

적정한 산전관리와 중증 모성질환 발생의 관련성 연구: 인구집단 기반 코호트 연구

남진영¹ · 박은철²

연세대학교 보건정책 및 관리연구소¹, 연세대학교 의과대학 예방의학교실²

The Association between Adequate Prenatal Care and Severe Maternal Morbidity: A Population-based Cohort Study

Jin Young Nam¹ · Eun-Cheol Park²

*Institute of Health Services Research, Yonsei University¹
Department of Preventive Medicine, Yonsei University College of Medicine²*

Purpose: This study identified the relationship between adequate prenatal care and severe maternal morbidity among delivered women.

Methods: Data were extracted from the Korean National Health Insurance Service-National Sample Cohort for 91,767 cases of delivery that were delivered during 2003~2013. Severe maternal morbidity status was determined using the Center for Disease Control and Prevention's algorithm including the diagnosis and procedure code during delivery and postpartum hospitalization. A generalized estimating equation (GEE) model with log link was performed for the relationship with severe maternal morbidity and women's factors to estimate adjusted relative risk.

Results: Of the 91,767 delivery cases, 2,248 (2.45%) had severe maternal morbidity. In the GEE model, severe maternal morbidity was higher in women who had inadequate prenatal care than in those who had adequate prenatal care (relative risk (RR) 1.39, 95% CI 1.11~1.75, p-value 0.0045). For maternal age, women who delivered at extremely young or old ages had high risks of severe maternal morbidity, which showed a U-shaped distribution through the whole age range. Women who had the lowest level of income, who had cesarean section delivery, who were nulliparous, who had twins or more than triplet births had high risks of severe maternal morbidity.

Conclusion: Inadequate prenatal care delivery was associated with the occurrence of severe maternal morbidity. Therefore, policy makers should consider making quality indicators for early, timely, and sufficient visits during pregnancy and should monitor adequacy of prenatal care to prevent severe maternal morbidity.

Key Words: severe maternal morbidity, CDC's SMM indicator, prenatal care, Kessner Adequacy of Prenatal Care Index

서론

*남진영(지도교수: 박은철)의 박사학위논문의 일부임
교신저자: 박은철, 서울 서대문구 연세로 50-1
연세대학교 의과대학 예방의학교실
전화번호: 02-2228-1862, 팩스번호: 02-32-8133
E-mail: ecpark@yuhs.ac
접수일자: 2018년 4월 16일, 수정일자: 2018년 5월 16일
게재확정일자: 2018년 5월 18일

한국의 합계출산율은 2015년 기준 1.24로 OECD 국가들 중 가장 낮은 출산율을 기록하고(OECD, 2018), 2017년은 1.05로 2000년 이후 지속적으로 심각한 저출산 문제를 겪고 있다(Statistics Korea, 2018). 저출산의 원인 중 하나로 만혼과 늦은 출산이 지목되고 있는데, 2016년 기준 한국 여성의 첫 출산 연령은 전국 평균 31.37세, 서울은 32.25세로 90년

대 이후 지속적으로 증가 추세를 보이고 있다(Statistics Korea, 2018). 초산연령의 증가는 고령임신, 조산, 산과적 합병증, 보조생식술로 인한 다태아 출산의 위험을 높이며, 이는 모성사망 등 모성건강 결과에 부정적인 영향을 미친다(Callaghan et al., 2008; Kilpatrick et al., 2016; Martin et al., 2016; Norhayati et al., 2016; Witteveen et al., 2016). 한국의 모성 사망비는 2016년 기준 출생아 10만 당 8.4로 2013년 이후로 낮아지는 추세이나(Statistics Korea, 2018), 2014년 기준 10만명 당 11명으로 OECD 평균보다 높고, 멕시코(38.9), 터키(15.1), 칠레(13.5) 다음으로 높은 수준이다(OECD.Stat, 2018). UN (2013)은 국가의 인구자질 지표를 보고했는데 모성건강결과와 모성사망비는 출산관련 인구자질을 높이기 위한 지표 중 하나라고 보고했고(United Nations, 2013), 양계모(1984)는 모성 건강과 영아 영양의 질 향상이 인구자질을 높이는 중요한 요인이라고 강조했다(Yang, 1984). 따라서 모성 건강 향상과 건강한 출산을 위해 모성건강 관리 질 지표를 개발하고 측정하여 관리하는 것이 필요하다.

모성사망은 모성건강의 전형적인 질 지표로 알려져 있다. UN은 모성사망의 감소를 위해 새천년개발목표(Millennium Development Goals)의 5번째 목표로 모성사망 감소를 설정하고(Kassebaum et al., 2014; Alkema et al., 2016) 이를 위해 전문 의료인과 함께하는 분만과 산전관리 횟수를 4회 이상 할 것을 세부지표로 삼아 목표 달성을 위해 노력한 결과 1990년 대비 45% 감소시키는 결과를 얻었으나 여전히 많은 여성이 분만과 관련하여 사망했다(WHO and UNICEF, 2014). 모성사망은 개발도상국뿐만 선진국에서도 여전히 부담을 가지고 있지만(Souza et al., 2012) 매우 드문 발생과 예측의 어려움으로 이를 대신할 수 있는 지표 개발의 필요성이 대두되었다.

중증 모성질환(Severe maternal morbidity)은 모성사망을 대체할 수 있는 지표로 산과적 관리에 대한 질 지표로서 최근 사용되고 있다(Callaghan et al., 2012). 모성사망의 매우 드문 발생으로 일반적인 산과적 관리에서 그 변화의 영향을 측정하는 것이 어렵다. 따라서 중증 모성질환이 모성사망비보다 모성건강서비스의 향상과 평가를 위해 더 유용한 지표라 할 수 있다(Stones et al., 1990; Hill et al., 2007). 중증 모성질환은 출산, 분만 과정에서 의도하지 않은 결과로 단기적 또는 장기적으로 여성의 건강 결과에 중요한 영향을 미치는 결과로 정의할 수 있다(Kilpatrick et al., 2016). 비록 중증 모성질환의 상태와 합병증에 대한 정의 및 질병 목록이 기관에 따라 조금

씩 다를 수 있지만(Center for Disease Control and Prevention, 2012; Mantel et al., 1998; Pattinson et al., 2009; Callaghan et al., 2012), 기본적인 개념은 “임신, 출산, 산후에 잠재적으로 생명에 위협을 가하는 상태”로 정의할 수 있다(Say et al., 2009; WHO, 2011).

