

## 양수의 기능

계명대학교 의과대학 산부인과학교실

윤성도

### Amniotic Fluid Dynamics

Sung Do Yoon, M.D.

*Department of Obstetrics and Gynecology,  
Keimyung University School of Medicine, Daegu, Korea*

#### Abstract

Adequate amniotic fluid volume is necessary for proper fetal growth and development. However, abnormalities of amniotic fluid volume are frequently associated with fetal disease, maternal disease, or both. Thus, an understanding of amniotic fluid dynamics and the efficacy and limitations of the various methods of estimating amniotic fluid volume can improve management and perinatal outcomes. Compared with the era in obstetric practice before the advent of ultrasonography, much is presently known about the normative values for amniotic fluid volume and the mechanisms by which this important fluid is regulated. Future research should focus on achieving a better understanding of these issues so fundamentally related to the maintenance of maternal-fetal homeostasis.

**Key Words :** Amniotic fluid, Maternal-fetal homeostasis, Perinatal outcomes

#### 서론

적절한 태아 성장과 발육을 위해서는 알맞은 양수의 확보는 필수적이다. 그러나 양수량이 비정

상적인 경우, 태어나 모체 질환과의 연관성이 높아진다. 예를 들면 임신 22주 이전에 심한, 지속적인 양수 과소증 발생은 태아의 폐 발육을 억제하고 곧 봉발이나 팔구축 같은 사지 결함을 조장하게 된다.

---

**교신저자:** 윤성도, 700-712 대구광역시 중구 달성로 56, 계명대학교 의과대학 산부인과학교실

Sung Do Yoon, M.D. Department of Obstetrics and Gynecology, Keimyung University School of Medicine  
56 Dalseong-ro, Jung-gu, Daegu 700-712, Korea

Tel: +82-53-250-7501 E-mail: ysd7505@dsmc.or.kr

또한 끈적한 태변, 태아 심음 변동감소, 저체중 등으로 주산기 사망률을 높이게 된다. 양수과다증은 미리 진단되지 못한 조절되지 않은 임신성 당뇨, 태아의 식도 폐쇄를 동반한 흉부 종괴 등을 찾아내는 실마리를 제공한다. 그러므로 양수량의 흐름과 다양한 양수량 측정 방법들의 효용성과 한계를 이해하면 주산기 예후를 개선하는데 도움을 주게 된다.

### 1. 임신 중 양수량 변동

정상 임신에서 양수 색소 회석법으로 측정된 양수량 연구에 의하면 임신 1분기에서 임신 33주까지 양수량 증가가 거의 직선적으로 상승함을 보여주다가 분만 시 까지 점진적으로 감소한다. 만삭이 되면, 양수량은 약 700-800 mL이 된다. 임신 40주가 경과하면 정상 임신인 경우 매주 8%씩 감소한다. 흥미로운 것은 임신 중 양수량 증가율과 태아 성장률은 밀접하게 비례하여 태아 성장률도 임신 33주에 최고치에 도달 하였다가 그 후 만삭까지 감소한다는 점이다. 정상 양수량의 범위는 임신 33주에서 750 mL에서 1,900 mL까지 있으나, 개인 차이에 따라서는 300 mL에서 750 mL까지도 볼 수 있다. 그러므로 임상적으로 양수량을 결정할 때는 양수량 곡선표를 참고하여 임신 주수와 연관성을 참고해야 하는데 특히 임신 처치를 변동시켜야 할 경우에는 반드시 필요하다[1-3].

### 2. 양수량에 영향을 주인 요인들

#### 1) 모체-태아 양수 삼투압

임신 중 성장 중의 태아를 위해서 모체는 안정된 양의 수분을 태아 순환계에 공급하게 된다. 인간 태반에서 모체와 태아 순환계는 두 겹의 영양막으로 분리되어 있는데 영양막은 반투막으로 모체와 태아 간 물질이동을 조절하는 삼투압장벽을 제공한다. 모체와 태아 사이는 2 mOsm/mL 정도의 근소한 차이의 삼투압을 유지하고 있어서 정상조건에서는 쌍방 간에 대량의 수분이동을 제한하고 있다. 그러나 양수의 삼투압은 태아 혈장 보다 상당히 낮아 10 mOsm/ml 이상 차이가 나므로 양막강에서

