하는 옥시토신의 효과를 감소하거나 억제할 수 있다.

수태지는 또한 어떠한 자극을 주면 성적활동을 하도록 훈련받는다. 수태지가 교배전이나 교배중

에 흑사당하거나 스트레스를 받는다면 돼지의 성적활동이 불쾌하게되어 그의 성적충동이 감소하게 될 것이다. 적당히 훈련된 수돼지라면 성적충동이 정상적이거나 오히려 증가할 것이다. 한번 수돼지가 불쾌한 행위로 인식하면 그것을 고치는 것은 매우 어려울 것이다.

그래서 일반적인 육체적검사(번식강건성검사)는 수돼지 번식업무의 한 부분을 평가하는데 도움이 될 것이다. 수돼지의 습성뿐만 아니라 육안으로 확인할 수 없는 기능을 평가하기 위해 정액의 질도 관찰해야 한다.

수돼지가 인공수정에 사용할 정액을 생산하는데 얼마나 걸리나?

수돼지는 우수한 성능의 정소를 가지고 태어난다. 생후 1일된 수돼지의 혈액내에 testosterone의 농도는 성숙한 수돼지의 testosterone만큼 농도가 높다. 하지만, 생후 1일된 수돼지는 정자생산 능력이 없다. 생후 4주후 정소는 퇴행하고 상대적으로 활성이 떨어지게 된다. 생후 3개월에 정소는 다시 활성화되고 혈액내 testosterone의 농도는 생후 10개월 정도까지 계속 증가한다. 생후 4-5개월이면 세정관에서 성숙한 정자를 발견할 수 있지만, 수돼지는 일반적으로 생후 7-9개월 정도까지는 암돼지를 수정시키기에 충분한 정자를 생산하지 못한다.

성성숙전 어린 수돼지에서 성기는 포피로 둘러싸여있기 때문에 내밀 수 없다. 수돼지가 성숙했을 때, 호르몬은 포피가 융합되어 성기가 자유로울 때 정소에서 생산된다. 때때로 포피조직의 끝부분이 남아있게 되면, 이 조직은 수돼지가 사정할 때 성기의 끝이 포피 뒤쪽으로 구부러지는 원

인이 된다. 포피조직의 끝부분이 남아있다면, 수의사에게 자르도록 해야할 것이다.

정자세포의 구조와 구성성분

정자세포는 단독으로 난자에 수정되도록 특수화된 세포로 되어있다. 정상적인 정자는 꼬리와 머리를 가지고 있으며, 머리 윗부분은 acrosome(침체)이라 불리는 특수한 부분이다(그림2). 침체는 정자가 난자의 외막을 뚫고 들어가게 하는 효소를 가지고 있으며, 이 효소는 수정과정에 꼭 필요하다. 침체가 손상을 입으면 정자세포는 난자에 수정할 능력을 잃는다. 열이나 냉각충격은 침체에 손상을 입힐 수 있기 때문에 pH나 삼투압의 급격한 변화에 대해 정자의 노출은 피해야 한다.

특수현미경인 위상차 현미경으로 침체의 질을 평가할 수 있다. 침체의 형태가 정상인지 아닌지를 판단해야 한다. 침체가 불완전하고, 우툴두툴하거나 주름이 있다면 비정상적인 침체이다(그림3). 비정적인 세 가지 형태는 수정하기 위해 필요한 효소를 생산하는 침체의 능력을 억제하고, 이런 세 가지 특징중 한가지라도 가진 정자세포는 번식능력이 없다.

정자세포의 두부는 수정 시에 난자 안으로 유입되는 수컷의 유전정보(DNA)를 가지고 있다. 수정되는 동안, 수컷의 DNA는 새로운 자손의 유전형태를 형성하기 위해 암컷의 DNA와 결합한다. 정자세포 두부의 형태나 크기가 비정상이라면 정자는 난자에 수정될 능력을 상실할 것이다(그림3). 대부분 이러한 경우는 유전적인데, 비정상적 두부를 가진 정자를 10%이상 생산한다면 도태시켜야 할 것이다.

꼬리는 정자에게 운동성을 준다. 운동성은 정자세포가 자궁경부로부터 난관까지 이동하는데 얼마나 걸리는가를 보기보다는, 수정동안 난자 안으로 정자두부가 어떻게 들어가는가에 신경써야 한다. 그러므로, 비운동성인 정자를 가진 수태지는 번식력이 없다.