기존 선행연구들은 중증 모성질환에 대한 위험요인으로 인종(Creanga et al., 2014; Howell et al., 2016; Siddiqui et al., 2017), 고용상태(Kayem et al., 2011; Van Hanegem et al., 2011), 가구소득(de Moraes et al., 2013), 주거지역(Lindquist et al., 2014; Howell et al., 2016)과 같은 사회경제적 요인, 산과적 과거력이나 산모 연령(Callaghan et al., 2008; Lindquist et al., 2014; Norhayati et al., 2016), 유산경험(Lindquist et al., 2014), 동반질환(Grobman et al., 2014), 산과적 합병증(Kilpatrick et al., 2016; Norhayati et al., 2016; Kominiarek et al., 2017; Siddiqui et al., 2017), 다태아(Martin et al., 2016; Santana et al., 2016; Witteveen et al., 2016), 제왕절개(Grobman et al., 2014; Lindquist et al., 2014; Norhayati et al., 2016), 조산(Norhayati et al., 2016), 산전관리(de Moraes et al., 2013), 보조생식술 이용(Martin et al., 2016; Witteveen et al., 2016) 등을 보고하고 있다. 그러나 이전 연구에서 산전관리와 중증 모성질환과의 관련성에 대한 연구는 매우 부족하다. 산전관리는 대부분 다른 연구를 위한 보정변수로 사용되거나 단순히 임신기간 중 총 방문 횟수만 측정하여 분석하는 등(de Moraes et al., 2013), 객관적인 측정도구를 사용한 적절한 산전관리와 중증 모성질환의 관련성에 대한 연구는 아직 미흡한 상태이다. 중증 모성질환에 대한 관련된 위험요인을 파악하는 것은 모성 건강 문제에 대해 더 잘 이해할 수 있게 되고 효과적인 예방 전략 개발을 위한 기반이 될 수 있으므로(Norhayati et al., 2016), 중증 모성질환의 위험요인과 다양한 정의에 대한 이해가 중요하다. 특히, 적절한 산전관리와 중증 모성질환의 관련성 연구를 통해 모성사망을 예방할 수 있는 요인을 찾는 노력이 필요할 것이다.

따라서 본 연구의 목적은 중증 모성질환 발생과 관련성 있는 위험요인을 보정 하여 적절한 산전관리와 중증 모성질환 발생의 관련성을 파악하여 모성의 부정적 건강 결과를 예방할 수 있는 요인을 조사하기 위함이다.

연구 대상 및 방법

1. 연구대상

본 연구는 국민건강보험공단 표본코호트를 이용하여 2003년부터 2013년까지 의료기관에서 분만한 가임기 여성(15~49세)을 대상으로 분석하였다. 여성의 임신 기간 중 동반질환과 산욕기간 동안 건강상태를 파악하기 위해 적어도 분만 1년 전부터 분만 후 42일까지 등록된 여성을 대상으로 분석하기 위해 2003년 1월 1일부터 2013년 11월 19일 사이에 분만한 여성을 연구 대상으로 정의하였다. 분만은 단일자연분만(O80), 집계 및 진공흡착기에 의한 단일분만(O81), 제왕절개에 의한 단일분만(O82), 기타 보조단일분만(O83), 다태분만(O84)으로 기록된 진단코드와 정상분만, 둔위분만, 제왕절개술, 겸자 혹은 흡입분만의 EDI코드를 가진 여성 중 의료기관에서 분만하고, 분만 입원기록이 있는 여성을 분만여성으로 정의하였다. 전체 코호트 1,025,340명 중 남성 513,258명과 가임 기간이 아닌 여성 219,173명을 제외, 출산을 하지 않은 여성 223,650명을 제외하고 2002년 출산 여성 및 결측치를 제외(7,988명)하여 2003년부터 2013년 11월 19일까지 61,271명(91,767건)이 분석에 사용되었다.

2. 측정도구

1) 중증 모성질환

본 연구의 종속변수인 중증 모성질환은 미국질병관리본부(The Center for Disease Control and Prevention) 연구자들에 의해 개발된 알고리즘으로 중증 모성질환 지표로 사용되는 18개 진단코드와 7개 행위코드로 총 25개 지표 중 분만입원기간 동안 적어도 1개 지표 이상 발생한 경우 중증 모성질환이 있다고 정의 한다(Center for Disease Control and Prevention, 2012; Callaghan et al., 2012) (Appendix 1). 중증 모성질환의 25가지 지표는 급성심근경색(acute myocardial infarction), 급성신부전(acute renal failure), 성인호흡곤란 증후군(adult respiratory distress syndrome), 양수색전증(amniotic fluid embolism), 대동맥동맥류(aneurysm), 심장정지(cardiac arrest), 파종성 혈관내응고(disseminated intravascular coagulation), 자간(eclampsia), 심장수술 후 심부전(heart failure during procedure or surgery), 흉곽, 복부, 골반의 내부 손상(internal injuries of thorax, abdomen,

and pelvis), 두개내손상(intracranial injuries), 산후기 뇌혈관질환(puerperal cerebrovascular disorders), 폐부종(pulmonary edema), 중증 마취합병증(severe anesthesia complications), 패혈증(sepsis), 쇼크(shock), 낫적혈구장애(sickle cell anemia with crisis), 혈전색전증(thrombotic embolism), 수혈(blood transfusion), 심혈관 감시 및 측정(cardio monitoring), 심박출량 감시(conversion of cardiac rhythm), 자궁적출(hysterectomy), 심장 심막 수술(operations on heart and pericardium), 기관절개술(temporary tracheostomy), 기도확보를 통한 인공호흡(ventilation)으로 정의한다(Center for Disease Control and Prevention, 2012; Callaghan, Creanga et al., 2012) (Appendix 1). 또한 산모가 분만입원 중 ICU에 입원한 경우, 또는 분만 입원 동안 산모가 사망한 경우도 중증 모성질환으로 정의하였다(Martin et al., 2016; New York City Department of Health and Mental Hygiene, 2016).

2) 적절한 산전관리

적절한 산전관리는 케스너의 산전관리 적정성 지표(Kessner Adequacy of Prenatal Care Index, KAPCI)를 사용했다(Kotelchuck, 1994) (Appendix 2). 케스너 산전관리 적정성 지표 측정은 다음과 같다. 정상 분만의 경우 임신기간 중 임신 13주 7일 이전(임신 1분기)에 1회 이상 산전관리를 받고, 임신 36주까지 총 9회 이상 산전관리를 받은 경우 적절한 산전관리(adequate prenatal care)로 정의하고, 부적절한 산전관리(inadequate prenatal care)는 임신 21주 7일까지 한 번도 산전관리를 받지 않고, 34주 7일까지 총 4회 이하로 산전관리를 받은 경우로 정의한다. 그 외는 보통의 산전관리(intermediate prenatal care)를 받았다고 정의한다(Appendix 2). 본 연구에서 사용한 자료에는 임신주수의 구분이 없으므로 분만일을 기준으로 만출 분만일 경우 40주 0일, 조기 분만일 경우 36주 6일을 기준으로 임신 주수를 역으로 추적하였고, 그 주수에 따른 첫 방문 시기와 산전관리 횟수로 산전관리의 적정성을 판단하였다.

