원인미상의 양수과소

김 윤 숙

순천향대학교 부속 천안병원 산부인과학교실

The Isolated Oligohydramnios

Yun-Sook Kim

Department of Obstetrics and Gynecology, Soonchunhyang University Cheonan Hospital, Cheonan, Korea

Amniotic fluid is an indicator of normal placental function and is essential for normal fetal lung maturation. Amniotic fluid index (AFI) is the most preferred method of amniotic fluid measurement in pregnancy although single deepest pocket (SDP) is also used. To measure AFI, the examiner divides the uterus into four equal quadrants. AFI is the sum of deepest pocket from each quadrant. The normal AFI ranges between 5~24 cm while any value above 24 cm is considered as hydramnios and that below 5 cm is indicated as oligohydramnios. An adequate volume of amniotic fluid is critical to allow normal fetal movement and growth, while also cushioning the fetus and umbilical cord. Regardless of the etiology, oligohydramnios may inhibit these processes and may lead to fetal deformation, umbilical cord compression, and death in some instances. Oligohydramnios can be due to underproduction, loss, or sometimes, isolated. Isolated oligohydramnios has been found to be responsive maternal hydration and is neither a malformation of the urinary system in the fetus, nor a rupture of amnion and due to genetic cause. The author would like to introduce a way to increase amniotic fluid volume in isolated oligohydramnios which is expect to improve the perinatal outcomes.

Key Words: amniotic fluid volume, isolated, oligohydramnios, maternal hydration

서 론

양수는 태아와 양막(amnion)간의 상호작용에 의해 생성과 소비가 이루어져서 균형을 이루게 된다. 임신 말기 양수의 2/3는 태아 소변에 의해, 그리고 나머지 1/3은 태아 폐의 분비액(secretion)에 의해 생성이 되고, 소비는 2/3는 태아가 삼킴으로서(swallowing), 1/3은 양막에서 막내의(intramem-

branous) 흡수와 막을 통한(transmembranous) 흡수에 의해 제거가 이루어진다(Biggs et al., 1970). 태아가 생성하는 소변 양은 임신초기인 9주경에는 5 ml/hr이다가 말기가 되면 30 ml/hr로 약 6배가 증가하여, 24시간마다 새 양수로 교환될 정도로 증가한다(Lee et al., 2010). 양수는 중요한 세가지 역할이 있는데, 첫째는 태아가 눌리지 않게 쿠션 역할을 해 주는 것이고, 둘째는 적어도 100개 이상의 호르몬을 분비하여 태아와 상호작용을 하며, 마지막으로 양수 내에 존재하는 항체(antibody)를 통하여 태아를 방어(defense)하는 작용도 한다(Jin et al., 2017). 양수과소가 있는 경우 태아 비뇨생식기에 이상이 있을 가능성이 매우 높다(Shimada et al., 1994). 따라서 양수량이 정상이라는 것은 적어도 태아의 두 개의 신장 중에 하나는 정상이라는 것을 의미하며, 일반적으로 양수과소증의 빈도는 약 1%다. 양수과소의 원인은 임신부 측과 태아 측으로 나누어 볼 수 있는데, 임신부 측에서는 혈압, 당뇨,

*본 논문은 순천향대학교 학술연구비를 지원받아 진행된 연구임.
 교신저자: 김윤숙, 충남 천안시 동남구 순천향 6길 31
 순천향대학교 천안병원 산부인과학교실
 전화번호: 041-570-2150, 팩스번호: 041-571-7887
 E-mail: drsook@schmc.ac.kr
 접수일자: 2018년 12월 21일, 심사일자: 2019년 1월 11일
 게재확정일자: 2019년 1월 11일