그림 1의 요약

1. 뇌(brain)

- 수태지의 외적, 내적 환경을 분별하고 습성과 생식과정을 조절한다.
- 수태지의 기억을 조절한다.
- 정자생산을 자극하고 조절하는 호르몬을 분비하여 번식과정을 조절하는 최초의 호르몬 기관이다.

시상하부(hypothalamus)

- 코(발정기 모돈의 냄새)로 지각, 눈(발정기의 모돈외형)으로 하여금 성적변화를 인식.
- 뇌하수체 전엽에서 분비되는 황체형성호르몬(LH)과 난포자극호르몬(FSH)의 분비를 조절하는 황체형성호르몬 방출호르몬(GnRH)을 분비한다.
- 부신피질분비를 조절하는 부신피질방출인자(CRF)를 분비한다. 어느 정도 스트레스를 받는 동안 고농도의 CRF의 분비가 증가되고, 정자생산은 감소될 것이며, GnRH의 분비는 억제될 것이다.

뇌하수체(pituitary gland)

전엽

- 황체형성호르몬(LH)과 난포자극호르몬(FSH)을 분비하고 정소의 간질세포를 자극한다.

후엽

- Oxytocin을 분비하여 연근을 수축시켜 사정시 정자가 음경으로부터 사정할 수 있도록 한다.

2. 계실(diverticulum)

- 유익한 목적 없이 쓰이는 것으로 보인다.
- 소변/정액으로 채워지며, 정자를 죽이는 액체를 분비한다.

3. 정소상체(the epididymis)

- 정소상체의 합입에 의해 형성된다.
- 정자 배출경로이다.
- 정자세포를 성숙시키고 화학물질을 분비한다.
- 정자는 정소상체 두부에서 농축된다.
- 정자는 사정전에 정소상체 미부에서 저장된다.
- 감염시 한쪽 정소가 부어오른다.
- 정소상체 감염은 수정을 떨어뜨리기 때문에 즉각 치료를 하여야 한다.

4. 부생식선(accessory glands)

- 사정액 양의 약 90% 가량을 구성하는 유동액이나 젤을 분비한다.
- : 적합한 pH와 염분균형을 유지한다.
- : 정자에 영양분을 공급한다.

정낭선(Vesicular Glands)

- 정액에 유동액을 분비하는 세 가지 부선 중의 하나로, 정낭선은 가장 많은 양의 액을 분비한다.

전립선(Prostate Gland)

- 정액에 유동액을 분비하는 세 가지 부선 중의 하나로, 가장 적은 양의 액을 분비한다.

요도구선(Bulbourethral Glands)

- 돼지의 요도구선은 다른 가축보다 훨씬 크다.
- 정액 교질물의 근원이다.

5. 음경(Glands penis)

- 많은 신경이 있으며 매우 민감하다.
- 암컷의 생식계의 압력과 온도에 의해 반응한다.
- 정상적인 사정을 위해 적당한 자극을 받아야 한다.
- 수태지가 성적으로 흥분되지 않을 때, 포피 속에 수축되어있다.

음경요도(음경유리부-Penile Urethra)

- 정액이 만들어지는 곳으로 성기 중앙을 지나 사정되는 곳 끝까지 정액을 전달하는 관이며, 또한 이 관은 방광에서 오줌을 운반한다.

6. 정소(Testes)

- 정자생산과 수컷의 행동을 나타내게 하는 주요 호르몬인 testosterone을 포함하여 여러 호르몬들을 생산한다.
- 정자를 생산한다.

세정관(Seminiferous tubules)

- 정자가 감수분열을 일으켜 정자를 생산하는 장소이다.

정소망(Rete testes)

- 정소에서 성기 밖으로 정자를 운반한다.

간질세포(Leydig cells)

- 정소에 공급되는 신경과 림프관 그리고 혈액이 산재되어 있다.
- 정원세포와 함께 testosterone과 다른 steroid 호르몬을 생산한다.

정원세포(Sertoli cells)

- 세정관안의 정자생성 세포사이에 분포되어 있다.
- 뇌하수체 전엽에서 난포자극호르몬(FSH)에 의해 조절된다.
- 뇌하수체 전엽에서 생산되는 난포자극호르몬(FSH)양을 조절하고 억제하는 호르몬을 생산한다.
- 발달중인 정자세포와 직접적으로 물리적 접촉을 통해 정자생산을 조절한다.