3) 공변량

그 외 요인은 선행연구를 바탕으로 다음과 같은 기준으로 구분하였다(Howell et al., 2016; Norhayati et al., 2016; Liu et al., 2005). 개인적 요인으로 산모 연령(15~19; 20~24; 25~29; 30~34; 35~39; 40+), 가구소득(10분위로 구분,

0~2; 3~4; 5~6; 7~8; 9~10), 보험타입(지역가입; 직장가입; 의료급여), 거주지역(서울; 광역시; 그 외 시 군)으로 구분하였고, 산과적 요인으로 분만방법(EDI코드 이용, 자연분만: 도구분만; 제왕절개), 기왕력(초산; 두 번째 출산; 세 번째 이상), 다태아 여부(단태아; 다태아), 조산여부(37주 이후 분만; 37주 미만 분만), 분만입원기간[자연분만: 단기(입원기간 3일 미만), 보통(입원기간 3일), 장기(입원기간 3일 초과); 제왕절개 분만: 단기(입원기간 6일 미만), 보통(입원기간 6~7일), 장기(입원기간 7일 초과)], 임신 중 동반질환은 Howell 등(2014) 연구의 정의를 사용했다(Howell et al., 2014).

3. 분석방법

분만입원 중 중증 모성질환이 상태에 따른 일반적 특성 및 분포의 차이를 보기 위해 피어슨 카이제곱 검정(Pearson's chi-square tests)을 시행하였다. 적절한 산전관리와 산모의 특성에 따른 심각한모성질환의 관련성을 측정하기 위해 일반화추정방정식(GEE) 모형을 사용하여 보정된 상대위험도(Relative risk, RR)와 95% 신뢰구간(95% confidence intervals)을 산출하였고, 유의성 수준은 $p < 0.05$ 로 채택했다. 자료 분석을 위해 SAS 9.4 (SAS Institute, Inc., Cary, NC, USA)를 사용하였다.

본 연구는 연세대학교 연구심의위원회(Y-2017-0002)의 승인을 받고 진행하였다.

결 과

1. 대상자의 일반적 특성에 따른 중증 모성질환 차이

본 연구는 총 91,767 건의 분만 여성 중 2,248 (2.45%)의 여성이 분만입원 중 중증 모성질환을 경험했다. 대상자의 일반적 특성 및 산과적 특성, 산전관리적절성에 따른 중증 모성질환 발생의 차이를 검정한 결과 적절한 산전관리, 산모 나이, 소득, 보험타입, 분만방법, 출산횟수, 다태아 여부, 조기출산, 분만입원기간, 임신 중 동반상병, 연도에 따라 중증 모성질환 발생과 유의한 차이가 있었다. 산전관리 적절성에서 중증 모성질환의 발생 비율은 적절한 산전관리를 받은 여성의 경우 2.33%, 보통의 산전관리를 받은 여성은 2.77%, 부적절한 산전관리를 받은 여성은 4.02%로 나타났다. 연령의 경우, 중증 모성질환 발생 비율은 15~19세 4.52%, 20~24세 2.40%, 25~29세 1.84%, 30~34세 2.31%, 35~39세 3.59%, 40세 이상 6.39%로 나타났다. 분만방법의 경우 제왕절개 분만은 4.12%로 자연분만(1.24%)과 도구분만(1.73%)보다 중증 모성질환 발생 비율이 높았고, 분만횟수도 초산의 경우 2.76%로 경산인 경우

Table 1. General Characteristics of the Study Population

	Severe maternal morbidity						p-value
	Total (N=91,767)		No (N=89,519)		Yes (N=2,248)		
	N	(%)	N	(%)	N	(%)	
Adequacy of prenatal care							
Adequate	72,801	(79.33)	71,102	(97.67)	1,699	(2.33)	<0.0001
Intermediate	17,099	(18.64)	16,625	(97.23)	474	(2.77)	
Inadequate	1,867	(2.03)	1,792	(95.98)	75	(4.02)	
Maternal age (years)							
15~19	310	(0.34)	296	(95.48)	14	(4.52)	<0.0001
20~24	4,213	(4.59)	4,112	(97.60)	101	(2.40)	
25~29	28,654	(31.22)	28,126	(98.16)	528	(1.84)	
30~34	43,202	(47.08)	42,202	(97.69)	1,000	(2.31)	
35~39	13,526	(14.75)	13,040	(96.41)	486	(3.59)	
40+	1,862	(2.03)	1,743	(93.61)	119	(6.39)	
Income level							
1Q	8,629	(9.40)	8,378	(97.09)	251	(2.91)	0.0361
2Q	13,430	(14.63)	13,095	(97.51)	335	(2.49)	
3Q	24,017	(26.17)	23,454	(97.66)	563	(2.34)	
4Q	29,897	(32.58)	29,194	(97.65)	703	(2.35)	
5Q	15,794	(17.21)	15,398	(97.49)	396	(2.51)	

Table 1. General Characteristics of the Study Population (Continues)

	Severe maternal morbidity						p-value
	Total (N=91,767)		No (N=89,519)		Yes (N=2,248)		
	N	(%)	N	(%)	N	(%)	
Type of insurance							
Self-employed insured	26,773	(29.18)	26,043	(97.27)	730	(2.73)	<0.0001
Employee insured	64,700	(70.50)	63,200	(97.68)	1,500	(2.32)	
Medical aid	294	(0.32)	276	(93.90)	18	(6.10)	
Residential area							
Metropolitan (Seoul)	18,372	(20.02)	17,918	(97.53)	454	(2.47)	0.7089
City	23,009	(25.08)	22,431	(97.49)	578	(2.51)	
Rural	50,386	(54.91)	49,170	(97.59)	1,216	(2.41)	
Working status							
Work	25,524	(27.81)	24,913	(97.61)	611	(2.39)	0.4969
Not work	66,243	(72.19)	64,606	(97.53)	1,637	(2.47)	
Mode of delivery							
Spontaneous vaginal delivery	32,547	(35.47)	32,144	(98.76)	403	(1.24)	<0.0001
Instrumental delivery	24,917	(27.15)	24,487	(98.27)	430	(1.73)	
Cesarean section delivery	34,303	(37.38)	32,888	(95.88)	1,415	(4.12)	
Parity							
1 (Nulliparous)	61,271	(66.76)	59,578	(97.24)	1,693	(2.76)	<0.0001
2	27,046	(29.47)	26,559	(98.20)	487	(1.80)	
3+	3,450	(3.78)	3,382	(98.03)	68	(1.97)	
Twin birth status							
Singleton	90,441	(98.56)	88,342	(97.68)	2,099	(2.32)	<0.0001
Twin	1,326	(1.44)	1,177	(88.76)	149	(11.24)	
Preterm birth							
≥37 weeks	90,072	(98.15)	87,987	(97.69)	2,085	(2.31)	<0.0001
<37 weeks	1,695	(1.85)	1,532	(90.38)	163	(9.62)	
Length of stay for delivery hospitalization							
Short-term	6,244	(6.80)	6,138	(98.30)	106	(1.70)	<0.0001
Normal	61,926	(67.48)	61,039	(98.57)	887	(1.43)	
Long-term	23,597	(25.71)	22,342	(94.68)	1,255	(5.32)	
Comorbidities during pregnancy							
0	90,710	(98.85)	88,695	(97.78)	2,015	(2.22)	<0.0001
1+	1,057	(1.15)	824	(77.96)	233	(22.04)	
Year							
2003	8,526	(9.29)	8,292	(97.26)	234	(2.74)	0.0012
2004	8,475	(9.23)	8,229	(97.10)	246	(2.90)	
2005	8,193	(8.93)	7,968	(97.25)	225	(2.75)	
2006	8,217	(8.95)	8,022	(97.63)	195	(2.37)	
2007	9,019	(9.83)	8,789	(97.45)	230	(2.55)	
2008	8,281	(9.02)	8,112	(97.96)	169	(2.04)	
2009	7,570	(8.25)	7,384	(97.54)	186	(2.46)	
2010	7,970	(8.69)	7,765	(97.43)	205	(2.57)	
2011	8,653	(9.43)	8,467	(97.85)	186	(2.15)	
2012	8,871	(9.67)	8,664	(97.67)	207	(2.33)	
2013	7,992	(8.71)	7,827	(97.94)	165	(2.06)	