탈수에 의한 몸무게 변화, 루프스(lupus) 등의 결체조직 질환이 있는지 알아 봐야 하고, 태아 측에서는 양측 신장, 양측 부신, 요관, 방광, 요도 등을 확인해야 한다. 양수과소의 원인은 다양하며, 임신부, 태반, 태아 원인으로 각각 나누어 볼 수 있다. 임신부의 경우에는 자궁태반 관류 부전(utero-placental insufficiency, UPI)의 원인이 되는 고혈압, 결체조직질환, 신장질환, 응고질환이 있고, 혈압약 중 안지오텐신 전환 요소 억제제 복용, 인도메타신, 술린다 같은 프로스타글란딘 합성 억제제 복용 등이 있고, 태반 쪽 원인은 태반의 혈중 등에 의한 만성적인 태반 조기박리, 쌍태아 수혈 증후군, 태반 혈전, 태반 경색이 있고, 태아 쪽 원인은 염색체 이상, 선천성 소변 형성장애, 성장지연 태아, 양수 과수, 만기임신(post-term) 등이 있다(Martinez-Frias et al., 1999; Weinbaum et al., 1986; Khaïdar & Khadzhiev, 1997). 단태아에서 양수 양이 적을 때, 태아의 비뇨기계통이 정상인 것을 확인할 때까지는 양수과수가 원인이라고 생각해서는 안 된다. 저자는 단태 임신부에서 원인 미상의 양수과소가 있을 때 양수과소의 기전과 처치방법에 대해 알아보고자 한다.

본 론

1. 원인미상의(isolated) 양수과소

1) 정의

태아에서 비뇨기 계통의 기형이 없으며, 양막 파열이 아니고, 태아 성장지연도 아니며, 또한 유전적인 원인도 아니며, 임신부가 양수과소의 원인이 될 만한 약을 복용한 적도 없는데 양수량이 적은 경우를 말하고, 양수를 주입한 후에 다시 검사를 했을 때, 또는 분만 후에 양수과소의 원인이 밝혀지는 경우는 원인 미상에서 제외된다(Zamłyński et al., 2003).

2) 양수과소의 초음파 소견

양수과소의 경우 원인에 관계없이 태아가 자궁 내에 꽂혀있는 소견이 보이고, 심한 경우는 제대가 눌러 있는 소견을 보이기도 한다(Fig. 1).

3) 양수량 측정법

양수량을 측정할 때 검사자는 초음파의 프로브(probe)가 임신부의 복부와 직각이 되게 한 후 측정해야 하며, 적당한 압력을 가해야 한다. 압력을 너무 세게 가하면 심한 경우 양수량

이 21%까지 감소하는 소견을 보이며, 너무 약한 압력을 가하면 양수량이 13%까지 많게 측정될 수 있다(Sepulveda et al., 1994). 양수량은 세로로 측정해야 하며, 컬러 도플러를 이용하여 제대 부위는 빼고 측정해야 한다.

4) 양수과소의 기준 수치

양수량 측정기준은 비침습적인 방법으로는 다음의 세가지를 적용할 수 있다. 첫째는 양수지수(amnionic fluid index, AFI)라는 것으로 임신부의 복부를 4개의 포켓으로 나누어 4군데의 양수를 측정하여 합한 것이다. 주로 단태에서 사용하는 기준이며, 정상은 8~24 cm 이고, 5.1~7.9 cm 까지를 경계성(borderline) 양수과소라고 하며, 5 cm 이하를 양수과소라고 하고, 이중 2 cm 미만은 무양수증 이라고 한다. 둘째는 최대 수직 포켓(maximum vertical pocket, MVP)을 이용하는 방법으로, 양수가 가장 많은 한군데 최대의 수직 높이를 재는 것으로 주로 다태 임신의 양수량 측정에 사용되는 방법으로, 정상의 기준은 2.1~8 cm이고, 2 cm 이하를 양수과소라고 한다(Magann et al., 2000). 셋째 방법은 최근에는 많이 사용하고 있지 않지만, 주수 별 퍼센타일을 이용하는 방법으로, 양수지수를 측정 후 주수 별 퍼센타일에 맞추어 5~95th을 정상으로 보고 5th 아래를 양수과소로 보는 방법이다(Kehl et al., 2016). 양수량을 정확하게 측정하는 침습적인 방법으로는 aminohippurate sodium 염료(dye)를 양수 안에 넣어서 희석시켜서 확인하는 것과 제왕절개로 출산할 때 직접 양을 확인하는 방법도 있다(Magann et al., 2002).