음낭(Scrotum)

- 정소를 함유한다.
- 정소를 차갑게 유지하기 위해 몸 외부에 달려있다.

7. 정관(Vas deferens)

- 정자가 사정될 때 빠르게 정자를 운송하는 단단한 근육의 관이다.
- 사정시에 호르몬(oxytocin과 prostaglandin F₂ α)과 반응하여 왕성하게 접촉한다.
- 정관절제는 몸밖으로 수송되는 정자가 없도록 각 정관을 자르고 매듭진다.

요부(골반)요도(Pelvic urethra)

- 정액과 오줌을 운반한다.
- 성적활동이 없는 수태지의 사정되지 않은 정자는 오줌과 함께 배설된다.

방광(Bladder)

- 정관과 가까이 연결된 요부요도안으로 흘러 들어 간다.

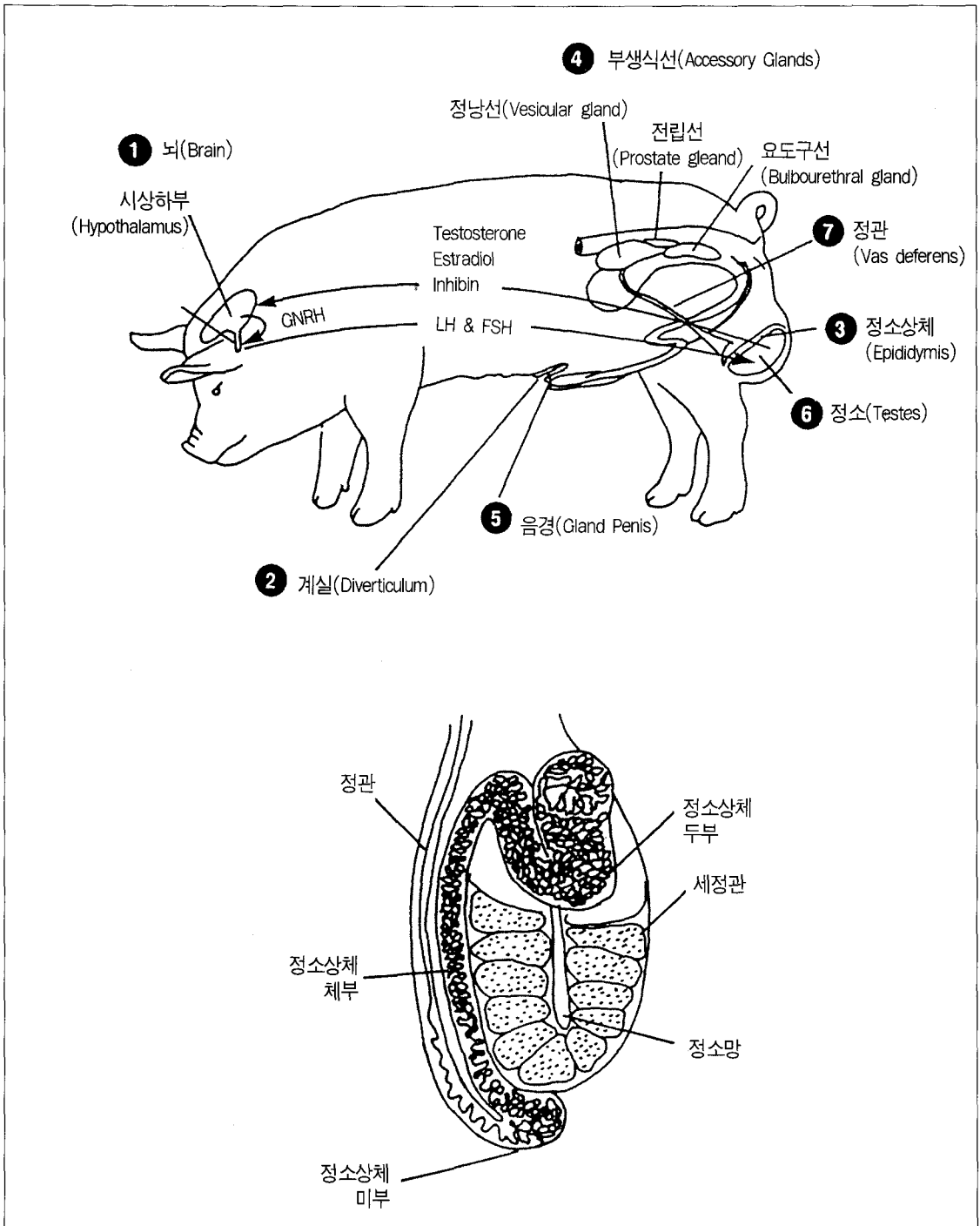


그림 1. 수돼지 번식체계 : 수돼지 정소

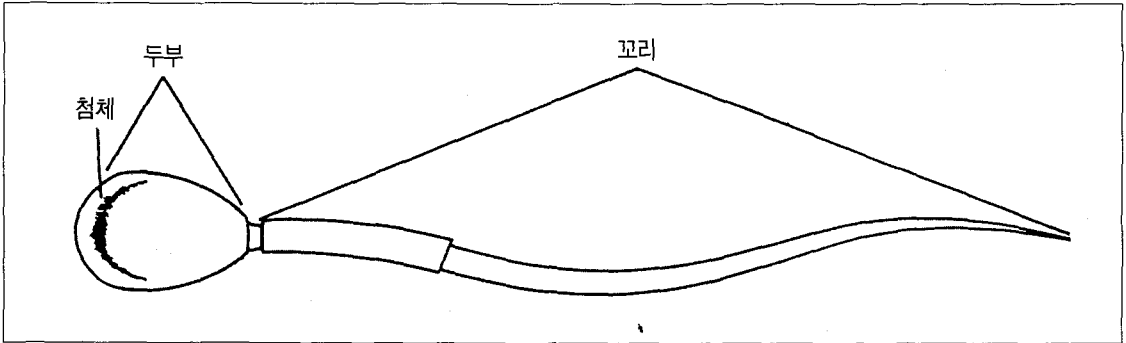


그림 2 정상적인 정자 형태

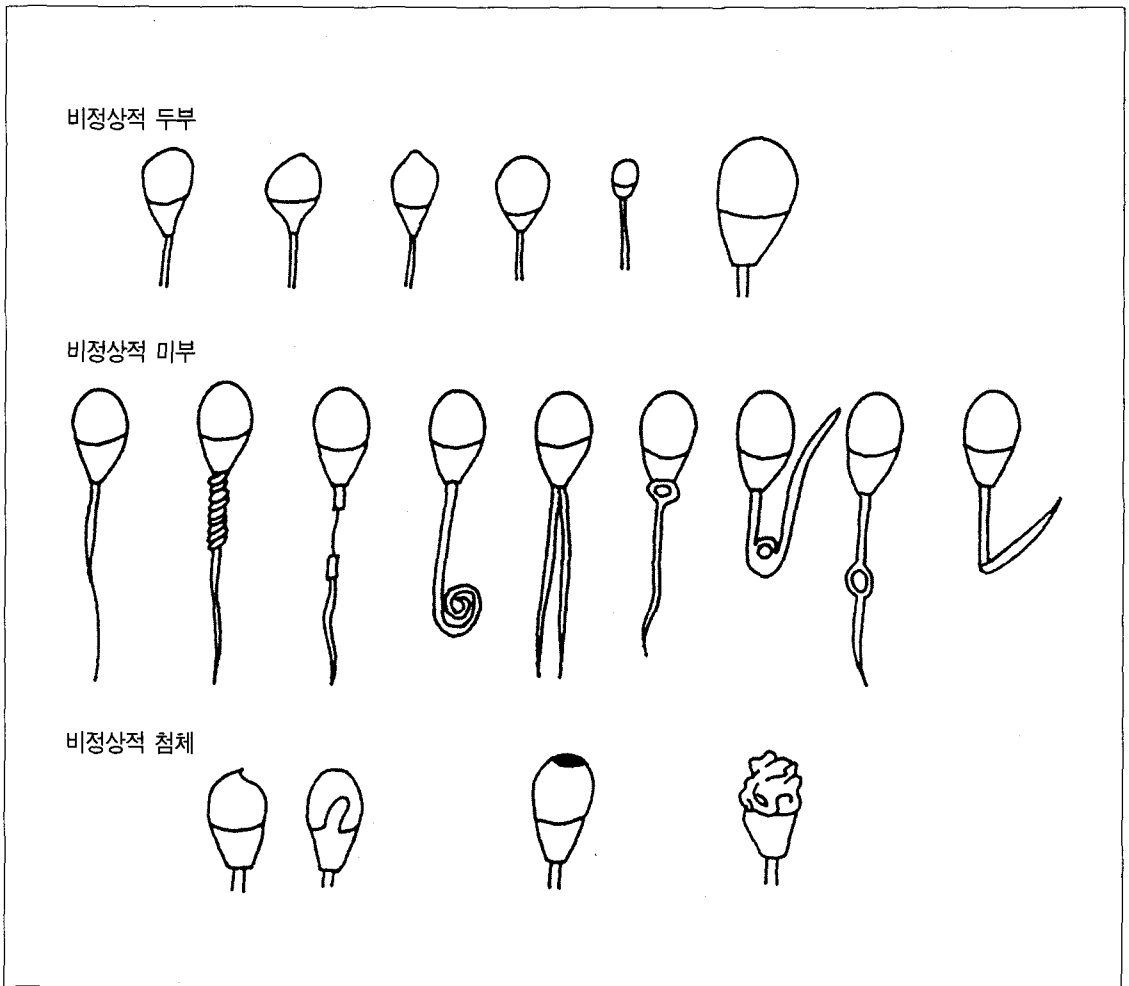


그림 3 일반적인 비정상 정자