보다 더 높은 발생률을 기록했다(Table 1).

2. 산전관리 적절성 및 대상자의 특성에 따른 중증 모성 질환 발생 관련성

Table 2는 대상자의 일반적 특성과 산과적 특성을 보정하

Table 2. The Relationship between Severe Maternal Morbidity and Risk Factors

	Severe maternal morbidity			
	RR	95% CI	p-value	
Adequacy of prenatal care				
Adequate	1.00			
Intermediate	1.09	0.98	1.21	0.1221
Inadequate	1.39	1.11	1.75	0.0045
Maternal age (years)				
15~19	2.23	1.36	3.67	0.0015
20~24	1.26	1.03	1.56	0.0269
25~29	1.00			
30~34	1.26	1.14	1.40	<0.0001
35~39	1.67	1.47	1.88	<0.0001
40+	2.63	2.16	3.20	<0.0001
Income level				
1Q	1.18	1.01	1.38	0.0417
2Q	1.07	0.92	1.23	0.389
3Q	1.04	0.92	1.18	0.5297
4Q	1.02	0.91	1.15	0.7211
5Q				
Type of insurance				
Self-employed insured	1.06	0.97	1.16	0.1698
Employee insured	1.00			
Medical aid	1.33	0.85	2.08	0.212
Residential area				
Metropolitan (Seoul)	1.00			
City	0.93	0.82	1.05	0.2254
Rural	0.99	0.89	1.10	0.8752
Working status				
Work	1.00			
Not work	1.02	0.93	1.12	0.6396
Mode of delivery				
Spontaneous vaginal delivery	1.00			
Instrumental delivery	1.13	0.99	1.30	0.0656
Cesarean section delivery	2.63	2.35	2.94	<0.0001
Parity				
1 (Nulliparous)	1.18	1.07	1.31	0.0016
2	1.00			
3+	1.08	0.85	1.39	0.5217
Twin birth status				
Singleton	1.00			
Twin	2.15	1.80	2.56	<0.0001
Preterm birth				
≥37 weeks	1.00			
<37 weeks	1.87	1.58	2.22	<0.0001

여 산전관리 적절성과 중증 모성질환 발생 관련성을 나타내었다. 적절한 산전관리를 한 여성에 비해 부적절하게 산전관리를 한 여성은 중증 모성질환이 발생할 위험이 1.39배로 통계적으로 유의하게 더 높았다(RR=1.39, 95% CI 1.11~1.75, p-value=0.0045). 보통의 산전관리를 한 여성은 적절한 산전관리를 한 여성에 비해 중증 모성질환이 발생할 위험이 1.09배 높았으나 통계적으로 유의하지 않았다(RR=1.09, 95% CI 0.98~1.21, p-value=0.1221). 모성 연령의 경우, 중증 모성질환 위험이 연령에 따라 U자형을 나타냈다. 25~29세 여성에 비해 15~19세는 2.23배(RR=2.23, 95% CI 1.36~3.67, p-value=0.0015), 20~24세는 1.26배(RR=1.26, 95% CI 1.03~1.56, p-value=0.0269), 30~34세는 1.26배(RR=1.26, 95% CI 1.14~1.40, p-value<0.0001), 35~39세는 1.67배(RR=1.67, 95% CI 1.47~1.88, p-value<0.0001), 40세 이상은 2.63배(RR=2.63, 95% CI 2.16~3.20, p-value<0.0001) 더 높게 나타났고 연령 전 구간이 통계적으로 유의했다.

Table 2. The Relationship between Severe Maternal Morbidity and Risk Factors (Continues)

	Severe maternal morbidity			
	RR	95% CI	p-value	
Length of stay for delivery hospitalization				
Short-term	0.95	0.78	1.15	0.5943
Normal	1.00			
Long-term	3.26	2.98	3.56	<0.0001
Comorbidities during pregnancy				
0	1.00			
1+	6.23	5.48	7.09	<0.0001
Year				
2003	1.00			
2004	1.09	0.92	1.30	0.3083
2005	1.07	0.89	1.28	0.4691
2006	0.96	0.80	1.16	0.6862
2007	1.04	0.86	1.25	0.6994
2008	0.78	0.64	0.95	0.0144
2009	1.00	0.82	1.21	0.9662
2010	0.96	0.79	1.17	0.6782
2011	0.79	0.64	0.97	0.0215
2012	0.85	0.69	1.03	0.101
2013	0.76	0.62	0.95	0.014

Abbreviations: RR, relative risk.

고 찰

본 연구는 적절한 산전관리와 개인적, 산과적 요인과 중증 모성질환의 관련성을 파악하였다. 부적절한 산전관리를 받은 여성은 중증 모성질환 발생위험이 통계적으로 유의하게 높았다. 또한 십대 산모와 고령산모인 경우, 소득이 매우 낮은 경우, 제왕절개 분만, 초산, 다태아 분만, 임신 중 기저질환이 있는 경우 중증 모성질환 위험이 높았다.