태아(태반표면의 태아 혈관을 통과) 쪽으로 수분통과를 용이하게 한다. 이러한 환경은 태아가 스트레스에 빠졌을 때 적기에 양막강의 저장된 수분을 공급 받을 수 있게 한다. 양수에 잠겨 있는 태반표면의 태아 혈관들은 수분 흡수장소로 간주되므로 막속 통로라고 불린다. 예를 들어 모체가 탈수 증세에 처하면 모체의 삼투압은 증가하고 태아 측에서 모체로 수분이동이 일어나게 되어, 결과적으로 태아 탈수증세가 일어나며, 이어서 양수속의 수분이 태아에게로 유입되어 태아 혈액량을 보충하게 되지만 양수량은 감소한다. 실제로 모체의 상대적 탈수 증세는 만삭 부근 양수감소의 흔한 원인이 된다 [4].

#### 2) 태아소변

태아소변은 양수의 매우 중요한 공급원이다. 만약 태아가 요도 폐쇄나 신장 무형성인 경우 거의 양수가 존재하지 않게 된다. 인간태아 소변 배출량은 초음파 방광 측정법으로 만삭에서 대략 매일 1,000-1,500 mL 정도로 관찰되지만 개인차이가 많다. 태아 소변 배출량은 태반 기능부전 시와 저산소증 시에 감소하지만 모체 수분 재공급 시나 쌍태아 수혈 증후군, 태아 빈혈로 인한 태아수증 발생 시에 증가하게 된다. 일반적 상태에서는 태아 소변의 삼투압은 모체나 태아의 혈장 삼투압 보다 현저히 낮다.

#### 3) 태아 폐 용액

태아 폐는 상당량의 용액을 분비하는데 대부분 태아 혈장과 등장성이며 만삭에서 매일 350 mL에 달한다. 그러나 폐 분비물의 최소한 절반정도는 태아가 즉각 삼켜 버리므로 절반정도만 양막강으로 유입된다. 결과 매일 150-170 mL정도의 폐 분비물은 양수량 유지에 중요한 공급원이 되지만, 태아 폐 분비를 조절하는 요인들은 잘 모르고 있다. 여기서 주목해야 할 것은 태아의 성대문이 양수가 기관지 뒤로 넘어가는 것은 막아 주므로 양수와 태아 폐내의 혈장사이 삼투압 교환이 일어나지 않게 한다는 점이다.

#### 4) 태아 삼킴

태아 삼킴은 양막강의 양수를 제거하는 중요기전이며 방사능 표지를 단 적혈구를 양막강 주입하는 실험으로 측정하여 매일 500-700 mL 정도로 추산되고 있다. 태아 삼킴을 증가 시키는 요인들은 양막강 삼투압 감소, 양수량 증가, 그리고 증가된 태아 혈장 삼투압 등이다.

#### 5) 양막 내 재흡수

양막강 내 유입 및 배출되는 총량은 매일 1,170 mL의 소변과 폐용액으로 부터 태아 삼킴 양수(750 mL)를 빼면 적어도 양막강 유입 잉여 양수는 매일 400 mL 정도 된다. 이것을 보상하기 위한 확실한 제3의 통로가 있는데 이를 양막 내 루트라고 한다. 양수 내 태반 표면의 태아 혈관을 통하여 수분이 태아 순환계로 유입되는 기전은 태아 혈장과 양수 사이 삼투압 차이에 의한다. 불행하게도, 이 통로는 동물실험에서는 증명되었으나 인간에서는 임상적으로 적용되지 못하였다. 그러나 이 통로는 양수량을 일정한 수준으로 유지하는 항상성에 매우 중요한 것으로, 실험적으로 양막강 내 대량의 수분을 주입하면 비록 식도를 결찰 시킨 상태라 할지라도 신속하게 정상 양수량 수준을 유지하게 된다.