운동성의 문제점은 유전적 결합의 결과일 수 있으며, 이러한 결합은 꼬인 미부, 두겹인 미부, 실 모양의 미부로 나타난다. 움직이지 못하는 정자는 잘못된 저장기술의 결과일 수 있다. 굵은 미부는 대개 정자가 열이나 냉 충격 또는 갑작스러운 pH의 변화에 의해 발생하고, 정자세포가 기계적인 스트레스나 삼투압의 심한 변화에 노출된다면 미부가 머리에서 떨어질 수 있다.

돼지들이 성숙되는 동안 세포질 소적은 정자를 발육시킨다. 세포질 소적은 너무 작으며, 정자세포의 두부와 미부의 접합부위 보다 아래에 위치하게 된다. 정자가 성숙함에 따라, 가장 먼저 이 세포질 소적을 섭취하며, 이것은 대부분 없어진다. 정자는 세포질 소적을 소비하기 전에 난자와 수정될 만큼 충분히 성숙하게 된다. 그래서 세포질 소적의 유무는 정자세포가 얼마나 성숙했는지를 알 수 있는 척도가 될 수 있다. 이 소적의 상태는 중요한데, 이것은 정자 두부의 형성, 정자가 난자와 수정할 수 있는 가능성을 제공한다.

성숙한 수태지(8개월이상)사정액에 세포질 소적을 가지고 있는 정자(20%이상)가 있다면, 수태지가 혹사당했다는 것을 알 수 있을 것이다. 성숙한 정자세포는 성숙할 수 있는 어린 정자세포보다 더 빨리 사정된다. 더 어린 수태지가 세포질 소적이 많은 정자세포를 가지고 있다면, 아직 성적 성숙기에는 도달하지 않았다는 것을 알 수 있다.

세포질 소적은 때때로 이동할 수 있으며, 그 소적들은 정자와 떨어지지 않고 정자에 남아 있게 된다. 그러한 정자가 비정상적이며, 난자와 수정할 수 없을 것이다.

왜 음낭에 있는 고환은 몸밖으로 나와 있는가?

정상체온은 정자의 생성을 억제하기 때문에 음낭에 있는 고환은 몸밖에 있는 것이다. 고환은 음낭피부의 증발작용과 복합도관체계에 의해 차갑게 되는데, 복합도관체계는 혈액이 고환으로 들어가기 전에 몸에서부터 혈액을 차갑게 하는 체계이다. 부가적으로, 외부온도에 맞게 조절하기 위해 몸에서 늘어나거나 오므라든다. 음낭은 일반적으로 고환을 격리하고 그것을 따뜻하게 유지하는 피하지방 침전물을 가지고 있지 않다.

어떻게 수태지는 정액을 생산하는가?