Fig. 1. The ultrasonographic findings of oligohydramnios. The fetus is stuck in the uterus.

5) 양수과소의 기전

원인 미상의 양수과소에서 양수가 줄어드는 정확한 원인은 알려져 있지 않으나, 지금까지 제시된 가설로는 어떠한 이유로 인하여 자궁태반 관류 부전이 발생하면, 태아는 만성적인 저산소증에 빠지게 되고, 이로 인해 카테콜라민과 바소프레신이 분비되어, 그 결과 태아 소변양이 줄고, 태아 폐의 분비량이 감소하여 결국 양수과소가 발생하게 된다는 것이다.

6) 양수과소와 사산

양수량에 따른 임신 삼삼분기의 태아 사망률을 비교해 보면, 정상 양수량 태아의 경우 임신 삼삼분기의 사망률이 0.197% 인데 비하여, 양수지수가 2.1~5 cm인 경우 사망률은 11%로 정상 양수량에 비해 56배 높으며, 양수지수가 2 cm 이하인 경우에는 사망률이 83%로 정상 양수량의 421배에 이른다(Mercer & Brown, 1986). 양수 과소 진단 후 사산까지의 시간은 양수량과 비례하는 것으로 보고되고 있다(McCurdy & Seeds, 1993). 양수과소에서 사산이 발생하는 기전은 네 가지로 볼 수가 있는데, 첫째, 양수 과소로 태아 복부가 압박이 되고, 이로 인해 횡격막 운동의 제한이 오고 흉곽이 고정되어 양수가 폐의 내외로 이동이 불가하게 되어 폐형성 부전이 오게 되기 때문이다. 둘째, 양수가 적으면 태아가 태변을 보는 경우 태변 착색이 진행되고, 셋째는 태아 심장 전도의 이상이 생기고, 넷째는 제대가 눌러서 혈전을 형성하여 혈전으로 인하여 태반자궁관류부전으로 양수과소가 더 심해지고, 더 심해진 양수과소로 제대가 더 심하게 눌러서, 결국 태아가 사망한다는 것이다(Ben-Arie et al., 1995).

2. 양수량을 늘리는 방법

1) 양수 주입

양수를 직접 주입하는 방법이다. 등장성의 생리 식염수나 크리스탈로이드(crystalloids)를 실온에서 약 2,000 mL를 직접 주입하는 방법이다. 단점은, 이것은 양수가 아니므로, 양수가 가지고 있는 호르몬, 항체 기능은 대신할 수 없다. 다만 장점은 제대가 눌러지 않게 보호하는 쿠션 역할을 할 수 있고, 양수량이 증가하여, 초음파가 잘 보여서, 추가적인 기형 발견이 가능하며, 동시에 양수를 뽑아서 염색체 검사도 할 수 있다(Novakov-Mikić et al., 2003). 언제까지 양수 주입을 계속 할지에 대해 정해진 규칙은 없으나, 일반적으로 분만 후 생존이 가능한 주수가 될 때까지 하는 것이 원칙이다. 단점은 감

염의 위험도가 너무 높고, 단기간만 효과가 있다는 것이다(Hofmeyr & Gülmezoglu, 2016). 연구에 따르면 양수 주입 후 약 13%의 염색체 기형과 10%의 비뇨생식기 기형이 추가로 발견된다고 한다(Vikraman et al., 2017; Stoll et al., 1998). 따라서 원인미상의 양수과소 임신부에게 양수 주입 후, 분만 후에 기형이 추가로 발견된 가능성이 있다는 것을 미리 임신부와 보호자에게 충분히 설명하는 것이 중요하다(Leibovitch et al., 2012). 분만 진통 시기에 양수를 주입하는 경우, 다양성 심박동 감소(variable fetal heart beat deceleration)의 빈도는 감소시킬 수 있으나, 신생아 예후는 증가하지 않는 것으로 보고되어 있다(Nageotte et al., 1991; Ogundipe et al., 1994).