### 3. 양수량 측정을 위한 임상적 방법

양수량의 극단적인 상황은 태아와 모체의 항상성이 잘 유지되지 않는 증거이며 여러 가지 질환을 일으킨다. 초음파 진단의 도입으로 양수량과 태아 질환 사이의 연관성을 획기적으로 알 수 있게 되었다. 그러나 양수량 측정방법의 개선에도 불구하고 아직 양수량을 정확하게 측정하기는 어렵다.

초음파 이용 양수량 측정법에는 주관적인 평가, 3D 영상, 자기공명영상과 양수량 지수(AFI), 수직 최대 깊이(maximal vertical pocket, MVP) 측정 등이 있다. 진단목적 초음파 사용 시에 상대적 양수량 측정을 하게 되는데, 자궁을 4등분하여서 각각 구획의 수직 깊이 측정치를 합한 AFI가 널리 이용 된다. 다른 방법으로 일부 임상의들은 간단하게 자궁 4구획 중 어느 한 곳의 최대 양수 깊이를 측정

하여 이용한다. 최대 양수 깊이를 측정할 때 일반적으로 인정하는 가이드라인은 양수 포켓의 가장 깊은 한곳을 수직 방향으로 측정하되, 측정부위의 모든 지점에서 양수 공간이 최소 1 cm 이상 되어야 하며, 태아의 구조나 제대가 있는 곳을 통과해서 측정하지 않아야 한다.

태아 구조물을 통과하지 않고 양수량을 측정하려면 회색조 영상을 이용해야 한다. 얼른 보면 칼러도플러를 사용하면 정확도가 높을 것으로 보이지만 비교해 본 결과 칼라 영상은 양수 과소증의 오진빈도가 높은 것으로 알려졌다. 다태아 임신인 경우 양수량 평가는 수정되어야 한다. 일부 연구자들은 쌍태아 경우 총 AFI 측정을 기준으로 제시하고 있으나 아직 이 정보는 진단과 처치에 있어 거의 사용되지 않고 있다. 이 평가방법은 쌍태아간 변수를 고려하지 않고 있기 때문이다. 정상적인 이란성 쌍태아인 경우에는 각각의 태아는 단태아와 거의 같으므로 최대 양수 수직 깊이를 측정하여 동일한 차단을 적용하면 된다[5,6].

### 4. 양수 과소증의 평가와 치료

#### 1) 양수과소증 평가

일반적으로 만삭에서 AFI 5 cm 이하를 양수 과소증의 차단으로 잡고 있다. 그러나 AFI가 중간 수준에서 동일 관찰자 오차가 5-10 mm 정도 되고, 7 cm 이하에서  $\pm 30\%$  정도의 오차가 발생한다. 이러한 오차를 감소시키기 위해 AFI는 3회 실시하고 평균치를 내야한다. 양수 포켓이 너무 협소한 곳은 측정 시에 피해야 한다. 모든 양수 포켓은 적어도 폭이 1 cm 정도는 되어야 한다. 이러한 원칙은 최대 수직 양수 깊이 측정치에도 적용되어, 양수 과소증의 진단 시 수직 양수 포켓이 깊이 2 cm 폭 1 cm 되는 곳은 없어야 한다.

산전 검사 시에 양수량을 측정함에 있어서 MVP 측정 방법이 AFI 보다 우수하다는 증거가 최근 나오고 있다. 이들의 연구에서는 차단치 비교에서 AFI 5 cm로 할 때가 MVP 2 cm로 할 때 보다 양수 과소증 진단 빈도가 증가 되었다. 주산기 예후는 AFI, 측정 시, MVP 측정 시 모두 비슷하였다.

### 2) 요로 계통 해부구조 평가

일단 양수 과소증 진단이 내리면 태아 요로 계통의 초음파 평가가 이루어져야 한다. 왜냐하면 신장과 요로 기형이 심한 양수 과소증의 가장 흔한 원인이기 때문이다. 양측성 신장 형성 부전은 심한 양수과소증과 연관이 있으며 임신 16주 이후 보통 찾아 낼 수 있다. 그러나 양측성 다낭성 신장은 임신 2분기 후반에 가야 발견 할 수 있으며 비교적 덜 심한 양수 과소증을 일으킨다. 일측성 요로 폐쇄는 양수량 감소를 잘 일으키지 않는다. 요로계 기형은 흔히 염색체 이상인 홀배수체(aneuploid)와 연관이 있으므로 발견시 양수천자를 고려해야 한다.