본 연구에서 중증 모성질환의 발생률은 전체 산모의 2.45%였다. Howell 등(2014, 2016) 그리고 Ozimek 등(2016)의 연구에서 중증 모성질환 발생은 각각 2.5%, 2%, 2.4%로 우리 연구와 비슷했으나(Howell et al., 2014, 2016; Ozimek et al., 2016), Norhayati 등(2016), Zwart 등(2008) 그리고 Grobman 등(2014)의 연구에서는 각각 1.7%, 0.7%, 0.3%로 우리 연구와 달랐다(Zwart et al., 2008; Grobman et al., 2014; Norhayati et al., 2016). 중증 모성질환 발생률의 차이는 연구 대상 인구집단의 국적이 말레이시아, 네덜란드, 미국 등 다양하고(Norhayati et al., 2016; Zwart et al., 2008; Grobman et al., 2014), 동일 국가 내에서도 인종에 따라 차이날 수 있으며(Howell et al., 2016), 같은 인종이라도 출신 국적에 따른 차이(Howell et al., 2017), 또는 CDC 알고리즘(Howell et al., 2014, 2016, 2017; Ozimek et al., 2016), WHO 지표(Norhayati et al., 2016) 또는 그 외 지표(Zwart et al., 2008; Grobman et al., 2014) 등 분석에 사용한 중증 모성질환 지표의 차이 때문에 차이가 난 것으로 볼 수 있다. 또한 중증 모성질환 지표의 세부항목과 위험요인의 관련성을 살펴본 결과, 수혈(Blood transfusion)은 중증 모성질환 발생의 60%를 차지할 정도로 가장 빈도가 높은 지표였고, 파종성 혈관내응고(Disseminated intravascular coagulation)는 중증 모성질환 발생의 9% 정도 발생했다. 이 결과는 이전 연구와 비슷했는데 뉴욕시 보건 및 정신위생국의 연구에서도 수혈은 중증 모성질환 전체의 약 65%를 차지했고, 다른 이전 연구에서도 수혈이 중증 모성질환 지표 중 가장 빈번한 지표였다(Calaghan et al., 2008; Kuklina et al., 2009). 산전관리와 중증 모성질환의 관련성을 파악하고자 조사하였으나 이전 연구들에서 CDC의 알고리즘을 사용한 중증 모성질환과 산전관리의 관련성에 대한 연구가 매우 적어 직접적인 비교는 어려웠다. Howell 등(2016)의 연구에서 산전관리 방문을 9회 이상한 여성에 비해 6회 미만 또는 6~8회 방문한 여성은 중증 모성질환 위험이 각각 1.34배, 1.16배 높게 나타났다고 보고했고(Ho-

well et al., 2016), WHO는 모성건강과 산전관리 관련성 연구에서 4회 이상 산전관리 방문을 한 여성이 그렇지 않은 여성에 비해 모성사망이 낮았고 모성건강의 질이 향상된 것을 확인했다(Campbell et al., 2016; Kearns et al., 2016). Kearns 등(2016)은 양질의 모성건강관리로 산전관리와 산후관리의 가능성과 접근성 향상으로 보고, 이는 건강결과를 향상시킨다고 밝혔고(Kearns et al. 2016), 이를 위해 산전관리 또는 산후관리 방문 횟수와 첫 번째 산전관리 시기를 측정하는 지표를 사용해야 한다고 했지만(Kearns et al., 2016), 이에 부합하는 산모관리의 질 정의와 측정에 대한 합의가 없으므로(Hodgins and D'Agostino, 2014) 이에 대한 연구가 필요하다. 본 연구는 부적절한 산전관리와 중증 모성질환 위험이 통계적으로 유의한 관련성이 있음을 확인했다. 중증 모성질환중증 모성질환따라서 중증 모성질환과 산전관리의 관련성 연구를 통해 모성건강결과 향상을 위해 산전관리의 중요성과 모성건강 관리의 질 향상의 중요성에 대한 근거를 제공할 수 있을 것이다.

모성 연령과 중증 모성질환의 위험성에서 모성 연령과 관련하여 U자 모형을 띄고 있고 이는 선행연구 결과와 비슷한 양상으로 나타났다(Joseph et al., 2010; Creanga et al., 2014; Grobman et al., 2014; Norhayati et al., 2016). 연령의 상승(35세 이상)과 중증 모성질환 위험과 관련된 메커니즘으로 태반조기박리 위험과 비정상적 침습성 태반의 위험이 높은 것과 관련이 있고(Rocha Filho et al., 2015), 만성 질병을 가질 위험이 높을 뿐만 아니라 임신병리학적 반응에 대하여 생리학적 역반응의 부족(a lack of physiological reverses in response to pregnancy pathology)일 수 있다(Kayem et al., 2011; Creanga et al., 2014). 모성건강 위험은 또한 15~19세의 어린 연령의 산모와도 관련이 있었다. 십대 산모는 조산 위험, 저체중 출산 위험, 빈곤, 낮은 교육수준, 부적절한 산전관리, 그리고 미혼상태일 가능성이 높고(Bukulmez and Deren, 2000; Gortzak-Uzan et al., 2001; Chen et al., 2007), 자궁 미성숙과 자궁경부 혈액공급 문제는 잠재적(subclinical) 감염위험과 프로스타글란딘(prostaglandin) 생산 위험을 높이고, 조산 위험을 높일 수 있으므로(Chen et al., 2007), 이러한 요인들이 15~19세 산모들이 중증 모성질환 위험이 더 높을지 설명할 수 있을 것이다. 소득의 경우, 가장 낮은 소득 구간의 여성들이 소득이 높은 여성 구간보다 중증 모성질환 위험이 높게 나타났다. 선행 연구에서 사회경제적 상태가 낮은 여성들이 높은 여성들보다 더 높은 중증 모성질환의 위험이 있다고 밝혔다(Lindquist et al., 2014). 이는 낮은 사회경제적 상태의 여

성은 일반적으로 임신기간 중 관리 경험이 더 낮고, 산전 입원의 위험이 높으며, 임신 6~8주 사이 산전 관리에 대해 주치의나 산과를 만날 가능성이 더 적기 때문일 수 있다고 했다(Lindquist et al., 2015). 결과적으로 건강관리행동(health-seeking behavior), 출산서비스에 대한 접근성, 그리고 건강관리 전문의에 의한 치료가 모성건강 결과에 영향을 미친다고 할 수 있다(Yelland et al., 2012).

본 연구에서 적절한 산전관리와 개인적, 산과적 요인과 모성 건강 질 관리 결과로 볼 수 있는 중증 모성질환과 관련이 있음을 파악하였다. 한국은 저출산 문제를 해결과 산모와 태아의 안전을 위해 임신 출산 진료비 지원 서비스, 취약지역 분만 지원, 고위험 산모에 대한 의료비 지원 등 다양한 정책적 지원을 하고 있다. 특히, 2008년 12월부터 시행한 임신 출산 진료비 지원 서비스는 임신부의 경제적 접근성 향상으로 주기적 산전 진찰받고, 이를 통해 건강한 태아를 분만할 수 있도록 지원하는 것을 목적으로 시행하고 있으나 실제 모성의 주기적 산전 진찰을 위해 사용되고 있는지 알 수 없다. 따라서 모성 개개인에게 적절한 산전관리 가이드라인을 잘 따를 수 있도록 이해와 독려가 필요하고, 해당 서비스를 산전기간에 사용할 수 있도록 유인책을 마련하여 산전관리 방문이 각 임신 삼분기 동안 시기 적절히 이루어지는지 측정하고 관리하는 것이 필요할 것이다. 또 다른 함의로 모성 건강의 질 지표가 현실적으로 부족하다. 한국의 의료기술과 의료자원의 수준에 비해 높은 모성사망비는 우리나라 모성의 건강관리 체계에 대한 의문을 갖게 된다. 초산연령의 증가와 고령산모 증가, 보조생식술의 건강보험 적용으로 향후 다태아 출산이 늘어날 것을 고려한다면 위험 산모의 증가는 계속될 것이다. 이는 산모와 태아의 부정적 건강결과뿐만 아니라 의료비 지출에 대한 정부의 부담도 커질 수 있으므로 예방 가능한 부정적 결과를 방지하기 위해서 적절한 산전관리 체계를 마련하고 이에 대한 국민의 인식개선과 의료기관에 대한 지원책을 마련할 필요가 있다.