2) 물 마시기(oral hydration)

임산부가 하루에 최소 2,000 mL 이상의 물을 마시면 양수가 늘어나는 것으로 보고되어 있다. 이 때 마시는 물의 종류가 중요하다. 등장성(isotonic), 또는 음료 중 나트륨의 농도가 0.9% 보다 적게 들어있는 저장성(hypotonic) 액을 마셔야 하고, 활동량은 줄여야 하고, 14일 이상 지속하는 것이 중요하다(Gizzo et al., 2015; Doi et al., 1998; Hofmeyr et al., 2000). 시중에 팔고 있는 나트륨 함량이 0.9% 보다 높은 이온음료는 양수를 늘리는데 도움이 되지 않는다. 양수과소가 여름에 발생하는 율이 10%로 겨울보다 높고, 아랍 유목민에서 30% 더 발생하는 것으로 보고되고 있는 것은 매우 흥미로운데, 이것은 임신부의 탈수 때문인 것으로 알려져 있다(Feldman et al., 2009; Varner et al., 2005). 모체가 물을 마셨을 때 양수량이 증가하는 기전은 자궁태반 관류가 증가하여 임신부와 태아의 혈장 삼투압(plasma osmolarity)의 변화를 초래하여 임신부의 소변도 늘지만, 태아의 소변양도 증가하여 양수량이 증가하는 것이다(Oosterhof et al., 2001).

3) 정맥으로 주입하기(intravenous infusion)

임신 삼삼분기에 원인미상의 양수과소증 임신부의 정맥으로 하루 2,000 mL 이상의 등장성 수액을 6~7일 동안 공급하면, 양수량이 유의하게 증가하는 것으로 보고되어 있다(Umber & Chohan, 2007).

4) 헤파린

헤파린은 혈소판의 응집을 감소시키고, 피브린(fibrin)의 형성과 축적을 억제한다. 태반에서는 혈전을 감소시켜서 태반 혈

류의 흐름을 촉진시키고, 태반의 기능을 향상시켜 양수량을 증가시킨다. 혈전증(thrombophilia)의 원인 질환 중 하나인 S 단백 결핍증(Protein S deficiency) 환자가, 임신 후 양수과소증이 발생한 경우와, 자체내에서 헤파린 분해효소(heparinase)를 과도하게 생성하여 내부의 헤파린을 파괴하여 혈류 흐름이 감소하여 양수과소가 온 경우, 외부에서 헤파린을 투여하면 이 과정이 억제되어 양수를 증가시킬 수 있다고 되어 있다(Holzheimer, 2004; Singh et al., 2013).

5) 절대안정자료

임산부에게 수액을 공급하면서 절대 안정자료를 하면 혈관 내 공간(intravascular space)이 증가하여 양수량 증가에 더 도움을 주는 것으로 알려져 있지만, 임신 중 정맥 혈전증이 증가할 수 있어 혈전방지 스트킹을 착용할 것을 권하고 있다(Chisholm et al., 1997).

6) 실테나필 사이트레이트(Sildenafil citrate)

실테나필 사이트레이트는 자궁근층 내의 혈관을 확장시켜서 자궁동맥과 제대동맥의 도플러 패턴의 향상을 가져오고, 양수량을 증가시키고, 태아의 몸무게를 증가시키는 것으로 알려져 있다(Choudhary et al., 2016). 한 연구에 의하면 양수과소 임신부에서 수액 만을 2,000 mL 공급한 군에 비해 실테나필 사이트레이트 25 mg을 8시간마다 수액과 함께 투여했을 때 분만 당시의 양수량도 유의하게 많았고, 분만 주수도 유의하게 늦고, 제왕절개율도 유의하게 감소했고, 신생아 중환자실 입원도 유의하게 적었던 것으로 보고하였다(Maher et al., 2017). 최근 자궁내 태아성장지연의 개선에 실테나필 사이트레이트 사용이 효과가 있는지 보고자 한 연구에서 자궁내 태아사망 1례가 보고되어 이 약의 사용이 자궁내 성장지연을 개선하는 효과가 있을 수는 있으나, 자궁내 태아사망을 보호하지는 못한다고 발표하였다(Maged et al., 2018). 따라서 앞으로 더 많은 연구가 있어야 할 것으로 보이며, 원인 미상의 양수과소가 아닌, 자궁내 태아성장지연이 동반된 양수과소에서 실테나필 사이트레이트의 사용은 더 많은 연구를 기다려 보아야 할 것으로 보인다.