사정하는 동안 정소상체에서 배출된 정자는 수태지의 부생식선에서 분비된 유동액과 섞인다. 이 선들은 수컷생식계에서 암컷생식계로 정자를 수송하는데 용이하게 하는 화학구성성분을 분비한다. 그러므로, 정액은 정자와 부유동액을 포함한다.

정액은 정자의 능력을 유지하기 위해 기본에너지와 염분, 완충액이 함유된 부속 유동액과 유사한 액과 희석되어 인공수정에 사용된다. 수태지 정액을 일반적 계획에 따라 채취했다면, 정자세포에 대한 부유동액의 비율은 분명히 변하지 않을 것이다. 좀더 자주 수태지의 정액을 채취했다면, 정자는 정소상체 미부에서 정상적으로 정자가 머무르는 시간보다 빨리 정소상체를 통해 이동될 것이다. 한번 정액이 빠져나간 정소상체 미부는 다시 완전히 채워지는데 3-5일정도 걸린다. 수태지에서 사정시에 너무 자주 정자를 채취한 수태지는 번식력은 있겠지만 정자의 수가 더욱 적어질 것이다. 빈번한 정액채취는 부유동액양을 줄이는 것보다 더 많은 정자수를 감소시키므로 현미

경으로 정액의 상태를 판단하고, 사정시의 양보다 정액을 육안으로 평가하는 것이 중요하다.

정액생산은 수태지가 3-4살 정도 되었을 때 증가하며, 정액생산에 있어서 계절적인 변이는 주로 열 스트레스같은 요인에 의한다. 수태지가 심하게 열 스트레스를 받거나 열이 난다면 정자의 생산성은 낮아지고 정액의 질은 심하게 손상될 것이다.

정자와 정액은 얼마나 오래동안 생산되는가?

감수분열이 일어나 사정시까지 기능적으로 성숙한 정자가 되는데 몇 주가 걸린다. 첫 번째로 정원세포(spermatogonia)는 약 36일 동안 세정관에서 발달한 다음 정자가 되어 정소상체로 이동한다. 정소상체에서 정자세포는 정소상체로 그리고 정자를 고환 밖으로 수송하면서 많은 잔여정소액을 흡수하기 때문에 정소상체 두부에서 정자의 농도는 증가한다. 정자는 약 2주간 정소상체에 있으며, 완전한 정자가 생산되기까지는 약 7주가 걸린다. 정자의 질에 영향을 미치는 문제를 진단할 때 이런 과정을 기억해두어야 한다. 열이나 다른 스트레스요인이 고환의 초기 정자형성시기에 정자세포에 손상을 주면, 이 세포들은 4-6주 후까지 사정되지 않는다. 이것은 수태지가 불임을 일으키는 원인이며, 문제를 어렵게 만든다. 기억해야할 중요한 것은 현재 생산되는 질 낮은(번식력이 떨어지는) 정자는 감염이나 열 스트레스와 연관될 것이며, 한달 이전에 발생한 어떤 잘못된 결과일 것이다.

사정되는 순간 정자는 난소를 수정할 수 있는가?

고환에서 정소상체 두부에 들어가는 정자는 운동성뿐만 아니라 번식력도 없으며, 건강한 난자에 수정할 수도 없다. 정자는 정소상체에서 최종 성숙되며, 정자는 완전히 수정되기 위해 필수적으로 암컷의 생식계에서 어느 정도 있어야 한다. 수정능력획득으로 알려진 과정은 정자가 난자를 싸고 있는 층을 뚫기 위해 발생하는 것이다. 돼지에서 능력을 주기 위한 최적의 평가는 약 6-8시간이 좋으며, 이 시간의 일부 동안 정액을 수송하게 된다.

성적충동과 정액질을 향상시키는데 호르몬제를 사용하는 것이 좋은 생각인가?

호르몬제로 수태지의 성적충동이나 정액의 질을 향상시킨다는 것은 공인되거나 입증된 것은 아니다. 일부 과학자들은 낮은 성적충동을 가진 수태지는 이따금 프로스타그란딘(PGF2 α)에 반응한다고 발표했다. 하지만 왜 이런 일이 발생하는지 알지 못하며, 그것을 설명할 명확한 생물학적 기전도 없다. 수태지의 고환은 인간태반성호르몬(human chorionic gonadotropin(hCG))의 투여에 반응하여 testosterone의 양을 증가시킬 것이다. 오랜 기간동안 정액의 질이나 성적충동을 향상시키지는 못하였지만, 짧은 시간동안은 성적충동을 일으킬 것이다. 하지만, 정자형성과 성적숙성을 조절하는 호르몬시스템은 매우 복잡하기 때문에 호르몬 요법으로 성적숙성을 개선하려는 시도를 하지 않도록 추천한다.