### 3) 태반 기능 평가

조기 파막이나 요로계 기형이 없는 경우에는 자궁태반 기능 부전을 반드시 고려해야 한다. 태반 기능저하는 모체 고혈압, 신장장애, 만성 태반조기박리, 그리고 전신성 홍반성 낭창, 항인지질 증후군 같은 자가면역성 질환과 관련이 있다. 태반으로의 혈액관류가 저하되면 태아에게로 영양분과 수분 공급이 감소되어 태아 소변량과 태아성장이 저하된다. 태반 기능 부전에 기인한 양수 과소증은 비정상적 제대동맥 도플러 검사로 진단 할 수 있다. 심한 양수 과소증에서는 태아 가사의 위험성이 높아지며 자궁 내 발육장애가 동반되면 더욱 위험해 진다.

### 4) 태아감시와 분만

양수 과소증의 치료는 임신 주수에 달려 있다. 후방요도관막증과 같은 요로 폐쇄증인 경우 만약 태아 폐 미성숙을 고려한다면 임신 20주 이전에 중재 수술을 해야 한다. 양수 과소증에서 단순히 미숙아 원인 때문에 분만을 시도하지 않는다. 심한 양수 과소증이 임신 33-34주 이전 발생하면 태아 발육 상태를 면밀히 감시하여 입원상태에서 생물리학 검사를 실시해야 한다. 그러나 만약으로 다가가면 태아 질식 또는 가사가 증가하므로 집중적인 태아 검사와 분만계획을 세워야 한다[7,8].

### 5) 모체 수분공급

비록 장기간 심한 양수 과소증에서는 주산기 예

후가 좋진 않지만, 비교적 경한 양수과소증에서는 모체수분공급으로 예후가 어느 정도까지는 교정될 수 있다. 양수량과 감소된 모체 혈장량과의 상호관계를 조사한 실험에서 보면, 낮은 AFI 동반된 만성 고혈압, 발열과 수분 섭취가 적어진 경우 수분공급을 하면 태아 소변량의 증가하고 이어서 AFI도 상승한다. 감소된 양수량 복원에는 등장액 정맥 내 주입보다 저장성 용액 구강 섭취가 더 효과적이다. 모체 경구 수분 공급은 AFI 검사 실시 최소한 2시간 전에 2리터를 섭취하여야 양수 과소증의 위양성을 감소시킬 수 있다[9,10].

## 5. 양수과다증의 평가와 치료

대부분의 양수과다증에 대한 내과적인 증세적 치료는 확실하지 않다. 당뇨병, Rh- 동종면역 등과 같은 분명한 원인이 존재할 경우에는 근본적 문제를 해결해야 한다. 만약 태아 기형이나 원인 불명에 의한 양수과다증에서는 관찰적인 치료와 모체 합병증 예방에 초점을 둔다. 경미한 양수과다증의 대부분은 자연히 해소된다.

### 1) 양수 과다증 평가

양수 과다증은 초음파 진단 상 AFI 또는 MVP 방법 상 95번째 퍼센타일 이상일 때(16 cm 또는 6 cm 이상, 각각) 혹은 (24 cm 또는 8 cm 이상, 각각)를 말한다. 양수 과다증은 양수 과다생산이나 과소제거 혹은 양자 포함 등에 의한다. 임신 주수에 상관없이 양수 과다증은 태아 구조 이상 관련이 많으므로 임신예후가 불량하다[11-14]. 양수과다증과 모-태아 질환 사이의 병태생리 관계는 잘 알려져 있지 않다. 식도 형성부전, 무뇌아, 태아 삼킴을 저해 하는 흉부 내 종양, 선천성 횡격막 탈장 등과 관계가 있다. 무뇌아들은 저하된 중추신경계 기능으로 인해 양수 삼킴 기능이 저하되므로 양수과다를 일으킨다[15]. 양수 과다증과 모체 당뇨 사이의 연관성은 모체의 과혈당 반응으로 태아의 소변 배설량이 증가하기 때문으로 밝혀졌다. 또한 태아 소변은 증가된 포도당은 양막강 내 삼투압을 증가시켜 양수축적을 증가시킨다. 태아 빈혈, 심부전증 등