본 연구는 몇 가지 제한점이 있다. 첫째, 중증 모성질환의 측정과 관련하여 본 연구의 자료원은 연구 대상자의 의료 차트가 아닌 ICD-10코드와 EDI코드로 나타난 청구자료(administrative data)이다. 따라서 질병의 심각한 정도를 나타낼 수 있는 중요한 임상적 데이터가 포함되지 않을 수 있으므로 중증 모성질환의 중증도(severity)를 정의할 수 없다. 둘째, 본 연구는 자료에 포함되지 않는 모성의 교육수준, 체질량지수, 흡연 또는 음주 등 위험행동 요인 등과 같은 잠재적인 혼란 변수를 통제하지 못했다. 셋째, 본 연구의 자료는 주산기가 표시되어

있지 않으므로 정확한 주산기가 아닐 수 있다. 그러나 본 자료는 정확한 출산일과 만출 분만 또는 조기분만의 구분을 진단 및 행위코드로 나타내고 있기 때문에 주산기를 추정할 수 있었다. 넷째, 중증 모성질환 알고리즘은 ICD-9코드로 진단코드와 행위 코드 모두 표현할 수 있지만 본 연구의 자료인 건강보험공단 표본코호트는 ICD-10코드 기반이므로 진단코드밖에 지원하지 않았다. 따라서 본 연구진은 ICD-9에 해당하는 행위 코드를 우리나라 EDI 코드와 매치하여 변환하는 작업을 수행하였고, 일부 행위 코드는 EDI에 정보가 존재하지 않았으므로 100% 정확하게 매칭 되었다고 볼 수는 없다.

그럼에도 불구하고 본 연구의 장점으로 첫째, 이 연구는 한국의 대표성 있는 코호트 자료를 사용하여 CDC 알고리즘을 이용한 중증 모성질환과 산전관리에 대한 첫 번째 연구이다. 둘째, 본 연구는 인구집단 기반의 연구로 오랜 기간 추적 관찰하였고, 국가적으로 대표성 있는 빅데이터인 국민건강보험공단 표본코호트(NHIS-NSC)를 사용하여 분석했으므로 빅데이터를 이용한 대한민국 모성 건강의 대표성 있는 결과라 할 수 있다. 셋째, 본 연구는 산전관리에 대하여 단순 총 횟수가 아닌 객관적인 측정도구를 사용하여 측정하였고, 종속변수인 중증 모성질환도 지표를 사용하여 측정하여 보다 객관적인 결과를 내타냈다. 넷째, 본 연구에서는 다양한 산과적 동반질환과 환자의 복잡한 상태(case mix)를 보정하기 위해 여러 예측 위험 요인들을 고려하여 분석하였다.

결 론

본 연구는 국민건강보험공단 표본코호트를 이용하여 2003년부터 2013년까지 91,767 건의 분만을 추출하고 적절한 산전관리와 분만 후 중증모성질환 발생의 관련성을 분석했다.

중증 모성질환은 2,248건으로 전체 분만 중 2.45%로 나타났다. 케스너의 산전관리 적정성 지표를 이용하여 적절한 산전관리와 중증모성질환의 관련성을 분석한 결과, 부적절한 산전관리를 한 산모는 적절한 산전관리를 한 산모에 비해 중증모성질환 발생 위험이 1.39배 높았고 통계적으로 유의했다. 또한 연령에서 25~29세를 기준으로 U자 모형을 띄며 35세 이상 고령산모의 중증모성질환 발생 위험이 높았고, 낮은 소득인 경우, 제왕절개분만을 한 경우, 초산, 다태아 분만인 경우 중증모성질환 발생 위험이 높았다.

대부분의 연구들은 산전관리의 총 횟수를 기준으로 적절성 여부를 정의하고 보정 변수로 사용하였지만, 본 연구에서는 임

신 분기별 적정 방문 횟수를 반영한 산전관리의 지표를 활용하여 중증모성질환 발생의 관련성을 파악했다. 특히 임신 1삼분기 방문 여부는 산전관리 적정성에 중요한 요인이고, 특정 분기에 자주 방문하는 것 보다 임신 삼분기동안 주기적으로 산전관리를 받는 것이 중요할 것이다. 본 연구에서는 일부 변수의 빈도수 부족으로 측정하지 못했지만 향후 연구에서는 중증 모성관리의 위험이 높았던 연령구간, 저소득 요인과 산전관리 적정성을 증화하여 중증모성질환과 관련성을 심층적으로 분석하여 위험에 취약한 계층을 파악하고 이에 대한 더 심도 있는 고찰이 필요할 것으로 사료된다.

감사의 글

본 연구는 한국모자보건학회 제1회 미래모자보건학자상(예방의학 부문) 연구비 일부지원으로 수행되었다.

참고문헌

Alkema L, Chou D, Hogan D, Zhang S, Moller A-B, Gemmill A, et al. Global, regional, and national levels and trends in maternal mortality between 1990 and 2015, with scenario-based projections to 2030: a systematic analysis by the UN Maternal Mortality Estimation Inter-Agency Group. *Lancet* 2016;387(10017):462-74.

Bukulmez O, Deren O. Perinatal outcome in adolescent pregnancies: a case-control study from a Turkish university hospital. *Eur J Obstet Gynecol Reprod Biol* 2000;88(2): 207-12.

Callaghan WM, MacKay AP, Berg CJ. Identification of severe maternal morbidity during delivery hospitalizations, United States, 1991-2003. *Am J Obstet Gynecol* 2008;199(2): 133. e1-e8.

Callaghan WM, Creanga AA, Kuklina EV. Severe maternal morbidity among delivery and postpartum hospitalizations in the United States. *Obstet Gynecol* 2012;120(5):1029-36.

Campbell OM, Calvert C, Testa A, Strehlow M, Benova L, Keyes E, et al. The scale, scope, coverage, and capability of childbirth care. *Lancet* 2016;388(10056):2193-208.

Center for Disease Control and Prevention. Severe maternal morbidity in the United States [Available from: <https://www.cdc.gov/reproductivehealth/maternalinfanthealth/severematernalmorbidity.html>].

Chen X-K, Wen SW, Fleming N, Demissie K, Rhoads GG, Walker M. Teenage pregnancy and adverse birth outcomes: a large population based retrospective cohort

study. *Int J Epidemiol* 2007;36(2):368-73.