인공수정에 불임돼지를 사용하라.

인공수정프로그램에서 열 스트레스로 수태지를 불임시키길 원할 수 있는데, 불임수태지는 미경산돈을 수정해야 된다는 두려움 없이 측사에 들

어갈 수 있다. 또한 최근 연구는 인공수정을 사용하기 전에 정관 수술한 수태지와 함께 암태지를 사육하면 순수인공수정과 비교하여 번식력을 향상시킬 수 있다고 지적했다. 이 기술은 순수인공수정 교배만 해야하는 곳에서 매우 유용하게 사용될 수 있다. 정관 수술한 수태지를 사육하여 배란시기를 맞추는데 영향을 주거나 정자가 암태지의 생식계안으로 이동하도록 도움이 될지 몰라도 이것의 기전은 명확하지 않다.

*** 정관절제수술의 시형**

- 양측정관을 노출시킨 후 정관을 1-2cm 잘라낸다.
- 잘라진 두부분을 끈으로 맨다.
- 잘라낸 조직을 saline에 담근 후 슬라이드 글라스에 놓고 현미경으로 관찰하여 정자가 존재하면 정관절제를 잘 한 것이다.
- 정관은 재생되는 경우가 극히 드물고, 정관절제한 잔류정액을 제거한 뒤 정관절제가 잘 되었나 확인하고 몇 시간만에 이용할 수 있다.

이러한 응돈을 만들기 위해 정관절제수술시 마취를 해야하는데 정관을 포함한 절제는 동맥, 정맥, 림프관과 연결되어있기 때문에 숙련된 사람이 필요하다.

수태지를 불임하기 위한 더욱 쉬운 방법은 생후 1주된 수태지의 고환에서 정소상체부분을 제거하는 것이다. 수태지거세 방법에서 각각의 고환을 제거하는 대신에 정소상체 미부의 작은 일부(1cm)를 제거한 후, 음낭쪽으로 고환을 돌린다. 정소상체 미부는 고환의 등쪽위 끝에 놓여있다. 각각의 고환

을 둘러싸고 있는 피막조직을 조금 절개해 쉽게 수술할 수 있다. 일단 고환을 노출한 후, 가능한 한 정소상체 미부의 많은 부위를 빼낸 후, 작은 외과용 메스로 잘라낸다. 세정관 조직이 노출되고 감염될 수 있기 때문에 고환을 덮고 있는 거친 조직을 전부 제거해서는 안된다. 한번 진행이 완료되면, 일상적인 거세에 사용되는 전용 국부상처 약물로 그 부위를 치료한다. 수태지들이 성장했을 때 정상 돼지와 불임돼지를 구별할 수 없기 때문에, 영구히 고환정관절제된 어린 수태지를 확인해야 한다. 정관절제 수술을 받거나 고환정관절제된 수태지 모두는 성숙되었을 때 그 과정의 성공여부를 검사하기 위해 정액을 채취해야 한다.

정관수술된 수태지와 고환정관절제된 어린 수태지는 정자를 제외한 원래 정상적인 양의 정액을 생산해야 한다. 불임 수태지의 성적충동은 고환이 계속 정상적인 기능을 하기 때문에 고환이 손상되게 해서는 안된다. 그러므로, 불임 수태지는 교배시킬 때 성적충동을 유지하기 위해 규칙적인 간격으로 정액을 채취해야 한다.

요 점

- 수컷생식체계는 조심스럽게 조절된 호르몬으로 조절되며, 외인성 호르몬의 사용에 의해 번식체계를 간섭하려고 해서는 안될 것이다.
- 정자가 생산되어 사정되기까지 7주가 걸린다는 것을 기억해라.
- 수컷생식체계는 정자에게 완벽한 환경을 제공하며, 인공수정 기술자는 가능한 유사한 조건을 만들어 작업해야 한다.
- 대부분의 정자기형은 정자불임을 야기하며, 주의 깊게 형태와 운동성을 조사해야 한다. 