도 양수과다를 일으킨다. 쌍태아 수혈 증후군, Rh-동종면역, 파르보바이러스 감염, 태아-모체 출혈도 원인이 된다. 원인에 상관없이 양수과다증은 태아에게 위협한 증후이며 주산기 사망률이 2-5배 증가하고 조기분만의 위험이 증가한다.

### 2) 조기진통 감시

양수과다증이 흔히 조기 파막과 조산 발생을 증가시키므로 경각심을 가져야 한다. 만약 자궁수축 증상이 증가되면 초음파상 자궁경관의 길이의 변화를 평가하여 스테로이드 투여시기를 잡아야 한다. 자궁경관 길이 1.5 cm 이하, 경관 태아 섬유결합소 양성, 임신주수가 34주 미만인 경우 즉각 입원시켜 스테로이드 투여를 해야 한다.

### 3) 양수량 줄이기

양수량 줄이기는 대량의 양수천자를 통해 80 mL에서 수 리터까지의 양수를 감소시키는 방법이다. 적응증으로는 모체 호흡곤란, 심한 복통 또는 자궁수축이 있는 경우이다. 양수천자는 I, II기의 쌍태아 수혈증후군에서 흔히 시행되는데, 이것은 초기 단계에서 레이저 광응고술 정도의 효과가 있다. 그러나 양수량 줄이기는 조기과수, 진통 유발, 태반 조기박리 등의 위험성이 있다.

### 4) 인도메타신

인도메타신은 프로스타글란틴 합성 억제제로서 태아 신장 동맥의 낮은 톤을 유지시켜 태아 소변 유통을 높인데 필수적인 프로스타사이클린을 억제시킨다. 인도메타신에 유도된 프로스타사이클린 억제는 신장 동맥 저항을 증가시켜 태아 소변 배출을 저하시킨다. 그리하여 지속적으로 모체에 인도메타신을 투여하면 AFI가 감소하기 때문에 양수과다증 치료에 쓰이게 된다. 불행하게도 인도메타신은 부수적인 부작용으로 태아의 동맥관을 협착 시킨다. 임신 30주 이전에는 이 효과가 현저하지 않으나, 30주 이후 치료가 지속될 때는 매일 태아 심장 기능을 초음파로 평가해야 한다. 동시에 매일 AFI를 측정하되, 정상 상한치로 유지 시킨다. 대부분 인도메타신은 72시간 이후 중단하고 있으며, 최소 24시

간 간격을 두고 재시도 할 수 있다.

### 5) 안지오텐신-전환 효소 억제제

이 물질들은 태아 신세관 형성부전, 두개골과 폐 형성 부전, 태아 성장장애와 지속적인 동맥관열림 증 등의 태아 병리에 관련이 있다. 안지오텐신-전환 효소 억제제들은 태아 소변배출 감소와 양수 과소증에 관련이 있다. 이 기전은 자궁혈액순환 감소와 부족한 태반 혈관 관류를 통한다. 이러한 이유로 임신 중에 안지오텐신-전환 효소 억제제 사용은 금기이다.

### 6) 태아 생물리학 검사와 주기적 양수량 평가

대개의 양수과다증은 임신 진행에 따라 해결한다. 양수량을 얼마나 자주 감시해야 하는 문제는 임상적 상황에 달려 있다. 그러나 태아가 위험해 질수 있으므로 주의 깊게 태아 생물리학 검사를 실시한다. 태아 운동회수와 AFI를 동시에 실시하는 수정된 생물리학 검사는 적어도 임신 32-34주 사이에 실시한다. 만약 양수과다증이 해결되고, 태아 구조가 정상이고, 모체 당뇨가 의심되지 않으면 정상 임신과 같이 관리한다.