3. 양수과소에서 분만시기와 분만방법 결정

1) 분만시기

임신 삼삼분기에 양수과소증이 있으나, 아직 제대동맥 도플

러의 수축기/이완기 비(S/D ratio)가 정상인 경우, 입원하여 임신부에게 수액을 공급하고, 매일 비수축검사를 하고, 3일마다 양수량과 생물리학적 계수(biophysical profile)를 측정할 것을 권한다(Carroll & Bruner, 2000). 그러나, 제대동맥 도플러의 수축기/이완기 비가 없거나(absent), 역전된(reverse) 경우는 즉시 분만하던지, 아니면 폐성숙 촉진제를 맞는 3일간 양수주입을 하면서 끝어보는 방법도 있다(Jang et al., 2011). 양수과소 임신부에서 도플러를 시행했을 때, 신생아 예후를 가장 잘 반영하는 것은 제대동맥 도플러의 수축기/이완기 비로 알려져 있다(Zhang et al., 1994).

2) 분만 방법과 신생아 예후

양수량이 적은 경우 유도분만이 7.56배 높았고, 제왕절개가 2.01배 높았으나, 질식 분만한 군과 제왕절개를 한 군을 비교했을 때 신생아 예후는 비슷하다. 그 이유는 분만방법보다는 양수과소 자체의 문제일 가능성이 높기 때문이다(Shrem et al., 2016). 최근 연구에서도 원인 미상의 양수과소에서 제왕절개가 증가하는 것은 사실이지만, 태아 성장이나 불량한 주산기 예후를 증가시키는 것은 아니므로 임신종결의 적응증이 되어서는 안 된다는 주장이 많다(Taneja et al., 2017).

결 론

지금까지 원인 미상의 양수과소의 정의, 원인, 초음파 소견, 측정법, 기준수치, 양수과소의 기전, 그리고 양수과소에서 사산이 발생하는 이유에 대해 살펴본 후, 양수를 늘리는 방법에 대해 알아보았다. 양수를 주입하는 방법은 일시적으로 초음파를 잘 보이게 하여 추가기형을 발견하는 데 도움을 줄 수 있다. 임신부가 하루에 2,000 mL 이상의 등장성 또는 저장성의 물을 마시거나 정맥으로 공급받는 것은 둘 다 양수량을 늘리는데 효과가 있다. 헤파린은 일부의 임신부에서 효과를 볼 수 있고, 실테나필 사이트레이트는 효과가 있다는 연구가 계속 나오고 있어 현재 활발히 연구 중이나, 더 많은 연구결과를 기다려 보아야 한다. 원인미상의 양수과소 임신부는 제대동맥 도플러도 함께 고려하여 분만시기를 결정해야 하며, 36~36⁺⁶주에는 분만을 고려해야 하는지는 좀더 신중히 결정해야 한다. 분만 전에는 원인 미상의 양수과소라고 생각했으나, 분만 후 태아 염색체 이상, 비뇨생식기 기형이 추가적으로 발견될 가능성이 높으므로, 항상 이 점을 염두에 두어야 한다.