Commission Supporting for London. Improving maternity care in London. 2011 March 2011.

Creanga AA, Bateman BT, Kuklina EV, Callaghan WM. Racial and ethnic disparities in severe maternal morbidity: a multistate analysis, 2008-2010. *Am J Obstet Gynecol* 2014;210(5):435. e1-e8.

de Moraes APP, Barreto SM, Passos VMA, Golino PS, Costa JE, Vasconcelos MX. Severe maternal morbidity: a case-control study in Maranhao, Brazil. *Reprod Health* 2013; 10(1):11-8.

Gortzak-Uzan L, Hallak M, Press F, Katz M, Shoham-Vardi I. Teenage pregnancy: risk factors for adverse perinatal outcome. *J Matern Fetal Med* 2001;10(6):393-7.

Grobman WA, Bailit JL, Rice MM, Wapner RJ, Reddy UM, Varner MW, et al. Frequency of and factors associated with severe maternal morbidity. *Obstet Gynecol* 2014; 123(4):804-10.

Hill K, Thomas K, AbouZahr C, Walker N, Say L, Inoue M, et al. Estimates of maternal mortality worldwide between 1990 and 2005: an assessment of available data. *Lancet* 2007;370(9595):1311-9.

Hodgins S, D'Agostino A. The quality-coverage gap in antenatal care: toward better measurement of effective coverage. *Glob Health Sci Pract* 2014;2(2):173-81.

Howell EA, Zeitlin J, Hebert PL, Balbierz A, Egorova N. Association between hospital-level obstetric quality indicators and maternal and neonatal morbidity. *JAMA* 2014; 312(15):1531-41.

Howell EA, Egorova NN, Balbierz A, Zeitlin J, Hebert PL. Site of delivery contribution to black-white severe maternal morbidity disparity. *Am J Obstet Gynecol* 2016;215 (2):143-52.

Howell EA, Egorova N, Balbierz A, Zeitlin J, Hebert PL. Black-white differences in severe maternal morbidity and site of care. *Am J Obstet Gynecol* 2016;214(1):122 e1-e7.

Howell EA, Egorova NN., Janevic T, Balbierz A, Zeitlin J, Herbert PL. Severe maternal morbidity among hispanic women in New York City: Investigation of health disparities. *Obstet Gynecol* 2017;129(2):285-94.

Joseph K, Liu S, Rouleau J, Kirby RS, Kramer MS, Sauve R, et al. Severe maternal morbidity in Canada, 2003 to 2007: surveillance using routine hospitalization data and ICD-10CA codes. *J Obstet Gynaecol Can* 2010;32(9):837-46.

Kassebaum NJ, Bertozzi-Villa A, Coggeshall MS, Shackelford KA, Steiner C, Heuton KR, et al. Global, regional, and national levels and causes of maternal mortality during 1990-2013: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2013. *Lancet* 2014;384(9947):980-1004.

Kayem G, Kurinczuk J, Lewis G, Golightly S, Brocklehurst

- P, Knight M. Risk factors for progression from severe maternal morbidity to death: a national cohort study. *PLoS one* 2011;6(12):e29077.
- Kearns A, Caglia J, Hooper-Bender P, Langer A. Antenatal and postnatal care: a review of innovative models for improving availability, accessibility, acceptability and quality of services in low-resource settings. *BJOG* 2016;123(4): 540-8.
- Kilpatrick SK, Ecker JL, Obstetricians ACo, Gynecologists. Severe maternal morbidity: screening and review. *Am J Obstet Gynecol* 2016;215(3):B17-B22.
- Kilpatrick SJ, Abreo A, Greene N, Melsop K, Peterson N, Shields LE, et al. Severe maternal morbidity in a large cohort of women with acute severe intrapartum hypertension. *Am J Obstet Gynecol* 2016;215(1):91 e1-e7.
- Kominiarek MA, Scott S, Koch AR, Zeschke M, Cordova Y, Ravangard SF, et al. Preventing Maternal Morbidity from Obstetric Hemorrhage: Implications of a Provider Training Initiative. *Am J Perinatol* 2017;34(01):74-9.
- Kotelchuck M. An evaluation of the Kessner adequacy of prenatal care index and a proposed adequacy of prenatal care utilization index. *Am J Public Health* 1994;84(9): 1414-20.
- Kuklina EV, Meikle SF, Jamieson DJ, Whiteman MK, Barfield WD, Hillis SD, et al. Severe obstetric morbidity in the United States: 1998-2005. *Obstet Gynecol* 2009;113(2 Pt 1):293-9.
- Lindquist A, Noor N, Sullivan E, Knight M. The impact of socioeconomic position on severe maternal morbidity outcomes among women in Australia: a national case-control study. *BJOG* 2014;122(12):1601-9.
- Lindquist A, Kurinczuk J, Redshaw M, Knight M. Experiences, utilisation and outcomes of maternity care in England among women from different socio-economic groups: findings from the 2010 National Maternity Survey. *BJOG* 2015;122(12):1610-7.
- Mantel GD, Buchmann E, Rees H, Pattinson RC. Severe acute maternal morbidity: A pilot study of a definition for a near-miss. *BJOG* 1998;105(9):985-90.
- Martin AS, Monsour M, Kissin DM, Jamieson DJ, Callaghan WM, Boulet SL. Trends in severe maternal morbidity after assisted reproductive technology in the United States, 2008-2012. *Obstet Gynecol* 2016;127(1):59-66.
- New York City Department of Health and Mental Hygiene. Severe Maternal Morbidity in New York City, 2008-2012. New York, NY: New York City Department of Health and Mental Hygiene Bureau of Maternal, Infant and Reproductive Health; 2016.
- Norhayati MN, Hazlina NHN, Aniza AA, Sulaiman Z. Factors associated with severe maternal morbidity in Kelantan, Malaysia: A comparative cross-sectional study. *BMC Pregnancy Childbirth* 2016;16(1):185.
- OECD.Stat. Health Status: Maternal and infant mortality OECD; 2018 [Available from: <http://stats.oecd.org/index.aspx?queryid=30116>].
- OECD. Fertility rates (indicator): OECD; 2018 [Available from: <https://data.oecd.org/pop/fertility-rates.htm>].
- Ozimek JA, Eddins RM, Greene N, Karagyozyan D, Pak S, Wong M, et al. Opportunities for improvement in care among women with severe maternal morbidity. *Am J Obstet Gynecol*. 2016;215(4):509 e1-e6.
- Pattinson R, Say L, Souza JP, Broek Nvd, Rooney C. WHO maternal death and near-miss classifications. *Bull World Health Organ* 2009;87(10):734-A.
- Rocha Filho EA, Costa ML, Cecatti JG, Parpinelli MA, Haddad SM, Sousa MH, et al. Contribution of antepartum and intrapartum hemorrhage to the burden of maternal near miss and death in a national surveillance study. *Acta Obstet Gynecol Scand* 2015;94(1):50-8.
- Santana DS, Cecatti JG, Surita FG, Silveira C, Costa ML, Souza JP, et al. Twin Pregnancy and Severe Maternal Outcomes. *Obstet Gynecol* 2016;127(4):631-41.
- Say L, Souza JP, Pattinson RC. Maternal near miss-towards a standard tool for monitoring quality of maternal health care. *Best Pract Res Clin Obstet Gynaecol* 2009;23(3): 287-96.
- Siddiqui M, Minhaj M, Mueller A, Tung A, Scavone B, Rana S, et al. Increased perinatal morbidity and mortality among Asian American and Pacific Islander women in the United States. *Anesth Analg* 2017;124(3):879-86.
- Souza JP, Cecatti JG, Haddad SM, Parpinelli MA, Costa ML, Katz L, et al. The WHO maternal near-miss approach and the maternal severity index model (MSI): tools for assessing the management of severe maternal morbidity. *PLoS One* 2012;7(8):e44129.
- Stones W, Lim W, Al-Azzawi F, Kelly M. An investigation of maternal morbidity with identification of life-threatening 'near miss' episodes. *Health Trends* 1990;23(1): 13-5.
- Statistics Korea. Total fertility rate: STATISTICS KOREA; 2018 [Available from: http://kosis.kr/statHtml/statHtml.do?orgId=101&tblId=DT_1B8000F&conn_path=I2&language=en].
- Statistics Korea. The age of birth: Statistics Korea; 2018 [Available from: http://kosis.kr/statHtml/statHtml.do?orgId=101&tblId=DT_1B81A20&conn_path=I2].
- United Nations. World Population Policies 2013. New York, United States: United Nations; 2013.
- Van Hanegem N, Miltenburg AS, Zwart JJ, Bloemenkamp KW, Van Roosmalen J. Severe acute maternal morbidity in asylum seekers: a two-year nationwide cohort study in the Netherlands. *Acta Obstet Gynecol Scand* 2011;90(9):