### 7) 분만관리

만삭이거나 태아의 폐 성숙이 확인되면 분만을 시도한다. 갑작스런 자궁 내 감압으로 말미암아 발생하는 조기과수, 태반조기박리, 태아 위치 변경, 제대탈출, 산후 출혈 등에 대비해야 한다[16].

## 요약

초음파 기술이 도입되기 전에 비해서 최근에는 양수량 측정 및 양수량 역동적 흐름에 대해 많은 지식을 갖게 되었다. 양수량의 변동에 따른 극단적인 상황에 대처하는 방법도 많이 발전하고 개선이 되었다. 그러나 아직 모르는 부분이 많이 존재하고 있다. 즉 정확한 양수량 측정과 태아소변 배출량 측정을 위한 방법을 잘 모르고 있는 상태에 있다. 향후에는 이들 방법에 대한 더 많은 연구를 통하여 모-

태아간의 항상성 유지에 대해서 보다 더 많은 이해가 가능해 질 수가 있을 것이다.

### 참 고 문 헌

1. Beall MH, van den Wijngaard JP, van Gemert MJ, Ross MJ. Regulation of amniotic fluid volume. *Placenta* 2007;**28**:824-32.
2. Beall MH, van den Wijngaard JP, van Gemert MJ, Ross MJ. Amniotic fluid water dynamics. *Placenta* 2007;**28**:816-23.
3. Brace RA, Wolf EJ. Normal amniotic fluid volume changes throughout pregnancy. *Am J Obstet Gynecol* 1989;**161**:382-8.
4. Queenan JT, Thompson W, Whitfield CR, Shah SI. Amniotic fluid volumes in normal pregnancy. *Am J Obstet Gynecol* 1972;**114**:34-8.
5. Moore TR, Cayle JE. The amniotic fluid index in normal human pregnancy. *Am J Obstet Gynecol* 1990;**162**:1168-73.
6. Nabhan AF, Abdelmoula YA. Amniotic fluid index versus single deepest vertical pocket as a screening test for preventing adverse pregnancy outcome. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 2008;(3):CD006593.
7. Hofmeyr GJ, Gülmezoglu AM. Maternal hydration for increasing amniotic fluid volume in oligohydramnios and normal amniotic fluid volume. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 2002;(1):CD000134.
8. Laudy JA, Waldimiroff JW. The fetal lung. II. Pulmonary hypoplasia. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2000;**16**:482-94.
9. Doi S, Osada H, Seki K, Sekiya S. Effect of maternal hydration on oligohydramnios: a comparison of three volume expansion methods. *Obstet Gynecol* 1998;**92**(4 Pt 1):525-9.
10. Oosterhof H, Haak MC, Aarnoudse JG. Acute maternal rehydration increases the urine production in the near-term human fetus. *Am J Obstet Gynecol* 2000;**183**:226-9.
11. Carlson DE, Platt LD, Medearis AL, Horenstein J. Quantifiable hydramnios: diagnosis and management. *Obstet Gynecol* 1990;**75**:989-93.
12. Magann EF, Sanderson M, Martin JN, Chauhan S. The amniotic fluid index, single deepest pocket, and two-diameter pocket in normal human pregnancy. *Am J Obstet Gynecol* 2000;**182**:1581-8.
13. Magann EF, Chauhan SP, Barrilleaux PS, Whitworth NS, Mc-Curley S, Martin JN. Ultrasound estimate of amniotic fluid volume: color Doppler overdiagnosis of oligohydramnios. *Obstet Gynecol* 2001;**98**:71-4.
14. Magann EF, Chauhan SP, Doherty DA, Lutgendorf MA, Magann MI, Morrison JC. Review of idiopathic hydramnios and pregnancy outcomes. *Obstet Gynecol Surv* 2007;**62**:795-802.
15. Dashe JS, McIntire DD, Ramus RM, Santos-Ramos R, Twickler DM. Hydramnios: Anomaly prevalence and sonographic detection. *Obstet Gynecol* 2002;**100**:134-9.
16. Biggio JR Jr, Wenstrom KD, Dubard MB, Cliver SP. Hydramnios prediction of adverse perinatal outcome. *Obstet Gynecol* 1999;**94**(5 Pt 1):773-7.