참고문헌

- Ben-Arie A, Weissman A, Steinberg Y, Levy R, Hagay Z. Oligohydramnios, intrauterine growth retardation and fetal death due to umbilical cord torsion. *Arch Gynecol Obstet* 1995;256(3):159-61.
- Biggs JS, Duncan RO. Production rate and sources of amniotic fluid at term. *J Obstet Gynaecol Br Commonw* 1970; 77(4):326-32.
- Carroll BC, Bruner JP. Umbilical artery Doppler velocimetry in pregnancies complicated by oligohydramnios. *J Reprod Med* 2000;45(7):562-6.
- Chisholm CA, Chescheir NC, Kennedy M. Reversible oligohydramnios in a pregnancy with angiotensin-converting enzyme inhibitor exposure. *Am J Perinatol* 1997;14(9): 511-3.
- Choudhary R, Desai K, Parekh H, Ganla K. Sildenafil citrate for the management of fetal growth restriction and oligohydramnios. *Int J Womens Health* 2016;8:367-72.
- 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.
- Feldman I, Friger M, Wiznitzer A, Mazor M, Holcberg G, Sheiner E. Is oligohydramnios more common during the summer season? *Arch Gynecol Obstet* 2009;280(1):3-6.
- Gizzo S, Noventa M, Vitagliano A, Dall'Asta A, D'Antona D, Aldrich CJ, et al. An Update on Maternal Hydration Strategies for Amniotic Fluid Improvement in Isolated Oligohydramnios and Normohydramnios: Evidence from a Systematic Review of Literature and Meta-Analysis. *PLoS One* 2015;10(12):e0144334:1-16.
- Hofmeyr GJ, Gülmezoglu AM. Maternal hydration for increasing amniotic fluid volume in oligohydramnios and normal amniotic fluid volume. *Cochrane Database Syst Rev* 2000; (2):CD000134.
- Hofmeyr GJ, Kiiza JA. Amnioinfusion for chorioamnionitis. *Cochrane Database Syst Rev* 2016;24(8):CD011622.
- Holzheimer RG. Low-molecular-weight heparin (LMWH) in the treatment of thrombosis. *Eur J Med Res* 2004;9(4): 225-39.
- Jang DG, Jo YS, Lee SJ, Kim N, Lee GS. Perinatal outcomes and maternal clinical characteristics in IUGR with absent or reversed end-diastolic flow velocity in the umbilical artery. *Arch Gynecol Obstet* 2011;284(1):73-8.
- Jin Wan, Fei Jiang, Jiao Zhang, Qingsong Xu, Daiwen Chen, Bing Yu, et al. Amniotic fluid metabolomics and biochemistry analysis provides novel insights into the diet-regulated foetal growth in a pig model. *Sci Rep* 2017;7: 44782:1-10.
- Kehl S, Schelkle A, Thomas A, Puhl A, Meqdad K, Tuschy B, et al. Single deepest vertical pocket or amniotic fluid index as evaluation test for predicting adverse pregnancy outcome (SAFE trial): a multicenter, open-label, randomized controlled trial. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2016; 47(6):674-9.
- Khaïdar A, Khadzhiev A. Changes in the amniotic fluid volume in fetal structural anomalies. *Akush Ginekol (Sofia)* 1997;36(1):18-21.
- Lee SM, Jun JK, Lee EJ, Park CW, Park JS, Syn HC. Measurement of fetal urine production to differentiate causes of increased amniotic fluid volume. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2010;36(2):191-5.
- Leibovitch L, Kuint J, Rosenfeld E, Schushan-Eisen I, Weissmann-Brenner A, Maayan-Metzger A. Short-term outcome among term singleton infants with intrapartum oligohydramnios. *Acta Paediatr* 2012;101(7):727-30.
- 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(6):1581-8.
- Magann EF, Whitworth NS, Files JC, Terrone DA, Chauhan SP, Morrison JC. Dye-dilution techniques using aminohippurate sodium: do they accurately reflect amniotic fluid volume? *J Matern Fetal Neonatal Med* 2002;11(3):167-70.
- Maged M, Wageh A, Shams M, Elmetwally A. Use of sildenafil citrate in cases of intrauterine growth restriction (IUGR): a prospective trial. *Taiwanese J Obstet Gynecol* 2018;57(4):483-6.
- Maher MA, Sayyed TM, Elkhoully N. Sildenafil Citrate Therapy for Oligohydramnios: A Randomized Controlled Trial. *Obstet Gynecol* 2017;129(4):615-20.
- Martinez-Frias ML, Bermejo E, Rodríguez-Pinilla E, Frías JL. Maternal and fetal factors related to abnormal amniotic fluid. *J Perinatol* 1999;19(7):514-20.
- McCurdy CM Jr, Seeds JW. Oligohydramnios: problems and treatment. *Semin Perinatol* 1993;17(3):183-96.
- Mercer LJ, Brown LG. Fetal outcome with oligohydramnios in the second trimester. *Obstet Gynecol* 1986;67(6):840-2.
- Nageotte MP, Bertucci L, Towers CV, Lagrew DL, Modanlou H. Prophylactic amnioinfusion in pregnancies complicated by oligohydramnios: a prospective study. *Obstet Gynecol* 1991;77(5):677-80.
- Novakov-Mikić A, Stojić S, Bogavac M, Mandić A. Amnionic infusion therapy in conditions with low amnionic fluid levels. *Med Pregl* 2003;56(1-2):33-7.
- Ogundipe OA, Spong CY, Ross MG. Prophylactic amnioinfusion for oligohydramnios: a reevaluation. *Obstet Gynecol* 1994;84(4):544-8.
- Oosterhof H, Haak MC, Aarnoudse JG. Acute maternal re-