1010–6.

Witteveen T, Van Den Akker T, Zwart JJ, Bloemenkamp KW, Van Roosmalen J. Severe acute maternal morbidity in multiple pregnancies: a nationwide cohort study. *Am J Obstet Gynecol* 2016;214(5):641. e1–e10.

WHO. Evaluating the quality of care for severe pregnancy complications: The WHO near–miss approach for maternal health. Geneva: World Health Organization; 2011.

WHO, UNICEF. Trends in maternal mortality: 1990 to 2013: WHO, UNICEF, UNFPA and The World Bank estimates. Geneva, Switzerland: World Health Organization; 2014.

Yang J–M. A strategy for improvement of population quality. *Korean J Public Health* 1984;37:1–17.

Yelland JS, Sutherland GA, Brown SJ. Women's experience of discrimination in Australian perinatal care: the double disadvantage of social adversity and unequal care. *Birth* 2012;39(3):211–20.

Zwart J, Richters J, Öry F, De Vries J, Bloemenkamp K, Van Roosmalen J. Severe maternal morbidity during pregnancy, delivery and puerperium in the Netherlands: a nationwide population-based study of 371 000 pregnancies. *BJOG* 2008;115(7):842–50.



Appendix 1. Severe Maternal Morbidity Indicators and Corresponding ICD-9 and ICD-10 Code

Severe Maternal Morbidity Indicator	ICD-9-CM Codes	ICD-10-CM Codes
1. Acute myocardial infarction	410.xx	I21, I22
2. Acute renal failure	584.x, 669.3x	N17, O90.4
3. Adult respiratory distress syndrome	518.5, 518.81, 518.82, 518.84, 799.1	J80, J95, J96, R092
4. Amniotic fluid embolism	673.1x	O88.1
5. Aneurysm	441.xx	I71, I79.0
6. Cardiac arrest/ventricular fibrillation	427.41, 427.42, 427.5	I46, I49.0
7. Disseminated intravascular coagulation	286.6, 286.9, 666.3x	D65, D68.8, D68.9, O72.3
8. Eclampsia	642.6x	O15
9. Heart failure during procedure or surgery	669.4x, 997.1	I971
10. Internal injuries of thorax, abdomen, and pelvis	860.xx-869.xx	S26, S27, S36, S37
11. Intracranial injuries	800.xx, 801.xx, 803.xx, 804.xx, 851.xx-854.xx	S06
12. Puerperal cerebrovascular disorders	430, 431, 432.x, 433.xx, 434.xx, 436, 437.x, 671.5x, 674.0x, 997.2, 999.2	I60, I61, I62, I63, I65, I66, I67, I68, O22.5, O87.3, I97.8
13. Pulmonary edema	428.1, 518.4	J81, I50
14. Severe anesthesia complications	668.0x, 668.1x, 668.2x	O74, O89
15. Sepsis	038.xx, 995.91, 995.92	O85, T80.2, T80.4, R65.1, A40, A41, A32.7
16. Shock	669.1x, 785.5x, 995.0, 995.4, 998.0	O751, R57, R65.2, T78.2, T81.1, T88.2, T88.6
17. Sickle cell anemia with crisis	282.62, 282.64, 282.69	D57
18. Thrombotic embolism	415.1x, 673.0x, 673.2x, 673.3x, 673.8x	I26, O88
19. Blood transfusion	99.0x	NA
20. Cardio monitoring	89.6x	NA
21. Conversion of cardiac rhythm	99.6x	NA
22. Hysterectomy	68.3x-68.9	NA
23. Operations on heart and pericardium	35.xx, 36.xx, 37.xx, 39.xx	NA
24. Temporary tracheostomy	31.1	NA
25. Ventilation	93.90, 96.01-96.05, 96.7x	NA

Appendix 2. Three Factor Health Services Index Controlled for Gestation and Based on Number of Prenatal Visits, Interval to First Prenatal Visit, and Type of Hospital Service

Medical Care Index	Gestation (Weeks)	Number of Prenatal Visits
Adequate ^a	13 or less	and 1 or more or not stated
	14~17	and 2 or more
	18~21	and 3 or more
	22~25	and 4 or more
	26~29	and 5 or more
	30~31	and 6 or more
	32~33	and 7 or more.
	34~35	and 8 or more
Inadequate ^b	36 or more	and 9 or more
	14~21	and 0 or not stated
	22~29	and 1 or less or not stated
	30~31	and 2 or less or not stated
	32~33	and 3 or less or not stated
Intermediate	All combinations other than specified above	and 4 or less or not stated

^aAdditional number of prenatal visits.

^aThe first prenatal visit had to be first trimester (<13 weeks).

^bTo start prenatal visit during the third trimester (>28 weeks).

Source: Milton Kotelchuck. An Evaluation of the Kessner Adequacy of Prenatal Care Index and a Proposed Adequacy of Prenatal Care Utilization Index. Am J Public Health. 1994;84(9):1414-20.