- hydration increases the urine production rate in the near-term human fetus. *Am J Obstet Gynecol* 2001;183(1):226–9.
- Sepulveda W, Flack NJ, Fisk NM. Direct volume measurement at midtrimester amnioinfusion in relation to ultrasonographic indexes of amniotic fluid. *AJOG* 1994;170(4):1160–3.
- Shimada K, Hosokawa S, Sakaue K, Kishima Y. Fetal genitourinary abnormalities with oligohydramnios. *Nihon Hinyokika Gakkai Zasshi* 1994;85(6):990–5.
- Shrem G, Nagawkar SS, Hallak M, Walfisch A. Isolated Oligohydramnios at Term as an Indication for Labor Induction: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Fetal Diagn Ther* 2016;40(3):161–73.
- Singh N, Varshney P, Tripathi R, Mala YM, Tyagi S. Safety and efficacy of low molecular weight heparin therapy during pregnancy: three year experience at a tertiary care center. *J Obstet Gynaecol India* 2013;63(6):373–7.
- Stoll C, Alembik Y, Roth MP, Dott B. Study of 224 cases of oligohydramnios and congenital malformations in a series of 225,669 consecutive births. *Community Genet* 1998;1(2):71–7.
- Taneja A, Arora K, Chopra I, Naik SS. Pregnancy outcomes in isolated oligohydramnios during second trimester: A case series. *J Clin Dian Res* 2017;11(8):QR01–QR02.
- Umber A, Chohan MA. Intravenous maternal hydration in third trimester oligohydramnios: effect on amniotic fluid volume. *J Coll Physicians Surg Pak* 2007;17(6):336–9.
- Varner MW, Noble WD, Dombrowski M, Sibai B, Rouse DJ, Paul R, et al. National Institute of Child Health and Human Development Maternal–Fetal Medicine Units Network. Is there a seasonal variation in the diagnosis of oligohydramnios? *J Matern Fetal Neonatal Med* 2005;17(3):173–7.
- Vikraman SK, Chandra V, Balakrishnan B, Batra M, Sethumadhavan S, Patil SN, et al. Impact of antepartum diagnostic amnioinfusion on targeted ultrasound imaging of pregnancies presenting with severe oligo- and anhydramnios: An analysis of 61 cases. *Eur J Obstet Gynecol Reprod Biol* 2017;212:96–100.
- Weinbaum PJ, Vintzileos AM, Campbell WA, Leidy AM, Nochimson D. Acute development of oligohydramnios in a pregnancy complicated by chronic hypertension and superimposed pre-eclampsia. *Am J Perinatol* 1986;3(1):47–9.
- Zamłyński J, Bodzek P, Olejek A, Grettka K, Mańka G. Results of amnioinfusion in pregnancies with oligohydramnios and non-ruptured fetal membranes. *Med Wieku Rozwoj* 2003;7(3 Suppl 1):187–94.
- Zhang B, Li WM, Wang JH. Fetal umbilical artery velocity waveforms to predict the outcome in high risk pregnancy and its correlation with placental pathology. *Zhonghua Fu Chan Ke Za Zhi* 1994;29(2):94–6.